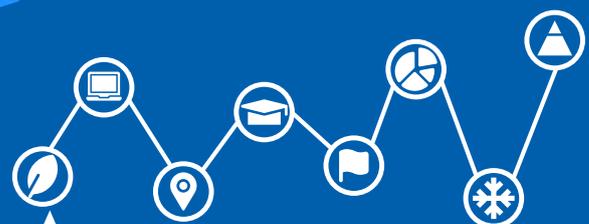


ISSN:3034-1434

Том / Vol. **3**

№ / No. **1**

2 0 2 5



# Арктика и инновации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Мурманский арктический университет» (ФГАОУ ВО «МАУ»)  
Federal State Autonomous Educational Institution  
of Higher Education "Murmansk Arctic University" (FSAEI HE "MAU")

Научный журнал

# «Арктика и инновации»

Том 3 / № 1 / 2025

Scientific Journal

# "Arctic and Innovations"

Vol. 3 / No. 1 / 2025



ФГАОУ ВО «МАУ»  
FSAEI HE "MAU"



Том **3**  
№ **1**  
2 0 2 5

#### Периодичность

4 раза в год

#### Префикс DOI

<https://doi.org/10.21443>

#### ISSN

3034-1434

#### Учредитель, издатель, редакция

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»

#### Адрес

ул. Спортивная, д. 13, г. Мурманск, Россия, 183010

#### Сайт

<https://www.arcainnov.ru/>

#### E-mail

[arcainnov@mauniver.ru](mailto:arcainnov@mauniver.ru)

#### Выход в свет

15 марта 2025

#### Копирайт

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», оформление, 2025

#### Цена

Распространяется бесплатно

#### Условия распространения материалов

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

#### Редакторы-корректоры

Пигулевская И.С., Зелексон Л.А.

#### Верстка

Храмова О.В.

Целью журнала является создание ведущей международной экспертно-аналитической площадки, на которой будут обсуждаться актуальные вопросы научного формирования и практической реализации арктических инновационных исследований и разработок, а также содействие развитию фундаментальных и прикладных знаний в области арктических инноваций и выявления критериев для их устойчивого развития.

#### Задачи журнала:

- освещение новейших результатов научной и научно-практической деятельности в области разработки и реализации арктических инноваций в разнообразных сферах обеспечения комфортного проживания человека в Арктике: социально-экономическое развитие, инновационные технологии, особенности международного арктического сотрудничества, мониторинг и сохранение природных экосистем, климат и космическая погода в полярных регионах, применение информационных технологий в арктических исследованиях, урбанизация и туризм, проблемы сохранения малочисленных коренных народов Севера, арктическое здоровье, сбережение, инновации в образовании и др.;
- создание единой научной экспертно-аналитической площадки для интеграции знаний и опыта ведущих ученых и практиков в этих областях;
- апробация научных исследований ученых и аспирантов, занимающихся арктическими инновационными исследованиями и разработками.

#### Главный редактор

**Шилин Михаил Борисович**, доктор географических наук, профессор, Российский государственный гидрометеорологический университет (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

#### Заместитель главного редактора

**Щебарова Наталья Николаевна**, доктор экономических наук, профессор, Мурманский арктический университет (Мурманск, Российская Федерация)

#### Редакционная коллегия

**Ахмад Алаа Али**, кандидат географических наук, эксперт по экологии Генеральной дирекции сирийских портов (Тартус, Сирийская Арабская Республика)

**Дун Сянли**, кандидат биологических наук, преподаватель, сотрудник лаборатории биологии и водной среды Чжэцзянского Океанического университета (Чжэцзян, Китайская Народная Республика)

**Жигульский Владимир Александрович**, кандидат технических наук, заслуженный эколог Российской Федерации, директор ООО «Эко-Экспресс-Сервис» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

**Жигунова Галина Владимировна**, доктор социологических наук, доцент, заведующий кафедрой философии и социальных наук, Мурманский арктический университет (Мурманск, Российская Федерация)

**Зимин Алексей Вадимович**, доктор географических наук, профессор, главный научный сотрудник Лаборатории геофизических пограничных слоев Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

**Истомин Евгений Петрович**, доктор технических наук, профессор, и. о. директора Института информационных систем и геотехнологий Российского государственного гидрометеорологического университета (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

**Коренева Анастасия Вячеславовна**, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры филологии и медиакоммуникаций, Мурманский арктический университет (Мурманск, Российская Федерация)

**Кузьмичева Татьяна Викторовна**, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры психологии и коррекционной педагогики, директор психолого-педагогического института, Мурманский арктический университет (Мурманск, Российская Федерация)

**Огородов Станислав Анатольевич**, доктор географических наук, МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий НИЛ геоэкологии Севера (Москва, Российская Федерация)

The Arctic is one of the largest territories of Russia that the state pays close attention to. It is proven by the number of strategic documents of innovative development that have been adopted or are being prepared for adoption. From the point of ensuring national security and stable development of the Russian Federation, it is vital for the country's geopolitics to explore the Arctic. Innovation in the Arctic as a driving factor of progress is of critical priority in modern scientific research. Without innovation, it would be impossible to advance.

The international scientific journal "Arctic and Innovations" is devoted to the specifics of innovations in the Arctic. The journal publishes articles on innovative activities in ensuring comfortable environment for people, Arctic economy and management, tourism, social development of territories, education, etc. The articles present both a complex inter- and multidisciplinary outlook on the processes taking place in the Arctic. Therefore, the research covering the issue from various perspectives such as geography, history, economics, political science, sociology, education, etc., is given priority.

The editorial board welcomes works that make significant difference to the theory and methodology of regional studies.

### Editor-in-chief

**Mikhail B. Shilin**, Dr. Sci. (Geography), professor, Russian State Hydrometeorological University (Saint Petersburg, Russian Federation)

### Deputy editor-in-chief

**Natalja N. Schebarova**, Dr. Sci. (Economy), professor, Murmansk Arctic University (Murmansk, Russian Federation)

### Editorial board

**Ahmad Alaa Ali**, PhD (Geography), environmental expert at the General Directorate of ports in Syria (Tartus, Syria)

**Xiangli Dong**, PhD (Biology), lecturer, research fellow of the Laboratory of the biology and water environment, Zhejiang Ocean University (Zhejiang, China)

**Vladimir A. Zhigulsky**, Cand. Sci. (Technical), Honored ecologist of Russian Federation, director, Eco-Express-Service Ltd (Saint Petersburg, Russian Federation)

**Galina V. Zhigunova**, Dr. Sci. (Sociology), associated professor, head of the Chair of Philosophy and Social Sciences, Murmansk Arctic University (Murmansk, Russian Federation)

**Alexey V. Zimin**, Cand. Sci. (Phys. and Math.), Dr. Sc. (Geography), head of the Laboratory of geophysical boundary layers, Shirshov Institute of Oceanology of RAS; professor of the Department of oceanology, Saint Petersburg State University (Saint Petersburg, Russian Federation)

**Yevgenij P. Istomin**, Dr. Sci. (Technical), professor, head, Institute of Informational Systems and Geotechnology, Russian State Hydrometeorological University (Saint Petersburg, Russian Federation)

**Anastasija V. Koreneva**, Dr. Sci. (Pedagogic), associated professor at the Chair of philology and media-communications, Linguistic Institute, Murmansk Arctic University (Murmansk, Russian Federation)

**Tatjana V. Kuzmicheva**, Dr. Sci. (Pedagogic), associated professor, professor, Chair of psychology and correcting pedagogic, head, Psycho-Pedagogical Institute, Murmansk Arctic University (Murmansk, Russian Federation)

**Stanislav A. Ogorodov**, Dr. Sci. (Geography), professor, principal research fellow and head of the Laboratory of the geoecology of the Northern region of the Department of geography at the Moscow State Lomonosov University (Moscow, Russian Federation)



Vol. **3**  
# **1**  
2 0 2 5

### Frequency

quarterly

### DOI Prefix

<https://doi.org/10.21443>

### ISSN

3034-1434

### Founder, publisher, editorial office

Murmansk Arctic University

### Address

183010, Russian Federation, Murmansk, Sportivnaya str., 13

### Website

<https://www.arcainnov.ru/>

### E-mail

[arcainnov@mauniver.ru](mailto:arcainnov@mauniver.ru)

### The publication

15 March 2025

### Copyright

Murmansk Arctic University, layout, 2025

### Price

free

### Distribution

The content is distributed under the Creative Common License CC BY

### Editors and proofreaders

Irina S. Pigulevskaya, Lev A. Zelexon

### Верстка

Olga V. Khramova

- 6** Архитектура Арктической зоны: комплексное развитие  
*Ивченко Б.П., Черненко В.А., Подгорная Е.А.*
- 22** Борьба корпораций и государства за ресурсы в Арктике  
*Кренц С.И.*
- 33** Российско-китайское технологическое партнерство в Арктике на примере проекта «Ямал СПГ»  
*Афанасьев С.Н., Фадеев А.М.*
- 42** Комплексный подход к оценке хвостохранилищ обогатительных производств как вторичных месторождений  
*Табакаев Н.М., Табакаев Г.Б.*
- 59** Анализ и оценка накопления пластикового мусора в Арктике  
*Чусов А.Н., Абрамов В.М.*
- 68** Инновационный подход к управлению системой подготовки специалистов для Арктической зоны Российской Федерации  
*Соловьева Н.Л.*
- 77** Оценка уровня загрязнения окружающей среды в прибрежных зонах северных территорий с использованием лишайников в качестве биоиндикаторов  
*Загитова Г.Т., Горшков В.В.*
- 82** Возможно ли существование крупных реликтовых рептилий и амфибий в водоемах Крайнего Севера?  
*Сапунов В.Б.*

Architecture of the Arctic zone: Integrated development <i>Boris P. Ivchenko, Vladimir A. Chernenko, Elena A. Podgornaya</i>	6
Struggle between corporations and the state over resources in the Arctic <i>Sergey I. Krents</i>	22
Sino-Russian technological partnership in the Arctic on the example of Yamal LNG project <i>Sergei N. Afanasev, Alexey M. Fadeev</i>	33
Integrated approach to assessment of tailing dumps of processing plants as secondary deposits <i>Nikolay M. Tabakaev, German B. Tabakaev</i>	42
Estimation of plastic waste accumulation in the Arctic <i>Aleksandr N. Chusov, Valery M. Abramov</i>	59
Innovative approach to managing the system of personnel training for the Arctic zone of the Russian Federation <i>Natalya L. Solovyova</i>	68
Assessment of environmental pollution in coastal areas of northern seas using lichens as bioindicators <i>Gulnaz T. Zagitova, Vadim V. Gorshkov</i>	77
Can large relict reptiles and amphibians inhabit the Far North water bodies? <i>Valentin B. Sapunov</i>	82

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 332.122

ББК 65.050.1

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-6-21>



## Архитектура Арктической зоны: комплексное развитие

Ивченко Б.П.<sup>1</sup>, Черненко В.А.<sup>1</sup>, Подгорная Е.А.<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», Санкт-Петербург, Россия

✉ [alyena\\_21\\_09@mail.ru](mailto:alyena_21_09@mail.ru)

**Аннотация.** Обеспечение устойчивого роста национальной экономики предполагает широкое использование ресурсного потенциала, инвестиционного инструментария, обеспечивающих воспроизводственный процесс бизнес-среды. Опережающее развитие инфраструктуры в производственных отраслях российской экономики, комплексное развитие регионов на основе использования материальных, трудовых, интеллектуальных и финансовых ресурсов определяют вектор развития экономики страны, условия импортозамещения и повышения жизненного уровня населения. Новая парадигма экономического развития изменяет национальную модель развития — основы структурных изменений в экономике, обеспечивая возможности формирования и развития региональных и отраслевых моделей и тем самым устранение финансово-стоимостных диспропорций в экономике страны. Реализация моделей развития, в том числе отраслевых моделей, невозможна без оценки и устранения региональных проблем. Переход на новый механизм хозяйствования предполагает и широкое использование межотраслевых балансов при формировании отраслевой модели в Арктической зоне, позволяющей реализовать поставленные задачи развития регионов, обеспечить сопряженность межотраслевого взаимодействия.

**Ключевые слова:** национальная экономика, стратегия развития, Арктическая зона, инфраструктура, регулирование экономики, импортозамещение, региональные проблемы, стоимость кредита, ресурсы, межотраслевой баланс, отраслевая модель

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Ивченко Б.П., Черненко В.А., Подгорная Е.А. Архитектура Арктической зоны: комплексное развитие. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):6–21. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-6-21>

# Architecture of the Arctic zone: Integrated development

Boris P. Ivchenko<sup>1</sup>, Vladimir A. Chernenko<sup>1</sup>,  
Elena A. Podgornaya<sup>2</sup>, 

<sup>1</sup> Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov,  
St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Saint Petersburg State University of Telecommunications named  
after M.A. Bonch-Bruевич, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** Sustainable growth of a national economy implies a widespread use of its resource potential and various investment tools to ensure the reproductive process of business environments. Advanced development of the infrastructure in the industrial sectors of the Russian economy, as well as integrated development of Russian regions based on the use of material, labor, intellectual, and financial resources – all determine priority directions in the national economy, conditions for import substitution, and improvement of living standards. The new paradigm of economic development is transforming the existing national model as the basis of structural economic changes, thereby facilitating the formation and development of regional and sectoral models and eliminating financial and cost imbalances in the national economy. The models of development, including those in industrial sectors, cannot be implemented in practice without assessing and mitigating regional problems. The transition toward a new management mechanism in the national economy also implies reliance on an inter-industrial balance when forming an industrial model of development in the Arctic zone with the purpose of implementing the tasks set for the development of regions, to ensure efficient integration between the industrial sectors.

**Keywords:** national economy, development strategy, Arctic zone, infrastructure, economy regulation, import substitution, regional problems, cost of credit, resources, intersectoral balance, industry model

**Conflict of interest:** the authors report no conflict of interest.

**For citation:** Ivchenko B.P., Chernenko V.A., Podgornaya E.A. Architecture of the Arctic Zone: Integrated development. *Arctic and Innovation*. 2025;3(1): 6–21. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-6-21>

## Введение

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) является стратегически важным регионом, характеризующимся уникальными природно-климатическими условиями и значительным экономическим потенциалом, обеспечивающим национальный и технологический суверенитет страны. Однако социально-экономическое развитие регионов АЗРФ сталкивается с рядом вызовов, включая суровый климат, низкую плотность населения, высокую стоимость жизни, недостаточность финансирования, ограниченную транспортную доступность и экологические риски. Для эффективного управления АЗРФ необходимо комплексное понимание взаимосвязей регионов, развитие кооперации и трансформации промышленного потенциала страны.

Данная статья посвящена анализу структуры АЗРФ и обоснованию необходимости комплексного подхода к ее развитию, учитывающего экономические, социальные, экологические и инфраструктурные аспекты.

## Основная часть

В новой современной геополитической реальности, трансформации от однополярной к многополярной модели развития, в условиях развития международных отношений, модификации архитектуры экономических отношений выдвигаются принципиально новые требования к моделям, методологии и методам решения экономических проблем в экономике страны, в том числе на региональном уровне.

Комплексная «перезагрузка» экономики в условиях формирования нового мирового порядка предполагает широкое использование ресурсного потенциала, инвестиционного инструментария, обеспечивающих процесс воспроизводства бизнес-среды и повышение качества жизни населения.

Опережающее развитие инфраструктуры в социальной и производственных отраслях российской экономики, комплексное развитие регионов предусматривает широкое, системное использование материальных, трудовых, интеллектуальных, финансовых ресурсов.

Новая парадигма экономического развития России направлена на обеспечение устойчивого роста экономики, всестороннее, комплексное развитие отраслей и регионов, повышения жизненного уровня населения.

26 августа 2024 г. на совещании по экономическим вопросам обсуждались основные направления экономической политики страны на период до 2030 года, в том числе с учетом реализации Указа о национальных целях развития России. Владимир Путин отметил: «Сегодня в нашей повестке — вопросы, имеющие системное значение для отечественной экономики, для обеспечения ее устойчивого и, подчеркну, долгосрочного роста. А это основа для всех наших стратегических планов по развитию страны, регионов, городов и поселков, для повышения доходов и качества жизни российских семей [1].»

Меняется и модель национальной экономики, определяющая идеологию социально-экономического развития на основе оптимального использования ресурсного потенциала и эффективных механизмов регулирования экономики, структурных изменений в экономике.

На пленарном заседании 07 июня 2024 г. XXVII Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ) Владимир Путин выделил значимые структурные изменения в экономике России:

– в области внешнеэкономических отношений, в том числе развитие отношений в рамках БРИКС не только в области экономики и финансов, но и в сфере безопасно-

сти, гуманитарного сотрудничества, в других отраслях;

- достижение нового качества и содержания экономического роста в России, изменение отраслевой структуры за счет активной политики экономики предложения;
- новое качество рынка труда;
- повышение эффективности экономики;
- настоящая цифровая платформенная революция;
- форсированное, опережающее насыщение отраслей экономики современными технологиями и инновациями;
- трансформация усиления роли малого и среднего бизнеса в развитии экономики;
- раскрытие потенциала регионов России;
- снижение бедности, сокращение неравенства, рост доходов российских семей;
- повышение качества жизни российских семей.

Выделение структурного изменения – развитие потенциала регионов России, по мнению Владимира Путина, связано с концентрацией ресурсов на перспективных точках роста. Именно такой подход, отметил президент, предусмотрен в рамках мастер-планов для дальневосточных и арктических регионов. Договорились утвердить аналогичные программы, документы еще для 200 населенных пунктов. В их число войдут все региональные центры, а также города, играющие важную роль в укреплении технологического суверенитета России [2].

26 октября 2024 г. В.В. Путин утвердил Стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности до 2035 года [3]. В стратегии констатируется, что «Арктическая зона обеспечивает добычу более 80 % горючего природного газа и 17 % нефти (включая газовый конденсат) в Российской Федерации», «континентальный шельф РФ в Арктике, по оценкам экспертов, содержит более 85,1 трлн м<sup>3</sup> горючего природного газа, 17,3 млрд тонн нефти (включая газовый конденсат) и является стратегическим резервом

развития минерально-сырьевой базы РФ». Подчеркивается, что «в Арктической зоне располагаются объекты стратегических сил сдерживания в целях недопущения агрессии против РФ и ее союзников»; «проживает 19 малочисленных народов, располагаются объекты их историко-культурного наследия, имеющие историческую и культурную ценность общемирового значения».

В документе дается и прогноз, по которому «значение Северного морского пути как транспортного коридора мирового значения, используемого для перевозки национальных и международных грузов, будет возрастать в результате климатических изменений», а «вероятность наступления в результате антропогенного воздействия и климатических изменений в Арктической зоне событий, имеющих неблагоприятные экологические последствия, создаст глобальные риски для хозяйственной системы, окружающей среды и безопасности РФ и мира в целом» [4].

22 октября 2024 г. Михаил Мишустин на стратегической сессии о развитии Арктической зоны Российской Федерации отметил, что в Арктической зоне действуют крупнейшая в мире свободная экономическая зона и три территории опережающего развития. При поддержке государства реализуется почти тысяча проектов с объемом инвестиций порядка 2 трлн рублей, и это только частные инвестиции. Создаются также десятки тысяч новых рабочих мест. В своем выступлении Михаил Мишустин обратил внимание на высказывание Владимира Путина. «Президент подчеркивал, что решения в сфере финансовой поддержки российских субъектов, рост экономики должны работать на повышение качества жизни людей. Для этого все специальные программы развития, в том числе та, которая касается Арктики, продлены» [5]. По данным на 2022 год, частные инвестиции в проекты Арктической зоны составляют более 74 % от общего объема финансирования [6].

К Арктической зоне (арктические регионы) Российской Федерации относятся 9 регионов, среди них: Мурманская область, Чукотский АО, Ненецкий АО, Ямало-Ненецкий АО, Республика Карелия, Архангельская область, Республика Коми, Красноярский край, Республика Саха (Якутия).

Правительство РФ намерено вложить 2,6 трлн рублей из федерального бюджета в развитие Российской Арктики в ближайшие 10 лет [7].

В экономической литературе вопросам исследования Арктической зоны уделяется большое внимание.

В монографии «Системные и современные проблемы, риски, возможности экономического развития Российской Арктики» [8] рассмотрены системные и новейшие проблемы, риски и возможности экономического, в том числе устойчивого развития Российской Арктики. Предложен анализ особенностей, тенденций и перспектив промышленного производства Российской Арктики, на основе которого выявлены проблемы, специфика функционирования моногородов. Установлена готовность регионов Российской Арктики к преодолению современной экономической нестабильности с точки зрения рынка труда. Изучены проблемы и обоснованы перспективы создания условий комплексного использования сырья в арктических регионах.

В период с 15 февраля по 2 апреля 2024 года МОО «Ассоциация полярников» провела опрос методом анкетирования мнения арктических региональных и муниципальных органов власти о состоянии, достижениях и проблемных вопросах социально-экономического развития и реализации государственной политики в Арктической зоне Российской Федерации (далее АЗРФ) [9].

По результатам опроса приоритетными направлениями органами власти выделены: развитие инфраструктуры — 86,9 %, экономическое развитие — 82,6 %, социальное развитие — 65,2 %; транспортная доступность и состояние транспортной инфраструктуры — 60,9 %, медицинское обслуживание (доступность и качество) — 52,17 %, недостаточный уровень заработной платы и пенсий — 47,8 %, повышение цен на услуги ЖКХ — 47,8 %.

Наименее значимые направления: развитие международного сотрудничества — 17,4 %, обеспечение защиты населения и территорий, входящих в состав АЗРФ, от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера — 8,7 %, обеспечение общественной безопасности — 4,3 %.

Респонденты предложили дополнить Стратегию развития Арктической зоны перечнем экономических и социальных механизмов в различных отраслях, в частности:

- обеспечение опережающего финансирования экономических, социальных и инфраструктурных проектов, необходимых для реализации в АЗРФ;
- государственная поддержка и выделение льгот для проектов, связанных с АЗРФ;
- оказание государственной поддержки из федерального бюджета на развитие традиционных отраслей хозяйствования;
- оказание государственной поддержки из федерального бюджета развития производств, направленных на увеличение производства сельскохозяйственной продукции местного производства;
- предоставление преференций для субъектов малого и среднего предпринимательства в агропромышленном комплексе;
- развитие мультимодальных перевозок: укрепление связности портовой инфраструктуры с аэропортовой, обеспечение взаимодействия пассажиро- и грузопотока;
- внедрение и развитие новых технологий в социально-экономическое развитие Арктики;
- развитие на территории Арктики сети филиалов учреждений высшего образования.

Предложения респондентов носят всесторонний характер реализации экономических и социальных механизмов в различных отраслях АЗ РФ.

В исследованиях Института экономических проблем им. Г.П. Лузина (обособленное подразделение ФГБУН «Федеральный исследовательский центр КНЦ РАН») дается оценка государственного регулирования развития Арктической зоны РФ. Отмечается фрагментарность и несистемность в программном управлении развитием Арктической зоны и влияние межбюджетных трансфертов на сбалансированность региональных бюджетов. «Из-за географического расположения арктических регионов и сложных условий проживания населения,

отмечает Р.В. Бадылевич, компенсационные перечисления в бюджеты этих регионов достаточно высоки. В частности, на бюджеты арктических субъектов возложены специфические расходы, связанные с обеспечением регионов топливно-энергетическими и продовольственными ресурсами («северный завоз»)» [10].

Проблемы развития Арктической зоны рассматривались на III Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной экономики», проходившей в СПбГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в ноябре 2023 г. На конференции представлены доклады по актуальным вопросам:

- актуальные вопросы совершенствования нормативной правовой базы законодательства Арктической зоны Российской Федерации;
- перспективы развития арктических биотехнологий;
- государственно-частное партнерство в контексте развития Арктической зоны Российской Федерации;
- экономический потенциал Арктического региона в современных условиях использования инновационных технологий на базе смарт-контрактов;
- государственно-частное партнерство в контексте развития Арктической зоны Российской Федерации;
- модели новой экономики применительно Арктической зоны Российской Федерации и др.

В частности, в статье «Модели новой экономики применительно Арктической зоны Российской Федерации» А.В. Таничев правомерно отмечает, что наиболее соответствующей задачам устойчивого развития выглядит подчиняющаяся многим законам развития природных экосистем модель циркулярной экономики, принципы которой часто представляют при помощи при помощи 5R-мнемоники (*Reduce + Reuse + Renew + Repair + Recycle*). В первом приближении задача проектирования и внедрения модели циркулярной экономики выглядит как классическая многовариантная транспортная задача. В реальности

в АЗРФ задача существенно усложнена ее масштабами, числом взаимодействующих производственных, непроизводственных и институциональных субъектов. Главное усложнение состоит в том, что необходимо создавать такие сети контрактных отношений и логистических связей, которые позволяют реализовать указанные принципы циркулярной экономики [11].

По мнению авторов статьи, реализация любой модели, имеющей практическое значение как на уровне государства, так и на региональном уровне, возможна при условии создания базовой модели устойчивого развития экономики России. Взаимосвязь макроэкономических условий с системой устойчивого развития национальной экономики представлена на рис. 1.

Рассмотрим некоторые элементы модели государственного регулирования экономики РФ. Выделение проблемных вопросов позволяет выявить слабые звенья в регулировании отечественной экономики, объяснить вышеназванные проблемы в АЗРФ, предложить отраслевую модель развития.

25 октября 2024 г. ЦБ страны повысил ключевую ставку до 21 % годовых. «Мы сохраняем приверженность цели в 4 %. Несмотря на достаточно значительное повышение ключевой ставки, инфляция в этом году бу-

дет вдвое выше цели. Без ее повышения инфляция была бы намного больше», — отмечает Эльвира Набиуллина. Глава ЦБ не исключает, что в декабре 2024 г. можно ожидать повышения ключевой ставки [13].

Логично, что макроэкономическая ситуация в экономике отрицательно повлияет на развитие АЗРФ. Приведенная выше статистическая информация не позволяет констатировать, что в АЗРФ наблюдается перегрев региональной экономики. Потребность в инвестиционной составляющей в отраслях экономики АЗРФ остается относительно высокой.

По мнению экономистов, денежно-финансовое регулирование ЦБ не обеспечивает устойчивого развития экономики страны. «Сложение прямого и косвенного ущерба (потери российской экономики и симметричная выгода нерезидентов от обеспеченного Банком России неэквивалентного обмена) дает сумму в более чем 1 трлн долл. (более 2/3 годового ВВП страны) накопленным итогом, или 8 % ВВП ежегодно» [14].

По нашему мнению, таргетирование, проводимое Центральным банком (ЦБ), контрпродуктивно и не отвечает современному этапу развития экономики страны. В отличие от мировых валют российский рубль обеспечивается ресурсным потенциалом страны



Рис. 1. Оптимальная модель государственного регулирования экономики Российской Федерации [12]

Fig. 1. Optimal model of state regulation in the economy of Russian Federation [12]

в виде материальных, трудовых, интеллектуальных ресурсов, культурным наследием страны (в СССР казначейские билеты обеспечивались всем достоянием государства). Монетаристская политика ЦБ страны привела к увеличению стоимости заимствования, стоимости привлеченных средств населения банками. Российские банки стали заложниками макроэкономической политики ЦБ [12].

Можно констатировать, что проблемы в экономике страны связаны с «пусковым механизмом» мегарегулятора, направленным на протяжении длительного периода на сдерживание денежной массы, увеличение стоимости заемного капитала, что приводило к дополнительному изъятию части прибавочной стоимости предприятий и части дохода населения с использованием инфляционного механизма. Результат: снижение нормы накопления у предприятий — основного звена экономической системы — и снижение платежеспособного спроса большей части населения страны. В российском банковском секторе экономики образовалась рыночная инфраструктура — олигополия. В основе банковской олигополии заложен механизм формирования относительно высокой стоимости привлечения денежных средств населения на банковские депозиты. Высокие процентные ставки по депозитам отражаются на стоимости заемного капитала. На рынке возникают финансово-стоимостные диспропорции. У населения снижается платежеспособный спрос — важный инструмент развития отраслевых предприятий. Высокие процентные ставки по кредитам отрицательно влияют на отраслевые предприятия, зависимые от кредитования, — прежде всего производства с высоким уровнем капиталоемкости, зависимость которых от внешних источников финансирования значительна. И как следствие, сдерживается технологическое развитие, возникают дополнительные макроэкономические и региональные риски, растет инфляция. В сложившейся ситуации проблемные вопросы в экономике решаются в основном за счет бюджетной системы страны.

На совещании 26 августа 2024 г. президент обратил внимание на то, что Правительству и Центральному банку России нужно повысить эффективность скоординированных действий по снижению инфляции. Путин

указал, что динамика инфляции в России не замедляется, кредитование растет опережающими темпами, несмотря на повышение ключевой ставки [1].

Авторы статьи не ставят задачу исследования денежно-кредитного регулирования национальной экономики. В контексте обозначенных проблем можно предложить механизм постепенного выхода на траекторию снижения процентных ставок в банковской сфере, расширения платежеспособного спроса населения, повышения уровня рентабельности в отраслях экономики.

В основе новой политики должен быть заложен новый формат, направленный на импортозамещение, расширение банками кредитных отношений с корпорациями под относительно невысокие процентные ставки — 3–5 % годовых. Ставка рефинансирования Центрального банка РФ не должна превышать 2 % годовых. Снижение стоимости заемного капитала позволит корпорациям высвободить часть созданной стоимости на пополнение оборотных средств, повысить инвестиционную активность и увеличить заработную плату сотрудникам.

Денежно-финансовым ресурсом, снижающим рост стоимости денег на рынке ссудного капитала, оптимального функционирования банковской системы с реальным сектором экономики, обеспечивающим развитие экономики, могут являться дореформенные вклады граждан в банковской системе, обесценение которых произошло в результате «шоковой терапии» 1992 г. Приостановка выплат компенсаций продлевается из-за отсутствия источников финансирования и законодательной области применения долгового рубля. По нашим расчетам, размер компенсационных выплат по вкладам граждан превышает плановые расходы бюджета в 2025 г. (41,5 трлн руб.) примерно на 40 %. По нашему мнению, задолженность государства по вкладам населения должна формироваться в Фонде национального благосостояния (ФНБ). Разработка правового механизма и направления использования финансовых ресурсов ФНБ определяется в соответствии со стратегией развития экономики страны, предложенной Президентом, что обеспечит динамичный и устойчивый рост экономики Российской Федерации. Устойчивое развитие экономики создаст

условия для устранения региональных социально-экономических проблем, обеспечит сбалансированное развитие хозяйствующих субъектов и межотраслевого взаимодействия.

Исследование проблем и тенденций развития в АЗРФ выявило, что реализация всех мероприятий по развитию Арктической зоны в рамках стратегии определяется как на мезо-, так и макроуровне.

Одним из инструментов реализации стратегии развития Арктической зоны является межотраслевой баланс (МОБ). Возрождение МОБ – основа развития национальной экономики, обеспечения экономической безопасности. Об этом свидетельствуют авторитетные мнения академика Евгения Примакова и экономиста Андрея Илларионова еще в 2000-х гг. Этого же мнения придерживаются ведущие экономисты на современном этапе — академик Сергей Глазьев, зам. председателя Государственной Думы А.М. Бабаков, депутат Г.Д. Делягин и др.

С июня 2022 г. в правительстве под руководством премьер-министра Михаила Мишустина стартовали отраслевые стратегические сессии. Их задача — выявить слабые места и представить видение развития по конкретным направлениям. Одна из главных целей — определить, каким образом будет достигаться суверенитет в разных сферах: медицине, IT, промышленности

и т. д. Проведение сессий — это выработка новых решений как в части дальнейшего развития экономики, так и в социальной сфере [15].

Обратимся к модели МОБ (рис. 2). Модель была разработана в 20-х гг. советскими учеными, получила развитие в работах американского экономиста В. Леонтьева, а с 50-х гг. широко использовалась для совершенствования народно-хозяйственного планирования в СССР.

Концепция модели МОБ по Василию Леонтьеву базируется на взаимосвязи элементов. Оптимальность функционирования элементов системы определяется функционированием экономики. Балансовые модели — единственные модели социально-экономических систем, обладающие тремя важными для организации макроэкономического управления свойствами [16]:

- в них входят параметры социально-экономической системы, а не вторичные оценки, сформированные на основе обработки первичных данных;
- в них непосредственно отображается структура и количественные характеристики межотраслевых (либо межрегиональных) организационно-технологически обусловленных производственно-потребительских и финансовых взаимосвязей, а также структура конечного продукта и инвестиций, с которыми, в свою очередь, так или иначе связаны

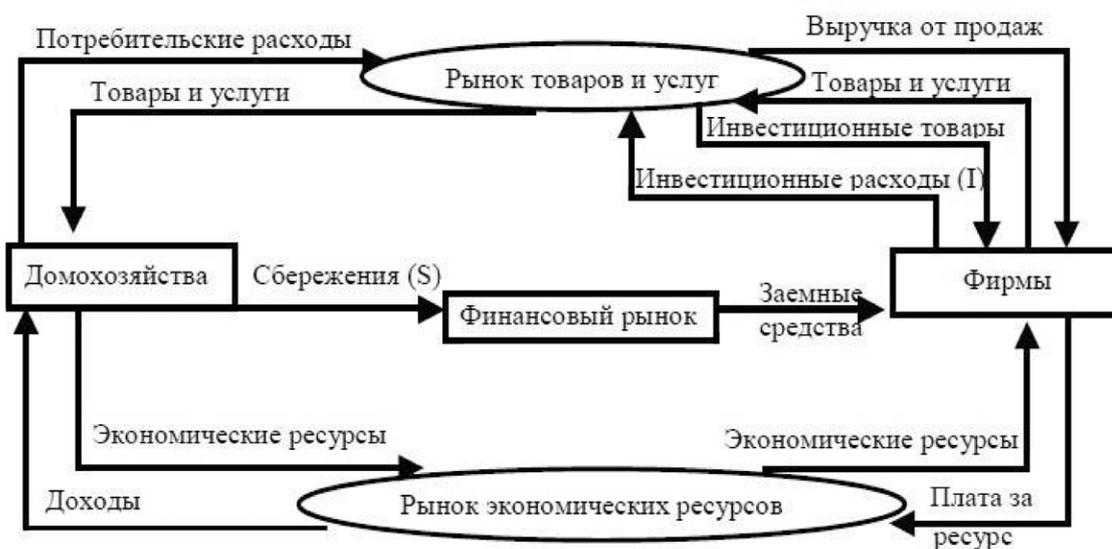


Рис. 2. Модель МОБ по В. Леонтьеву

Fig. 2. Inter-industrial balance model by V. Leontiev

№ отраслей (k) № отраслей (i)		Потребление		Итого затрат $\sum x_{ik}$	Конечный продукт $y_i$	Валовой выпуск $x_i$
		1	2			
Производство	1	0,2 100	0,4 160	260	240	500
	2	0,55 275	0,1 40			
Итого затрат в k-ю отрасль		375	200	575 575		

Рис. 3. Модель межотраслевого баланса [20]

Fig. 3. Inter-industrial balance model [18]

характеристические параметры общественно-экономической формации, не отражаемые в балансовых моделях непосредственно;

– они «всеядны» в том смысле, что прямо или опосредованно в балансовых моделях можно отобразить все экономические, демографические и социально-культурные параметры общества, а также многие характеристики взаимодействия общества и природной среды.

Сопряженность построения плана счетов бухгалтерского учета в государстве с кредитно-финансовой системой обеспечивает условия макроэкономического государственного управления. Поэтому балансовые модели обеспечивают структурную идентичность аналитического учета экономики государства на уровне предприятий и макроэкономической статистики. Это создает условия согласования процессов макроэкономического управления и управления во всех отраслях и регионах, а также возможность принимать решения по сквозному межотраслевому взаимодействию, осуществлять сквозное финансирование. Межотраслевой баланс встраивается в парадигму развития экономики России. Флюгер парадигмы развития – кругооборот производительного капитала:  $P...T' - D' - T...P$ . Кругооборот денежного капитала  $D - T...P...T' - D'$  и кругооборот банковского капитала  $D - D'$  сопряженно вторичны по отношению к кругообороту производительного капитала. Именно функционирование производительного капитала определяет процесс воспроизводства корпораций — основного звена финансовой

системы страны, обеспечивающего воспроизводство общественного капитала. Взаимосвязь производительного и денежного капитала формирует материальную и денежную составляющие модели межотраслевого баланса. При составлении межотраслевого баланса учитываются и узкие места, возникновение проблемных ситуаций [17].

В общем виде модель МОБ по Леонтьеву представлена на рис. 3.

Межотраслевой баланс отражает производство и распределение валового национального продукта в отраслевом разрезе, межотраслевые производственные связи, использование материальных и трудовых ресурсов, создание и распределение национального дохода. В основе построения МОБ важна взаимосвязь элементов системы (рис. 2 и 3) как основы определения объема реализации продукции. Согласно модели В.В. Леонтьева «затраты–выпуск», под исходными данными понимается планируемый объем реализации продукции, а под выходными — четко сбалансированная структура всего комплекса затрат, необходимых для того, чтобы этот объем продукции произвести.

Определить объем реализации продукции – задача сложная и требует комплексной обработки информационной базы (массива данных) как основы определения производственных мощностей в отраслевом разрезе. На примере фармацевтической отрасли предложим модель МОБ. Выбор этой отрасли в контексте проводимого исследования

объясняется тремя причинами: сохранением малочисленных народов, отраслевой проблемой и результатами анкетирования в Арктической зоне органов власти и населения.

В соответствии со стратегией развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 г. поставлены задачи: разработка, внедрение и применение лекарственных средств для медицинского применения, в том числе новых; ускорение научно-технологического развития фармацевтической промышленности Российской Федерации, увеличение количества организаций, внедряющих технологические инновации; повышение конкурентоспособности отечественных производителей лекарственных средств; укрепление позиций отечественных производителей на внутреннем и внешнем фармацевтических рынках; обеспечение сбалансированного социально-экономического развития субъектов Российской Федерации [19].

МОБ составляется в денежной и натуральной формах. Исходная информация — выделение отраслевых проблем.

В распоряжении Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495-р выделены слабые стороны российской фармацевтической отрасли: отсутствие методики расчета текущей и прогнозной потребности системы здравоохранения в лекарственных препаратах, предназначенных для лечения заболеваний, в том числе преобладающих в структуре заболеваемости и смертности населения Российской Федерации; критическая зависимость от импорта сырья, ингредиентов и средств производства (продукция биотехнологической, химической и микробиологической промышленности, а также машиностроения); относительная пассивность фармацевтической отрасли в сфере поддержки и внедрения инновационных российских разработок для собственных продуктовых портфелей, отсутствие экосистемы по разработке и коммерциализации инновационных лекарственных препаратов и др.

В распоряжении Правительства Российской Федерации приведены ключевые показатели развития фармацевтической промышленности Российской Федерации

на период до 2030 г. (предложен консервативный и базовый сценарии). Объем рынка лекарственных средств для медицинского применения в Российской Федерации (базовый сценарий) в период с 2022 по 2030 г. возрастет с 2250 до 3757 млрд руб. Проблемы в фармацевтической отрасли остаются, что связано с комплексным недофинансированием отрасли. Доля российских лекарственных препаратов по итогам 2009 г. составляла 66 % в натуральном выражении, а по итогам 2022 г. — 61,8%, что, на наш взгляд, объясняет отсутствие методики расчета текущей и прогнозной потребности системы здравоохранения в лекарственных препаратах, предназначенных для лечения заболеваний.

Исследование, проведенное авторами, доказывает, что устранение обозначенных проблем в производственно-финансовых областях экономики — консолидация усилий экономических агентов. Формат МОБ позволяет не только устранить финансово-стоимостные диспропорции в экономике, но и придать импульс ее развитию [20].

Основная задача МОБ — переход на новый механизм хозяйствования как основы ускоренного развития экономики.

За исходную точку исследования в предложенной статье выбрана модель Василия Леонтьева «затраты–выпуск» (рис. 2 и 3), что позволяет объективно оценить состояние экономики при выборе инструментария регулирования при принятии оптимальных решений.

Предложенная модель МОБ применительно к отраслевым особенностям фармацевтической отрасли предполагает комплексный подход, основанный на последовательном и сквозном решении задач. Модель МОБ состоит из 4 разделов, которые имеют свою структуру.

1. Отраслевая оценка:

- регионы;
- мониторинг населения по видам заболевания;
- потребность в лекарственных препаратах в зависимости от формы заболевания;
- исследование производственных мощностей, в т. ч. в смежных отраслях лекарственных препаратов;
- ситуационный анализ.

## 2. Затраты и ценообразование:

- оценка затрат на основе ситуационного анализа;
- ценообразование на лекарственные препараты.

## 3. Инвестиции, финансовые ресурсы:

- инвестирование фармотрасли с учетом смежных отраслей (сквозное финансирование) — государственное, частное, фонды, государственно-частное партнерство и др.;
- финансирование научно-исследовательских разработок фармпрепаратов;
- финансирование социальной инфраструктуры;
- субсидирование малоимущих граждан;
- фискальная политика: снижение налоговой ставки, снижение ставок по заемному капиталу;
- таможенное регулирование импортной продукции;
- финансирование на подготовку научных и производственных кадров для отрасли.

## 4. Инновации, коммерциализация:

- развитие экосистем по разработке и коммерциализации инновационных лекарственных препаратов;
- вывоз на рынок инновационных лекарственных препаратов;
- развитие партнерских отношений в фарминдустрии с зарубежными партнерами;
- стоимостная оценка фармотрасли и смежных отраслей в структуре ВВП.

Совокупность из 4 разделов позволяет реализовать на практике Стратегию развития фармацевтической отрасли Российской Федерации. Обязательным атрибутом реализации стратегии является создание цифровой платформы. Предложенная модель МОБ может быть экстраполирована для решения поставленных задач как в других отраслях экономики страны, так и в сопряженных отраслях, обеспечивающих развитие Арктической зоны.

Парадигма ускоренного развития АЗРФ, устранение региональных проблем, а также сквозной характер финансовых отношений, межотраслевое взаимодействие требуют правового изменения финансово-бюджетного механизма. Переход от составления проектов бюджетов регионов к составлению бюджета АЗРФ позволит дать объективную оценку материально-денежной сбалансированности, обеспечить ускоренное

развитие АЗРФ в соответствии с задачами, поставленными президентом.

Сложность, значимость решаемых задач развития АЗРФ определила необходимость предложить математическую модель, которая является инструментом для анализа и моделирования социально-экономического развития Арктической зоны РФ. Модель объединяет ключевые компоненты развития, включая экономический аспект, инфраструктуру, человеческий капитал, экологию и государственное регулирование.

## Методология исследования

В основе предлагаемой модели лежит системный подход, предполагающий рассмотрение социально-экономического развития АЗРФ как сложной динамической системы, состоящей из взаимосвязанных подсистем. Модель включает следующие компоненты.

### 1. Компонент экономического развития:

описывает динамику валового регионального продукта (ВРП), инвестиций, занятости и других ключевых макроэкономических показателей.

### 2. Компонент развития инфраструктуры:

моделирует развитие транспортной, энергетической, коммуникационной и социальной инфраструктуры.

### 3. Компонент развития человеческого капитала:

описывает динамику образования, здравоохранения, миграции населения и других факторов, влияющих на человеческий капитал.

### 4. Компонент экологической устойчивости:

учитывает влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду и меры по ее защите.

### 5. Компонент государственного регулирования:

описывает воздействие региональной политики на социально-экономическое развитие Арктики.

## Структура математической модели

### Ключевые переменные и параметры:

- $i$ : индекс региона ( $i = 1, \dots, N$ , где  $N$  – число регионов);
- $t$ : индекс времени (год);

- **ВРП<sub>it</sub>**: валовой региональный продукт региона *i* в момент времени *t*;
- **И<sub>it</sub>**: объем инвестиций в регионе *i* в момент времени *t*;
- **З<sub>it</sub>**: уровень занятости в регионе *i* в момент времени *t*;
- **ЧК<sub>it</sub>**: индекс человеческого капитала в регионе *i* в момент времени *t*;
- **Инф<sub>it</sub>**: индекс инновационной активности в регионе *i* в момент времени *t*;
- **Инфр<sub>it</sub>**: индекс развития инфраструктуры в регионе *i* в момент времени *t*;
- **Экол<sub>it</sub>**: индекс состояния окружающей среды в регионе *i* в момент времени *t*;
- **Гос<sub>it</sub>**: индекс государственного регулирования и поддержки в регионе *i* в момент времени *t*;
- **Экз<sub>it</sub>**: внешние факторы (климат, цены на сырье, макроэкономическая ситуация).

#### Функциональные зависимости:

Модель описывается системой уравнений, отражающих взаимосвязь между переменными. Примеры функциональных зависимостей:

#### • Компонент экономического развития:

$$\text{ВРП}_{it} = \alpha_1 \times \text{ВРП}_{it-1} + \alpha_2 \times \text{И}_{it}^m + \alpha_3 \times \text{ЧК}_{it}^n + \alpha_4 \times \text{Инфр}_{it}^k + \alpha_5 \times \text{Экз}_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где:

$\alpha_1$  — коэффициент инерции;  
 $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  — коэффициенты, отражающие влияние инвестиций, человеческого капитала, инфраструктуры и внешних факторов;  
 $m, n, k$  — параметры нелинейности,  
 $\varepsilon_{it}$  — случайная ошибка.

$$\text{З}_{it} = \beta_1 \times \text{ВРП}_{it} + \beta_2 \times \text{ЧК}_{it} + \beta_3 \times \text{Инф}_{it} + \beta_4 \times \text{Экз}_{it} + v_{it}, \quad (2)$$

где:

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  — коэффициенты, отражающие влияние ВРП, человеческого капитала, инноваций и внешних факторов;  
 $v_{it}$  — случайная ошибка.

#### • Компонент развития инфраструктуры:

$$\text{Инфр}_{it} = \gamma_1 \times \text{И}_{it} + \gamma_2 \times \text{Гос}_{it} + \gamma_3 \times \text{Инфр}_{it-1} + \theta_{it}, \quad (3)$$

где:

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  — коэффициенты, отражающие влияние инвестиций, господдержки и предыдущего состояния;  
 $\theta_{it}$  — случайная ошибка.

#### • Компонент развития человеческого капитала:

$$\text{ЧК}_{it} = \delta_1 \times \text{ЧК}_{it-1} + \delta_2 \times \text{Гос}_{it} + \delta_3 \times \text{Инфр}_{it} + \lambda_{it}, \quad (4)$$

где:

$\delta_1, \delta_2, \delta_3$  — коэффициенты, отражающие влияние инвестиций, господдержки и предыдущего состояния;  
 $\lambda_{it}$  — случайная ошибка.

#### • Компонент экологической устойчивости:

$$\text{Экол}_{it} = \zeta_1 \times \text{Экол}_{it-1} + \zeta_2 \times \text{Гос}_{it} + \zeta_3 \times \text{И}_{it} + \zeta_4 \times \text{ВРП}_{it} + \omega_{it}, \quad (5)$$

где:

$\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \zeta_4$  — коэффициенты, отражающие влияние предыдущего состояния экологии, ВРП, господдержки, инвестиций;  
 $\omega_{it}$  — случайная ошибка.

#### • Компонент государственного регулирования:

$$\text{Гос}_{it} = \eta_1 \times \text{Экол}_{it} + \eta_2 \times \text{Экз}_{it} + \eta_3 \times \text{ВРП}_{it} + \rho_{it}, \quad (6)$$

где:

$\eta_1, \eta_2, \eta_3$  — коэффициенты, отражающие влияние ВРП, экологии и внешних факторов;  
 $\rho_{it}$  — случайная ошибка.

#### Методы решения модели

Для решения модели может быть использован итерационный подход, в ходе которого решаются уравнения для каждого периода *t* и каждого региона *i*. Модель может быть реализована с использованием:

- **систем дифференциальных или разностных уравнений:** для описания динамики переменных;
- **эконометрических моделей:** для оценки параметров модели на основе статистических данных;
- **анализа результатов и перспективы применения модели.** Разработанная математическая модель может быть использована для:
- **анализа влияния различных факторов** на социально-экономическое развитие арктических регионов;
- **оценки эффективности** государственной политики в Арктической зоне;
- **прогнозирования развития** арктических регионов при различных сценариях;

- обоснования управленческих решений в сфере регионального развития;
- определения приоритетных направлений для инвестиций.

Предложенный подход позволяет исследовать взаимосвязи между различными элементами системы, прогнозировать их влияние на развитие арктических регионов и оценивать эффективность различных мер государственного регулирования. Дальнейшее развитие модели должно включать ее эмпирическую верификацию на основе данных Росстата и других источников, а также адаптацию модели к конкретным региональным условиям. Представленная модель является концептуальной, и для ее реализации необходимо провести эмпирический анализ и калибровку параметров на основе данных.

## Заключение

Комплексное развитие АЗРФ является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации, закрепленных в ряде стратегических доку-

ментов. Однако эффективное управление и развитие АЗРФ требуют глубокого понимания ее архитектуры, выявления ключевых взаимосвязей между различными элементами и учета специфических особенностей функционирования регионов. Интегрированное развитие этой зоны требует баланса между экономическими интересами, социальными потребностями и экологической устойчивостью.

Результаты проведенного исследования имеют теоретическую и практическую значимость и вносят определенный вклад в развитие Арктической зоны Российской Федерации. Структурное развитие АЗРФ является не только национальным приоритетом, но и важным вкладом России в устойчивое развитие Арктики в целом. Дальнейшие исследования и практическая реализация представленных в статье моделей позволят создать эффективную архитектуру комплексного развития, адаптированную к специфическим условиям Арктической зоны, и обеспечить ее устойчивое и сбалансированное будущее.

## Литература

1. Совещание по экономическим вопросам. Президент России [интернет]; 26 авг. 2024. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/74935> (дата доступа 15.10. 2024).
2. Экономическая ситуация в стране, точки роста, рынок инвестиций, перспективы развития на ближайшие годы: эти и другие темы — в выступлении президента России Владимира Путина на пленарном заседании XXVII Петербургского международного экономического форума (ПМЭФ). 1 TV [интернет]. Режим доступа: <https://www.1tv.ru/sobytiya/pmef-2024/vystuplenie-vladimira-putina/vystuplenie-prezidenta-rossii-vladimira-putina-na-pmef-2024>
3. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». Президент России [интернет]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972>
4. Путин утвердил Стратегию развития Арктической зоны России до 2035 года. ТАСС [интернет]. Режим доступа: <https://tass.ru/politika/982145?ysclid=m2j3dc4hdt892996373>
5. Михаил Мишустин провёл стратегическую сессию о развитии Арктической зоны Российской Федерации. Правительство России [интернет]; 22 окт. 2024. Режим доступа: <http://government.ru/news/53076/>
6. Доля государственных и частных инвестиций в Арктической зоне [интернет]. Режим доступа: <https://www.aspolrf.ru/upload/2024/doklad-2024/ASPOL-Doklad2024.pdf>
7. Россия вложит 2,6 трлн рублей в развитие Арктики за 10 лет. Известия [интернет]; 05 март 2024. Режим доступа: <https://iz.ru/1660651/2024-03-05/rossiia-vlozhit-26-trln-rublei-v-razvitie-arktiki-za-10-let> (дата доступа: 05.10. 2024).
8. Скуфьина Т.П., Серова Н.А., ред. Системные и современные проблемы, риски, возможности экономического развития российской Арктики. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра; 2024.

9. Межрегиональная общественная организация. Ассоциация полярников. Доклад о ключевых аспектах социально-экономического развития субъектов и муниципальных образований арктической зоны Российской Федерации [интернет]; 2024. Режим доступа: <https://www.aspolrf.ru/upload/2024/doklad-2024/ASPOL-Doklad2024.pdf>.
10. Бадылевич Р.В. Оценка государственного финансового обеспечения развития арктической зоны РФ. Фундаментальные исследования. 2020;(9):11–19. <https://doi.org/10.17513/ft.42836>
11. Таничев А.В. Модели новой экономики применительно Арктической зоны Российской Федерации. В: Актуальные вопросы современной экономики: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург — Витебск — Астана — Донецк, 9–10 нояб. 2023 г., Санкт-Петербург, 09–10 нояб. 2023 г. Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет «Военмех»; 2023, с. 175–179.
12. Черненко В.А. Парадигма развития модели экономики России в современной экономике. Экономический вектор. 2024;(3):61–68.
13. Заявление Председателя Банка России Эльвиры Набиуллиной по итогам заседания Совета директоров Банка России 25 октября 2024 года. Банк России [интернет]. Режим доступа: <https://cbr.ru/press/event/?id=21111> (дата доступа: 27.10.2024).
14. Глазьев С., Митяев Д. Российская экономика недосчиталась триллиона долларов. Аргументы Недели [интернет]; 19 июля 2022. Режим доступа: <https://argumenti.ru/economics/2022/07/781388> (дата доступа: 19.09.2024).
15. Мишустин возрождает сталинские межотраслевые балансы [интернет]. Режим доступа: <https://za-dergavy.livejournal.com/294170.html> (дата обращения: 20.09.2023).
16. ЖЗЛ: В.С. Немчинов – разработчик балансового метода экономического развития СССР [интернет]. Режим доступа: <https://www.planet-kob.ru/articles/6982> (дата обращения: 10.10.2024).
17. Черненко В.А., Гришин Д.О. Государственно-частное партнерство в контексте развития Арктической Зоны Российской Федерации. В: Актуальные вопросы современной экономики: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург — Витебск — Астана — Донецк, 9–10 нояб. 2023 г., Санкт-Петербург, 09–10 нояб. 2023 г. Санкт-Петербург: Балтийский государственный технический университет «Военмех»; 2023, с. 179–182.
18. Использование моделей межотраслевого баланса в плановой экономике СССР [интернет]. Режим доступа: [https://ozlib.com/844927/ekonomika/ispolzovanie\\_modeley\\_mezhotraslevogo\\_balansa\\_planovoy\\_ekonomike\\_ssr](https://ozlib.com/844927/ekonomika/ispolzovanie_modeley_mezhotraslevogo_balansa_planovoy_ekonomike_ssr) (дата доступа: 10.10.2024).
19. Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495-р [интернет]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZHwWTEAAQ3p.pdf> (дата обращения: 12.09.2024).
20. Ивченко Б.П., Черненко В.А. Экономическая безопасность Российской Федерации. СПб.: Изд-во СПбГЭУ; 2022.

## References

1. A meeting on economic issues. The President of Russia [internet]; 26 august 2024. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/74935> (accessed 15 October 2024). (In Russ.).
2. The economic situation in the country, growth points, the investment market, development prospects for the coming years: these and other topics are in the speech of Russian President Vladimir Putin at the plenary session of the XXVII St. Petersburg International Economic Forum (SPIEF). 1 TV [internet]. Available at: <https://www.1tv.ru/sobytiya/pmef-2024/vystuplenie-vladimira-putina/vystuplenie-prezidenta-rossii-vladimira-putina-na-pmef-2024>. (In Russ.).
3. Decree of the President of the Russian Federation dated 10/26/2020 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». The President of Russia [internet]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972>. (In Russ.).

4. Putin approved the Strategy for the development of the Arctic zone of Russia until 2035. TASS [internet]. Available at: <https://tass.ru/politika/9821455?ysclid=m2j3dc4hdt892996373>. (In Russ.).
5. Mikhail Mishustin held a strategic session on the development of the Arctic zone of the Russian Federation. The Russian Government [internet]; 22 October 2024. Available at: <http://government.ru/news/53076/>. (In Russ.).
6. The share of public and private investments in the Arctic zone [internet]. Available at: <https://www.aspolrf.ru/upload/2024/doklad-2024/ASPOL-Doklad2024.pdf> (accessed 20 September 2024). (In Russ.).
7. Russia will invest 2.6 trillion rubles in the development of the Arctic over 10 years. Izvestia [internet]; 05 March 2024. Available at: <https://iz.ru/1660651/2024-03-05/rossiia-vlozhit-26-trln-rublei-v-razvitie-arktiki-za-10-let> (accessed 05 October 2024). (In Russ.).
8. Skufina T. P., Serova N. A., eds. Systemic and current problems, risks, and opportunities for economic development in the Russian Arctic. Apatity: Publishing House of the Kola Scientific Center; 2024. (In Russ.).
9. Interregional public organization. Association of Polar Explorers. Report on key aspects of socio-economic development of the subjects and municipalities of the Arctic Zone of the Russian Federation [internet]; 2024. Available at: <https://www.aspolrf.ru/upload/2024/doklad-2024/ASPOL-Doklad2024.pdf>. (In Russ.).
10. Badylevich R.V. Assessment of state financial support for the development of the arctic zone of the Russian Federation. Fundamental research. 2020;(9):11–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/fr.42836>
11. Tanichev A.V. Models of the new economy in relation to the Arctic zone of the Russian Federation. Current issues of modern economics: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg — Vitebsk — Astana — Donetsk, November 9–10, 2023, St. Petersburg, November 09–10, 2023 St. Petersburg: Baltic State Technical University «Voenmeh»; 2023, pp. 175–179. (In Russ.).
12. Chernenko V.A. The paradigm of the development of the Russian economy model in the modern economy. Economic vector. 2024;(3):61–68. (In Russ.).
13. Statement by the Chairman of the Bank of Russia Elvira Nabiullina following the meeting of the Board of Directors of the Bank of Russia on October 25, 2024. Bank of Russia [internet]. Available at: <https://cbr.ru/press/event/?id=2111> (accessed 27 October 2024). (In Russ.).
14. Glazhev S., Mityaev D. The Russian economy has missed a trillion dollars. Arguments of the Week [internet]; 19 July 2022. Available at: <https://argumenti.ru/economics/2022/07/781388> (accessed 19 September 2024). (In Russ.).
15. Mishustin revives Stalin's intersectoral balances [internet]. Available at: <https://za-dergavy.livejournal.com/294170.html> (accessed 20 September 2023). (In Russ.).
16. ZhZL: V.S. Nemchinov – developer of the balance method of economic development of the USSR. [internet]. Available at: <https://inance.ru/2018/01/nemchinov/?ysclid=llhmn6k93y402513484> (accessed 10 October 2024). (In Russ.).
17. Chernenko V.A., Grishin D.O. Public-private partnership in the context of the development of the Arctic Zone of the Russian Federation. In: Current issues of modern economics: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg — Vitebsk — Astana — Donetsk, November 9–10, 2023, St. Petersburg, November 09–10, 2023 St. Petersburg: Baltic State Technical University «Voenmeh»; 2023, pp. 179–182. (In Russ.).
18. The use of models of intersectoral balance in the planned economy of the USSR [internet]. Available at: [https://ozlib.com/844927/ekonomika/ispolzovanie\\_modeley\\_mezhotraslevogo\\_balansa\\_planovoy\\_ekonomike\\_ssr](https://ozlib.com/844927/ekonomika/ispolzovanie_modeley_mezhotraslevogo_balansa_planovoy_ekonomike_ssr) (accessed 10 October 2024). (In Russ.).
19. Strategy for the development of the pharmaceutical industry of the Russian Federation for the period up to 2030 [internet]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZHzWTEAAQ3p.pdf> (accessed 09 December 2024). (In Russ.).
20. Ivchenko B.P., Chernenko V.A. Economic security of the Russian Federation. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University; 2022. (In Russ.).

## Сведения об авторах

**Ивченко Борис Павлович** — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой «Экономика, организация и управление производством», директор научно-образовательного Центра «Анализ, исследования и разработка проблем национальной безопасности России» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, Россия  
ID РИНЦ, SPIN-код 696383/6553-0850  
190005, г. Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская, д. 1  
тел.: +7 (921) 900-25-36  
e-mail: [kpurrs78@mail.ru](mailto:kpurrs78@mail.ru)

**Черненко Владимир Анатольевич** — доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Экономика, организация и управление производством» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0000-0003-0532-8067  
ID РИНЦ, SPIN-код 472490/5461-7316  
190005, г. Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская, д. 1  
тел.: +7 (921) 989-95-29  
e-mail: [chernenko1003@yandex.ru](mailto:chernenko1003@yandex.ru)

**Подгорная Елена Анатольевна** — кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0009-0004-9610-6244  
193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д. 22, к. 1  
тел.: +7 (911) 112-18-16  
e-mail: [alyena\\_21\\_09@mail.ru](mailto:alyena_21_09@mail.ru)  
ID РИНЦ, SPIN-код: 728707/7540-2274

## Вклад авторов

**Ивченко Борис Павлович** — разработка концепции исследования, разработка модели межотраслевого баланса, подготовка иллюстративного материала;

**Черненко Владимир Анатольевич** — разработка концепции исследования, разработка модели межотраслевого баланса, подготовка иллюстративного материала;

**Подгорная Елена Анатольевна** — разработка математической модели для анализа и моделирования социально-экономического развития Арктической зоны РФ, обработка статистического материала, подготовка статьи к публикации.

## Information about the authors

**Boris P. Ivchenko** — Dr. Sci. (Engineering), Prof., Honored Scientist of the Russian Federation; Head of the Department of Economics, Organization, and Production Management; Director of the Scientific and Educational Center “Analysis, Research, and Development of Problems of National Security of Russia”, Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov Saint Petersburg, Russia  
RSCI ID, SPIN-code: 696383/6553-0850  
1, 1st Krasnoarmeyskaya Str., Saint Petersburg, 190005, Russia  
Phone: +7 (921) 900-25-36  
e-mail: [kpurrs78@mail.ru](mailto:kpurrs78@mail.ru)

**Vladimir A. Chernenko** — Dr. Sci. (Economics), Prof., Department of Economics, Organization, and Production Management, Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov Saint Petersburg, Russia,  
ORCID: 0000-0003-0532-8067  
RSCI ID, SPIN-code: 472490/5461-7316  
1, 1st Krasnoarmeyskaya Str., Saint Petersburg, 190005, Russia  
Phone: +7 (921) 989-95-29  
e-mail: [chernenko1003@yandex.ru](mailto:chernenko1003@yandex.ru)

**Elena A. Podgornaya** — Cand. Sci. (Economics), Assoc. Prof., Department of Higher Mathematics, Saint Petersburg State University of Telecommunications named after M.A. Bonch-Bruевич Saint Petersburg, Russia  
ORCID: 0009-0004-9610-6244  
22/1, Bolshevikov Ave., Saint Petersburg, 193232, Russia  
Phone: +7 (911) 112-18-16  
e-mail: [alyena\\_21\\_09@mail.ru](mailto:alyena_21_09@mail.ru)  
RSCI ID, SPIN-code: 728707/7540-2274

## Author's contribution

**Boris P. Ivchenko** — development of research concept and inter-industrial balance model, preparation of illustrative materials;

**Vladimir A. Chernenko** — development of research concept and inter-industrial balance model, preparation of illustrative materials;

**Elena A. Podgornaya** — development of a mathematical model for analyzing and modeling the socio-economic development of the Arctic Zone of the Russian Federation, processing of statistical data, manuscript writing and preparation.

УДК 355  
ББК 68.4  
<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-22-32>



## Борьба корпораций и государства за ресурсы в Арктике

Кренц С.И.

Институт Военно-Гуманитарных Технологий, Россия,  
г. Санкт-Петербург  
✉ [krents@mail.ru](mailto:krents@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются причины и условия изменений в противостоянии сторон за арктические ресурсы. Сопоставляются силы и средства международных корпораций и Российского государства, намечены пути совершенствования системы государственного управления для эффективного контроля и освоения арктических ресурсов.

**Ключевые слова:** Арктика, ресурсы, государство, глобальный проект, управление

**Конфликт интересов:** автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Кренц С.И. Борьба корпораций и государства за ресурсы в Арктике. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):22–32. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-22-32>

## Struggle between corporations and the state over resources in the Arctic

Sergey I. Krents

Institute of Military - Humanitarian Technologies, St Petersburg,  
Russian Federation  
✉ [krents@mail.ru](mailto:krents@mail.ru)

**Abstract.** The author considers the causes and conditions of changes in the confrontation between the parties for Arctic resources. The forces and means of international corporations and the Russian state are compared; approaches to improving the system of state management for effective control and development of Arctic resources are outlined.

**Keywords:** Arctic, resources, state, global project, management.

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**For citation:** Krents S.I. Struggle between corporations and the state over resources in the Arctic. *Arctic and Innovation*. 2025;3(1):22–32. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-22-32>

Департамент национальной безопасности Института военно-гуманитарных технологий осуществил анализ ряда международных корпораций и государственных структур по поводу распределения и использования ресурсов Арктической зоны.

В результате анализа установлено, что некоторые международные корпорации, планирующие и осуществляющие контроль использования ресурсов Арктики, действуют более организованно и дисциплинированно по сравнению с большим количеством

структур, контролирующих и осуществляющих деятельность в АЗ РФ

Это происходит по ряду причин.

Международные корпорации преследуют цель получения прибыли любой ценой. Идеология денег для них является инструментом мотивации всех своих специалистов и организаторов.

Органы государственной власти состоят зачастую из лиц, не имеющих профессиональных знаний и умений, подобранных в результате отрицательного отбора, то есть по принципу родства, кумовства, личной преданности, зависимости от компромата. Основным мотивом является все та же идеология денег, которая побуждает ряд недобросовестных руководителей ориентироваться на личный экономический интерес, осваивать средства, выделяемые лицами, принимающими финансовые решения (ЛПФР-ами), и имитировать контроль распределения и использования ресурсов Арктики. Как показало исследование, часть должностных лиц имитирует свою службу, чтобы прикрыть пустоты, дыры хищений ресурсов со стороны внешних международных корпораций. Делается это в основном по недомыслию. Руководители не читали и не изучали требования Указа Президента России № 809 от 9 ноября 2022 г. и одно из ключевых требований — приоритет духовного над материальным — умышленно не выполняют. Заняты гедонизмом и развлечениями.

Международные корпорации осуществляют дисциплинирование своих руководителей и специалистов. Оно заключается в регулярной оценке каждого и подведении итогов, по существу, на всех уровнях управления корпорации.

Оценка руководителей корпорации на всех уровнях корпоративного управления позволяет их мобилизовать на выполнение поставленных частных задач собственниками корпорации.

Процесс повышения квалификации специалистов корпорации лишен всяческих конкурсов лидеров, так как лидеры для корпорации — это угроза ее развала. Корпоративные системы подготовки и использования кадров нацелены на воспитание грамотных и дисциплинированных испол-

нителей, выполняющих поставленные задачи, с развитым чувством личной ответственности за порученное дело. Родственные связи в корпорации пресекаются. Их могут иметь только собственники, и то не всегда.

Государство в настоящий момент находится в состоянии административного паралича. Имитация и саботаж выполнения поставленных руководством задач делают государство слабым конкурентом для международной корпорации. Это позволяет при изменении обстановки, угрозе прибыли просто нарушить все предыдущие договоренности корпораций и государства.

Например, принятые новые члены Североатлантического альянса, Швеция и Финляндия, прекратили взаимодействие с Россией по причине того, что государство не смогло конкурировать с международными корпорациями, решившими освоить арктические ресурсы. То есть в борьбе за союзников государство проиграло корпорациям. Причины установлены следующие:

- низкая конкурентоспособность государства влиять по отношению к международной корпорации из-за отрицательного кадрового отбора;
- отсутствие дисциплины исполнения указаний вышестоящих руководителей;
- имитация исполнения указаний вышестоящих руководителей;
- боязнь ответственности должностных лиц и непреднамеренный саботаж.

В итоге партнер НОВАТЭК в проекте «Арктик СПГ-2» французская компания Total Energies SE перестала участвовать в реализации второй очереди «Арктик СПГ-2». Причина проста — более выгодно оставаться одним из главных поставщиков на европейский рынок СПГ, в том числе российского происхождения.

Южнокорейский подрядчик Hanwha Ocean, который занимается строительством танкеров для перевозки сжиженного природного газа, теперь по экономическим мотивам ни напрямую, ни через посредников не захотел передавать построенные по контракту с российскими заказчиками суда. Контракты не разорваны, но они фактически не исполняются.

Причина — приоритет экономического интереса над социальным в деятельности южнокорейского подрядчика «Hanwha Ocean».

Посредник в лице японской компании Mitsui OSK Lines тоже отделяется дипломатическими ритуалами, вроде «есть ограничения, согласно которым не следует заключать сделку по продаже газозовов». Экономический мотив позволяет разрушить все предыдущие договоренности, так как индикатор прибыли стал показывать, что взаимоотношения с Российским государством невыгодны.

Компания Mitsui заявила, что намерена соблюдать закон о санкциях в отношении поставок СПГ и в настоящее время «прорабатывает конкретные варианты». В Jorgmes заявили, что «собирают сведения от заинтересованных сторон и проводят тщательное расследование ситуации».

Компания Total заявила: «Последствия решения властей США по контрактным обязательствам TotalEnergies в проекте “Арктик СПГ-2” в настоящее время оцениваются».

Министр финансов Франции Брюно Ле Мэр, со своей стороны, заверял, что санкции «не представляют серьезного риска для поставок газа в Европу». Однако министр промышленности Японии Ясунори Нисимура назвал «определенную степень» воздействия на Японию «неизбежной».

США пока не предпринимали прямых мер против других крупных российских проектов «Ямал СПГ» и «Сахалин-2», которые поставляют топливо в Европу и Азию соответственно. Однако замечены переговоры о прекращении поставок в Азию «Ямалом СПГ» и «Сахалином-2» со стороны закупщиков СПГ.

Таким образом, осуществляется исключение Российского государства и российских корпораций из международной финансовой системы и мировой экономики.

Лица, которые от российских корпораций выстраивали отношения с Total Energies SE, Hanwha Ocean, Mitsui OSK Lines, успели получить свои оклады и пережить административные бури в своих кабинетах, уцелев практически в полном составе от ротаций. Итоги никто так и не подвел, с должностных лиц не спросил. Это значит, что процесс раз-

вала международных торговых отношений не остановился, он продолжается.

Для его маскировки многие должностные лица прекратили заниматься международными проектами в Арктике, сосредоточившись на мероприятиях внутреннего характера, вроде расширения программы «Дальневосточная и арктическая ипотека» или внедрение темы мастер-планов для городов Арктики. Сюда же можно отнести разнообразные общественные дискуссии, как недавний форум «Арктика. Новое поколение», что проходил в г. Кронштадте в начале марта.

Логика всех этих действий понятна: следует создавать условия для развития приоритетного направления, подтягивать общественный интерес, собирать идеи. Тем более что Запад своими инициативами фонтанирует направо и налево, взять хотя бы задумку Франции использования дирижаблей для туризма премиум-класса, с вояжами на Северный полюс и на остров Шпицберген. В общем, России придется в одиночку отстаивать свой Северный морской путь (СМП), наш суверенитет над которым США также открыто оспаривают.

Несмотря на активное участие Китая в проекте СМП, на данном этапе просматривается отчетливая перспектива того, что Пекин и Вашингтон находятся на пути достижения некоторых промежуточных договоренностей, которые Дональд Трамп, если бы он был президентом США, с удовольствием назвал бы «супер-пупер-сделкой». События в Сан-Франциско, где проходил саммит АТЭС и где Джозеф Байден встречался с Си Цзиньпином, показали торговое единство США и Китая. В том числе появляется ответ на вопрос, будут ли США с Британией и дальше использовать санкции для получения собственной выгоды. Санкции оказались важным регулятором мировой экономики. Чтобы их использовать, нужно претендовать на мировое господство, предлагать миру свой глобальный проект, реализуя который можно создать устойчивые отношения и выполнять принятые на себя обязательства. Если нет глобального проекта, то и влияния нет.

Страна, реализующая свой глобальный проект, создает для торговых корпораций хороший деловой климат, позволяет им влиять

на все государства мира и отстаивает их интересы с помощью военной силы, спецслужб, монополии на мировые валюты.

Идеология денег (веры в деньги как в Бога) не позволяет всем прагматически настроенным акторам перейти в практическую плоскость принятия конкретных мер или хотя бы создать контактную базу для диалога с Российским государством и российскими корпорациями. Вместо этого проводится политика захвата распределения ресурсов Арктики.

Предполагается, что Российское государство и российские корпорации поражены идеологией денег и личная нажива поставлена во главу угла каждого должностного лица. При таких обстоятельствах Россия по факту самостоятельно ограничила свою деятельность по освоению Арктики. Это условие позволяет международным корпорациям начать разработку арктических ресурсов.

Для этого они превращают Арктику в своеобразный международный заказник, где под запрет подпадает любая хозяйственная деятельность, которая осуществляется иными коммерческими лицами, государствами и корпорациями.

Важным инструментом к перехвату контроля Арктической зоны выступил проект глобальной безопасности НАТО, куда и включили все страны, имеющие доступ к Арктике.

В итоге арктические ресурсы утрачиваются. В противостоянии Российского государства и международных корпораций за Арктику государство проигрывает.

Чтобы эту схватку выиграть, государству следует сформировать у себя свойства корпорации.

1. У корпорации есть своя идеология (идеология денег). Это позволяет эффективно осуществлять планирование и исполнение всех мероприятий по получению прибыли. Государство неформально исповедует ту же идеологию денег (поэтому корысть и имитация, если нет личной выгоды), но цели объявляет иные. Поэтому в целеполагании противоречие между формально декларируемыми социальными целями государства и фактическим приоритетом материального над духовным в деятельности должност-

ных лиц. Поэтому государству нужен глобальный проект, который будет содержать и нематериальную идеологию, и технологию, обеспечивающую приоритет духовного над материальным, служение государству всех должностных лиц.

2. Корпорации активно дисциплинируют всех своих руководителей и специалистов, ротируют по результатам их профессиональной деятельности. Государству также следует приступить к дисциплинированию своих руководителей всех уровней власти путем их групповой и коллективной оценки. Также нужно регулярно подводить итоги и ротировать в зависимости от реального исполнения поставленных задач, уровня нравственности, знаний и умений, чувства долга и личной ответственности за порученное дело.

3. Государство, обладающее свойствами корпорации, более влиятельно, чем любая международная корпорация, так как государство-корпорация может использовать глобальный нематериальный социальный проект как связующее звено в отношениях со всеми гражданами мира и таким образом быть более влиятельным, чем международные торговые корпорации, во главе угла которых стоят исключительно материальные проекты. Эти проекты не выдержат конкуренции с глобальным социальным проектом.

4. Для государства-корпорации нужны постоянные ротации, основанные на принципе динамических иерархий. Это когда специалист и руководитель растут в карьерном отношении в том случае, если проявляют созидательную активность. Как только по тем или иным причинам перестали созидать, их карьера замирает. Далее движение по карьерной лестнице осуществляют другие активные созидательные специалисты и руководители, мышление которых носит нравственный характер: не вредить и созидать, а созидая — не вредить.

Рассмотрим еще раз существующие на сегодня глобальные проекты.

## Глобальный проект США «Жить по правилам»

Глобальный проект США международного порядка, основанного на правилах, был выдвинут как удобная для Запада, по сути, ни к чему не обязывающая альтернатива

международному праву. Иными словами, эти правила представляют собой негласные соглашения между горсткой западных государств, в отношении которых не было четкого согласия других членов международного сообщества, он бросает вызов международному праву и угрожает ему.

Международный порядок, основанный на нравственном правиле «Три С» (не вредить себе (С1), соседям (С2), среде (С3) ни мыслью, ни словом, ни делом; созидать для себя, соседей, среды мыслью, словом, делом), в качестве глобального этического регулятора социальных отношений существенным образом дополняет Устав ООН и международное право, сложившееся после окончания Второй мировой войны, является более надежным рецептом мира, чем аморфный и дискриминационный международный порядок, основанный на иных правилах.

Начался очередной передел ресурсов, в том числе и арктических. Вместо того, чтобы имитировать СМП, арктические проекты, государству нужно вырабатывать у себя свойства торговой корпорации, сохраняя одновременно и все социальные функции государства, чтобы занять в международных отношениях новую позицию нравственного превосходства, созидая для других и не вредя им.

При каких условиях можно достигнуть нравственного превосходства? Только при условии того, что руководство страны личным примером созидает для других и не вредит им, то есть соблюдает нравственное правило в своем мышлении и поведении.

Задачу занять такую позицию в международных отношениях поставил Президент России своим Указом № 809 от 9 ноября 2022 года. Новая государственная политика направлена на воспитание нравственного гражданина России, в том числе и руководителей всех уровней власти. Такие нравственные кадры обеспечат исполнение всех торговых контрактов российских корпораций, в том числе позволят взять под контроль разработку и использование арктических ресурсов.

## Глобальный проект Китая «Один пояс, один путь»

С 2013 года Китай развивает инициативу «Пояса и пути», в рамках которой создает морские и сухопутные пути в Азии, Африке и Европе.

Китайская инициатива по созданию глобальной транспортной и инвестиционной инфраструктуры «Один пояс, один путь» объединяет два проекта — «Экономический пояс Шелкового пути» и «Морской Шелковый путь XXI века».

Участвовать в инициативе могут все желающие. Для того чтобы стать ее частью, достаточно провозгласить приверженность концепции. Инициатива связана с попыткой Си Цзиньпина, председателя КНР, найти свой крупный проект во внешней политике по аналогии с прошлыми лидерами страны. Например, у Цзян Цзэминя (генеральный секретарь Коммунистической партии Китая с 1989 по 2002 г.) он представлял собой идею выхода китайских корпораций на мировой рынок, а у предшественника Си Цзиньпина — Ху Цзиньтао — мирное возвышение Китая.

Основная идея проекта «Один пояс, один путь» сводится к торговле, извлечению прибыли, то есть приоритету материального над духовным, что является элементом деструктивной идеологии, которой дано определение в Указе Президента России № 809 от 22 ноября 2022 года.

Однако приоритет материального над духовным неизбежно обесценивает человека, превращает его в инструмент эксплуатации, угнетения, ограничения прав и свобод, оглушения, лишения социальной инициативы.

Общий путь у человечества может быть только нравственный, на котором каждый человек не вредит и созидает, а деньги используются как доступный инструмент нравственного воспитания, профессионального обучения и занятости каждого гражданина любой страны мира.

## Глобальный проект «Нравственный путь»

Российскими военными учеными предложен превосходящий глобальный проект СССР новый глобальный проект «Нравственный путь», направленный на воспроизводство нравственного гражданина, который не вредит и созидает. Именно за таким человеком пойдут народы мира, разделяющие идею нравственного пути.

Движение по нравственному пути обеспечивается следующими принципами, правилом,

методом и технологиями, разработанными еще в СССР советскими и российскими военными учеными.

Научно-философские основания нравственного пути всего человечества включают в себя глобальный экологический принцип (ГЭП), глобальный этический нравственный принцип (ГЭНП), нравственное правило «Три С»:

– *глобальный экологический принцип (ГЭП)*: человек не должен вредить себе, другим людям и среде обитания;

– *глобальный этический нравственный принцип (ГЭНП)*: человек должен вести себя так, чтобы не вредить себе, другим людям и среде обитания;

– *нравственное правило III-C*: не вреди себе (C1), соседям (C2), среде обитания (C3) ни мыслью, ни словом, ни делом; создай для себя, соседей, среды мыслью, словом, делом.

Методология нравственного пути основана на практическом применении дискурсивно-оценочного метода (ДОМ) в регулировании социальных отношений:

технология смены мировоззренческой парадигмы (переход с материальной к духовно-нравственной) основана на дискурсивно-оценочном методе (ДОМ), который заключается в организации широкого участия граждан в обсуждении и оценке социально значимых решений с позиций ГЭП, ГЭНП, III-C. С управленческой точки зрения это представляет собой включение в схему управления ныне отсутствующих обратных связей от объекта управления (общество) к субъекту управления (правительство и иные органы власти).

Технологическое обеспечение движения всего человечества по нравственному пути включает в себя экосоциальные технологии (ЭСТ) и экопедагогика (ЭП):

– *экосоциальные технологии (ЭСТ)* — это совокупность приемов применения дискурсивно-оценочного метода при формировании новой мировоззренческой парадигмы нравственного человека, который не вредит и созидает для других;

– *экологическая педагогика, или экопедагогика* — это практическая педагогическая

наука об обучении и нравственном воспитании, дополненная дискурсивно-оценочным методом, основной задачей которой является привитие, закрепление и укрепление в мышлении и поведении каждого человека на планете Земля буквально с 3 лет нравственного правила III-C, что гарантирует гуманный социальный прогресс.

Так будут сформированы социальные отношения нравственного типа. Как следствие — решение торговых задач.

В заключение можно отметить следующее. Формирование отношений со всеми странами, их гражданами и торговыми корпорациями должно осуществляться при помощи реализации глобального проекта «Нравственный путь человечества», в котором Россия стала активно участвовать. Социальные отношения становятся прочными, когда их участники не вредят друг другу и созидают друг для друга. Экономика становится следствием таких отношений, и она не нарушается в силу своей нематериальной основы и технологического обеспечения.

Развитие у Российского государства свойств торговой корпорации при сохранении всех социальных функций и активного участия в реализации глобального проекта «Нравственный путь человечества» позволяет обеспечить устойчивость социальных, экономических и иных отношений России с другими странами, в том числе и международными корпорациями, в силу ущербности их идеологии, которая легко дополняется и балансируется идеологией-технологией нравственности.

Идеология-технология нравственности является экосоциальной и включает в себя свободно принимаемую и разделяемую большинством социальных субъектов идею нравственности как идею непричинения вреда и связанную с ней процедуру измерения нравственности социальных субъектов.

Измерение нравственности социальных субъектов осуществляется в процессе этического оценивания их социальных действий. В результате каждый социальный субъект получает индивидуальный индекс нравственности, постоянно корректируемый в процессе дискурсивных практик.

Индивидуальные индексы нравственности социальных субъектов используются другими социальными субъектами в обеспечении национальной безопасности, государственного военного строительства, государственного управления, местного самоуправления и других видах жизнедеятельности и обороны страны, в том числе разработке и освоении ресурсов Арктики.

Технологическое обеспечение формирования государства-корпорации основано на практическом применении экосоциальных технологий, которые формируют у каждого человека приоритет духовного над материальным, воспитания нравственного гражданина, созидающего для других, осуществляют защиту от деструктивной идеологии культа денег (идеологии-технологии денег), примата материального над духовным.

Духовность возникает тогда, когда человек трудится на благо других людей, созидает для них.

Прилагая все силы государства и общества к воспитанию нравственных специалистов и руководителей, формированию коллективов в органах управления, экономики, образования и науки, мы тем самым обеспечиваем восстановление великой державы — Россия № 1.

Что мешает России быть государством № 1 во всем мире — это глубокая яма имитации государственного управления. Традиционно решение практических вопросов распределения сфер влияния и ресурсов выполняют сговоры — непубличные договоренности. Участие в этих сговорах предоставляет возможность какое-то время использовать свою долю, утвержденную сговором. Однако, будучи слабой стороной сговора, возникает внезапный обман, грабеж, неисполнение обязательств, взятых на себя сильной стороной сговора.

Слабая сторона не может использовать сговоры для регулирования экономических и финансовых отношений. Другие, сильные участники сговора всегда намечают ее как жертву грабежа по всем правилам международной юриспруденции. Стать сильной страной можно только при условии продвижения глобального проекта «Нравственный путь человечества», который от-

крыт, исключает тайные сговоры и потому страхует слабого участника от грабежа. Кроме того, реализация глобального проекта предоставляет возможность осуществить кадровую мобилизацию своего государственного аппарата за счет применения экосоциальных технологий и формирования управленческих коллективов.

Учеба и работа в коллективе — социальной группе, в которой сформирована нравственная атмосфера, характеризующаяся следующими признаками:

- внутренним единством идей, целей, задач;
- совместным способом деятельности;
- взаимовыручкой и поддержкой друг друга по принципу «один за всех и все за одного»;
- самоуправлением;
- каждый член коллектива играет роль исполнителя при решении одной задачи и руководителя при решении другой задачи;
- возможностью каждому члену коллектива завоевать авторитет в форме общего признания социального и профессионального соответствия занимаемой должности или роли;
- дружбой, спокойствием и уверенностью в будущем каждого члена коллектива;
- члены коллектива не вредят друг другу и созидают друг для друга, что обеспечивает им сохранность психического и соматического здоровья;
- члены коллектива испытывают чувство гордости за принадлежность к коллективу каждого его члена и руководителя;
- в коллективе соблюдается совместное обсуждение и принятие управленческих решений.

Учеба и работа в коллективе обеспечивает высокое качество исполнения поставленных руководством задач, сохранность здоровья и долголетие человека. Работу в коллективе невозможно сравнить с командой или группой, которые имеют общую задачу, но отношения неустойчивы, каждый готов навредить каждому, присвоить себе результаты работы группы или команды.

Переход на коллективную форму организации государственного управления закреплен в следующих документах:

- Указ Президента Российской Федерации № 400 от 2 июля 2021 года «О Стратегии национальной безопасности»;
- Указ Президента Российской Федерации № 809 от 9 ноября 2022 года «Об Основах государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей».

Пребывая в «глубокой яме имитации», административные кадры стремятся направить «указ в унитаз», в кабинетах и за их пределами распространяют заведомо ложную информацию, что указы Президента России никогда не исполнялись и исполняться не будут, что по факту является составом преступления и подпадает под квалификацию новой статьи Уголовного кодекса Российской Федерации.

Статья 207.3 УК РФ. Публичное распространение заведомо ложной информации об использовании Вооруженных Сил Российской Федерации, исполнении государственно-

ми органами Российской Федерации своих полномочий, оказании добровольческими формированиями, организациями или лицами содействия в выполнении задач, возложенных на Вооруженные Силы Российской Федерации или войска национальной гвардии Российской Федерации.

Имитаторы, распространяя заведомо ложную информацию об исполнении государственными органами своих полномочий по обеспечению национальной безопасности, приоритета духовного над материальным, воспитания нравственной личности государственного служащего, коллективного подхода к исполнению поставленных задач, совершают преступление, предусмотренное статьей 207.3 УК РФ.

Выявление таких имитаторов, привлечение их к административной и уголовной ответственности с последующей ротацией позволяют дисциплинировать органы государственного управления. Именно такие меры усилят систему государственной власти как субъекта наведения нравственно-правового порядка внутри страны и защиты, в том числе арктических ресурсов от разграбления.

## Литература

1. Как остановить добровольно-принудительную трансформацию стран второго мира в страны третьего мира. Academy of Ecosocial Technologies [интернет]; 2018. Режим доступа: <https://ast.social/678-kak-ostanovit-dobrovolno-prinuditelnuyu-transformatsiyu-stran-vtorogo-mira-v-strany-tretego-mira.html>
2. Международный диалог по пользе применения социально-оценочных сетей нового поколения. Academy of Ecosocial Technologies [интернет]; 2018. Режим доступа: <https://ast.social/676-mezhdunarodnyj-dialog-o-polze-primeneniya-sotsialno-otsenochnykh-setej-novogo-pokoleniya.html>
3. Профилактика социальных катастроф: дискурсивно-оценочный метод. Academy of Ecosocial Technologies [интернет]; 2018. Режим доступа: <https://ast.social/674-profilaktika-sotsialnykh-katastrof-diskursivno-otsenochnyj-metod.html>
4. Юнацкевич П.И., Кулешева Л.В. Предложение по совершенствованию законодательства и приведению в соответствие законодательных актов Указу Президента России № 809 от 09 ноября 2022 года. Институт нравственности [интернет]; 2024. Режим доступа: <https://in.ast.social/menu-news/644-ino20.html>
5. Чигирев В.А., Юнацкевич П.И. Экологический (нравственный) манифест. Институт нравственности [интернет]; 2021. Режим доступа: <https://in.ast.social/menu-news/628-ekologicheskij-nravstvennyj-manifest.html>
6. Дикий капитализм заменят на нравственный путь России: построят трассу Москва — Токио — Европа. Институт нравственности [интернет]; 2021. Режим доступа: <http://in.ast.social/menu-news/623-dikij-kapitalizm-zamenyat-na-nravstvennyj-put-rossii-moskva-tokio-evropa.html>

7. Левит Г.И. Дискурсивно-оценочный метод как основа экосоциальных технологий. Институт нравственности [интернет]; 2020. Режим доступа: <https://in.ast.social/menu-news/619-diskursivno-otsenochnyj-metod-kak-osnova-ekosotsialnykh-tekhnologij.html>
8. О нравственном государстве и его врагах. Институт нравственности [интернет]; 2014. Режим доступа: <https://in.ast.social/menu-news/396-o-nravstvennom-gosudarstve-i-ego-vragakh.html>
9. Стариков П.В. Основы нравственной государственной кадровой политики. Institute of Problems of Training and Professional Use of Specialists [интернет]; 2024. Режим доступа: <https://ips.ast.social/news/1053-ipis001.html>
10. Васильев В.В. Кадровый дефолт. Institute of Problems of Training and Professional Use of Specialists [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://ips.ast.social/news/1047-kadrovyj-defolt.html>
11. Сафиоллин А.М. Духовно-нравственные основы государственной службы. Институт нравственности [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://iov.ast.social/news/1126-inko14.html>
12. Сафиоллин А.М. Глобальная планетарная нравственная экономика. Институт нравственности [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://iov.ast.social/news/1107-inko04.html>
13. Кренц С.И. Нравственный путь человечества. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2024. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/237-ivgto02.html>
14. Котов В.В. Экология поведения и управления. Academy of Ecosocial Technologies [интернет]; 2021. Режим доступа: <https://ist.ast.social/menu-news/682-ekologiya-povedeniya-i-upravleniya.html>
15. Герасимов Ю.Н., Голуб О.Д., Потапов А.Ю., Семенов А.Н., Синеек Н.В., Юнацкевич П.И. Внедрение надежных технологий по освоению Арктики и создание Публично-правовой компании. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/72-igu022.html>
16. Герасимов Ю.Н., Голуб О.Д., Заугольников В.И., Потапов А.Ю., Семенов А.Н., Юнацкевич П.И. Стратегия надежной защиты и использования объектов интеллектуальной собственности в Арктической зоне России. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/71-igu021.html>
17. Герасимов Ю.Н., Голуб О.Д., Потапов А.Ю., Каминский В.Д., Семенов А.Н., Юнацкевич П.И. Публично-правовой характер развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение национальной безопасности. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/70-igu020.html>
18. Анисимов В.Н., Герасимов Ю.Н., Голуб О.Д., Нурудинов З.Г., Семенов А.Н., Юнацкевич П.И. Орудие главного калибра в борьбе за Арктику — ПАТЭС. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/69-igu019.html>
19. Герасимов А.Ю., Герасимов Ю.Н., Антонов О.В., Семенов А.Н., Тараканов В.Ю., Юнацкевич Д.П. Будущее за госкорпорациями с экоконтролем и экоуправлением. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/34-v-rossii-mogut-poyavitsya-natsionalnye-korporatsii-s-ekopovedeniem-i-ekoupravleniem.html>
20. Герасимов Ю.Н. Экоуправление — стратегия освоения российских территорий Баренц-региона. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2020. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/21-eko-upravlenie-strategiya-osvoeniya-rossijskikh-territorij-barents-regiona.html>
21. Герасимов Ю.Н. Экоуправление — новая культура государственного и корпоративного управления. Институт государственного управления АЭСТ [интернет]; 2019. Режим доступа: <https://igumt.ast.social/menu-news/20-eko-upravlenie-novaya-kultura-gosudarstvennogo-i-korporativnogo-upravleniya.html>

## References

1. How to stop the voluntary and forced transformation of second world countries into third world countries. Academy of Ecosocial Technologies [internet]; 2018. Available at: <https://ast.social/678-kak-ostanovit-dobrovolno-prinuditelnuyu-transformatsiyu-stran-vtorogo-mira-v-strany-tretego-mira.html>. (in Russ.).

2. International dialogue on the benefits of using new generation social assessment networks. Academy of Ecosocial Technologies [internet]; 2018. Available at: <https://ast.social/676-mezhdunarodnyj-dialog-o-polze-primeneniya-sotsialno-otsenochnykh-setej-novogo-pokoleniya.html>. (in Russ.).
3. Prevention of social disasters: a discursive and evaluative method. Academy of Ecosocial Technologies [internet]; 2018. Available at: <https://ast.social/674-profilaktika-sotsialnykh-katastrof-diskursivno-otsenochnyj-metod.html>. (in Russ.).
4. Proposal to improve legislation and bring legislative acts into line with Decree of the President of Russia No. 809 dated November 09, 2022. Institute Nравstvennosti [internet]; 2024. Available at: <https://in.ast.social/menu-news/644-ino20.html>. (in Russ.).
5. Environmental (moral) Manifesto. Institute Nравstvennosti [internet]; 2021. Available at: <https://in.ast.social/menu-news/628-ekologicheskij-nravstvennyj-manifest.html>. (in Russ.).
6. Wild capitalism will be replaced by the moral path of Russia: they will build a highway Moscow-Tokyo-Europe. Institute Nравstvennosti [internet]; 2021. Available at: <http://in.ast.social/menu-news/623-dikij-kapitalizm-zamenyat-na-nravstvennyj-put-rossii-moskva-to-kio-evropa.html>. (in Russ.).
7. The discursive evaluation method as the basis of eco-social technologies. Institute Nравstvennosti [internet]; 2020. Available at: <https://in.ast.social/menu-news/619-diskursivno-otsenochnyj-metod-kak-osnova-ekosotsialnykh-tekhnologij.html>. (in Russ.).
8. About the moral state and its enemies. Institute Nравstvennosti [internet]; 2014. Available at: <https://in.ast.social/menu-news/396-o-nravstvennom-gosudarstve-i-ego-vragakh.html>. (in Russ.).
9. Starikov P.V. Fundamentals of the moral state personnel policy. Institute of Problems of Training and Professional Use of Specialists [internet]; 2024. Available at: <https://ips.ast.social/news/1053-ipsis001.html>. (in Russ.).
10. Vasil'ev V.V. Personnel default. Institute of Problems of Training and Professional Use of Specialists [internet]; 2022. Available at: <https://ips.ast.social/news/1047-kadrovyyj-defolt.html>. (in Russ.).
11. Safiollin A.M. The spiritual and moral foundations of public service. Institute Nравstvennosti [internet]; 2023. Available at: <https://iov.ast.social/news/1126-inko14.html>. (in Russ.).
12. Safiollin A.M. Global Planetary Moral Economy. Institute Nравstvennosti [internet]; 2022. Available at: <https://iov.ast.social/news/1107-inkoo4.html>. (in Russ.).
13. Krents S.I. The moral path of mankind. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2024. Available at: <https://ivgt.ast.social/237-ivgt002.html>. (in Russ.).
14. Kotov V.V. Ecology of behavior and management. Academy of Ecosocial Technologies [internet]; 2014. Available at: <https://ist.ast.social/menu-news/682-ekologiya-povedeniya-i-upravleniya.html>. (in Russ.).
15. Gerasimov Yu.N., Golub O.D., Potapov A.Yu., Semenov A.N., Sineok N.V., Yunatskevich P.I. The introduction of reliable technologies for the development of the Arctic and the creation of a Public law company. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2023. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/72-igu022.html>. (in Russ.).
16. Gerasimov Yu.N., Golub O.D., Zaugol'nikov V.I., Potapov A.Yu., Semenov A.N., Yunatskevich P.I. Strategy of reliable protection and use of intellectual property objects in the Arctic zone of Russia. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2023. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/71-igu021.html>. (in Russ.).
17. Gerasimov Yu.N., Golub O.D., Potapov A.Yu., Kaminskii V.D., Semenov A.N., Yunatskevich P.I. The public-legal nature of the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2023. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/70-igu020.html>. (in Russ.).
18. Anisimov V.N., Gerasimov Yu.N., Golub O.D., Nurudinov Z.G., Semenov A.N., Yunatskevich P.I. The main caliber weapon in the struggle for the Arctic is the PATHES. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2023. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/69-igu019.html>. (in Russ.).
19. Gerasimov A.Yu., Gerasimov Yu.N., Antonov O.V., Semenov A.N., Tarakanov V.Yu., Yunatskevich D.P. The future belongs to state corporations with eco-control and eco-management. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2023. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/34-v-rossii-mogut-poyavitsya-natsionalnye-korporatsii-s-ekopovedeniem-i-ekoupravleniem.html>. (in Russ.).

20. Gerasimov Yu.N. Eco-management — strategy for the development of the Russian territories of the Barents region. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2020. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/21-eko-upravlenie-strategiya-osvoeniya-rossijskikh-territorij-barents-regiona.html>. (in Russ.).
21. Gerasimov Yu.N. Eco-management — a new culture of public and corporate governance. The Institute of Public Administration AEST [internet]; 2019. Available at: <https://igumt.ast.social/menu-news/20-eko-upravlenie-novaya-kultura-gosudarstvennogo-i-korporativnogo-upravleniya.html>. (in Russ.).

## Сведения об авторе

**Кренц Сергей Иванович** — исполнительный директор, начальник Департамента Национальной Безопасности, доцент Института Военно-Гуманитарных Технологий. 196070, г. Санкт-Петербург, пл. Чернышевского, дом 2. тел.: +7 (921) 550-57-66 e-mail: [krents@mail.ru](mailto:krents@mail.ru)

## Information about the author

**Sergey I. Krents** — Executive Director, Head of the Department of National Security, Associate Professor Institute of Military-Humanitarian Technologies. 196070, St. Petersburg, Chernyshevsky Square, 2 tel.: +7 (921) 550-57-66 e-mail: [krents@mail.ru](mailto:krents@mail.ru)

## Вклад автора

Автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

## Author contribution

The author confirms his sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 334.02

ББК 65.305.14

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-33-41>



## Российско-китайское технологическое партнерство в Арктике на примере проекта «Ямал СПГ»

Афанасьев С.Н.✉, Фадеев А.М.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия  
✉ [sergeyafno@gmail.com](mailto:sergeyafno@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматривается российско-китайское технологическое сотрудничество в Арктике на примере проекта «Ямал СПГ». Основное внимание уделено роли Китая после внедрения против России западных санкций, которые делают Китай важным поставщиком технологий, оборудования и финансирования для освоения суровых условий Арктики. Описаны ключевые аспекты проекта, включая поддержку инфраструктуры Северного морского пути (СМП) и интеграцию китайской инициативы «Один пояс, один путь» в арктический транспортный коридор. Выводы исследования подчеркивают значимость совместных усилий для долгосрочного освоения Арктики и формируют основные риски, преодоление которых будет способствовать оптимизации новых двусторонних проектов.

**Ключевые слова:** технологическое партнерство, Ямал СПГ, санкции, Арктика, Северный морской путь

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Афанасьев С.Н., Фадеев А.М. Российско-китайское технологическое партнерство в Арктике на примере проекта «Ямал СПГ». *Арктика и инновации*. 2025;3(1):33–41. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-33-41>

## Sino-Russian technological partnership in the Arctic on the example of Yamal LNG project

Sergei N. Afanasev✉, Alexey M. Fadeev

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia  
✉ [sergeyafno@gmail.com](mailto:sergeyafno@gmail.com)

**Abstract.** The authors discuss the possibilities of Sino-Russian technological cooperation in the Arctic on the example of the Yamal LNG project. Particular attention is paid to China's role after the implementation of Western sanctions against Russia. In the current context, China has become an important supplier of technologies, equipment, and financing for the development of harsh Arctic environments. The key aspects of the the Yamal LNG project

are described, including support for the Northern Sea Route infrastructure and the integration of China's One Belt One Road Initiative into the Arctic shipping routes. The findings highlight the importance of joint efforts in the long-term development of the Arctic and outline key risks, the overcoming of which will contribute to optimization of new bilateral projects.

**Keywords:** technological cooperation, Yamal LNG, sanctions, the Arctic, Northern Sea Route

**Conflict of interests:** the authors report no conflict of interest.

**For citation:** Afanasev S.N., Fadeev A.M. Sino-Russian technological partnership in the Arctic on the example of Yamal LNG project. *Arctic and Innovations*. 2025;3(1):33–41. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-33-41>

## Введение

Сотрудничество России и Китая в технологической и энергетической сферах приобретает все большую важность на фоне уже существующих санкций со стороны Запада. С 2014 года, а особенно после 2022 года, российские компании столкнулись с ограничением доступа к западным технологиям, финансированию и оборудованию, что затруднило реализацию крупных проектов, особенно в тяжелых арктических условиях. Эти условия усилили необходимость в импортозамещении и установлении связей с альтернативными партнерами, среди которых Китай выделяется благодаря мощным производственным возможностям, готовности к инвестициям и геополитическим интересам в Арктике.

Актуальным примером российско-китайского сотрудничества является проект «Ямал СПГ». Его значимость обусловлена не только необходимостью получения Россией доступа к технологиям, адаптированным к суровым условиям Арктики, но и возможностью выхода на азиатские рынки в условиях ограниченного доступа к западным ресурсам. В рамках рассматриваемого проекта Китай предоставил необходимое оборудование и финансирование, что позволило проекту достичь полной мощности. Для успешного освоения Арктики и дальнейшей эффективной реализации совместных проектов важно тщательно оценить риски и проанализировать особенности двустороннего сотрудничества, выявленные на примере «Ямал СПГ». Такой анализ особенно значим на фоне растущего интереса к региону со стороны других держав и способствует выработке гибких стратегий для будущих проектов. Опыт «Ямал СПГ» может стать моделью для российско-китайского технологического взаимодействия в Арктике, формируя основу для новых инициатив в регионе.

## Результаты исследования

В последние десятилетия Арктика стала важной зоной стратегического интереса для России и Китая. Оба государства наращивают присутствие в регионе, сталкиваясь с существенными вызовами, такими как обеспечение безопасности и экологической устойчивости маршрута, сложности климата, а также юридические вопросы суверенитета. Основные разногласия связаны с видением роли Арктики: Россия стремится к контролю над экономическими процессами и усиливает военное присутствие, считая Арктику зоной своего влияния. Китай, напротив, выступает за свободный доступ к ресурсам и маршрутам, настаивая на открытости арктических вод для международной торговли, что иногда противоречит российским позициям по регулированию судоходства через свои территориальные воды [1–3]. Тем не менее российско-китайское сотрудничество в Арктике остается ключевым, особенно в рамках Северного морского пути (СМП) и китайской инициативы «Один пояс, один путь».

СМП — кратчайший морской маршрут между Европой и Азией вдоль северного побережья России. Россия активно развивает инфраструктуру СМП, включая модернизацию портов и строительство ледоколов, с целью превратить его в конкурентный коммерческий коридор, сопоставимый с Суэцким каналом. В силу суровых климатических условий развитие СМП требует значительных ресурсов, включая ледокольный флот, который позволит удлинить период его использования. Китайские инвестиции поддерживают эти усилия, ускоряя развитие инфраструктуры и открывая перспективы для энергетических и торговых потоков в Азию.

Китайская инициатива «Один пояс, один путь» включает проект «Полярный шелковый путь», нацеленный на создание

транспортных и логистических коридоров в Арктике, в том числе через СМП. Для Китая этот маршрут становится стратегическим, поскольку обеспечивает новые возможности для экспорта энергоресурсов и товаров и укрепляет китайское присутствие в Арктике через инвестиции в порты и терминалы.

Совмещение СМП с китайской инициативой выгодно обеим странам: Китай получает новый торговый путь и укрепляет свою роль в развитии инфраструктуры Арктики, а Россия привлекает инвестиции и ресурсы для ускоренного освоения региона. Ключевые арктические порты Сабетта и Дудинка играют в этом процессе центральную роль, обеспечивая транспортировку сжиженного природного газа (СПГ) и других ресурсов, при этом участие Китая в проекте «Ямал СПГ» подтверждает его долгосрочные интересы в регионе [2, 4].

Проект «Ямал СПГ» является ключевым примером сотрудничества России и Китая в энергетической сфере и одним из крупнейших инвестиционных проектов в Арктике. Он направлен на производство СПГ в Арктическом регионе и его экспорт на глобальные рынки. Интерес Китая к проекту «Ямал СПГ» связан с его стремлением обеспечить энергетическую безопасность и доступ к альтернативным источникам газа, которые не зависят от политической нестабильности Ближнего Востока или транзитных рисков, связанных с другими регионами. Участие в проекте также является частью стратегии «Один пояс, один путь», поскольку в рамках логистики проекта активно используется упомянутый Северный морской путь. Логистика по новому северному маршруту строится из российского порта Сабетта вдоль северо-востока Арктики и проходит далее на восток через Карское море, море Лаптевых, Восточно-Сибирское море, Чукотское море и Берингов пролив. Маршрут составляет около 10,7 тыс. км, что примерно на 13,5 тыс. км меньше в сравнении с логистикой через Суэцкий канал [4, 5]. История развития проекта «Ямал СПГ», значительное финансовое и технологическое участие китайских партнеров демонстрируют, как российско-китайское сотрудничество может успешно развиваться даже в условиях санкционного давления и технологических вызовов. Перейдем непосредственно к рассмотрению особенностей проекта.

Проект «Ямал СПГ» был инициирован российской газовой компанией НОВАТЭК и официально запущен в 2013 году. Его основная цель — добыча и переработка природного газа с Ямальского полуострова, расположенного за Полярным кругом. Ямальский полуостров обладает крупными запасами газа, оцененными более чем в 1,3 трлн кубометров. Основные производственные мощности расположены на Южно-Тамбейском месторождении. Уже в 2014 году руководство России и Китая в лице В.В. Путина и Си Цзиньпина подписало ряд контрактов на поставку и продажу газа в рамках реализуемого проекта. Уже к 2016 году порядка 96 % СПГ, производимого в рамках проекта, было законтрактровано. С 2015 по 2017 год проходила фаза активного строительства комплекса инфраструктуры для завода СПГ и порта Сабетта, уже в декабре 2017 года проект был запущен [6]. Первые танкеры с произведенным СПГ были доставлены на терминал СПГ PetroChina порта Жудун в июле 2018 года. Проект «Ямал СПГ» был запущен с оценочной стоимостью порядка 27 млрд долларов. Производственная мощность завода составляет 16,5 млн тонн СПГ в год, разделенных на три технологические линии по 5,5 млн т каждая. Завод достиг своей проектной мощности к 2019 году, и на сегодня продукция «Ямал СПГ» экспортируется в целый ряд стран, включая Китай и страны АТР. Продукция транспортируется через порт Сабетта с использованием ледокольного флота, построенного для преодоления суровых условий Арктики. Около 80 % продукции экспортируется в Азию, из которых значительная часть поступает в Китай [7, 8].

С самого начала своей реализации проект производства СПГ на Ямале сталкивался с вызовами, включая удаленное местоположение, суровые климатические условия и необходимость создания уникальной инфраструктуры, адаптированной к ним. В связи с санкциями, введенными против России в 2014 году, проект оказался в ситуации ограниченного доступа к западным технологиям и финансированию, что усилило роль Китая как ключевого партнера и инвестора, который сыграл важную роль в реализации проекта «Ямал СПГ» благодаря существенным инвестициям, поставкам оборудования и предоставлению технологических решений.

В 2013 году Новатэк заключил соглашение с Китайской национальной нефтегазовой корпорацией (CNPC), которая приобрела 20 % долю в проекте, став одним из его крупнейших акционеров наряду с российскими и французскими партнерами. Позже, в 2015 году, Фонд Шелкового пути — китайский инвестиционный фонд, созданный для финансирования проектов в рамках инициативы «Один пояс, один путь», — также вошел в проект, выкупив еще 9,9 % акций. Китайский Фонд Шелкового пути инвестировал около 1,2 млрд долларов в приобретение акций проекта, а CNPC обеспечил еще несколько миллиардов долларов в виде прямых (покупка 20 % акций) и кредитных инвестиций. Экспортно-импортный банк Китая и Банк развития Китая выделили кредиты в размере 11,4 и 1,63 млрд долларов соответственно сроком на 15 лет [9]. Эти инвестиции стали критически важными для проекта, особенно после введения западных санкций, позволив компенсировать дефицит западного финансирования.

Помимо активного финансового участия в реализации проекта китайская сторона также была задействована в разработке и поставке актуальных технологических решений для замены западных аналогов, ставших труднодоступными из-за введенных санкций. Для транспортировки СПГ из Арктики необходимо было разработать уникальные логистические решения, способные обеспечить стабильные поставки продукции даже в зимний период, когда акватория Северного Ледовитого океана покрыта льдом. Китайские верфи, включая компанию Hudong Zhonghua, построили ряд танкеров для транспортировки СПГ, способных преодолевать сложные ледовые условия и работать в экстремальных арктических температурах. Эти суда, оборудованные новейшими системами навигации и ледокольными установками, обеспечивают круглогодичную транспортировку газа из порта Сабетта по Северному морскому пути в Азию. Танкерный флот ледового класса стал жизненно важным компонентом проекта, поскольку он позволяет эффективно использовать СМП, сокращая время доставки СПГ на азиатские рынки. Китайские танкеры для перевозки СПГ стали важной альтернативой западным моделям, обеспечивая проекту автономность и независимость от санкционных ограничений.

Помимо поставки судов китайские партнеры осуществляют технологическое обеспечение по широкому спектру нужд проекта. С 2014 года китайская компания Offshore Oil Engineering исполняла подряд по производству модулей для проекта, в том числе ряд модулей для осуществления процесса сжижения газа. Китайские технологические предприятия (среди которых стоит отметить Qingdao Wuchuan, China Petroleum Offshore Engineering, Sinotrans, Offshore Oil Engineering [10]) были ответственны за производство 120 технологических модулей, строительство 6 судов и эксплуатацию 14 из 15 перевозчиков СПГ, задействованных в проекте [6]. Учанская корпорация судостроительной промышленности (дочернее общество China Shipbuilding Industry Corporation) отвечала за поставку технологических модулей для производства СПГ для проекта Ямал СПГ. В апреле 2016 года Учанской корпорацией для нужд проекта Ямал СПГ на были отправлены первые 2 модуля конденсации (оборудование, обеспечивающее конденсацию паров СПГ). В июне того же года компания осуществила вторую партию поставки технологических модулей. Всего компания поставила 6 модулей для производства СПГ.

Китайские партнеры не только помогли компенсировать нехватку западных технологий, но и способствовали развитию российского опыта в реализации крупных проектов в Арктике. Использование китайского оборудования и технологий помогло проекту «Ямал СПГ» адаптироваться к новым условиям санкционного давления, снижая зависимость от западных поставщиков и формируя новую модель технологической кооперации. Китайские технологии позволили проекту сохранить плановые объемы производства и экспортные обязательства, а также укрепить логистическую и навигационную инфраструктуру, что способствует долгосрочной устойчивости проекта [11]. Таким образом, «Ямал СПГ» стал успешным примером использования китайских технологий для преодоления санкционных ограничений, что позволило России развивать добычу и транспортировку природного газа в Арктике и поддерживать стратегическое партнерство с Китаем.

Модель технологического партнерства, реализованная в рамках проекта «Ямал СПГ», стала одним из основных механизмов, в рамках которого такое партнерство реализуется в других

совместных проектах. Процесс взаимодействия строился на закупке китайского оборудования и заключении контрактов на выполнение определенных строительных работ и услуг по эксплуатации. Китайские компании сами занимались проектированием, изготовлением и доставкой оборудования и строительных конструкций. Следует учитывать, что в условиях санкций Россия вынуждена была оперативно заменить западные технологии, и китайские компании предоставляли российским операторам готовые решения. Однако это не означало, что технологии передачи производства были открыты для российских специалистов. Вместо этого китайские компании сами контролировали производство оборудования и осуществляли его адаптацию под арктические условия [5]. Таким образом, можно сделать вывод, что на проекте «Ямал СПГ» технологический трансфер, подразумевающий передачу знаний и технологий российским партнерам, не осуществлялся в явном виде. Скорее проект был построен на схеме поставок готового оборудования и услуг китайскими подрядчиками.

Проект «Ямал СПГ» продемонстрировал, что российско-китайская модель сотрудничества в условиях санкционного давления и технологических ограничений может быть успешной и устойчивой. Однако для повторения этого успеха в будущем необходимо учитывать несколько ключевых рисков и особенностей проекта. В рамках проекта были выявлены как уникальные преимущества, так и потенциальные уязвимости, которые стоит рассмотреть при планировании следующих инициатив.

В первую очередь следует отметить особенности реализации данного проекта.

Учитывая, что вопрос поиска альтернативных технологий стал актуальным в 2014 году, когда проект активно готовился к реализации, особенностью его решения стал фактор оперативности. В связи с этим российскими операторами проекта не рассматривался вариант полноценного воспроизводства технологий на территории России, а российско-китайское технологическое партнерство строилось на закупках готовых решений у КНР. Тем не менее для многих актуальных и будущих проектов реализация данной модели в настоящий момент затруднена, в том числе из-за запрета на импорт технологий в Россию и риском попадания под санкции

для китайских производителей. Помимо этого, говоря о техническом аспекте данного проекта, следует отметить, что «Ямал СПГ» стал одним из самых масштабных прецедентов адаптации технологических решений к специфике арктических условий добычи, переработки и транспортировки; кроме того, его использование позволило наладить процесс двустороннего взаимодействия для разработки таких технологий [2].

Развитие СМП, поддержанное китайскими инвестициями в «Ямал СПГ», стало успешным, и эта модель может быть использована для будущих проектов. Открытие этого транспортного коридора показало возможность снижения как временных, так и финансовых издержек при организации логистики по данному маршруту [12]. Важно продолжать работу по улучшению навигационной инфраструктуры и строительству новых портов и ледокольного флота, чтобы обеспечить бесперебойные поставки продукции в Азию.

Китайский рынок стал основным потребителем СПГ, произведенного на «Ямал СПГ», что позволило создать стабильные долгосрочные контракты. Такая практика может быть применена и для будущих проектов, где заключение долгосрочных контрактов с азиатскими странами будет снижать рыночные риски и обеспечивать стабильность доходов. Заключение таких договоров также уменьшит зависимость от более волатильных европейских рынков и создаст устойчивые экспортные каналы в Азию.

Существуют некоторые риски, связанные с реализацией проекта.

Технологические риски: поскольку санкции ограничили доступ к западным технологиям, проект оказался сильно зависимым от поставок из Китая, которые заменили многие критически важные западные компоненты. Однако это создает технологическую зависимость от одного поставщика — китайских компаний, что увеличивает уязвимость проекта в случае изменения политической или экономической ситуации. Для будущих проектов важно рассмотреть возможность развития собственных технологий или диверсификации источников поставок. Это может включать кооперацию с другими азиатскими странами, такими как Индия, которые также обладают высоким технологическим потенциалом. Кроме того, одним из рисков

можно обозначить различия в технических требованиях в РФ и КНР, что создает дополнительную необходимость их взаимного согласования и утверждения, что дополнительно затрудняется с учетом стратегической значимости данного вопроса. Для будущих проектов возможно предусмотреть обязательную сертификацию оборудования через Институт нефтегазовых технологических инициатив (ИНТИ), который осуществляет унификацию и сертификацию нефтегазового оборудования. В связи с тем что участие в аналогичных иностранных институтах сертификации для российских компаний в данный момент затруднено, ИНТИ может предложить эффективную площадку для взаимодействия российских и китайских партнеров.

Финансовые риски: санкции также ограничили доступ к западным финансовым рынкам, что повысило значимость китайских инвестиций и кредитов. Китайские финансовые институты предоставили проекту «Ямал СПГ» средств на сумму около 12 млрд долларов. В долгосрочной перспективе такая финансовая зависимость от одного партнера увеличивает риски для устойчивости проекта, так как меняющиеся экономические условия или усиление контроля Китая над проектом могут привести к финансовым трудностям. Для будущих проектов будет целесообразно искать финансирование на других развивающихся рынках или через создание совместных фондов с партнерами по проекту. Кроме того, с учетом риска попадания под вторичные санкции многие представители банковского сектора отказываются от дальнейшего участия в реализации совместных с российскими партнерами финансовых цепочек, следует предусмотреть альтернативные способы проведения оплаты, в том числе в национальных валютах дружественных стран. Еще одним финансовым рынком, связанным с санкциями, может являться нарушение существующих цепочек сбыта (успешное налаживание которых стало одним из факторов финансового успеха «Ямал СПГ»). В отсутствие потенциальных покупателей аналогичные проекты рискуют получить существенные убытки.

Политические риски: Арктика является регионом, где интересы крупных держав все более пересекаются, и китайское участие вызывает неоднозначную реакцию среди арктических стран. К примеру, государства, входящие в Арктический совет, активно следят за китайским влиянием в регионе

и могут стремиться ограничить его присутствие через международные соглашения, что существенно затруднит развитие двухсторонних проектов и участие Китая в добыче и переработке углеводородов в регионе. Важным фактором, нарушающим устойчивость партнерства в рамках совместных проектов, выступает риск попадания под вторичные санкции, в связи с чем некоторые китайские компании могут отказаться от сотрудничества в российскими, чтобы не быть подвергнутыми ограничениям.

Экологические риски: природные условия в Арктике предъявляют строгие требования к безопасности производства и транспортировки СПГ, что требует устойчивого и экологически безопасного оборудования. Китайские технологии, предоставленные для «Ямал СПГ», доказали свою эффективность, но будущие проекты могут столкнуться с усилением экологических требований, как на международном, так и на внутреннем уровнях. В случае аварий или экологических инцидентов это может привести к значительным штрафам и санкциям со стороны международных организаций и повлиять на репутацию проекта [13]. Поэтому для следующих проектов будет важно инвестировать в инновационные экологически чистые технологии и разрабатывать аварийные планы для минимизации экологического ущерба.

Логистические риски: арктические маршруты, в том числе Северный морской путь, находятся в зоне сложной ледовой обстановки, и любое нарушение работы ледокольного флота может повлиять на регулярность поставок. В рамках «Ямал СПГ» проект успешно воспользовался китайскими танкерами, но на длительный срок будут необходимы инвестиции в развитие этого направления, строительство новых танкеров для дальнейшей эксплуатации СМП. В будущем стоит рассмотреть возможность расширения партнерства с другими странами для совместного строительства ледокольных судов и развития навигационной инфраструктуры.

## Выводы и заключение

На примере проекта «Ямал СПГ» показано, что российско-китайское сотрудничество в энергетической и технологической сферах может успешно функционировать в условиях санкционного давления и дефицита западных технологий [2]. Этот опыт подтверждает,

что Россия и Китай могут быть надежными партнерами, однако для устойчивого успеха будущих арктических проектов необходимо комплексно подходить к управлению рисками и учитывать условия, в рамках которых предстоит реализовывать совместные проекты.

Дальнейшее развитие сотрудничества требует более качественного подхода к модели технологического партнерства сторон, диверсификации партнеров с целью снижения комплекса рисков, возникающих в связи с существующим санкционным давлением.

## Литература

1. Сунь С. Российско-китайское арктическое сотрудничество в энергетической сфере: состояние, возможности, перспективы. Вестник Московского университета. Серия 25. Международные отношения и мировая политика. 2017;(2):134–169.
2. Зайков К.С., Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Сотрудничество России и Китая в Арктике в энергетической сфере: стратегический взгляд. Арктика и Север. 2024;(54):22–37. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.22>
3. Загорский А.В. Россия и Китай в Арктике: разногласия реальные или мнимые? Мировая экономика и международные отношения. 2016;60(2):63–71. <http://doi.org/10.20542/0131-2227-2016-60-2-63-71>
4. Журавель В.П. Развитие Северного морского пути: национальный и международный аспекты. Научно-аналитический вестник Института Европы РАН. 2019;(2):119–124. <http://doi.org/10.15211/vestnikieran22019119124>
5. Фу С., Малашенков Б.М. Новый путь китайско-российского энергетического сотрудничества в Арктике на примере «Ямал СПГ». Инновации и инвестиции. 2022;(12):42–46.
6. Митина Н.М., Сунь Х. Освоение Арктики как фактор экономического развития России и энергетической безопасности Китая. Государственное управление. Электронный вестник. 2020;(79):135–151. <http://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10052>
7. Балабаева А.М. Энергетическое сотрудничество РФ и КНР в Арктике. Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023;6-4(81):132–135. <http://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-6-4-132-135>
8. Лексютина Я.В. Производство и экспорт российского СПГ: роль и место Китая. Геоэкономика энергетики. 2022;(3):37–52. <http://doi.org/10.48137/26870703-2022-19-3-37>
9. Попова Э.А., Сизова Ю.С., Филатова А.А. Проект «Ямал СПГ» в контексте развития Северного морского пути. Международная торговля и торговая политика. 2020;6(2):103–116. <http://doi.org/10.21686/2410-7395-2020-2-103-116>
10. Журавель В.П. Проект «Ямал СПГ» - пример эффективного международного сотрудничества в освоении и развитии Арктики. Научно-аналитический вестник Института Европы РАН. 2018;(3):95–100. <http://doi.org/10.15211/vestnikieran3201895100>
11. Лексютина Я.В., Чжоу Г. Китай в российских арктических СПГ-проектах: мотивация участия, роль и результаты. Общество: политика, экономика, право. 2022;(2):12–16. <https://doi.org/10.24158/pep.2022.2.1>
12. Глумова Ж.Е. Сотрудничество России и Китая в нефтегазовой сфере на примере совместного газового проекта «Сила Сибири» и заполярного проекта «Ямал-СПГ». Российско-китайские исследования. 2019;3(2):35–41.
13. Негреева В.В., Лбаркина Д.В. Ямал СПГ: новые риски и возможности российского ТЭК в Арктике. Экономика и экологический менеджмент. 2016;(4):88–94. <http://doi.org/10.17586/2310-1172-2016-9-4-88-94>

## References

1. Sun S. Russian-Chinese Arctic cooperation in the energy sector: state, opportunities, prospects. Lomonosov World Politics Journal. 2017;(2):134–169. (In Russ.).
2. Zaikov K.S., Spiridonov A.A., Fadeev A.M. Cooperation between Russia and China in the Arctic Energy Sector: A Strategic Perspective. Arctic and North. 2024;(54):22–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.22>

3. Zagorsky A.V. Russia and China in the Arctic: Real or Alleged Disagreements? *World Economy and International Relations*. 2016;60(2):63–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2016-60-2-63-71>
4. Zhuravel V.P. Development of the Northern Sea Route: national and international aspects. *Scientific and Analytical Herald of IE RAS*. 2019;(2):119–124. (In Russ.). <http://doi.org/10.15211/vestnikieran22019119124>
5. Fu S., Malashenkov B.M. A new way of Chinese-Russian energy cooperation in the Arctic on the example of Yamal LNG. *Innovations and Investments*. 2022;(12):42–46. (In Russ.).
6. Mitina N.M., Sun H. Arctic Exploration as an Element of Russia's Economic Development and China's Energy Security. *Public Administration. E-journal*. 2020;(79):135–151. (In Russ.). <http://doi.org/10.24411/2070-1381-2020-10052>
7. Balabaeva A.M. Energy cooperation of the Russian Federation and China in the Arctic. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023;6-4(81):132–135. (In Russ.). <http://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-6-4-132-135>
8. Leksyutina Ya.V. Production and export of Russian LNG: the role and place of China. *Geo-economics of Energetics*. 2022;(3):37–52. (In Russ.). [http://doi.org/10.48137/26870703\\_2022\\_19-3-37](http://doi.org/10.48137/26870703_2022_19-3-37)
9. Popova E. A., Sizova Y. S., Filatova A. A. The Yamal LNG project in the context of the development of the Northern Sea Route. *International Trade and Trade Policy*. 2020;6(2):103–116. (In Russ.). <http://doi.org/10.21686/2410-7395-2020-2-103-116>
10. Zhuravel V.P. The Yamal LNG project is an example of effective international cooperation in the development and development of the Arctic. *Scientific and Analytical Herald of IE RAS*. 2018;(3):95–100. (In Russ.). <http://doi.org/10.15211/vestnikieran3201895100>
11. Leksyutina Ya.V., Zhou G. China in Russian Arctic LNG projects: motivation for participation, role and results. *Society: Politics, Economics, Law*. 2022;(2):12–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.24158/pep.2022.2.1>
12. Glumova Zh.E. Cooperation between Russia and China in the oil and gas sector on the example of the joint gas project «Power of Siberia» and the polar project «Yamal-LNG». *Russian-Chinese Studies*. 2019;3(2):35–41. (In Russ.).
13. Negreeva V.V., Abarkina D.V. Yamal LNG: new risks and opportunities of the Russian fuel and energy complex in the Arctic. *Economics and Environmental Management*. 2016;(4):88–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/2310-1172-2016-9-4-88-94>

## Сведения об авторах

**Афанасьев Сергей Николаевич** — студент магистратуры Высшей школы производственного менеджмента, профессор, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» 192288, Россия г. Санкт-Петербург, ул. Ярослава Гашека, д. 24, корп. 1, кв. 89  
ORCID: 0009-0000-4777-3295  
тел.: +7 (911) 119-67-77  
e-mail: [sergeyafno@gmail.com](mailto:sergeyafno@gmail.com)

**Фадеев Алексей Михайлович** — профессор Высшей школы производственного менеджмента, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0000-0002-3833-3316  
ID РИНЦ: 614337  
тел.: +7 (931) 362-05-46  
e-mail: [alexfadeev79@gmail.com](mailto:alexfadeev79@gmail.com)

## Information about the authors

**Sergei N. Afanasev** — Graduate Student, Higher School of Industrial Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University  
192288, St. Petersburg, 24 Yaroslav Gashek str., fl. 89  
ORCID: 0009-0000-4777-3295  
tel.: +7 (911) 119-67-77  
e-mail: [sergeyafno@gmail.com](mailto:sergeyafno@gmail.com)

**Alexey M. Fadeev** — Professor, Higher School of Industrial Management, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia  
ORCID: 0000-0002-3833-3316  
RSCI ID: 614337  
tel.: +7 (931) 362-05-46  
e-mail: [alexfadeev79@gmail.com](mailto:alexfadeev79@gmail.com)

### **Вклад авторов**

**Афанасьев Сергей Николаевич** — написание статьи, корректура статьи.

**Фадеев Алексей Михайлович** — написание статьи, корректура статьи.

### **Authors' contributions**

**Sergei N. Afanasev** — writing an article, proofreading the article.

**Alexey M. Fadeev** — writing an article, proofreading the article.

УДК 550.8.053

ББК 26.38

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-42-58>



# Комплексный подход к оценке хвостохранилищ обогатительных производств как вторичных месторождений

Табакаев Н.М.<sup>1</sup>✉, Табакаев Г.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Металлургия редких металлов», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, Россия

✉ [tabakaevn@mail.ru](mailto:tabakaevn@mail.ru)

**Аннотация.** Из всего многообразия отходов горно-металлургических производств выделены хвостохранилища, составляющие до 70 % этих отходов. Приведены данные по положительному опыту использования этих отходов на примере Ковдорского ГОКа (Мурманская обл.) и хвостохранилищ Норильского ГМК (Красноярский край). Даны примеры неудач. Приведены общие сведения по обследованию ряда хвостохранилищ Средней Азии, Северного Кавказа, Урала. По полученным результатам даны рекомендации по методам изучения таких природных объектов, техническим средствам их опробования. Сделан вывод о перспективности вовлечения этих объектов во вторичную переработку. Предназначено для геологов, металлургов, обогатителей, экологов.

**Ключевые слова:** вторичные минеральные ресурсы, хвостохранилища, методы средства исследований

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Табакаев Н.М., Табакаев Г.Б. Комплексный подход к оценке хвостохранилищ обогатительных производств как вторичных месторождений. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):42–58. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-42-58>

## Integrated approach to assessment of tailing dumps of processing plants as secondary deposits

Nikolay M. Tabakaev<sup>1</sup>✉, German B. Tabakaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Metallurgy of Rare Metals, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia

✉ [tabakaevn@mail.ru](mailto:tabakaevn@mail.ru)

**Abstract.** Tailing dumps account for up to 70% of all waste produced by mining and metallurgical industries. In this article, we discuss the positive experience of using this type of waste at the Kovdorsky GOK (Murmansk Oblast, Russia) and the Norilsk Nickel MMC (Krasnoyarsk Krai, Russia), along

with the examples of negative experience. Survey data on a number of tailing dumps in Central Asia, the North Caucasus, and the Urals is provided. On the basis of the results obtained, recommendations are formulated regarding methods and technologies for investigating such objects. The conclusion is made about the prospects of involving tailing dumps in recycling. The presented information may be useful for specialists in the fields of geology, metallurgy, ore beneficiation, and environmental protection.

**Keywords:** secondary mineral resources, tailing dumps, research methods

**Conflict of interest:** the authors report no conflict of interest.

**For citation:** Tabakaev N.M., Tabakaev G.B. Integrated approach to assessment of tailing dumps of processing plants as secondary deposits. *Arctic and Innovations*. 2025;3(1):42–58. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-42-58>

## Введение

В настоящее время в силу климатических изменений, особенно сильно выраженных в арктических зонах Земли, меняется направленность изучения и освоения приполярных территорий. Все более востребованными становятся знания, связанные с использованием ресурсов Арктического бассейна.

Отметим наиболее известные и обрабатываемые в арктической зоне РФ минеральные ресурсы.

На севере Якутии находятся два уникальных рудно-россыпных района: Северо-Янский (Якутия) и Пыркакайский (Чукотка). В 90-е годы добыча олова из рудных месторождений и россыпей в этих районах достигала 15 тыс. т в год, попутно добывалось около 2 тыс. т вольфрама. Часть этого месторождения уходит на шельф в Чаунскую губу. Из наиболее крупных и известных предприятий по первичной переработке этих руд являлся Депутатский ГОК, работа которого в 90-е годы была прекращена из-за логистических и финансовых проблем. Открывающиеся в связи с потеплением Арктики перспективы судоходства должны дать новый импульс освоению этого месторождения.

В РФ более 30 % активных запасов меди сконцентрировано в месторождениях Норильского рудного района: Октябрьском (более 22 % российских запасов меди) и Талнахском (11,6 %). Месторождение Октябрьское не имеет аналогов в мире по качеству и объему медных руд. Большая часть добываемых руд перерабатывается на месте.

Ковдорское месторождение Мурманской области дает в год до 5,7 млн тонн железной

руды, 2,7 млн тонн апатитов, 8,85 тыс. тонн бадделита.

В 90-е годы Ловозерский ГОК (Мурманская область) был остановлен, а он был единственным предприятием в РФ, добывающим лопарит, из которого извлекали тантал, ниобий, титан и производили коллективный концентрат других редкоземельных металлов. Сейчас Госкорпорация «Росатом» вновь запускает производство редкоземельных металлов, так необходимых стране и закупаемых большей частью за границей. В основе этого производства стоит запуск Ловозерского ГОКа.

Мы отметили месторождения арктической области РФ, активно вовлеченные в переработку и производящие большое количество отходов обогащения в виде хвостов, содержащих значительное количество неизвлеченных полезных компонентов.

Проблема накопления отходов горнорудной промышленности не нова. Объемы и места накопленных отходов достаточно полно приведены в работе И.В. Петрова [13]. На конец 2017 г. общий объем отходов горного производства составлял 38,1 млрд тонн с ежегодным увеличением на 4–5 млрд тонн. Это составляет примерно 90 % твердых отходов промышленности РФ.

С середины 80-х годов прошлого века появились работы по изучению отходов металлургических и обогатительных производств с целью вовлечения их во вторичную переработку. Первые практические работы по оценке отходов как техногенных месторождений (ТМ) относятся к второй половине 80-х годов прошлого века. Инициатором этих работ был член-корреспондент АН СССР В.И. Ревнивцев, научным руководителем — д. г.-м. н. профессор А.Н. Павлов.

Появились попытки систематизировать проблему (А.Н. Павлов [12], И.В. Петров [13] Быховский [2]). В работе А.Н. Павлова впервые сформулирована идея создания государственного кадастра ТМ. Недостатком данного предложения, на наш взгляд, является недооценка правовых аспектов освоения ТМ. Это было хорошо для советского времени, когда недра и ресурсы принадлежали государству. В настоящий момент большинство предприятий находятся в частой собственности и, соответственно, все, что связано с отходами, находится на балансе предприятия. Без соответствующих допусков и разрешений невозможно заняться оценкой и вовлечением ТМ любого предприятия в переработку. Для того чтобы эти месторождения были поставлены на баланс предприятий, а затем учтены государством, необходима соответствующая правовая база. Предприятия должны быть заинтересованы в исследовании того, что у них стоит на балансе, а государство должно ввести поощрительные меры. Правовые вопросы, связанные с ТМ, подробно изложены в работе [14]. В этой же работе приведены положения местного кадастра предприятий горно-металлургической отрасли Кольского полуострова и описан опыт освоения хвостохранилищ Ковдорского ГОКа. Это, пожалуй, один из немногих известных примеров успешной разработки ТМ, не относящихся к благородным металлам. В то же время освоение хвостов обогатительного производства Ковдорского ГОКа происходило по принципу «есть хвосты со значительным содержанием ПК согласно балансу производственного цикла, они лежат в известном месте, разбурим и наметим способы вовлечения их во вторичную переработку». Мы же в своих работах были нацелены на выяснение условий формирования зон повышенных ПК, прогнозирование этих зон и оценку их через статистические методы. На этой основе можно принимать решение о вовлечении того или иного хвостохранилища во вторичную переработку с получением объема выемки и его качества.

Ежегодный прирост отходов в виде хвостов только в цветной металлургии РФ составляет до 400 млн тонн, а это примерно, 70 % от всех отходов горнорудной промышленности. Наибольшие накопления хвостов в РФ отмечаются на Гайском, Норильском, Салаирском, Учалинском и Солнечном ГОКах.[1, 12]. Таким образом, мы прихо-

дим к выводу, что проблема исследования и дальнейшей утилизации хвостов должна рассматриваться гораздо шире, чем только для арктических районов РФ.

По некоторым данным, до 60 % затрат по переработке минерального сырья, используемого в металлургии, ложится на поиск, разведку, доставку до обогатительных производств и его доведения до концентрата. Используемые ранее технологии (нередко и сейчас) не позволяли извлекать ПК в полной мере. По многим позициям извлечение составляло 60–70 %. Остальное вместе с хвостами обогащения уходит в хвостохранилища. Там по аналогии с россыпными месторождениями остатки минералов должны были распределяться по фракциям или гидравлической крупности в определенных местах, создавая участки повышенной концентрации ПК.

В некоторых случаях (Карагайлинский ГОК, Казахстан) ситуация была парадоксальной. Полученный в результате обогащения баритовый концентрат складировался в отдельном хвостохранилище на случай аварийной остановки комбината или сбоя в качестве сырья. За невыполнение плана в условиях плановой экономики СССР могли наказать, и этот концентрат состоял на отдельном учете. Такого материала с содержанием барита 70–80 % накопилось целое хвостохранилище. Конечно, со временем в нем могли произойти различные геохимические процессы, но факт остается фактом — существует целое хвостохранилище с почти кондиционным концентратом, готовым к доводке до сбытовых показателей при небольших затратах.

Большинство положительных примеров работы с отходами горнорудной промышленности относится к металлам платиновой группы (МПГ), золоту и серебру [1]. В районе г. Норильска в течение ряда лет ГК «Рутений» по гравитационной технологии ведет отработку современной техногенной россыпи МПГ и золота по реке Щучьей, в верховьях которой находится склад отвалных хвостов Норильской обогатительной фабрики. Содержание МПГ в россыпи в 2–3 раза больше, чем в хвостах, и достигает иногда десятков граммов на тонну (до 66,6 г/т рутения, 77,8 г/т палладия и 18,6 г/т золота). Применяемая гравитационная схема обогащения включает дезинтеграцию, классификацию

и дополнительную дезинтеграцию в скруббере, получение первичного концентрата с помощью виброцентробежных и центробежных сепараторов, доводку полученного промпродукта до требуемых параметров. Извлечение МПГ составляет в среднем 59 %, колеблясь от 25 до 67 % [17].

Известны результаты технологических испытаний центробежных сепараторов для переработки техногенных отвалов, которые показали возможность получения богатого концентрата, содержащего МПГ в количестве до 20 кг/т [5].

В горно-металлургическом комплексе «Норильский никель» (ГМК «НН») разработана технология доизвлечения МПГ из хвостов Норильской обогатительной фабрики методом магнитной сепарации. Из пульпы выделяют магнитные концентраты, извлечение суммы платины, палладия, рутения и золота в которых колеблется в пределах от 20 до 40 %. Для дальнейшей переработки получаемых магнитных концентратов предложена плавка на штейн в присутствии древесного угля. Также существует возможность направлять их в технологическую цепочку Никелевого завода как частичного заменителя песчаника на рудно-термической плавке [21].

По проекту ЗАО «Механобр Инжиниринг» (СПб) пульпу хвостохранилища ГМК «НН» с содержанием 20 % твердого вещества подвергают классификации с выделением материала крупностью  $1,2 \text{ мм} \pm 0,25 \text{ мм}$ , который затем поступает на обогащение в концентраторах «Knelson». Извлечение платины из песковой фракции текущих хвостов обогащения вкрапленных руд составляет 40 % при выходе гравиконцентрата 0,4 %. Предусматривается гравиконцентрат с содержанием благородных металлов 4 кг/т и более перерабатывать в металлургическом цехе, а ниже 4 кг/т — в составе шихты ряда операций пирометаллургического передела [18].

Нами был реализован проект получения редкого изотопа металла платиновой группы осмий 187 из промывных кислот Жезказганского медьзавода (Казахстан), а также солей серебра на комбинате «Южуралникель» (г. Орск) как побочного продукта при производстве никеля.

В то же время существует и негативный опыт работы с отходами. Нами были обследованы отвалы забалансовых руд Сала-

ирского рудника (Кузбасс) с содержанием в них золота до нескольких грамм на тонну. Была предложена схема кучного выщелачивания (цианирования), широко применяемая в Канаде. Для этой схемы на Салаире существовали почти идеальные условия: забалансовые руды были складированы в лога с глиняной подложкой, ширина логов была небольшая, и был хороший уклон. Предложение не пошло по экологическим соображениям, хотя с технологической точки зрения при правильной организации производства вред окружающей среде был бы минимальным. Сейчас рудоуправление ликвидировано, лога с забалансовыми рудами заросли травой и деревьями, а складированные руды подвергаются естественному выщелачиванию, что приводит в свою очередь к безвозвратным потерям благородных металлов.

Аналогичная ситуация сложилась и с отходами Кузнецкого металлургического комбината (Кузбасс, г. Новокузнецк). За многие годы работы на металлургическом комбинате скопилось около 3 млн тонн пылей доменного уноса. В середине 1980 годов под давлением экологов пыли были вывезены с территории комбината и ссыпаны в лога на расстоянии примерно 10 км от черты города. В пылях содержится до 6 % цинка и около 2–3 % индия с небольшим содержанием серебра. Нами была предложена схема освоения этого по сути месторождения. Она была проста: на месте расположения пылей построить цех по получению окатышей, которые готов был покупать Челябинский цинковый завод. Для вывоза окатышей необходима была временная железная дорога около 10 км длиной. Проект не состоялся ввиду отсутствия инвестора. Сейчас это месторождение, по сути, утеряно, так как не сохранились карты его местоположения и ушли с комбината люди, участвующие в этом проекте.

Хотелось бы привести еще один подобный пример, связанный с нашей работой в середине 2000-х годов. Речь идет о твердом осадке жидких стоков г. Санкт-Петербурга, поступающих на очистные сооружения, расположенные на о. Белый в устье р. Невы. После переработки этих жидких стоков твердый осадок вывозился в отстойники-чеки, расположенные в районе Пулковских высот. Обследование чековых хранилищ показало, что в твердой составляющей бытовых стоках

содержится ряд ценных металлов. Содержание серебра, например, достигает в осадках 1 кг/тонну. Это связано, по-видимому, с тем, что в процессе переработки фотоматериалов с них снимается серебросодержащий слой, который с растворами попадает в жидкие стоки и накапливается в илистых отложениях. Соответственно, с каждой сжигаемой тонны осадков можно получить при 75–80 % выходе до 800 грамм металла. Один из известных пирометаллургических способов выделения металлов в селективный концентрат из руды и ее отходов является перевод металлов в газовую фазу нагревом и дальнейшее улавливание таких газов специальными поглотителями. Существующие в городском хозяйстве печи по сжиганию твердых бытовых отходов (печь с так называемым «кипящим слоем») позволяет серебро перевести в газовую фазу, отвести эти газы в специальные поглотители-фильтры, уловить их и выделить в концентрат, имеющий коммерческую ценность. Подобный опыт может быть применен и на других станциях сжигания твердых осадков, полученных при переработке жидких городских стоков. По литературным данным, такая проблема стоит перед любым мегаполисом как у нас, так и за рубежом. Проект не пошел из-за организационных трудностей. Печи сжигания твердой части жидких стоков р. Невы стоят на балансе АО «Водоканал», который эксплуатирует их на основе соглашения со странами Балтийского бассейна. По этой причине они не могут вносить конструктивные изменения в печи, что привело бы к потере гарантийных обязательств перед их поставщиками из Балтийских стран.

## Результаты исследований

Приведенные примеры относятся к способам получения редких и рассеянных металлов из различных видов отходов. **Анализируя публикации по данной тематике за прошедшие несколько десятков лет, мы пришли к выводу об отсутствии исследований по закономерностям формирования отходов как месторождений, способам оценки запасов, построению математических моделей, на основе которых можно было принимать решения по их оценке и освоению.** По сути, чтобы начать освоение ТМ не только на применяемых на конкретном комбинате технологий, но и с помощью наилучших доступных технологий (НДТ), надо знать, как ПК рас-

пределяется по телу хвостохранилища, где находятся его основные запасы, подсчитать объем запасов, годных к вовлечению во вторичную переработку как с точки зрения известных технологий, так и по их вещественной структуре, которая претерпела изменения под влиянием внешней среды и внутренних физико-химических процессов. Это относится как к МПГ, так и к другим минеральным ресурсам. Поэтому мы считаем необходимым все полученные ранее результаты перенести в сегодня в электронном виде для общего использования. Опыт, наработанный по методам, техническим средствам и полученным результатам может пригодиться в будущих исследованиях.

В конце 1980-х годов сотрудниками института Механобр и Горного института (г. Ленинград) в рамках договорных тем провели обследование ряда хвостохранилищ Северного Кавказа (Нальчикский ГМЗ), Южного Урала (Орск, Бурибай), Казахстана (Карагайлинский ГОК) и Узбекистана (Ингичкинский ГОК и Койташский ГОК). Были привлечены архивные данные по хвостам АО Апатит, Курской магнитной аномалии, Иршанского ГОКа, Депутатского ГОКа. В разное время и в разной степени в работах участвовали сотрудники Горного института им. Г.В. Плеханова (СПбГУ): д.г.-м.н. профессор А.Н. Павлов, к.г.-м.н. асс. М.Н. Остроумов, м.н.с. Э.Л. Каменецкая, м.н.с. Л.А. Костюк, к.г.-м.н. доцент К.В. Кистеров, к.г.-м.н. н.с Ч.С. Соболев. Со стороны института Механобр Минцветмета СССР — Г.А. Митенков, Н.Г. Тимофеев, В.Н. Шевков, В.В. Тишин (звания и должности приведены на момент осуществления работ). Их инициатором был И.Ш. Сатаев, зам. директора института Механобр. Общее научное руководство и научное сопровождение работ осуществлял д.г.-м.н. профессор А.Н. Павлов.

На этих предприятиях были проанализированы материалы учета и контроля сбрасываемых хвостов, а также данные по инструментальным замерам на хвостохранилищах (высотные отметки на разные периоды намыва, данные по бурению в пляжной зоне, проведенные по нашему заданию). Нашими силами были отобраны поверхностные до 0,5 м пробы по сетке 1:2000 (на некоторых хвостохранилищах 1:5000). В пляжной зоне пробурены заверочные скважины переносными буровыми установками с послойным

через 0,5 м отбором проб. Все пробы в лабораторных условиях были проанализированы на гранулометрический состав, минералогию и вещественный состав. Были проведены работы по физическому моделированию хвостохранилищ на специально сконструированной установке. Проанализированы различные математические модели, описывающие сходные процессы в смежных научных областях. Результаты этой работы были подробно изложены в научно-технических отчетах [6–9].

Ученые кафедры динамической и морской геологии Ленинградского Горного института (СПбГУ), в том числе один из авторов этого труда, долгое время занимались исследованием динамики морских берегов и имели определенный опыт, выраженный в статьях и диссертациях. Это позволило нам заняться данной тематикой. Формирование тела хвостохранилища рассматривалось как объект ускоренного формирования дна мелководного водоема при одном или нескольких источниках поступления в него пульпы, то есть смеси воды и твердого измельченного материала различных фракций. Эти процессы очень близки динамике приустьевых участков морских берегов.

С точки зрения геологии процесс намыва хвостохранилищ во многом похож на хорошо изученный в седиментологии процесс образования рыхлого осадка с поправкой на особенности формирования хвостохранилищ — смена места и условий подачи рыхлого материала в бассейн. Ввиду незначительности этих отличий ими можно пренебречь или рассматривать их как уточняющие условия. В общем случае в зависимости от конкретного хвостохранилища геологической моделью этого процесса может служить субаквальное или субаэральное осадконакопление. Возможно также использование моделей осадкообразования для временных потоков и образование конусов выноса для делювиально-пролювиальных шельфов.

Основной задачей при изучении закономерностей формирования подобных геологических образований является понимание закономерностей сортировки рыхлого материала и его дифференциация в ходе транспортировки. Существует два направления исследований, которые развивались практически независимо друг от друга: в ги-

дродинамике и инженерной геологии — изучение процесса переноса частиц, влияние на него динамики водной среды и изучение вещественного состава природных осадкой; в литологии — реконструкция условий образования.

Сложившаяся со временем разобщенность этих исследований явилась основной причиной отсутствия единого подхода к созданию прогностической модели нашего процесса. Попытки создания общей теории предпринимались, но не привели к желаемым результатам [15, 16]. Задача сводилась к поиску обобщенной характеристики, основанной на обоих подходах и обладающей следующими свойствами:

1. Она должна отражать динамику среды осадкообразования и ее изменчивость во времени.
2. Должна описывать особенности возникающего осадка (желательно основного полезного компонента).
3. Должна иметь вероятностный характер даже при стационарном режиме осадконакопления.

Последнее условие является необходимым для разработки вероятностной модели осадкообразования для выбранного момента времени. В то же время изменчивость динамических условий осадкообразования первого условия дает основание для построения модели случайного процесса, где время рассматривается одним из параметров процесса.

Второе условие отражает прикладную направленность моделирования, которая нужна для решения именно нашей задачи.

Подобные задачи начали рассматривать в литологии довольно давно [15]. Основано оно на представлении, что при любой сложности конкретных условий осадкообразования процесс седиментации всегда сопровождается сортировкой рыхлого материала по тем или иным признакам. Степень сортировки по некоторым характеристикам может рассматриваться как обобщенная характеристика условий образования (динамики среды осадкообразования). Это принципиальное положение может использоваться в качестве связующего звена,

объединяющего два рассмотренных выше направления исследований. Тот факт, что это направление до конца не было реализовано, связан со многими причинами, главные из которых следующие.

1. На степень сортировки осадка, связанную с динамикой среды, постоянно накладывается неоднородность материала, поступающего в бассейн накопления материала. Разделить эти причины весьма сложно.

2. Ярко выраженный фундаментальный характер исследований приводил к попыткам охватить все многообразие характеристик осадка и среды осадкообразования для создания обобщенной генетической модели. Анализ проблемы с выделением главных компонент процесса практически не проводился. Здесь сказалась свойственная фундаментальным геологическим дисциплинам недооценка специфической роли прикладных задач.

3. Непонимание при выделении конкретных физических характеристик для изучения неоднородности или степени сортировки осадка. Статистическая проблема степени сортировки материала оказалась не такой простой для решения.

При осадкообразовании в хвостохранилищах две первые причины уже не играют той роли, которую они играли в литологии, так как степень сортировки осадка, подаваемого в хвостохранилище по пульпопроводу, может быть изучена с высокой степенью точности, а прикладной характер задачи сам по себе определяет направление исследований. Здесь все же следует отметить, что задача несколько изменится, так как в нашем случае надо скорее всего изучать не степень неоднородности осадка, а убывание степени неоднородности первичного материала в направлении его движения. Это приводит к определенному усложнению приемов исследования.

Выбор метода исследования значительно упрощается по сравнению с литодинамическим подходом. Теперь центральным становится вопрос о выборе изучаемой характеристики осадка, которая отражала бы динамику процесса накопления рыхлого осадка и в то же время могла бы использоваться для прогнозирования возникающих концентраций полезного компонента.

В качестве такой характеристики в литодинамике обычно используют данные о крупности частиц осадка и рассматривается корреляция параметров крупности с концентрациями полезного компонента. Именно поэтому изучение распределения массы осадка по крупности частиц уже много лет остается главным предметом исследований в этой области геологии.

Классическим результатом применения подобного подхода является генетическая диаграмма Л.Б. Рухина [16], разделяющая пески морского, аллювиального и эолового генезиса по соотношению центра и среднеквадратического отклонения распределения массы осадка по крупности частиц. Однако наличие на диаграмме «поля неопределенности» указывает на определенный дефект такого подхода. Многочисленные проверки предикторской силы диаграммы Л.Б. Рухина, проводившиеся на осадках известного генезиса, обнаружили слабую подтверждаемость первоначально выделенных полей границ, что послужило основанием для разработки многочисленных в основном двумерных диаграмм, оперирующих иными статистическими характеристиками. Среди них встречаются такие экзотические подходы, как сравнение асимметрии и эксцесса того же распределения или использование различных его процентилей. Остаются в практике исследований и одномерные характеристики, такие как средняя крупность, медианная крупность и их комбинированные характеристики. С течением времени стало очевидным, что это направление в методологическом отношении зашло в тупик. Применение все новых характеристик лишь усложняло задачу. Новые методы подтверждались лишь на том материале, на котором были разработаны. Объективное сопоставление результатов, полученных разными методами, не приводило к однозначным результатам. Достаточно полное описание и анализ этого методологического тупика дан С.И. Романовским [15].

Для понимания причины этой ситуации надо вспомнить, что гранулометрический анализ рыхлого материала, а на языке статистики это анализ распределения массы рыхлого материала по крупности частиц, является довольно старым методом исследования в литологии. Простота и высокая

надежность данных ситового анализа привела к сосредоточению большинства исследований на этом техническом методе. Появились более совершенные методы ситового анализа — более детальные ситовые колонны, грохота различных модификаций, наборы щелевых сит, позволяющие судить о некоторых особенностях формы частиц. Как это часто бывает, ведущее техническое направление исследования частиц стало тормозом в развитии методологии исследований, перекрыв дорогу появлению принципиально новых подходов.

В основе анализа распределения массы осадка по крупности частиц нигде явно не сформулированное представление о том, что именно крупность частиц является главным фактором, определяющим особенности формирования осадка. Именно на этом соображении основаны классические схемы убывания крупности частиц при удалении от береговой линии и многие другие схемы фациальной изменчивости. Однако это представление является лишь приближенным. Уже Дж. Гриффитс отмечал, что уплощенные зерна таких тяжелых минералов, как золото, в процессе осадочной дифференциации могут вести себя так же, как зерна циркона той же крупности [2]. Это означает, что помимо крупности зерен кластического материала следует учесть еще по крайней мере два фактора: особенности форм зерен и плотность материала. Влияние этих факторов сопоставимо с крупностью зерен, а при изучении минералов высокой плотности может стать главным [10]. Методологическая ошибка, связанная с попытками уточнения характеристик распределения массы осадка по крупности частиц, становится понятной. Метод носит приближенный характер и предназначен лишь для выявления некоторых довольно общих закономерностей. Техника же расчетов направлена на повышение точности статистических оценок за пределами физической сущности метода.

На первый план, таким образом, выдвигается поиск иной характеристики осадков, более точно отражающей поведение зерен кластического материала в процессе осадочной дифференциации. Искомая характеристика должна отражать размер зерен, их плотность, особенности формы, возможно, и другие особенности, существенные для процесса осадочной дифференциации.

Попробуем использовать в качестве такой характеристики гидравлическую крупность  $W$ , определяемую как скорость падения зерна в невозмущенной водной среде. Эту характеристику ввел Р. Стокс. По нашему мнению, она весьма полно удовлетворяет нашим требованиям. В этом случае объект моделирования определяется как распределение массы осадка по гидравлической крупности  $W$ . Это направление исследований требовало создания специальных методов, которые были реализованы еще в 30-х годах прошлого века. Основаны они на регистрации скорости падения частиц в специальном столбе-кювете, наполненном водой. Многочисленные модификации таких приборов под названием фотоседиментографы выпускаются и в наше время. Следует обратить внимание на то, что ни один фотоседиментограф не используется для изучения распределения массы осадка по гидравлической крупности. Здесь сказались «методологическое давление» со стороны ведущего направления, в результате которого полученные данные без расшифровки пересчитывались в распределение массы по крупности частиц. Новый метод был использован для уточнения старого, то есть для перехода от изучения дискретных распределений массы по крупности частиц, что характерно для ситового анализа, к более точному изучению дифференциальных распределений. Понятно, что принципиально новых данных на этом пути получить нельзя. Все опять сводится к техническому уточнению результатов метода, который носит приближенный характер. При этом повышение точности оценок находится за пределами точности метода. Справедливости ради стоит отметить, что во многих технических приложениях (определение степени истирания, крупность частиц порошков и суспензий) применение фотоседиментографа вполне оправдано.

Наш выбор моделируемой характеристики осадка определяется однозначно: необходимо исследовать распределение массы частиц по их гидравлической крупности. В качестве показателя неоднородности этого распределения удобно использовать коэффициент вариации. Для реализации такого подхода необходимо усовершенствовать фотоседиментограф, приспособив его для этой цели. Необходимо также стандартизировать водную среду по вязкости, учитывающей температуру и минерализацию.

Существующие модификации электро-фотоседиментографов не предусматривают проведения прямых измерений гидравлической крупности. На известных установках, прежде чем произвести запись, необходимо взмучиванием суспензионной смеси добиться равномерного распределения частиц по всему объему жидкости в кювете. После этого включается регистратор и фиксируется скорость осаждения частиц в виде кумулятивной кривой. Скорость осаждения определяется по закону Стокса, а результаты вычислений выдаются в виде интегрального распределения массы осадка по его крупности. Диапазон исследуемых фракций, как правило, от 100 до 2 мкм. Так в основу ранее применяемых седиментационных методов заложен принцип интегрального анализа, заложенный в гидравлических методах.

В рамках выполнения задач по исследованию хвостохранилищ в Ленинградском горном институте (СПбГУ) на кафедре динамической и морской геологии был создан модифицированный электрофотоседиментограф [11]. Разработанное техническое решение позволило избежать перечисленных выше ограничений. Определение скорости осаждения частиц песчано-алевритового состава от 2 до 2000 мкм производится на этом приборе путем прямого измерения гидравлической крупности частиц.

На этом приборе было проведено более 300 анализов распределения по гидравлической крупности природных песчано-алевритовых осадков различного генезиса. Основные выводы следующие.

1. Распределение массы осадка по гидравлической крупности частиц характеризуется разрывными неоднородностями по крупности. Достаточно точно удалось выделить только одну границу, соответствующую крупности 100–125 мкм. Предположительно, она соответствует границе между ламинарным и турбулентным режимами переноса [3].

2. В однородной области определения зафиксирована близость распределения массы осадка по нормированной гидравлической крупности частиц к логнормальному распределению. Постоянной нормирования служит максимальное значение гидравлической крупности частиц в составе данного осадка.

3. Правило п. 2 остается действительным при выделении любой фракции осадка в пределах однородной области определения.

4. Коэффициент вариации распределения массы осадка по нормированной гидравлической крупности остается постоянным для любой подфракции в пределах однородной области определения и равным значению для всей области. Для оценки коэффициента вариации использовалась эффективная в условиях логнормального распределения формула  $C_v = \sqrt{e^{S^2} - 1}$ , где  $C_v$  — коэффициент вариации,  $S^2$  — оценка дисперсии распределения массы по логарифму гидравлической крупности, получаемая обычным для нормального распределения методом моментов.

5. При переходе через границу однородных областей определения коэффициент вариации указанного распределения резко меняет свое значение. Оценки коэффициента вариации для ламинарной области в 1,5–2,5 раза выше, чем для переходной области.

Полученные материалы дают возможность достаточно точно рассчитать прогнозные характеристики концентраций полезного компонента в теле хвостохранилища по исходным характеристикам сбрасываемой пульпы и эмпирическим определением коэффициента вариации тела хвостохранилища.

При обследовании хвостохранилищ ставилась задача создания отраслевой методики постановки этих отходов на баланс в общей сырьевой базе страны. Была установлена следующая последовательность действий.

1. Сбор и обработка данных по условиям сброса пульпы (места сброса, объемы, состав). Большинство предприятий ведет учет по условиям сброса пульпы и ее составу. Например, Нальчикский горно-металлургический завод (Северный Кавказ), Карагайлинский горно-обогатительный комбинат и др. На некоторых такие наблюдения отсутствуют (Койташский обогатительный комбинат, Узбекистан).

2. Отбор поверхностных проб по квадратной сетке с произвольным шагом.

3. Отбор проб по глубине с использованием метода шурфования и технических буровых устройств (по возможности, переносных

из-за слабой уплотненности твердой части хвостов).

4. Обработка полученных проб в лаборатории с получением их гранулометрического и вещественного (преимущественно полуколичественный спектральный анализ) составов. Использование известных в геологии математических моделей применительно к конкретным хвостохранилищам.

5. Выдача рекомендаций по разведке хвостохранилищ как месторождений минерального сырья. Рекомендации по сбросу пульпы и способам формирования самого тела хвостохранилища.

Основные цели разведки месторождений полезных ископаемых сводятся в общем случае к решению двух задач: подсчет запасов минерального сырья и построение вещественной структуры месторождений. Для решения этих задач с минимальными затратами необходимо априорное знание как о запасах, так и о их структуре. При обычных геологоразведочных работах эти знания получают вначале на стадии поисков, а потом на стадии предварительной разведки. Специфичность исследования хвостохранилищ состоит в том, что стадия поисков отсутствует и всю необходимую априорную для разведки информацию предполагается получать косвенным путем на основе данных по намыву. При этом имеется ввиду, что эти сведения по числу параметров и их качеству достаточны для получения на их основе предварительных представлений о запасах, пространственном размещении полезного компонента и его минералогической форме. В зависимости от того, насколько уверенно и достоверно, с какой степенью детальности нам удастся получить эти оценочные характеристики, разведка хвостохранилищ как месторождений может проводиться либо на уровне предварительной, либо на уровне детальной стадии.

Знакомство с хвостовыми хозяйствами ряда предприятий (Нальчикский ГМЗ, Кингисепп, Апатиты, Карагайлы ГОК, Иршанский ГОК, Курской магнитной аномалии, Депутатский ГОК) показало, что качество исходной информации по намыву варьирует в очень больших пределах: от практически полного ее отсутствия (Карагайлинский ГОК) до наблюдений систематических за весь период формирования хвостохранилищ (Иршан-

ский ГОК). Очевидно, что существуют и промежуточные варианты, тяготеющие, как правило, либо к первому, либо ко второму типу.

Для достаточно объективных априорных оценок по вещественной структуре и ожидаемым запасам того или иного полезного компонента в хвостохранилищах исходная информация по их формированию должна содержать в себе, по крайней мере, следующие сведения:

1. Соотношение жидкой и твердой фаз пульпы, сбрасываемой в хвостохранилище.
2. Вещественный и механический состав пульпы, ее кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
3. Временной режим сброса пульпы.
4. Места и направления сброса.
5. Начальный рельеф дна хвостохранилища.
6. Физико-механические характеристики подстилающей поверхности дна хвостохранилища.
7. Знание структуры баланса полезного компонента в технологической цепи рудник-фабрика-завод.

Когда такая информация является достаточно полной, схему использования хвостохранилища как техногенного месторождения можно рекомендовать в таком виде:

1. Сбор полной информации по намыву.
2. Оценка априорной статистической структуры запасов по содержанию полезного компонента в пульпе. Априорная оценка запасов. Контроль запасов по структуре баланса и технологической цепочке рудник — фабрика — завод.
3. Построение математической модели процесса осадконакопления в хвостохранилище. Проведение теоретических и лабораторных исследований.
4. Построение дискретной временной схемы намыва.
5. Построение на основе математической модели для каждого временного слоя

вещественной структуры и оценка для него ожидаемых запасов.

6. Построение схемы размещения буровых скважин и системы опробования в соответствии с требованиями детальной разведки и на основе численной структуры отложенных хвостохранилищ по полезному компоненту. Решение задач оптимизации.

В случае, когда начальная информация об условиях намыва хвостохранилища неполная или практически отсутствует, схема исследований имеет принципиально иную направленность, связанную с поиском известных природных аналогов:

1. Поверхностное опробование хвостохранилища в масштабе 1:2000 или 1:5000 (в зависимости от априорной оценки его структурной сложности)
2. Поиск природного аналога россыпного месторождения (аллювиального, дельтового, делювиального, прибрежно-морского, озерного и т. д.)
3. Разработка типовых признаков и построение по ним классификационного образа для каждого известного генетического типа россыпи (кластерный анализ).
4. Разработка сравнительного алгоритма, позволяющего новый неизвестный объект (в нашем случае хвостохранилище) отнести к одному из известных типов (задача распознавания образа).

Хвостохранилища намывного типа можно условно разделить на три составляющие части: прудковая зона, пляжная зона, переходная от пляжа к прудку зона. Для каждой зоны рекомендуются свои технические средства опробования и свои приемы. Для всех трех зон можно рекомендовать зимнее бурение по льду установкой СБУ-4. Трудности бурения такой установкой могут возникнуть при бурении со льда в прудковой и переходной зонах. Это связано с технологией бурения и заплыванием скважины ниже слоя промерзания.

Предлагаемые технические средства опробования хвостохранилищ следующие.

Пляжная зона — самоходные буровые установки типа СБУ УКБ, зондирование с отбо-

ром проб, шурфование, пробоотборники инжекторного типа для небольших (5–7 м) глубин опробования.

Переходная зона — зондирование с отбором проб, пробоотборник болотный, задавливаемый батометр-пробоотборник.

Прудковая зона — батометр-пробоотборник на базе батометра ГР-28, грунтовые трубки, сейсмоакустическое зондирование.

Для всех зон можно применить задавливаемый зонд на базе ПИКА-1V, геофизические неконтактные методы (на каждый вид металла отдельно), вибрационные пробоотборники.

Можно рекомендовать пробоотборник для полужидких и влагонасыщенных грунтов [19], разработанный нами в процессе исследования хвостохранилищ Карагайлинского ГОКа.

Предлагаемое оборудование заимствовано из других областей техники и направлений исследований и потому обладает рядом существенных ограничений. Так, бурение по льду установкой СБУ-4 не дает кондиционной информации. Это связано с наличием внутри мерзлого хвостохранилища разжиженных хвостов, которые не могут протолкнуть керн по буровой колонне, выталкиваются в стороны и потому не попадают в пробу, искажая тем самым представительность пробы по глубине.

Батометры-пробоотборники типа ГР-28 рассчитаны на работу в жидкой и сильно разжиженной среде. Задавливание их в грунт приводит к несрабатыванию запорного механизма.

Вибрационные пробоотборники малоэффективны на мощных хвостохранилищах, так как рассчитаны на небольшие глубины опробования. В то же время они требуют основательной энерговооруженности, которую сложно обеспечить в полевых условиях.

Оформленный в процессе работ в форме авторского свидетельства пробоотборник [19] может работать в любых условиях, но до глубины не более 7–8 метров. Он может отбирать фиксированную пробу на гарантированной глубине, что делает его уникальным в работе на небольших хвостохранилищах.

В то же время можно сделать вывод, что опробование хвостохранилищ и их разведка требует создания специальной техники или разработки геофизических методов дистанционного зондирования.

Особого внимания требует носитель бурового оборудования. Если по уплотненной части пляжа возможно применение самоходных установок желательно на гусеничном ходу, то по остальным зонам рекомендуется платформа на воздушной подушке. Такие платформы разработаны для бурения шельфовых областей.

Простым и доступным способом размещения бурового оборудования для отбора проб может быть платформа на основе металлических понтонов, соединенных между собой в единое основание. Эти платформы могут передвигаться от точки к точке с помощью направляющего троса, закрепленного на разных сторонах хвостохранилища, и лебедки для тяги платформы. Такие платформы-плотки применялись нами при прибрежных морских исследованиях шельфа Сахалина.

Опыт обработки материалов бурения на хвостохранилищах Карагайлинского ГОКа, Нальчикского ГМЗ, Мончегорского ГОКа, работы по определению послойного распределения полезного компонента в хвостохранилищах намывного типа Лебединского ГОКа, проводимые Белгородским ВИОГЕМОм, позволяют сделать вывод о том, что полезный компонент, как правило, образует довольно устойчивые и четко определяемые в пространстве зоны повышенной концентрации, контролируемые положением источника поступления пульпы. Это обстоятельство позволило сделать вывод, что на первой стадии исследований **поверхностное опробование** хвостохранилищ является достаточным для грубого оконтуривания зон, наиболее перспективных для вторичной переработки.

Отсюда можно предложить следующую схему опробования хвостохранилищ намывного типа при подходе к ним как техногенным месторождениям.

1. Отбор проб шурфованием глубиной до 0,5 м с поверхности хвостохранилища по сетке масштабом 1:5000.

2. На участках, прилегающих к источникам сброса пульпы, опробования следует сгус-

тить до масштаба 1:2000 или крупнее. Площадь таких участков определяется по результатам опробования в масштабе 1:5000.

3. В зонах повышенных концентраций полезного компонента дальнейшее опробование проводится на основе разведочного бурения. Число скважин определяется с помощью специального алгоритма, в котором контролирующим параметром является коэффициент вариации содержаний полезного компонента по результатам поверхностного опробования.

4. Для оптимизации работ по п.п. 1, 2, 3 необходимо создать информационно-поисковый мобильный комплекс, схема работы которого видится в следующей последовательности операций:

4.1. Пробы хвостов после их отбора в масштабе 1:5000 поступают в спектральную лабораторию комплекса и анализируются.

4.2. Результаты анализа поступают в память бортового компьютера и обрабатываются по программе кластерного анализа.

4.3. Принтер печатает карту-схему выделенных структур.

4.4. Карты-схемы интерпретируются в геохимической терминологии по специальной программе.

4.5. В пределах выделенных на основе опробования в масштабе 1:5000 зон повышенных концентраций и с учетом местоположений сброса пульпы проводится поверхностное опробование в более детальных масштабах 1:2000 или 1:1000 (в зависимости от величины факторной нагрузки и других показателей кластерного анализа).

4.6. Далее схема работ повторяется: спектральный анализ, обработка результатов, карта-схема концентраций полезного компонента, но уже в масштабе 1:2000 или крупнее.

4.7. По каждой зоне оценивается коэффициент вариации значений полезного компонента и в соответствии со специальным алгоритмом принимается решение о числе и положении буровых скважин в каждой выделенной зоне.

5. Информационно-поисковый комплекс все операции может проводить не только на основе результатов спектрального анализа, но и по данным гранулометрического и минералогического составов образцов. Этот усложненный вариант исследований позволит выделить информацию о связи элементного состава хвостов с минеральными формами и механическими фракциями осадков.

Отдельные части такой информационно-поисковой системы отработаны на хвостохранилищах Карагайлинского ГОКа.

Таким образом, просматриваются два пути опробования хвостохранилищ намывного типа как техногенных месторождений.

1. От математической модели формирования хвостохранилища к грубому оконтуриванию зон повышенной концентрации полезного компонента и заложению на этой основе разведочной сети.

2. Создание информационно-поисковой мобильной системы на базе спектрального, гранулометрического и минералогического экспресс-анализатора. В качестве исходной информации достаточно использовать данные поверхностного опробования.

По проведенным исследованиям сотрудниками института Механобр Минцветмет СССР и Горного института им. Г.В. Плеханова при участии автора этого труда был разработан «Проект отраслевой методики разведки и технологического опробования хвостохранилищ намывного типа» Л., 1988, Минцветмет СССР. В этом проекте были учтены и «Методические рекомендации по проведению разведочных работ и геолого-экономической оценке техногенных месторождений цветной металлургии», Москва — Алма-Ата, 1986, АН Каз. ССР, Институт горного дела.

Также было оформлено авторское свидетельство на устройство для складирования отходов рудообогащения, позволяющее на малых хвостохранилищах складировать отходы с одновременной выемкой обогащенных хвостов [20].

Главным вопросом определения промышленных перспектив вторичной переработки хвостохранилищ является проблема выбо-

ра кондиций. Вопрос чрезвычайно сложен и вряд ли может быть решен в этой работе на основе недостаточно большого количества исследуемых объектов. Однако некоторые выводы, сделанные при анализе структуры запасов хвостохранилищ, могут быть использованы в дальнейших работах. Рассмотрим это на примере хвостохранилищ Ингичке и Койташ как наиболее изученных нами объектов.

Уровень промышленных кондиций для вторичной переработки хвостохранилищ зависит, главным образом, от технологии переработки руд и обогатимости хвостов. Установленные при первичном анализе средние содержания полезного компонента являются достаточно надежными, погрешность их определения не превышает 10 % даже для хвостохранилища Койташ. Для Ингичке она еще ниже за счет хорошей выраженности в структуре запасов распределения с относительно высокими содержаниями. Если эти средние содержания окажутся экономически рентабельными для вторичной переработки, проблема дальнейшего выбора кондиций и подсчета запасов перестанет существовать. Но такое положение маловероятно. И потому особое значение приобретает проблема частичной переработки участков хвостохранилищ, а также проблема прогнозирования и выявления кондиционных объемов. Проблема выбора промышленных кондиций является более сложной с повышением кондиций, которое влечет за собой снижение количества кондиционных запасов, а это может привести, в свою очередь, к пересмотру кондиций. Для техногенных месторождений этот эффект выражен гораздо сильнее, чем для естественных.

Существенную помощь в решении этой проблемы может оказать дальнейшее изучение структуры запасов. Для хвостохранилища Ингичке, например, при кондиции 0,063 % мы сможем отработать 50 % накопленного рыхлого материала, но получим 69 % всех запасов. Такой подход в значительной мере облегчает экономическое прогнозирование результатов частичной отработки хвостохранилищ и позволяет с большей обоснованностью подойти к выбору кондиций. Только после решения этого вопроса можно будет на новой основе подойти к проблеме выбора плотности сети опробования.

Приведем данные о соотношении запасов, приходящихся на квартили объемов руд.

Процент богатейших объемов	Процент запасов	
	В среднем	Диапазон
25	40	41–39
50	66	69–64
75	86	88–84
Процент запасов	Процент в среднем	Диапазон объемов
25	14	13–15
50	35	35–45
75	61	59–63

Цифры показывают, что несмотря на различия в средних содержаниях, кумулятивное распределение в структуре запасов обоих хвостохранилищ определенным образом согласовано.

Обычной мерой изменчивости оруденения в рудной геологии служит коэффициент частотного распределения проб по содержаниям. Поскольку эта характеристика может быть вычислена для произвольного контура внутри месторождения, ее используют для сравнения пространственной изменчивости разных его участков. Была разработана программа для ЭВМ, позволяющая оценить основные характеристики частотного распределения проб по содержаниям для произвольно выбранного участка прямоугольной формы — среднее содержание, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации. Для каждого из двух исследуемых хвостохранилищ было выделено по пять частично перекрывающихся участков.

В процессе расчетов было установлено, что оценка коэффициента вариации в 9 случаях из 10 колеблется в пределах 22–33 %. С учетом общего характера полимодального распределения такое различие следует считать статистически незначимым. Это еще один факт сходства строения хвостохранилищ Ингичке и Койташ. Можно также предположить, что это значение коэффициента вариации содержаний является инвариантным, связанным с природой образующих хвостохранилище процессов. Это можно ожидать и на других хвостохранилищах такого типа.

Исключением из этого правила является юго-западный участок хвостохранилища Ингичке, где коэффициент вариации со-

держаний растет до 65 %. В этом районе сосредоточены все три пробы с содержанием ниже 0,015 % и четыре из пяти проб с содержанием выше 0,1 %, составляющие основу распределения. Если учесть, что средние содержания на всех 10 выделенных участках никак не коррелированы с оценками коэффициента вариации, а природные процессы могут идти только в сторону увеличения дисперсии, становится понятным, что именно юго-восточный участок хвостохранилища Ингичке является зоной наибольшего развития процессов вторичного преобразования содержаний полезного компонента. Таким образом, средний участок структур запасов с равномерным распределением содержаний, по вероятности, следует считать реликтовой зоной, связанной с первоначальным процессом намыва хвостохранилищ, отражающей технологические особенности процесса обогащения.

Полученный вывод важен также для определения перспектив отдельной отработки участков с повышенными содержаниями.

Приведенные выше положения относятся только к поверхностному слою, опробованному по определенной сетке. Заверочные скважины не позволяют в полной мере переносить приведенные выводы на глубину, хотя, скорее всего, закономерности распределения содержаний в погребенных слоях остаются теми же. Анализ данных по скважинам приводит к следующим заключениям.

1. Из семи скважин, пройденных в точках отбора поверхностных проб, две показали более высокое содержание, две — практически такое же, как на поверхности, три — более низкое, чем в заверяемых поверхностных пробах.

2. Скважины, пройденные на хвостохранилище Койташ, показали более низкое колебание содержаний, чем скважины на хвостохранилище Ингичке (0,026–0,048 % против 0,007–0,142 %). Это хорошо согласуется с данными поверхностного опробования. Процессы вторичного перераспределения полезного компонента активно проявлены и в глубоких слоях Ингичке.

Отсюда следует, что для качественной характеристики процессов вторичного обо-

гащения по всему объему хвостохранилища можно ограничиться менее трудоемким поверхностным опробованием. Бурение будет необходимо только для выделения обогащенных участков при отдельной отработке кондиционных техногенных накоплений. Плотность разведочной сети будет зависеть от выбранной кондиции. Чем выше кондиции, тем выше плотность сети.

## Заключение

Подводя итоги, можно сделать несколько принципиальных выводов.

1. Разработаны методы обследования хвостохранилищ намывного типа.

2. Существующих технических средств отбора проб по всей толще (глубже 5–6 м) хвостохранилищ недостаточно для получения полной картины запасов по глубине. Требуется новые методы более точного определения состава хвостов по глубине.

3. Оценка хвостохранилищ по поверхностному опробованию требует подтверждения на других схожих объектах.

4. Требуется государственная программа по обследованию хвостохранилищ и постановке их на баланс в ФБУ ГКЗ РФ. Для этого должны быть разработаны механизмы стимулирования балансодержателей этих вторичных месторождений.

## Литература

1. Бодуэн А.Я., Петров Г.В., Мардарь И.И., Иванов Б.С. Извлечение благородных и цветных металлов из техногенного сырья Норильского промышленного региона: практика и исследования. Санкт-Петербург. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Успехи современного естествознания. 2013;(3).
2. Быховский Л.З., Спорыхина Л.В. Техногенные отходы как резерв пополнения минерально-сырьевой базы: состояние и проблемы освоения. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2011;(4).
3. Гончаров В.Н. Динамика русловых процессов. Л.: Гидрометиздат, 1962.
4. Гриффитс Дж. Научные методы исследования осадочных пород. М.: Мир, 1971.
5. Дюдин Д.А., Изюитко В.М. Обогащение руд. 2006;(6):19–23. (Центробежные сепараторы)
6. Исследование процессов осадкообразования в хвостохранилищах с целью создания технологии их комплексного освоения. Отчет по НИР. Горный институт. Ленинград, 1986.
7. Исследование баритового хвостохранилища обогатительной фабрики № 2 Карагайлинского ГОКа с целью выдачи рекомендаций по разведке (записка к Технологическому регламенту). Л., 1987.
8. Исследование продуктов осадкообразования в баритовых хвостохранилищах Карагайлинского ГОКа с целью составления рекомендаций по их разведке и разработке. Л., 1988.
9. Исследование процессов осадкообразования в основных типах хвостохранилищ обогатительных производств с целью составления рекомендаций по их разведке и разработке. ЛГИ, 1989.
10. Карпов И.К. и др. Моделирование природного минералообразования на ЭВМ. М., 1976.
11. Костюк Л.А., Кистеров К.В., Плугин А.И. Установка для формирования осадка и анализа осадкообразования. Патент RU 35568 U1. 20.06.2003.
12. Павлов А.Н. Техногенные месторождения. СПб., 2016.
13. Петров И.В. Вторичные ресурсы, образующиеся в горнодобывающей промышленности. Энциклопедия технологий. Москва — С.-Петербург: ФГАУ НИИ «ЦЭПП», 2019. С. 671–705.
14. 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.: ил. + Прил. ISBN 978-5-91137-417-4.
15. Романовский С.И. Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988.
16. Рухин Л.Б. Гранулометрический метод изучения песков. Л.: ЛГУ, 1947.
17. Самойлов А.Г., Шатков В.А. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2000;(1):45–48.

18. Сенютина А.Б. Экономическое обоснование вовлечения в разработку техногенных месторождений металлов платиновой группы: дис. ... канд. экон. наук. М., 2006. 128 с.
19. Табакаев Н.М., Федоров П.В. Устройство для отбора проб сыпучих и полужидких материалов. Авторское свидетельство на изобретение № 1758472, от 01.05.1992.
20. Табакаев Н.М. и др. Устройство для складирования отходов рудообогащения. Авторское свидетельство на изобретение № 1740534, от 15.02.1992.
21. Федосеев И.В. Концентрирование платиновых металлов из хвостов Норильской обогатительной фабрики с помощью магнитной сепарации. Цветные металлы. 2006;(3).

## References

1. Baudouin A.Ya., Petrov G.V., Mardar I.I., Ivanov B.S. Extraction of precious and non-ferrous metals from technogenic raw materials of the Norilsk industrial region: practice and research. Saint Petersburg National University of Mineral Resources. Mining. Successes of Modern Natural Sciences. 2013;(3). (In Russ.).
2. Bykhovsky L.Z., Sporykhina L.V. Man-made waste as a reserve for replenishment of the mineral resource base: the state and problems of development. Mineral resources of Russia. Economics and management. 2011;(4). (In Russ.).
3. Goncharov V.N. Dynamics of riverbed processes. Leningrad: Gidrometizdat, 1962. (In Russ.).
4. Griffiths J. Scientific methods for the study of sedimentary rocks. Moscow: Mir, 1971. (In Russ.).
5. Dodin D.A., Izoitko V.M. Ore processing. 2006;(6):19–23. (Centrifugal separators). (In Russ.).
6. Study of sedimentation processes in tailings ponds in order to create a technology for their integrated development. Research report. Mining Institute. Leningrad, 1986. (In Russ.).
7. Investigation of the barite tailing dump of the processing plant no. 2 of the Karagailinsky GOK for the purpose of issuing recommendations on exploration (note to the Technological Regulations). Leningrad, 1987. (In Russ.).
8. Study of sedimentation products in barite tailings ponds of the Karagailinsky GOK in order to make recommendations for their exploration and development. Leningrad, 1988. (In Russ.).
9. Study of sedimentation processes in the main types of tailing ponds of processing plants in order to make recommendations for their exploration and development. Leningrad: LGI, 1989.
10. Karpov I.K. et al. Modeling of natural mineral formation on a computer. Moscow, 1976. (In Russ.).
11. Kostyuk L.A., Kisterov K.V., Plugin A.I. Installation for sediment formation and sedimentation analysis. Patent: RU 35568 U1. 06/20/2003. (In Russ.).
12. Pavlov A.N. Technogenic deposits. St. Petersburg, 2016. (In Russ.).
13. Petrov I.V. Secondary resources formed in the mining industry. Encyclopedia of technologies pp.671-705. FSAU Scientific Research Institute "TSEPP". Moscow — St. Petersburg, 2019. (In Russ.).
14. Rational use of secondary mineral resources in the context of ecologization and the introduction of the best available technologies: a monograph / team of authors; under the scientific editorship of Doctor of Economics, Professor F.D. Larichkin, Doctor of Economics, Professor V.A. Knysh. — Apatity: Publishing House of FITC KSC RAS, 2019. — 252 p.: ill. + Adj. ISBN 978-5-91137-417-4. (In Russ.).
15. Romanovsky S.I. Physical sedimentology. Leningrad: Nedra, 1988. (In Russ.).
16. Rukhin L.B. Granulometric method of studying sands. Leningrad: LGI, 1947. (In Russ.).
17. Samoilov A.G., Shatkov V.A. Mineral resources of Russia. Economics and management. 2000;(1):45–48. (In Russ.).
18. Senyutina A.B. Economic justification of involvement in the development of technogenic deposits of platinum group metals: dissertation ... Cand. Sci. (Econ.). Moscow, 2006. 128 p. (In Russ.).
19. Tabakaev N.M., Fedorov P.V. Device for sampling bulk and semi-liquid materials. Copyright certificate for the invention No. 1758472, dated 05/01/1992. (In Russ.).
20. Tabakaev N.M. et al. A device for storing ore enrichment waste. Copyright certificate for the invention No. 1740534, dated 02/15/1992. (In Russ.).
21. Fedoseev I.V. Concentration of platinum metals from the tailings of the Norilsk enrichment plant using magnetic separation. Non-ferrous metals. 2006;(3). (In Russ.).

### Сведения об авторах

**Табакаев Николай Михайлович** — кандидат географических наук, доцент, генеральный директор ООО «Металлургия редких металлов», Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0009-0009-7730-4276  
тел.: +7 (965) 076-38-16, +7 (812) 328-68-26  
e-mail: [tabakaevn@mail.ru](mailto:tabakaevn@mail.ru)

**Табакаев Герман Борисович** — студент БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, Россия  
тел.: +7 (965) 056-43-85  
e-mail: [Tabakaevg@yandex.ru](mailto:Tabakaevg@yandex.ru)

### Information about the authors

**Nikolay M. Tabakaev** — Cand. Sci. (Economics), Associate Professor, General Director of Metallurgy of Rare Metals LLC Saint Petersburg, Russia  
ORCID: 0009-0009-7730-4276  
tel.: +7 (965) 076-38-16, +7 (812) 328-68-26  
e-mail: [tabakaevn@mail.ru](mailto:tabakaevn@mail.ru)

**German B. Tabakaev** — Student, Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia  
ORCID: 0009-0007-3760-2327  
tel.: +7 (965) 056-43-85  
e-mail: [Tabakaevg@yandex.ru](mailto:Tabakaevg@yandex.ru)

### Вклад авторов

**Табакаев Николай Михайлович** — анализ темы, написание статьи;  
**Табакаев Герман Борисович** — систематизация материалов, подготовка к печати, перевод в электронную форму.

### Authors' contribution

**Nikolay M. Tabakaev** — conducting research, writing of the manuscript.  
**German B. Tabakaev** — processing of research materials, preparation for publication, material preparation in digital form.

УДК 504.5 : 678.07

ББК 18

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-59-67>



## Анализ и оценка накопления пластикового мусора в Арктике

Чусов А.Н.<sup>1</sup>, , Абрамов В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, Россия

 [chusov\\_an@spbstu.ru](mailto:chusov_an@spbstu.ru)

**Аннотация.** Рассматриваются источники загрязнения Арктики пластиковым мусором. Предлагаются схемы управления потоками пластикового мусора. Анализируется пространственное распределение пластикового мусора. Делаются выводы по особенностям массопереноса пластика и микропластика. Предлагается программа вовлечения в мониторинг микропластикового загрязнения местного населения.

**Ключевые слова:** пластиковый мусор, микропластик, массоперенос пластика, мониторинг пластикового загрязнения

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Чусов А.Н., Абрамов В.М. Анализ и оценка накопления пластикового мусора в Арктике. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):59–67. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-59-67>

## Estimation of plastic waste accumulation in the Arctic

Aleksandr N. Chusov<sup>1</sup>, , Valery M. Abramov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Peter the Great Saint Petersburg Polytechnical University, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, Russia

 [chusov\\_an@spbstu.ru](mailto:chusov_an@spbstu.ru)

**Abstract.** Sources responsible for pollution of the Arctic by plastic waste are considered. Approaches to plastic waste management are proposed. The spatial distribution of plastic waste is analyzed. Conclusions on the specific features of mass transfer of plastic and microplastics are drawn. A program for involving the local population in monitoring microplastic pollution is proposed.

**Keywords:** plastic debris, microplastics, plastic mass transfer, plastic pollution monitoring

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Chusov A.N. Abramov V.M. Estimation of plastic waste accumulation in the Arctic. *Arctic and Innovation*. 2025;3(1):59–67. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-59-67>

Большинство оценочных характеристик загрязнения пластиком Арктики исходят из относительно низкого уровня заселенности территорий. Действительно, материковые зоны характеризуются очень низкой плотностью населения, проживающего на них. Значительная часть пластиковых потоков, поступающих в Арктическую зону, происходит в основном из Северной Атлантики и северной части Тихого океана. Реки, впадающие в Северный Ледовитый океан (в особенности с территории Российской Федерации), также являются загрязнителями микропластиком Арктики. Перенос пластиковых загрязнителей в Арктику в значительной степени регулируется процессами, вызванными крупномасштабными океанскими течениями, а также мелкомасштабными местными явлениями, такими как несанкционированные свалки мусора и дрейф морского льда.

Для разработки эффективных схем управления потоками микропластика и его нейтрализации важно различать источники его поступления в Арктическую зону (рис. 1). В настоящее время принято различать наземные и морские источники как местного, так и отдаленного происхождения. Например, брошенные, утерянные или иным образом выброшенные орудия промыслового лова являются основным источником пластикового мусора в Гренландском, Норвежском и Баренцевом морях, Карском

море и субарктической части Северной Атлантики и северной части Тихого океана.

Как показали международные экспедиционные исследования [1–6], волокна или нити рыболовных сетей были наиболее многочисленными источниками микропластика в Баренцевом море и вторым по распространенности видом микропластика на юго-западе Гренландии. Примечательно, что 80–90 % пластиковых элементов рыболовных сетей, найденных на о. Шпицберген, были умышленно выброшены рыбаками после починки сетей [7–9]. Большая часть изученного пластикового материала обладает положительной плавучестью, поэтому он дрейфует и выбрасывается на побережье по ходу существующих в арктической зоне течений. Некоторые фрагменты пластика и микропластика поступают из культивирующейся в ряде регионов аквакультуры. Тем не менее, в настоящее время трудно провести различие между источниками поступления микропластика от таких отраслей хозяйствования, как рыболовство и выращивание аквакультуры.

Важным источником поступления пластика в морскую среду является также мусор от бытовых источников, о чем свидетельствуют сообщения о больших скоплениях пластиковых бутылок, контейнеров, полиэтиленовых пакетов и тканей в застойных зонах береговой зоны.

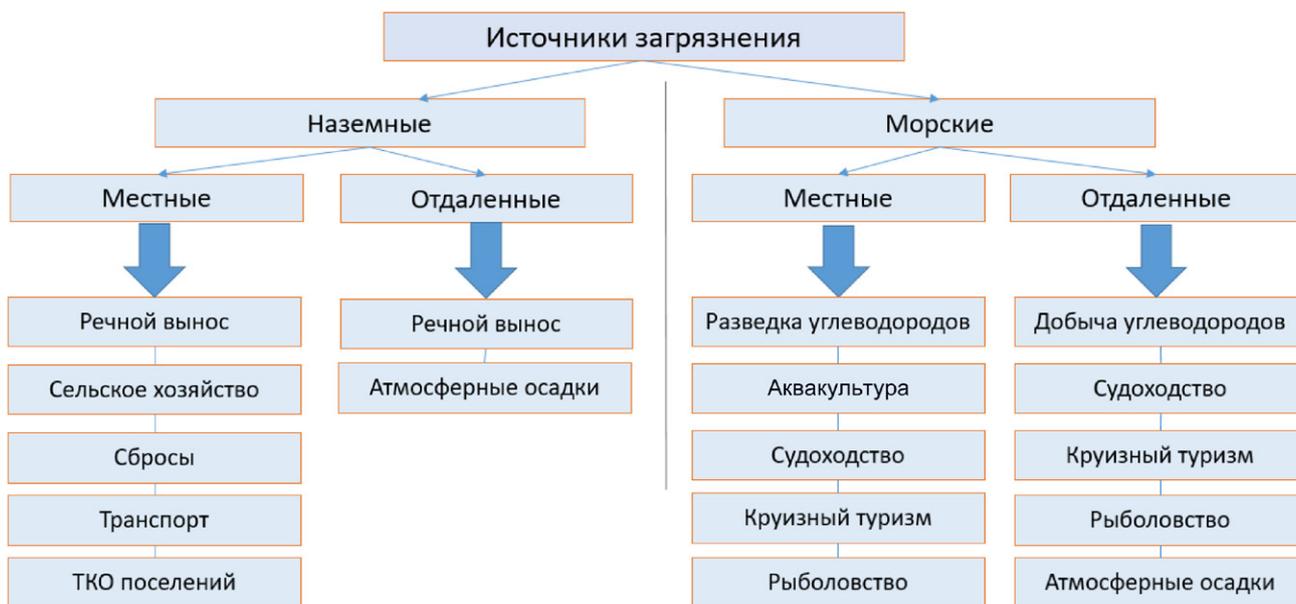


Рис. 1. Происхождение морского пластикового мусора  
Fig. 1. Origin of marine plastic debris

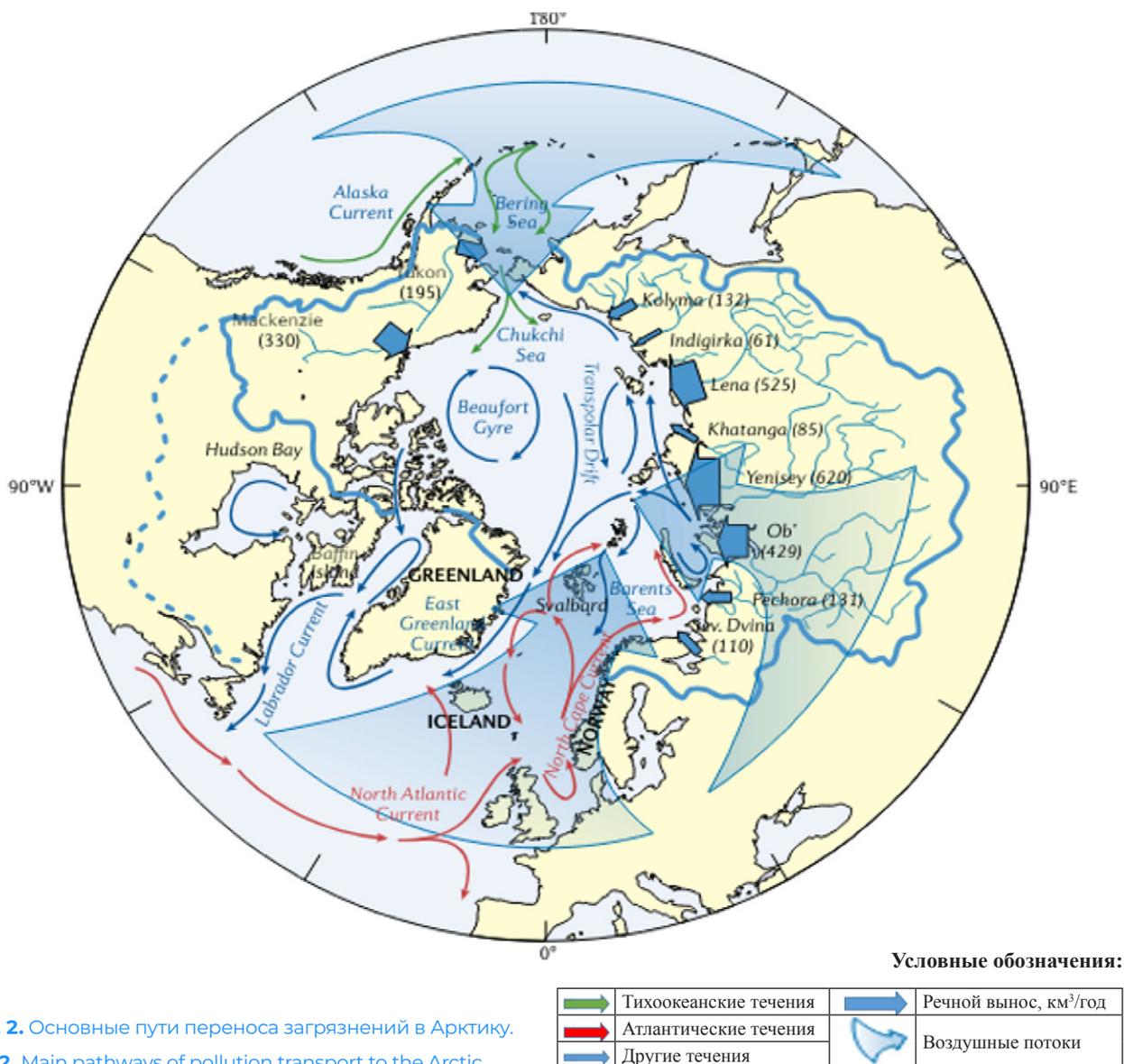
В ближайшие годы и в перспективе в связи с климатическими изменениями движение судов в Арктике будет увеличиваться по мере открытия новых и более быстрых трансарктических маршрутов, а судоходный сезон будет расширяться по мере сокращения морского льда, что потенциально приведет к увеличению локальных поступлений пластиковых отходов.

В то же время одной из основных проблем, препятствующих минимизации поступления отходов с суши в океан во всем мире, является отсутствие надлежащих систем обращения с отходами в прибрежных районах.

Практически повсеместно в поселениях по всей арктической зоне традиционными решениями по обращению с отходами явля-

ются свалки и несанкционированные свалки, зачастую рядом с морем, а также характерные для западного полушария простые мусоросжигательные заводы с отсутствующей или ограниченной очисткой дымовых газов (например, в Гренландии и Канаде) [10–14] и образованием залежей шлака.

Еще одним широко распространенным источником поступления микропластика в Арктику является его перенос океаническими и атмосферными течениями (рис. 2), а также биотой как из отдаленных, так и из местных источников образования. Такой микропластик переносится непосредственно, например в виде гранул и микрогранул, либо образуется в результате выветривания и деструкции более крупных пластиковых изделий.



**Рис. 2.** Основные пути переноса загрязнений в Арктику.  
**Fig. 2.** Main pathways of pollution transport to the Arctic.

Одним из местных источников поступления пластика и микропластика могут быть канализационные сточные воды непосредственно от объектов антропогенной деятельности, а также от сооружений очистки сточных вод, которые часто проходят только механическую очистку или не подвергаются полной санации. Так, например, при стирке синтетических тканей выделяется большое количество волокон микропластика. Такие ткани непропорционально сильно изнашиваются в холодных полярных регионах и могут после стирки поступать в океан через недостаточно очищенные сточные воды. Местные сточные воды также могут быть одним из источников микропластика в бассейнах Баренцева и Белого морей.

К другим потенциальным, но ограниченным местным источникам микропластика относятся частицы, выделяемые судовой краской во время навигации, самоскользящими различными транспортными средствами, используемыми на льду, а также сточные воды, выбрасываемые все увеличивающимся количеством судов, работающих в районе Арктики [15–19].

Что касается массопереноса пластика и микропластика в арктической зоне, то можно сделать следующие выводы. Продолжительное отсутствие света, низкие температуры и стабильные условия приводят к тому, что темпы разложения пластиковых отходов особенно низки в придонных глубоководных зонах, о чем свидетельствует 30-летний пластик, извлеченный из Японского моря без каких-либо признаков износа [19–22]. Придонные течения могут переносить микропластик с морского дна в области накопления, которые также могут являться зонами биоразнообразия. В глубоководных водах Арктики концентрация микропластика колеблется от 0 до 16041 частиц на кг донного (илового) осадка и является одной из самых высоких измеренных концентраций в мире. Атмосферный массоперенос микропластика также является важным транспортным путем, о чем свидетельствует присутствие микропластика в образцах снега со льдин в восточной части канадской Арктики, западной Арктике, на Шпицбергене, в проливе Фрамма и исландской ледяной шапке в диапазоне от 0 до 14 400 000 частиц на м<sup>3</sup> [22–23].

Проглатывание и поглощение пластикового мусора морскими организмами не всегда приводит к прямому вреду, но оно созда-

ет потенциал для недоедания, внутренних травм, непроходимости желудочно-кишечного тракта, что вызывает голод или внутренние повреждения органов, которые возможно повлекут последующую смерть. Ряд морских беспозвоночных, таких как актинии, морские звезды, хрупкие звезды, креветки, крабы, моллюски, двусторчатые моллюски, бокоплавы и трубчатые черви также поглощают микропластик. Кроме того, пластик был обнаружен в арктических рыбах, таких как бычок (*Triglops nybelini*), сайда (*Boreogadus saida*), атлантическая треска (*Cadus morhua*) и гренландская акула (*Somniosus microcephalus*). Поскольку рыба является индикатором здоровья экосистемы, важным звеном в арктических пищевых цепочках и частью рациона человека, необходимы дальнейшие исследования загрязнения арктической рыбы пластиком и микропластиком (рис. 3).

В Арктическом регионе размножается более 51 вида морских птиц, среди которых широко распространено проглатывание пластика. Пластик был обнаружен в организмах 12 видов морских птиц российской Арктики. Так, например, 60 % гнезд чаек в заливе Чаун содержали пластик, вероятно, с близлежащих мусорных свалок.

Известно лишь несколько случаев проглатывания пластика арктическими млекопитающими, большинство из которых — киты, в том числе кашалоты (*Physeter macrocephalus*), белухи (*Delphinapterus leucas*), финвалы (*Balaenoptera physalus*), гренландские киты (*Balaena mysticetus*) и клюворылые киты Стейнегера (*Mesoplodon stejnegeri*).

Лишь немногие ластоногие (тюлени, морские львы, моржи) были исследованы в Арктическом регионе на предмет проглатывания ими пластика. В желудках кольчатой нерпы (*Phoca hispida*), бородатой нерпы (*Erignathus barbatus*) и обыкновенной нерпы (*Phoca vitulina*) не было обнаружено фрагментов пластика размером более 425 мкм. У гренландских тюленей (*Pagophilus groenlandicus*) в Гренландии также не было обнаружено пластиковых кусочков размером более 5 мм, но два пластиковых фрагмента были обнаружены у 20-дневного детеныша тюленя (*Cystophora cristata*) из Гренландского моря. 70 % фекалий моржей на Шпицбергене содержали микроволокна размером более 1 мкм.

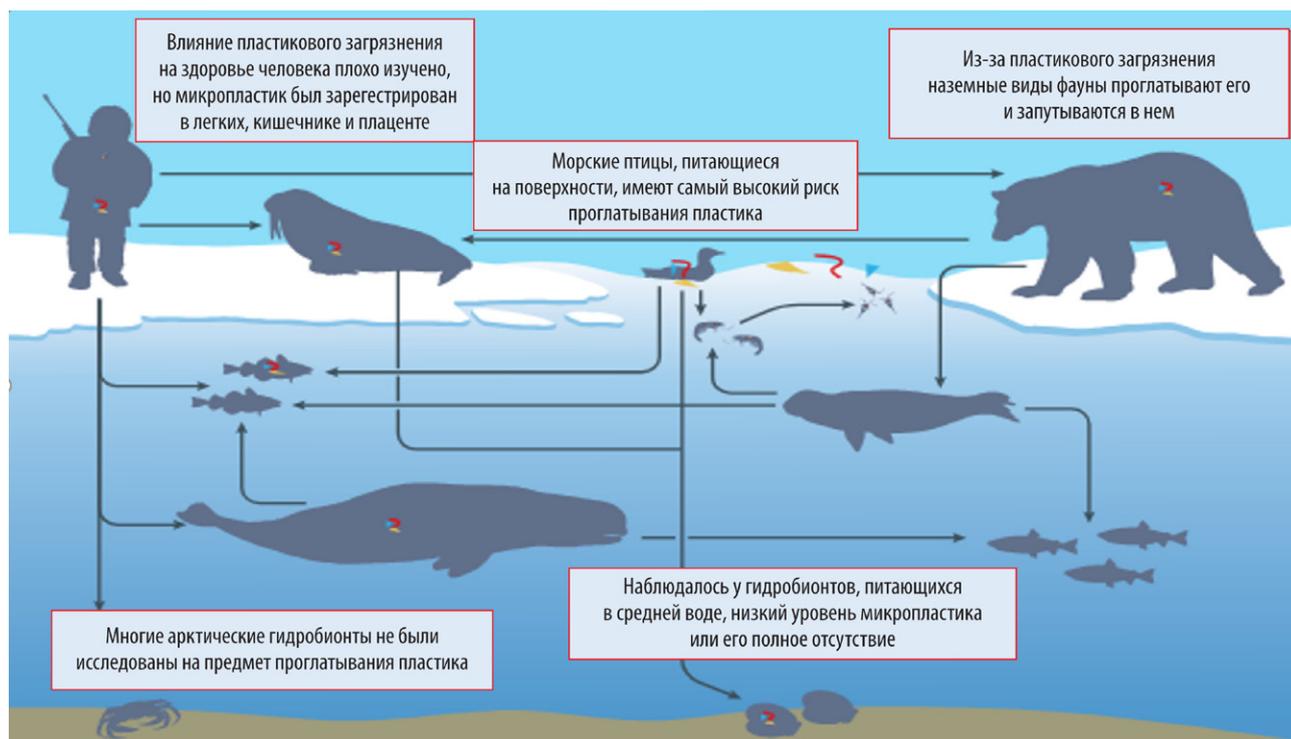


Рис. 3. Биотические взаимодействия в Арктике и пластиковые загрязнения

Fig. 3. Biotic interactions in the Arctic and plastic pollution

Несмотря на то, что имеющиеся в настоящее время данные свидетельствуют об относительно низком уровне потребления пластика морскими млекопитающими, в целом на основе имеющихся данных пока нельзя сделать однозначных выводов.

Существует большое количество работ, посвященных пластику как переносчику химических веществ, негативно влияющих на дикую природу.

Проблему изучения, распространения и минимизации пластиковых отходов в Арктической зоне РФ необходимо решать как на региональном, так и на международном уровнях. Загрязнение пластиком является следствием увеличения производства пластика в сочетании с ненадлежащим управлением отходами. В первую очередь, необходимо эффективное сокращение мирового производства пластиковых отходов на начальном этапе с помощью декларирования обязательных целей, установленных в международных договорах, таких как Парижское соглашение или Монреальский протокол.

Кроме того, необходимо декларировать замкнутый цикл использования пластика и внедрение устойчивых, биоразлагаемых,

альтернатив, а также совершенствование сбора и управления муниципальными отходами, чтобы минимизировать выбросы мусора в окружающую среду.

Ручная волонтерская очистка береговых линий, гаваней и берегов рек может смягчить загрязнение в том случае, если оценочные характеристики эмиссионных воздействий показывают, что выгоды от минимизации мусорных выбросов перевешивают экологические издержки, такие как снижение продуктивности и повышенная смертность биоты. Поступления отходов и загрязнения от морских источников напрямую приводят к загрязнению морской среды из-за прямых путей поступления.

Системы маркировки орудий лова могут предотвратить потерю и выброс орудий лова, а также стимулировать надлежащую утилизацию отходов. В Норвегии уже действуют программы по информированию компаний об утерянных орудиях лова и их восстановлению, которые должны быть распространены на другие регионы, как и системы утилизации орудий лова, которые в настоящее время практикуются в Исландии. В долгосрочной перспективе использование полностью биоразлагаемого материала для сетей

наряду с запретом на быстроизнашиваемые компоненты сетей, такие как канаты тележек, которые истираются во время прохода трала по морскому дну, может уменьшить утечку пластика и микропластика в окружающую среду. Просветительские кампании, предназначенные для рыбаков, например во время обязательных курсов по выживанию в море, также могут помочь изменить восприятие в рыболовной отрасли, которые должны сопровождаться внедрением хорошо организованных предприятий по переработке отходов на рыбных причалах и в портах, чтобы способствовать изменению поведения.

Утилизация пластика в Северном Ледовитом океане и прилегающих районах может быть сокращена за счет усовершенствования портовых приемных сооружений в соответствии с региональным планом приемных сооружений, как это в настоящее время осуществляется в рамках Международной морской организации в Тихоокеанском регионе. Более низкие портовые сборы для судов с улучшенными возможностями для утилизации отходов на борту, система «без специальных сборов», аналогичная HELCOM, и портовые центры переработки могут помочь уменьшить незаконный сброс отходов в море.

С учетом того, что судоходство в Арктике уже увеличилось и будет расти в дальнейшем из-за таяния морских льдов, этот сектор заслуживает особого внимания, в том числе за счет совершенствования систем мониторинга. Во многих местах по всей Арктической зоне до сих пор используются открытые свалки, и очевидно, что инвестиции в местные системы по утилизации отходов уменьшат утечку пластиковых загрязнений в окружающую среду. Отдельные поселения в Арктике, которые хотят иметь эффективные системы сбора и управления отходами, нуждаются в финансовой и материально-технической поддержке, например в виде схем расширенной ответственности производителей или правительств для создания или улучшения управления отходами и их переработкой. Важно отметить, что в сочетании с программами мониторинга на уровне поселков городского типа источники и эффективность изменений в регуляторной политике могут быть выявлены на местном уровне относительно быстро. Научные исследования и инвестиции в управление отходами должны стать приоритетом, что-

бы остановить поток пластика из различных источников, поступающих в Арктическую зону. Сокращение же выбросов из диффузных источников является необходимым, но довольно сложным процессом. Оптимизация конструкционных материалов может уменьшить выбросы от истирания автомобильных шин и тормозных колодок, которые являются одним из наиболее важных источников микропластика во всем мире, а также от судовой краски с ледокольных судов. Оптимизированные системы сбора дорожных стоков также могут смягчить некоторые последствия загрязнений. Введение новых законодательных правил, направленных на совершенствование очистки сточных вод на материке, в море и на судах, могут помочь сократить эмиссии пластиковых микроволокон в окружающую среду.

В Российской Федерации разработана специальная программа, позволяющая осуществлять мониторинг со стороны местных школьников и студентов. Такие программы дополняют профессиональную науку и должны быть расширены для восполнения пробелов в знаниях. Помимо сложностей, возникающих при проведении полевых работ в Арктике, в настоящее время не хватает стандартизированных методик отбора проб и анализа, а также методологических процедур, особенно в отношении исследований микропластика и нанопластика. Отсутствие единой стандартизации вызывает беспокойство, поскольку различные аналитические подходы могут привести к различиям в получаемых результатах на несколько порядков. Поэтому, несмотря на всплеск исследований пластикового мусора в Арктике, результаты часто несопоставимы между различными исследованиями, что затрудняет описание источников возникновения микро- и нанопластика, его поглотителей, а также разработку крупномасштабных имитационных моделей распределения загрязнения пластиком в Арктике.

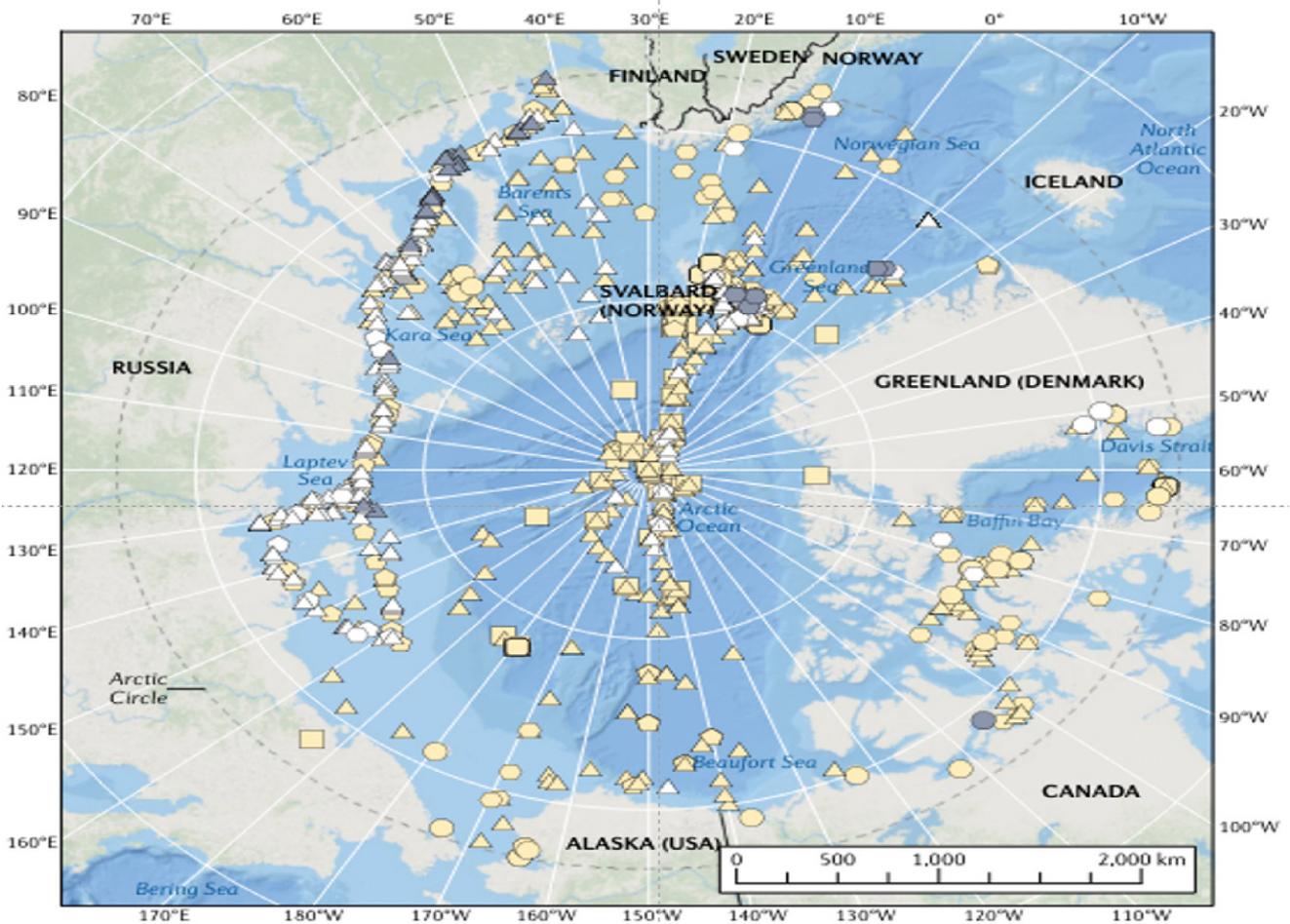
Нанопластик в Арктике практически не исследован, в том числе его распределение по различным экосистемам, в особенности его взаимодействие с микропластиком при образовании и таянии морского льда. Можно предположить, что нанопластик взаимодействует с морским льдом так же, как, например, соль, и отторгается из ледяной матрицы по мере образования морского льда. Данные о нанопластике особенно

важны, поскольку частицы такой размерной фракции могут проходить через биологические мембраны и, таким образом, перемещаться в органы живых организмов, где они могут вызывать негативную биологическую реакцию.

Количество пластикового мусора, попадающего в Северный Ледовитый океан посредством речного стока, в настоящее время неясно, но может быть важным из-за огромных водосборных бассейнов рек, лежащих за пределами арктических границ. К тому же, большая часть рек Российской Федерации

проходит через большие города и крупные агломерации. Арктические реки являются важнейшим каналом загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами с суши в океан, и их массовый сброс каждую весну или лето делает воздействие потенциально значимым. Учитывая, что вдоль этих водных путей проживает более 37 миллионов человек, понимание загрязнения пластиком рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, имеет решающее значение (рис. 4).

Распространение и воздействие микропластика в арктической пищевой сети, которая



**Рис. 4.** Пластиковое загрязнение различных экосистем Арктики (Данные по результатам 62 исследований, представленных в Litterbase ([www.litterbase.org](http://www.litterbase.org)) 2021 г.

**Fig. 4.** Plastic pollution in different Arctic ecosystems (data from 62 studies presented in Litterbase ([www.litterbase.org](http://www.litterbase.org)), 2021

**Условные обозначения:**

Знак	Объект	Знак	Объект	Знак	Объект	Знак	Объект	Знак	Объект
	Поверхность океана		Морской лед		Побережье		Пелагическая зона океана		Морское дно
	Загрязнения пластиком		Загрязнения (без пластика)		Загрязнений не обнаружено				

уже находится под давлением быстрого климатического воздействия, является еще одним источником серьезной неопределенности. Необходима целенаправленная работа по изучению загрязнения пластиком по всей пищевой цепи, чтобы понять, где накапливается загрязнение пластиком и как оно влияет на биоту. Несмотря на то, что до сих пор исследования были сосредоточены на отдельных биологических видах, в будущих исследованиях следует использовать экосистемный подход с отбором проб биоты на всех трофических уровнях и по отношению к экологическим нишам, где проходят пищевые цепочки.

## Выводы

1. Широко распространенное загрязнение пластиком в Арктике происходит как из местных, так и из отдаленных источников.

2. Концентрация пластика в Арктике варьируется в широких пределах, с большим накоплением в определенных точках, но в целом аналогична концентрациям в более густонаселенных регионах.

3. Пластик проник на все уровни пищевой цепи Арктики, включая многие эндемичные виды, с практически неизвестным воздействием на организмы.

4. В быстро меняющейся Арктике загрязнение пластиком усугубляет последствия изменения климата с точки зрения источников воздействия, транспортных процессов, обратных связей и экологических последствий.

5. Для предотвращения дальнейшей деградации экосистем необходимы меры по смягчению последствий как локального, так и отдаленного загрязнения пластиком.

## Литература

1. Borrelle, S. B. et al. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science* 369, 1515–1518 (2020).
2. Brahney, J. et al. Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 118, e2020719118 (2021).
3. MacLeod, M., Arp, H. P. H., Tekman, M. B. & Jahnke, A. The global threat from plastic pollution. *Science* 373, 61–65 (2021).
4. Lima, A. R. A. et al. Global patterns for the spatial distribution of floating microfibers: Arctic Ocean as a potential accumulation zone. *J. Hazard. Mater.* 403, 123796 (2021).
5. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). AMAP litter and microplastics monitoring guidelines. Version 1.0, 257 pp (AMAP, 2021).
6. Baak, J. et al. Plastic ingestion by seabirds in the circumpolar Arctic: a review. *Environ. Rev.* 28, 506–516 (2020).
7. Eriksen, M. et al. Mitigation strategies to reverse the rising trend of plastics in Polar Regions. *Environ. Int.* 139, 105704 (2020).
8. Kim, S.-K. et al. Importance of seasonal sea ice in the western Arctic ocean to the Arctic and global microplastic budgets. *J. Hazard. Mater.* 418, 125971 (2021).
9. Yakushev, E. et al. Microplastics distribution in the Eurasian Arctic is affected by Atlantic waters and Siberian rivers. *Commun. Earth Environ.* 2, 23 (2021).
10. Gavriilo, M. Plastic pollution and seabirds in the Russian Arctic (Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), 2019).
11. Benzik, A. N., Orlov, A. M. & Novikov, M. A. Marine seabird litter in Siberian Arctic: A first attempt to assess. *Mar. Pollut. Bull.* 172, 112836 (2021).
12. Tošić, T. N., Vrugink, M. & Vesman, A. Microplastics quantification in surface waters of the Barents, Kara and White Seas. *Mar. Pollut. Bull.* 161, 111745 (2020).
13. Ivanova, L., Sokolov, K. & Kharitonova, G. Plastic pollution tendencies of the Barents Sea and adjacent waters under the climate change. *Arct. North* 32, 121–145 (2018).
14. Ershova, A., Makeeva, I., Malgina, E., Sobolev, N. and Smolokurov, A. Combining citizen and conventional science for microplastics monitoring in the White Sea basin (Russian Arctic). *Mar. Pollut. Bull.* 173, 112955 (2021).
15. Rist, S. et al. Quantification of plankton-sized microplastics in a productive coastal Arctic marine ecosystem. *Environ. Pollut.* 266, 115248 (2020).

16. Pogojeva, M. et al. Distribution of floating marine macro-litter in relation to oceanographic characteristics in the Russian Arctic Seas. *Mar. Pollut. Bull.* 166, 112201 (2021).
17. Ross, P. S. et al. Pervasive distribution of polyester fibres in the Arctic Ocean is driven by Atlantic inputs. *Nat. Commun.* 12, 106 (2021).
18. Hoffmann, L., Eggers, S. L., Allhusen, E., Katlein, C. and Peeken, I. Interactions between the ice algae *Fragillariopsis cylindrus* and microplastics in sea ice. *Environ. Int.* 139, 105697 (2020).
19. Lau, W. W. Y. et al. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science* 369, 1455–1461 (2020).
20. Skimming the surface: using seabirds to monitor plastic in the Arctic (Conservation of Arctic Flora and Fauna, 2020).
21. Melvin, J., Bury, M., Ammendolia, J., Mather, C. and Liboiron, M. Critical gaps in shoreline plastics pollution research. *Front. Mar. Sci.* 8, 845 (2021).
22. Materić, D. et al. Nanoplastics measurements in Northern and Southern polar ice. *Environ. Res.* 208, 112741 (2022).
23. Allen, D. et al. Micro- and nanoplastics in the marine– atmosphere environment. *Nat. Rev. Earth Environ.* <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00292-x> (2022).

## Сведения об авторах

**Чусов Александр Николаевич** — кандидат технических наук, доцент, доцент, Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург.  
195220, г. Санкт-Петербург, пр. Непокоренных д. 16, корп.1, кв.86  
ORCID 0000-0002-1388-8649,  
Web of Sciences ID: M-6874-2014,  
ID Scopus 57190860772,  
ID РИНЦ 161099,  
SPIN-код 6582-8074  
тел: +7 (921) 940-09-25  
e-mail: [chusov17@mail.ru](mailto:chusov17@mail.ru), [chusov\\_an@spbstu.ru](mailto:chusov_an@spbstu.ru)

**Абрамов Валерий Михайлович** — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург, Россия  
195220, Санкт-Петербург, пр. Энтузиастов дом 54, корп.1, кв.54  
ORCID 0000-0003-0554-5790,  
ID WoS N-2789-2013,  
ID Scopus 27067575000,  
ID РИНЦ 739654,  
SPIN-код 2519-8720;  
тел: +7 (903) 092-47-74  
e-mail: [val.abramov@mail.ru](mailto:val.abramov@mail.ru), [abramovvm@gumrf.ru](mailto:abramovvm@gumrf.ru)

## Information about the authors

**Aleksandr N. Chusov** — Cand. of Sci. (Tech.), Associate Professor, Associate Professor, Peter the Great Saint Petersburg Polytechnical University, Saint Petersburg, Russia  
195220, Saint Petersburg, Nepokorenykh ave., 16, 1, 86  
ORCID: 0000-0002-1388-8649  
ID WoS: M-6874-2014  
Scopus ID: 57190860772  
RSCI ID: 161099  
SPIN-code 6582-8074  
tel.: +7 (921) 940-09-25  
e-mail: [chusov17@mail.ru](mailto:chusov17@mail.ru), [chusov\\_an@spbstu.ru](mailto:chusov_an@spbstu.ru)

**Valery M. Abramov** — Cand. of Sci. (Phys.-Math.), Associate Professor, Associate Professor, Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Saint Petersburg, Russia  
54 Entuziastov Ave., building 1, block 54,  
195220, Saint Petersburg  
ORCID: 0000-0003-0554-5790  
ID WoS: N-2789-2013  
ID Scopus: 27067575000  
RSCI ID: 739654  
SPIN-code: 2519-8720  
tel.: +7 (903) 092-47-74  
e-mail: [val.abramov@mail.ru](mailto:val.abramov@mail.ru), [abramovvm@gumrf.ru](mailto:abramovvm@gumrf.ru)

## Вклад авторов

**Чусов Александр Николаевич** — существенный вклад в разработку концепции и дизайна работы.  
**Абрамов Валерий Михайлович** — окончательная доработка версии работы, которая будет направлена на рассмотрение возможности опубликования.

## Authors' contribution

**Aleksandr N. Chusov** — significant contribution to the development of the concept and design of the work.  
**Valery M. Abramov** — the final revision of the version of the work, which will be sent for consideration of the possibility of publication.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.24/ББК 65.050.2

ББК 65.050.2

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-68-76>



# Инновационный подход к управлению системой подготовки специалистов для Арктической зоны Российской Федерации

Соловьева Н.Л.

ФГБОУ ВО Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Россия

✉ [natalysl@yandex.ru](mailto:natalysl@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе рассмотрены проблемы подготовки квалифицированных специалистов для высокотехнологичных отраслей промышленности как одного из факторов развития инновационного кластера Арктической зоны Российской Федерации. Рассмотрены преимущества применения сетевых форм реализации образовательных программ. Предложен инновационный подход к организации подготовки специалистов высшего образования и научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре с применением сетевой формы реализации образовательных программ и целевого обучения, а также модель реализации таких образовательных программ в рамках концепции непрерывного профессионального обучения для АЗРФ.

**Ключевые слова:** инновационный подход, система подготовки специалистов, сетевая форма реализации, программно-целевое управление

**Конфликт интересов:** автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Соловьева Н.Л. Инновационный подход к управлению системой подготовки специалистов для Арктической зоны Российской Федерации. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):68–76. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-68-76>

## Innovative approach to managing the system of personnel training for the Arctic zone of the Russian Federation

Natalya L. Solovyova

Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia

✉ [natalysl@yandex.ru](mailto:natalysl@yandex.ru)

**Abstract.** The author addresses the issues associated with personnel training for knowledge-intensive industries as a key factor in the development of an innovation cluster in the Arctic zone of the Russian Federation. The advantages of network forms of educational programs are considered. An innovative approach to the organization of training of specialists in the system of higher education, as well as the educational and scientific staff in the system of postgraduate study, is proposed. This approach is based on a network

form of educational programs and employer-sponsored education. A model for implementation of such educational programs within the framework of continuing professional education for the Arctic zone of the Russian Federation is developed.

**Keywords:** innovative approach, specialist training system, network form, program-oriented management

**Conflict of interests:** the author declares no conflict of interest.

**For citation:** Solovyova N.L. Innovative approach to managing the system of personnel training for the Arctic zone of the Russian Federation. *Arctic and Innovation*. 2025;3(1):68–76. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-68-76>

Достижение технологического суверенитета Российской Федерации [1], освоение Арктики и Северного морского пути, развитие Арктической зоны Российской Федерации (далее — АЗРФ) является стратегической необходимостью в перспективе до 2035 года [2]. Решение комплекса задач по развитию транспортной и военной инфраструктуры Арктики; созданию инновационных материалов и технологий: материалов, способных выдерживать низкие температуры, строительных технологий, позволяющих возводить и обслуживать объекты в условиях низких температур и сурового климата; роботизированных систем дистанционного изменения и мониторинга; сохранению уникальной экосистемы Арктики; развитию проектов возобновляемых источников энергии и т. п. — требует квалифицированных специалистов, готовых и способных работать в АЗРФ.

Решение задачи может быть реализовано исходя из принципов сетевой формы реализации образовательных программ высшего образования и программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее вместе — образовательные программы, СФО). Преимуществами реализации образовательных программ в сетевой форме являются:

- подготовка специалистов для решения важных задач в приоритетных отраслях науки и прикладных исследованиях;
- «бесшовная» подготовка специалистов, исключая большие разрывы времени между окончанием обучения по образовательной программе и началом эффективной работы на предприятиях высокотехнологичных отраслей промышленности, в том числе АЗРФ;
- расширение компетенций выпускников образовательных программ;

– использование ресурсов нескольких организаций (высшего образования, научных и научно-исследовательских учреждений, организаций и предприятий промышленности);

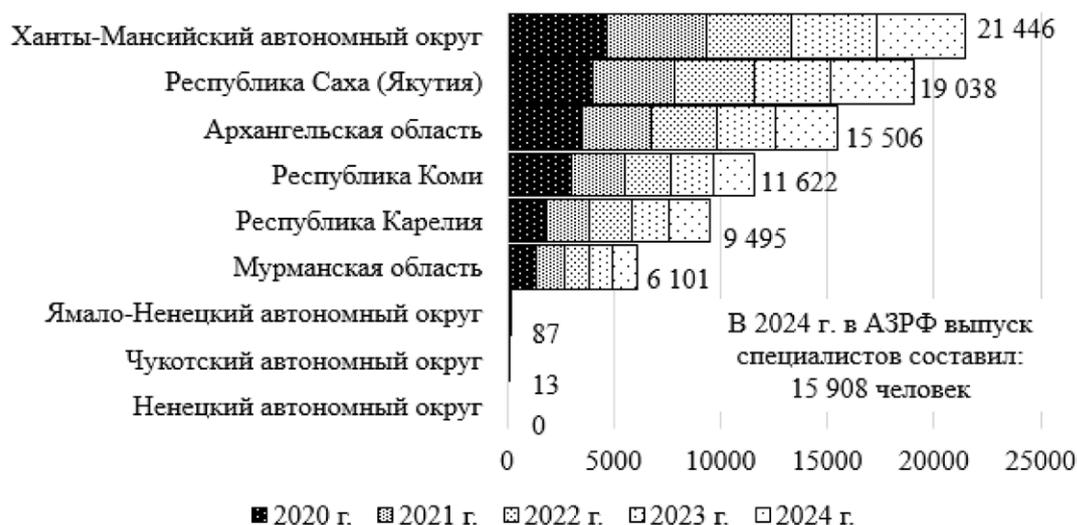
– создание региональных кластеров или центров обучения кадров с привлечением научно-педагогических работников разных вузов, научно-исследовательских организаций и представителей промышленности.

Подготовка специалистов высшего образования служит одним из решающих факторов успешной реализации стратегических проектов по освоению Арктики. Однако не все регионы АЗРФ имеют достаточный потенциал воспроизводства квалифицированных специалистов (рис. 1). По результатам проведенного анализа статистических данных ВПО-1 Минобрнауки России, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа можно считать регионами с высокой степенью кадрового риска. Так, Ненецкий автономный округ последние 5 лет не имеет возможности на своей территории осуществлять обучение специалистов.

Следует отметить наблюдающееся в настоящее время несоответствие (разрыв в 50 %) выпуска специалистов системы высшего образования потребностям экономики и социальной сферы в кадрах на рынке труда АЗРФ (табл. 1) [2].

Такой кадровый разрыв может служить одним из факторов снижения инновационной активности организаций АЗРФ (рис. 2).

Немаловажным фактором в обеспечении развития и создания в АЗРФ высокотехнологичных производств и наукоемкой продукции служит потенциал АЗРФ и страны в целом научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре. Однако активное реформирование системы подготовки и аттестации



**Рис. 1.** Распределение выпуска специалистов организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования, в разрезе регионов АЗРФ (составлено автором на основе данных ВПО-1 Минобрнауки России)

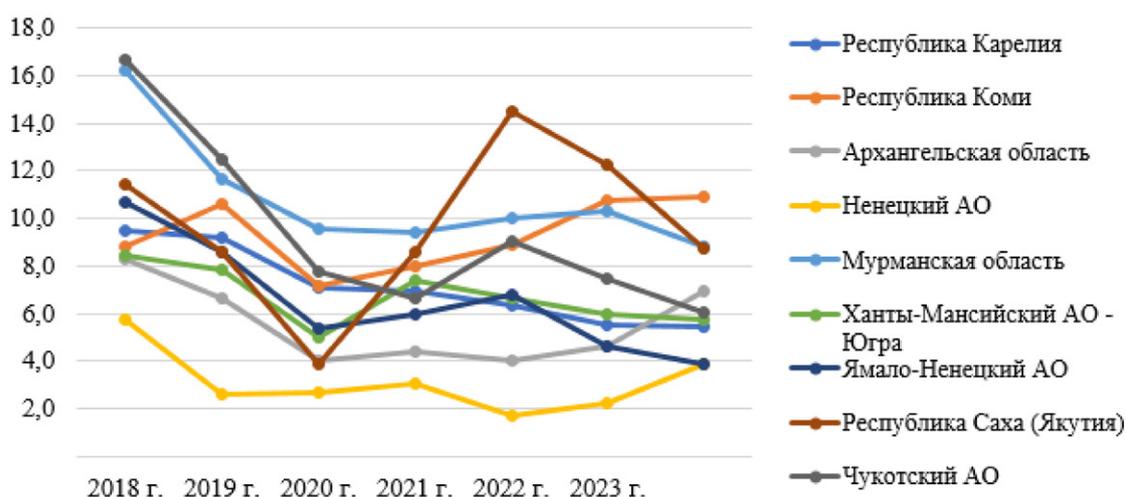
**Fig. 1.** Distribution of graduates by higher education organizations by Russian Arctic regions (compiled by the author based on the data of the Higher Professional Education-1 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)

**Таблица 1.** Потребности в кадрах АЗРФ

**Table 1.** Personnel demand in the Arctic zone of the Russian Federation

Индикатор (показатель)	Факт	Целевое значение [2]		
	2024 г.	2024 г.	2030 г.	2035 г.
Количество созданных рабочих мест на новых предприятиях в АЗРФ, ед.	—	30 000	110 000	200 000
Выпуск специалистов организаций, осуществляющих образовательную деятельность, чел.	15 908			

Составлено автором на основе анализа данных ВПО-1 Минобрнауки России.  
 Compiled by the author based on the data of the Higher Professional Education-1 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)



**Рис. 2.** Уровень инновационной активности организаций, по субъектам Российской Федерации, %<sup>1</sup>

**Fig. 2.** Level of innovative activity by organizations in Russian Federation subjects, %<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Показатель рассчитан в соответствии с международными рекомендациями по статистическому измерению инноваций, реализуемому ОЭСР совместно с Евростатом (Руководство Осло). Методология расчета показателя утверждена приказом Росстата от 27.12.2019 № 818.

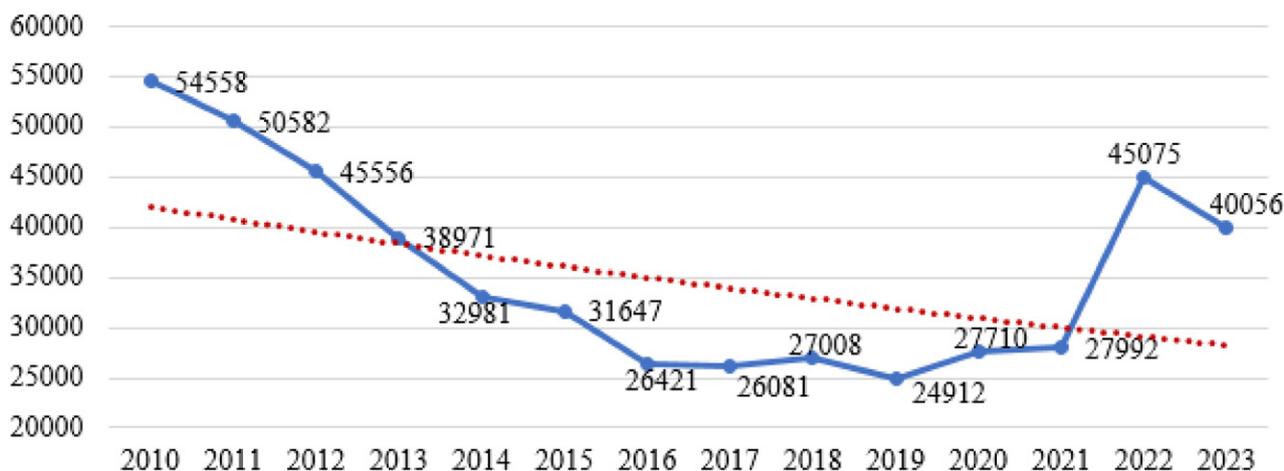


Рис. 3. Прием в аспирантуру, чел.<sup>1</sup>

Fig. 3. Admission to graduate study, people<sup>1</sup>

научных кадров оказало негативное воздействие на систему, что подтверждается снижением приема в аспирантуру с 2010 по 2020 год (рис. 3).

Переход в подготовке научных кадров на федеральные образовательные стандарты послужил причиной снижения защит диссертаций по завершении периода обучения в аспирантуре (рис. 4).

Та же отрицательная динамика по результатам проведенного анализа результативности подготовки аспирантов, к сожалению, наблюдается по всем организациям, имеющим лицензию и государственную аккре-

дитацию на обучение и выпуск аспирантов: образовательные организации высшего образования, научно-исследовательские организации и организации дополнительного профессионального образования.

Как уже отмечалось ранее, решение задачи подготовки квалифицированных кадров для Арктической зоны без инновационного подхода невозможно. Одним из инновационных методов управления системой подготовки кадров в системе высшего образования и кадров высшей квалификации является применение сетевой формы реализации образовательных программ в кооперации с целевым обучением.



Рис. 4. Доля аспирантов, выпустившихся из аспирантуры с защитой диссертации, % (составлено автором на основе данных Росстата «Наука, инновации и технологии»)

Fig. 4. Share of graduate students who graduated with a thesis defense, % (compiled by the author based on data from Rosstat "Science, Innovation and Technology")

<sup>1</sup> Анализ данных Федеральной службы государственной статистики «Наука, инновации и технологии». <https://rosstat.gov.ru>

Сетевая форма реализации образовательных программ (далее — СФО) обеспечивает возможность освоения обучающимися образовательной программы с использованием ресурсов нескольких организаций, осуществляющих образовательную деятельность по подготовке специалистов для работы в АЗРФ, и при необходимости, с использованием ресурсов иных организаций, то есть наряду с организациями, осуществляющими образовательную деятельность, также могут участвовать научные и иные организации, обладающие ресурсами, необходимыми для осуществления обучения, а также для проведения учебной и производственной практики, предусмотренных соответствующими образовательными программами.

В последние годы (2020–2024 гг.) отмечается положительный тренд в развитии сетевых образовательных программ высшего образования наряду с традиционными формами реализации образовательных программ в российских образовательных организациях (рис. 5 а), что подтверждает инновационный характер сетевого взаимодействия как метода совершенствования качества образования, образовательных технологий и средств обучения (рис. 5) [3, 4]. За это время стали прозрачными и понятными условия реализации сетевых образовательных программ в силу регламентирования поряд-

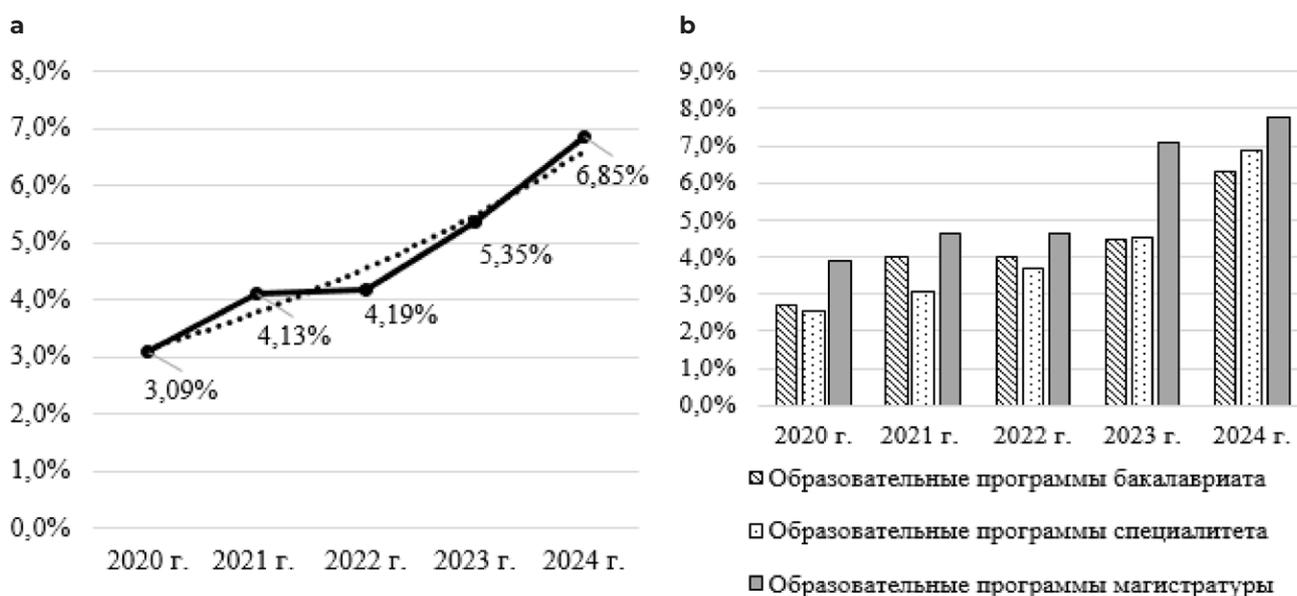
ка сетевой формы и определения [5] форм сетевого взаимодействия, финансовых условий реализации сетевой формы и т. п.

Применение сетевых форм особенно эффективно при реализации программ высшего образования — программ специалитета и программ магистратуры (рис. 5 б), а также при реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуру [6–8].

Применение сетевой формы обучения при реализации программ аспирантуры позволяет реализовать как традиционную научно-исследовательскую, так и «производственную» аспирантуру.

Безусловно, реализация образовательных программ с применением сетевой формы обучения не только имеет явные преимущества, но и сопряжено с необходимостью решения определенных задач [9–11] (табл. 2).

Большим преимуществом служит тот факт, что диссертационное исследование аспирант имеет возможность проводить на базе научно-исследовательских организаций (тип сетевого взаимодействия «вуз — НИИ» или «вуз — вуз») или на базе предприятия (тип сетевого взаимодействия «вуз — предприятие»). В последнем случае реализуется «производственная» аспирантура.



**Рис. 5.** Доля образовательных программ, реализуемых с использованием сетевой формы, от общей численности образовательных программ высшего образования (в целом и в разрезе по уровням обучения)

**Fig. 5.** Share of educational programs implemented using the online form of the total number of higher education programs of (in general and by level of education)

**Таблица 2.** Преимущества и решаемые задачи при применении сетевой формы обучения**Table 2.** Advantages and tasks of the network form of education

Преимущества применения сетевых форм реализации образовательных программ	Задачи, требуемые решения при реализации механизма сетевого взаимодействия
Развитие понятийного аппарата сетевого взаимодействия на уровне нормативно-правовых актов законодательства Российской Федерации (введено определение сетевой образовательной программы, типов сетевых образовательных программ, функции и задачи участников сетевого взаимодействия)	Несовершенство финансового регулирования сторон сетевого взаимодействия при реализации сетевой программы в смешанных группах (где обучаются студенты за счет бюджетных средств и за счет оплаты физических лиц)
Государственное регулирование реализации сетевых образовательных программ при решении задачи выбора типа сетевого взаимодействия	При выборе типа сетевого взаимодействия «вуз — вуз» не решена задача сопоставимости формирования образовательных программ и реализации образовательных программ в разных образовательных организациях (дисциплинарный или компетентностный подход формирования ОП ВО; формирование компетенций в зависимости от выбранного профессионального стандарта; семестровая или триместровая форма реализации ОП ВО; подходы к проведению текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации; интеграция обучающихся базовой организации в образовательный процесс организации-участника)
Повышение качества и конкурентоспособности образовательных программ высшего образования (в том числе формирование и поддержание бренда образовательной организации высшего образования)	Для повышения качества и формирования бренда вуза базовая организация старается в качестве организации-участника подобрать более сильного игрока на рынке образовательных услуг. В этом случае высок риск, что по окончании обучения выпускник может остаться или уехать в город, где расположена организация — участник сетевого взаимодействия
Повышение практикоориентированности образовательной программы за счет возможности использования ресурсов других организаций	Пока не решена задача согласованности локальных нормативных актов образовательной организации и организации — участника сетевого взаимодействия — предприятия
	Для обучения студентов на предприятии необходимо официальное трудоустройство этих студентов на предприятии. Что часто невозможно в силу: <ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствия первичной квалификации (рабочей специальности);</li> <li>• необходимости оформления формы допуска для студента, которому эта форма не может по объективным причинам быть оформлена;</li> <li>• наличия в учебной группе студента, который по физическим показаниям не может быть трудоустроен на предприятие.</li> </ul> Практика показывает, что не все предприятия готовы принимать на обучение (практическую подготовку) учебные группы, состоящие из 20–25 человек. Готовы работать только с целевиками из учебных групп. Однако эти задачи легко решаются при реализации сетевой формы в аспирантуре

(составлено автором самостоятельно)  
Compiled by the author

Модель реализации такого обучения представляется автором следующим образом (рис. 6).

Таким образом, проведенный анализ динамики и численности выпускников образовательных организаций высшего образования в АЗРФ, анализ численности выпускников

аспирантуры и доля защит диссертаций по окончании аспирантуры показал несоответствие подготовки специалистов поставленным целям и задачам инновационного развития экономики АЗРФ.

Подготовка кадрового состава для полного спектра специальностей в АЗРФ должна

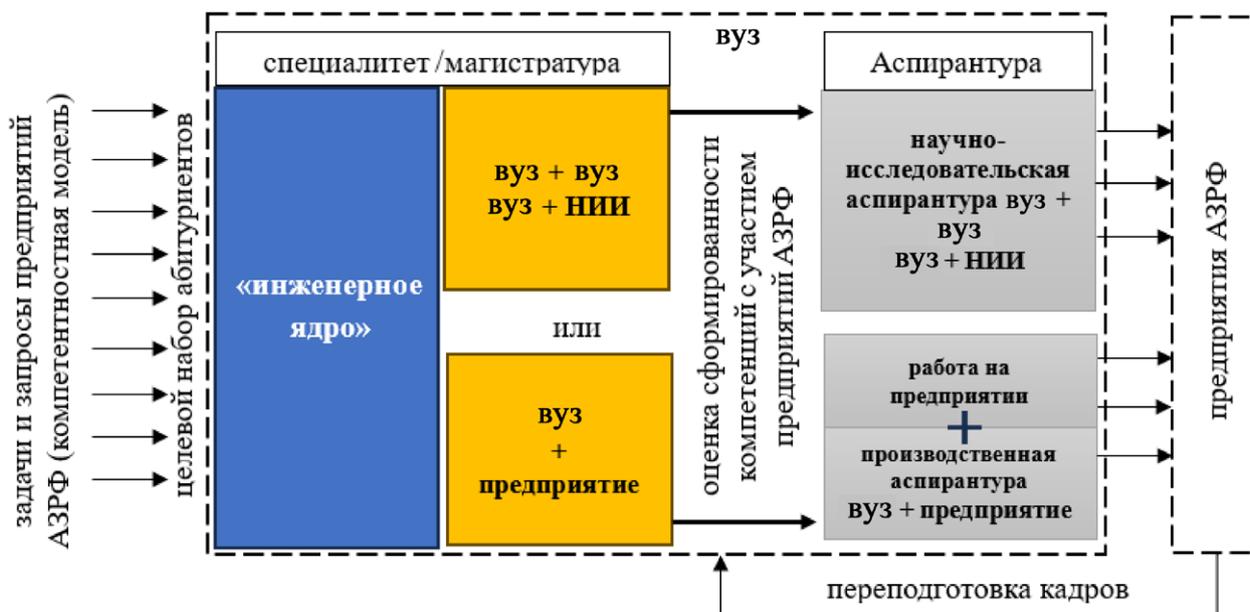


Рис. 6. Модель реализации образовательной программы в сетевой форме

Fig. 6. Model for implementation of educational programs in the online form

быть основана на согласованных принципах фундаментальной общности, которые формируются в рамках создания локального образовательного межвузовского кластера. Предложенная модель обучения основыва-

ется принципе «преподавание — обучение — контроль», что позволяет повысить качество и эффективность профессиональной подготовки специалистов различных направлений.

## Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О стратегии научно-технического развития Российской Федерации» [интернет]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 28.01.2025).
2. Указ Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. № 164 «Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [интернет]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45255> (дата обращения: 28.01.2025).
3. Федеральная служба государственной статистики. Образование [интернет]. Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/education> (дата обращения: 27.12.2024).
4. Еленева Ю.Я., Еленев К.С. Сетевое взаимодействие как фактор инновационного развития вузов. Современные проблемы науки и образования. 2013;(1):317.
5. Приказ Минобрнауки России, Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ» [интернет]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009110027> (дата обращения: 30.01.2025).
6. Конов А.М. Междисциплинарный подход к решению проблемы управления Арктической зоной РФ. Арктика и Север. 2013;(10):4–15.
7. Изотова А.Г., Гаврилюк Е.С. Экосистемный подход как новый тренд развития высшего образования. Вопросы инновационной экономики. 2022;12(2):1211–1225. <https://doi.org/10.18334/vinec.12.2.114869>
8. Гагарина И.Ю., Куликова О.М., Лисович И.И. Проектирование виртуальной академической мобильности высшего образования: специфика, риски и возможности развития. Лидерство и менеджмент. 2023;10(1):241–259. <https://doi.org/10.18334/lim.10.1.117106>

9. Соболев А.Б. Сетевая форма реализации образовательных программ: различия и типология. Вестник Герценовского университета. 2014;(3–4):3–11.
10. Бабин Е.Н. Индикаторы инновационности образовательных услуг в сетевой среде университета. Университетское управление: практика и анализ. 2013;(1):070–077.
11. Панькова С.В., Серова О.А., Серебрякова А.А. Сетевая образовательная программа как основа инновационного развития университета: организационно-правовые вопросы. Право и государство: теория и практика. 2020;(10):28–29. [https://doi.org/10.47643/1815-1337-2020\\_10\\_28](https://doi.org/10.47643/1815-1337-2020_10_28)

## References

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 145 dated February 28, 2024 “On the strategy of scientific and technical development of the Russian Federation” [internet]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (accessed 28 January 2025). (In Russ.).
2. Decree of the President of the Russian Federation dated March 5, 2020 No. 164 “On the Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the Arctic for the period up to 2035” [internet]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45255> (accessed 28 January 2025). (In Russ.).
3. Federal State Statistics Service. Education [internet]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/education> (accessed 27 December 2024).
4. Eleneva Y.Ya., Elenev K.S. Network interaction as a factor of innovative development of universities. Modern problems of science and education. 2013;(1):317. (In Russ.).
5. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Ministry of Education of the Russian Federation dated August 5, 2020 No. 882/391 “On the organization and implementation of educational activities in the online form of educational programs” [internet]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009110027> (accessed 30 January 2025). (In Russ.).
6. Konov A.M. Interdisciplinary approach to solving the problem of management of the Arctic zone of the Russian Federation. Arctic and North. 2013;(10):4–15. (In Russ.).
7. Izotoa A.G., Gavriluk E.S. Ecosystem approach as a new trend in the development of higher education. Russian Journal of Innovation Economics. 2022;12(2):1211–1225. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.12.2.114869>
8. Gagarina I.Y., Kulikova O.M., Lisovich I.I. Designing virtual academic mobility of higher education: specifics, risks and development opportunities. Leadership and Management. 2023;10(1):241–259. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/lim.10.1.117106>
9. Sobolev A.B. Network form of educational program implementation: differences and typology. Bulletin of the Herzen University. 2014;(3–4):3–11. (In Russ.).
10. Babin E.N. Indicators of educational services innovativeness in the university network-enabled environment. University Management: Practice and Analysis. 2013;(1):070–077. (In Russ.).
11. Pankova S.V., Serova O.A., Serebryakova A.A. The network educational program as the basis for the innovative development of the university: organizational and legal issues. Law and the state: theory and practice. 2020;(10):28–29. (In Russ.). [https://doi.org/10.47643/1815-1337-2020\\_10\\_28](https://doi.org/10.47643/1815-1337-2020_10_28)

## Сведения об авторе

**Соловьева Наталия Леонидовна** — начальник отдела качества образования, ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург, Россия  
 ORCID: 0000-0003-4646-7637  
 SPIN: 9207-9366  
 194358, Санкт-Петербург, ул. М. Дудина, д. 25, к. 1, литер А, кв. 636

## Information about the author

**Natalya L. Solovyova** — Head of Education Quality Department, Baltic State Technical University “VOENMEH” named after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia  
 ORCID: 0000-0003-4646-7637  
 SPIN: 9207-9366  
 25, 1, Liter. A., 636, M. Dudina Str., Saint Petersburg, 194358, Russia

### Вклад автора

Автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

### Author's contribution

The author confirms sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

### Благодарность

Автор статьи благодарит Ивченко Бориса Павловича, доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, заведующего кафедрой экономики, организации и управления производством ФГБОУ ВО «БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», за конструктивную критику положений статьи с целью повышения ее научной значимости, неоценимую помощь, поддержку и вдохновение в процессе написания статьи.

### Acknowledgements

The author expresses appreciation to Boris Pavlovich Ivchenko, Dr. Sci. (Engineering), Prof., Honored Scientist of the Russian Federation, Head of the Department of Economics, Organization and Production Management (BSTU "VOENMEKH" named after D.F. Ustinov) for his constructive criticism, invaluable assistance and continuous inspiration, which allowed the scientific significance of the article to be significantly improved.

УДК 502.2

ББК 20.18

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-77-81>

# Оценка уровня загрязнения окружающей среды в прибрежных зонах северных территорий с использованием лишайников в качестве биоиндикаторов

Загитова Г.Т.✉, Горшков В.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

✉ [Zagitova98@bk.ru](mailto:Zagitova98@bk.ru)

**Аннотация.** Экосистемы прибрежных зон севера характеризуются низкой устойчивостью к загрязнениям окружающей среды. Помимо физико-химических методов оценки уровня загрязнения окружающей среды наибольшую популярность в настоящий момент набирают биологические методы оценки, к которым относится, в частности, метод лишайноиндикации. Лихенофлора устойчива к любым климатическим изменениям, включая экстремально низкие температуры северных территорий. Также сообщества лишайников незамедлительно реагируют на любые биохимические, геохимические и другие изменения, вызванные как естественными факторами, так и антропогенными, в природных компонентах. Лишайники активно накапливают в своих талломах тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества, что создает возможности для научных исследований. В статье описана методика биоиндикации загрязнения окружающей среды с участием лишайнофлоры, а также указаны критерии оценки, используемые при лишайноиндикации, и акцентирована важность необходимости мониторинга состояния экосистем прибрежных территорий северных зон с использованием лишайноиндикации.

**Ключевые слова:** лишайники, северные территории, биоиндикация, экосистемы, арктические зоны, антропогенное загрязнение, лишайнобиота

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Загитова Г.Т., Горшков В.В. Оценка уровня загрязнения окружающей среды в прибрежных зонах северных территорий с использованием лишайников в качестве биоиндикаторов. *Арктика и инновации*. 2025;3(1):77–81. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-77-81>

## Assessment of environmental pollution in coastal areas of northern seas using lichens as bioindicators

Gulnaz T. Zagitova✉, Vadim V. Gorshkov

Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

✉ [Zagitova98@bk.ru](mailto:Zagitova98@bk.ru)

**Abstract.** Ecosystems in northern coastal areas are highly susceptible to environmental pollution. Its levels can be assessed using physical and chemical methods. In recent years, biological methods are also attracting increased attention, in particular those using lichens as bioindicators. Lichen flora is resistant to any climatic changes, including extremely low temperatures of northern areas. In addition, lichen communities immediately respond to any biochemical, geochemical, etc., changes caused both by natural and anthropogenic factors. Lichens actively accumulate heavy metals and other pollutants in their thalli, thus enabling scientific research. In this article, we describe a methodology for bioindication of environmental pollution using lichen flora. Assessment criteria for lichen bioindication are provided. The importance of monitoring the state of ecosystems in the coastal areas of northern seas using lichens as bioindicators is emphasized.

**Keywords:** lichens, northern areas, bioindication, ecosystems, Arctic zones, anthropogenic pollution, lichen biota

**Conflict of interest:** the authors report no conflict of interest.

**For citation:** Zagitova G.T., Gorshkov V.V. Assessment of environmental pollution in coastal areas of northern seas using lichens as bioindicators. *Arctic and Innovation*. 2025;3(1):77–81. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-77-81>

Экосистемы северных регионов сталкиваются с серьезными угрозами из-за изменения климата и антропогенной деятельности. Опасность загрязнений в Арктическом регионе по сравнению с другими регионами повышена, так как скорость самоочищения акваторий зависит от ряда физико-химических и биологических факторов. Низкие температуры и короткий вегетационный период замедляют процессы разложения и самоочищения, что делает эти экосистемы более уязвимыми к загрязнению. Загрязнители, такие как тяжелые металлы и органические соединения, могут накапливаться в окружающей среде и оказывать длительное воздействие на экосистему. Кроме того, изменения климата могут повлиять на миграцию животных, распределение видов и их взаимодействие, что, в свою очередь, может изменить структуру экосистем. Поэтому крайне важно принимать меры для защиты этих уникальных природных систем и снижения негативного воздействия человеческой деятельности [3].

В настоящее время для оценки уровня загрязнения окружающей среды используются физико-химические методы, которые чаще всего применяются в мониторинге, а также биологические методы. Физико-химические методы основываются на выполнении аналитических реакций, результаты которых фиксируются с использованием различных приборов. Эти методы позволяют устанавливать сверхмалое содержание (до  $10^{-12}$ ) [9] компонентов и веществ в анализируемых объектах, также обеспечивают возможность быстрого проведения анализа, при этом сам

процесс анализа обычно автоматизирован. Биологические методы базируются на установлении видового состава, показателях жизненного состояния живых организмов и особенностей их распространения.

Одним из направлений биоиндикации является лишеноиндикация, использующая лишенобиоту, их виды и группировки для оценки качества окружающей среды.

Лишеноиндикация представляет собой совокупность методов, которые используют лишенофлору для оценки общего уровня содержания основных поллютантов в окружающей среде. Как и другие методы биоиндикации, лишеноиндикация основывается на принципе экологической индивидуальности видов, что означает, что разные виды реагируют по-разному на определенные внешние факторы [6].

В рамках изучения влияния аэротехногенного загрязнения на лишайники в естественной среде ключевой задачей является установление взаимосвязей между различными характеристиками лишайникового покрова. К таким характеристикам относятся количество видов, присутствие или степень покрытия определенных видов, общее проективное покрытие лишайников, а также синтетические индексы, отражающие состояние лишайниковой растительности. Эти характеристики сопоставляются с параметрами, которые указывают на уровень загрязнения как в региональном, так и в локальном масштабе [8].

Методики мониторинга с использованием лишайников ландшафтов разработаны в конце 80-х годов XX века и успешно апробированы в естественных и техногенных ландшафтах Прибалтики и европейской части России [4]. Наблюдение за состоянием лишайников в качестве биоиндикаторов загрязнения показывает значительно более высокую эффективность по сравнению с классическими методами. Анализ лишайникового покрова позволяет оценить среднегодовое качество загрязнения атмосферного воздуха.

Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе доходят до лишайникового покрова как в состоянии осадков, так и в качестве аэрозолей или пыли. Осаждение крупных загрязняющих аэрозолей и их интеграция в слоевища лишайников хорошо иллюстрируются при сопоставлении химических профилей, полученных с помощью рентгеновской дифракции, для атмосферных аэрозолей, собранных непосредственно из воздуха, и частиц, зафиксированных лишайниками [7].

Ханс Хатмутович Трасс (1983) разделил методы лишайноиндикации на три группы: методы, основанные на изучении изменений, происходящих в лишайниках под влиянием загрязнений; методы, основанные на изучении изменений видового состава лишайников, происходящих под влиянием загрязнений; методы изучения лишайниковых сообществ в загрязненных районах и составление специальных карт.

В рамках применения методов первой группы выбирается индикаторный вид, который обладает высокой чувствительностью к определенному загрязнению, и анализируются такие характеристики, как кислотность и электропроводимость водной вытяжки из коры, уровень хлорофилла в лишайниковых водорослях, а также содержание серы, железа, ртути, кадмия и прочих поллютантов в слоевище лишайника и т. д. [2].

Наиболее распространенными видами лишайников, применяемыми в лишайноиндикации, являются *Hypogymnia physodes* (L.), *Xanthoria parietina* (L.), *Lecanora conizaeoides*, *Scoliosporum chlorococcum* и видов родов *Bryoria* и *Usnea*.

В настоящее время для оценки загрязнения атмосферного воздуха широко применяется

индекс полеотолерантности (ИП). К его основным компонентам относятся общее проективное покрытие, класс полеотолерантности определенного вида и проективное покрытие данного вида [2]. Расчет индекса представлен в формуле:

$$\text{ИП} = \sum_{i=1}^n \frac{c_i a_i}{c_n}$$

где  $c_n$  — общее проективное покрытие;  
 $a_i$  — класс полеотолерантности вида, определяемый для каждого индикаторного вида лишайника;  
 $c_i$  — проективное покрытие вида.

Учитывая значительное развитие промышленности в Арктическом регионе, необходимо внедрять систематический экологический мониторинг для оценки воздействия антропогенных факторов на экосистемы.

Главная задача исследований лишайникового покрова в Арктическом регионе — проведение инвентаризации лишайнобиоты, а также исследование отдельных систематических групп.

Изучение лишайнобиоты Русской Арктики началось 200 лет назад. За эти годы было опубликовано свыше 300 лишайнологических и геоботанических работ. Первые упоминания о лишайниках Русской Арктики встречаются еще в работах П.С. Палласа. В начале и середине XIX века появились публикации с упоминанием немногих, наиболее распространенных видов. В настоящее время для Русской Арктики известно более 1000 таксонов (1078 видов, 7 подвидов и 17 разновидностей) лишайников, относящихся к 192 родам и 69 семействам [5].

На сегодня в лишайноиндикации распространены по большей части эпифитные лишайники [5].

Однако существуют методы применения лишайников в качестве биоиндикаторов на прибрежных территориях с целью оценки антропогенного воздействия на водные экосистемы.

А.В. Сони́на из Петрозаводского государственного университета предложила идею о том, что эпифитный прибрежный лишайниковый покров, который произрастает на границе между сушей и водоемом, может быть

использован для оценки состояния прибрежной водной среды, в частности для изучения реакции наземной биоты на изменения в качестве воды [1].

Исследование выполнено на территории Республики Карелия на побережье Онежского озера, Ладожского озера, р. Лососинка, Суна с различными уровнями антропогенной нагрузки на природную среду.

Лишениобиота обследованных побережий пресных водоемов насчитывает 53 вида. При этом наибольшим видовым разнообразием лишайников характеризуются места без очевидных источников загрязнения — особо охраняемая природная территория «Кивач» (29 видов), побережье Ладожского озера (27 видов) и Ботанический сад ПетрГУ (16 видов), в то время как в условиях города (Петрозаводск), крупного поселка (Янишполе) и близ крупного производства (г. Кондопога) число видов лишайников значительно меньше (4, 5 и 8 соответственно) [1].

Анализ общих характеристик лишайникового покрова (число видов лишайников в опи-

сании и общее покрытие видов) по всем точкам исследования показал, что наиболее чутко реагирует на химические показатели воды число видов лишайников в описании. При увеличении в водоеме соединений фосфора снижается биоразнообразие эпилитного лишайникового покрова, а при повышении азотистых соединений в окружающей среде наблюдается снижение уровня общего покрытия лишайников.

Состояние эпилитного лишайникового покрова на прибрежной территории может быть использовано в качестве показателя степени загрязнения водоема, которое возникает в результате сброса сточных вод, включая отходы промышленного, бытового и сельскохозяйственного происхождения [1].

На сегодня имеется лишь небольшое количество исследований, которые рассматривают использование эпилитных лишайников в качестве биоиндикаторов для оценки состояния окружающей среды в прибрежных зонах водоемов. Это указывает на необходимость более глубокого изучения их возможностей в экосистемном мониторинге.

## Литература

1. Сони́на А.В. Эпилитный лишайниковый покров в оценке качества прибрежно-водной среды в условиях Карелии. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2021;(20-1):409–413.
2. Трасс Х.Х. Криптоиндикационные методы определения степени загрязненности атмосферного воздуха и экологический мониторинг. В: Охраняемые природные территории Советского Союза, их задачи и некоторые итоги исследования. Москва: Наука; 1983, с. 130–139.
3. Алексеев Д.К. Экологический мониторинг континентального шельфа арктических морей России: выбор критериев, оценка и перспективы. Арктика и инновации. 2023;1(1):51–58. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2023-1-1-51-58>
4. Галанин А.А., Глушкова О.Ю. Лишениометрия. Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2003;(33):22–52.
5. Андреев М.П., Котлов Ю.В., Макарова И.И. Биологическое разнообразие лишайников Русской Арктики (таксономический состав и предварительный анализ). Новости систематики низших растений. 1996;(31):82–94.
6. Чеснокова С.М. Лишениоиндикация загрязнения окружающей среды: практикум. Владимир: Владим. гос. ун-т; 1999.
7. Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. Москва: Научный мир; 2002.
8. Горшков В.В. Использование эпифитных лишайников для индикации атмосферного загрязнения. Апатиты; 1991.
9. Lan X., Thoning K.W., Dlugokencky E.J. Trends in globally-averaged CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, and SF<sub>6</sub> determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements. Version 2025-01; 2022. <https://doi.org/10.15138/P8XG-AA10>.

## References

1. Sonina A.V. Epilithic lichen cover in assessing the quality of the coastal aquatic environment in Karelia. Problems of botany of Southern Siberia and Mongolia. 2021;(20-1):409–413. (In Russ.).
2. Trass H.H. Cryptindication methods for determining the degree of air pollution and environmental monitoring. In: Protected natural territories of the Soviet Union, their tasks and some results of the study. Moscow: Nauka Publ.; 1983, pp. 130–139. (In Russ.).
3. Alekseev D.K. Ecological monitoring of the Russian continental shelf of Arctic seas: criterion selection, assessment, and prospects. Arctic and Innovations. 2023;1(1):51–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2023-1-1-51-58>
4. Galanin A.A., Glushkova O.Yu. Lichenometry. Russian Foundation for Basic Research Journal. 2003;(3(33)):22–52. (In Russ.).
5. Andreev M.P., Kotlov Yu.V., Makarova I.I. Biological diversity of lichens of the Russian Arctic (taxonomic composition and preliminary analysis). Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium. 1996;(31):82–94. (In Russ.).
6. Chesnokova S.M. Lichen indication of environmental pollution: Workshop. Vladimir: Vladimir State University; 1999. (In Russ.).
7. Byazrov L.G., Severtsov A.N. Lichens in environmental monitoring. Moscow: Nauchny Mir Publ.; 2002. (In Russ.).
8. Gorshkov V.V. Use of epiphytic lichens for indication of atmospheric pollution. Apatity; 1991. (In Russ.).
9. Lan X., Thoning K.W., Dlugokencky E.J. Trends in globally-averaged CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, and SF<sub>6</sub> determined from NOAA Global Monitoring Laboratory measurements. Version 2025-01; 2022. <https://doi.org/10.15138/P8XG-AA10>

## Сведения об авторах

**Загитова Гульназ Тимуровна** — аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», 194021, Санкт-Петербург, Институтский переулок, д. 5, литер У  
e-mail: [zagitova98@bk.ru](mailto:zagitova98@bk.ru)

**Горшков Вадим Викторович** — доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», 194021, Санкт-Петербург, Институтский переулок, д. 5, литер У  
e-mail: [vadim-v-gorshkov@yandex.ru](mailto:vadim-v-gorshkov@yandex.ru)

## Information about the authors

**Gulnaz T. Zagitova** — Postgraduate Researcher, Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, 194021, Saint Petersburg, Institutsky Pereulok, 5, liter U  
e-mail: [zagitova98@bk.ru](mailto:zagitova98@bk.ru)

**Vadim V. Gorshkov** — Dr. Sci. (Biology), Prof., Saint Petersburg State Forest Engineering University named after S. M. Kirov, 194021, Saint Petersburg, Institutsky Pereulok, 5, liter U  
e-mail: [vadim-v-gorshkov@yandex.ru](mailto:vadim-v-gorshkov@yandex.ru)

## Вклад авторов

**Загитова Гульназ Тимуровна** — сбор и анализ материалов, подготовка статьи к публикации, оформление библиографического списка.

**Горшков Вадим Викторович** — редактирование и окончательная доработка статьи с целью повышения ее научной значимости.

## Authors' contribution

**Gulnaz T. Zagitova** — collection and analysis of materials, manuscript preparation, bibliography formatting.

**Vadim V. Gorshkov** — editing and final revision of the manuscript with the introduction of valuable intellectual content.

УДК 3+502.52

ББК 6/8 + 26.221

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-82-92>

# Возможно ли существование крупных реликтовых рептилий и амфибий в водоемах Крайнего Севера?

Сапунов В.Б.

ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт»,

Санкт-Петербург, Россия

✉ [sapunov@rshu.ru](mailto:sapunov@rshu.ru)

**Аннотация.** Статья анализирует и систематизирует сообщения местных жителей, путешественников, исследователей Русского Севера (Якутия, полуостров Таймыр), а также легенды и фольклорные сказания о существовании в этих местах огромных неизвестных науке ящероподобных существ. Информация оценивается с позиций фольклористики, экологии и палеоэкологии. В полной мере исключить достоверность этих сведений нельзя. Учитывая низкую антропогенную нагрузку и относительно малую изученность этих мест, полностью опровергать возможность существования животных, мало известных науке, было бы неверно. Оценена теоретическая возможность существования на Севере и в других регионах планеты неизвестных рептилий и земноводных, мало доступных для изучения традиционными методами зоологии.

**Ключевые слова:** рептилии, криптобиология, скрытые виды

**Конфликт интересов:** автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Сапунов В.Б. Возможно ли существование крупных реликтовых рептилий и амфибий в водоемах Крайнего Севера? *Арктика и инновации*. 2025;3(1):82–92. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-82-92>

## Can large relict reptiles and amphibians inhabit the Far North water bodies?

Valentin B. Sapunov

Saint Petersburg Medical and Social Institute, Saint Petersburg, Russia

✉ [sapunov@rshu.ru](mailto:sapunov@rshu.ru)

**Abstract.** The article analyzes and systematizes reports of local residents, travelers, explorers of the Russian North (Yakutia, the Taymyr Peninsula), as well as legends and folk tales of huge, yet unknown to science, lizard-like creatures inhabiting these parts of the world. The data is examined from folklore, ecological, and paleoecological perspectives. One cannot assert that this information is completely unreliable. Given the insufficient knowledge of the Russian North and the low anthropogenic impact on the area, it would be wrong to totally exclude the possibility that animals little known to science dwell there. The study assesses the theoretical feasibility of the existence of unknown reptiles and amphibians, which are difficult to access and study by traditional zoological methods, in the North and a few other parts of the planet.

**Keywords:** reptiles, cryptobiology, cryptic species

**Conflict of interest:** the author declares no conflict of interest.

**For citation:** Sapunov V.B. Can large relict reptiles and amphibians inhabit the Far North water bodies? *Arctic and Innovation*. 2025;3(1):82–92. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-1-82-92>

## Введение

Несмотря на впечатляющие успехи современной биологии и полевой экологии, животный мир нашей планеты изучен неполно. Каждый год открывают и описывают тысячи новых видов. В основном это мелкие беспозвоночные, однако открывают и крупных животных, в том числе крупных рептилий. Так, гигантский варан острова Комодо был описан только в XX в. Район Крайнего Севера и Заполярья интересен в плане возможного существования редких и малоизвестных видов. Хотя биологическая продуктивность и лесистость здесь невысока, тем не менее тут обитает большое количество видов крупных животных, адаптированных к местным условиям, и не все эти виды достаточно изучены. Низкая антропогенная нагрузка позволяет существовать редким и проблематичным видам. В настоящей статье оценивается возможность существования крупных рептилий и земноводных на Крайнем Севере с сопоставлением такой возможности для других мест планеты.

## Свидетельства из Арктической зоны

Район Крайнего Севера, примыкающий к Ледовитому океану относительно мало населен. Это естественно, поскольку условия для жизни там тяжелые. Тем не менее там постоянно обитают народы, приспособившиеся к суровому климату, — чукчи, якуты, эскимосы и др. Как и все народы Земли, они наблюдали за природой, оформляли наблюдения в виде фольклора, легенд, преданий — сначала в устной форме, потом письменной. Рассмотрим проблематичные сообщения о гигантских рептилиях и земноводных Севера. Вот что писал известный исследователь и путешественник В. Чернобров [1].

Озеро Лабынкыр (Лабынгкыр) — таинственный водоем — находится в Оймяконском районе на востоке Якутии. Здесь, согласно многочисленным наблюдениям, в том числе и производившимся с вертолета, обитает «черт» — огромное животное, возможно, реликтовое происхождения. Озеро находится на высоте 1020 метров над уровнем моря,

вытянуто с севера на юг на 14 км. В озеро втекает и через ледяную нетающую плотину вытекает одноименная река Лабынкыр (приток Туора-Юрях и Индигирки). Местные жители говорят, что зимой на поверхности льда находятся несколько крупных полыней (называемых «чертовыми окнами»), рядом с ними — следы каких-то крупных животных. Некоторые старожилы сообщают, что животное («черт») обитает в озере с незапамятных времен и ведет себя крайне агрессивно. Однажды, к примеру, оно гналось за рыбаком-якутом, в другой раз проглотило плывущую за подстреленной дичью собаку. Описания «черта» похожи друг на друга, в них существо представляется как «огромное, темно-серого цвета, с такой большой головой, что расстояние между его глазами не меньше традиционных местных плотов из 10 бревен». В соседнем с Лабынкыром озере Ворота (глубина такая же, 60 метров, но размеры зеркала меньше) также неоднократно наблюдалось появление гигантского животного. Среди наиболее авторитетных очевидцев можно назвать начальника геологической партии Восточно-Сибирского филиала Академии наук СССР В. Твердохлебова и геолога Б. Башкатова, которые в своих дневниках 30 июля 1953 года при наблюдениях с плато Сордоннох оставили следующую запись: «Предмет плыл, и довольно близко. Это было какое-то животное. Оно двигалось по дуге: сначала вдоль озера, потом прямо к нам. По мере того как оно приближалось, странное оцепенение, от которого холодеет внутри, охватывало нас. Над водой чуть-чуть возвышалась темно-серая туша. Отчетливо выделялись 2 симметричных светлых пятна, похожих на глаза животного, а из тела торчало что-то вроде палки... Мы видели лишь небольшую часть животного, но под водой угадывалось огромное массивное тело... Чудовище двигается: тяжелым броском, несколько приподнявшись из воды, оно бросалось вперед, а затем полностью погружалось в воду. При этом от его головы шли волны, рождавшиеся под водой. “Хлопает пастью, ловит рыбу”, — мелькнула догадка... Сомнения не было: мы видели “черта” — легендарное чудовище здешних мест». Однако, как и следовало предполагать,

«северного Несси» (как перекрестили «черта») так никому из них не удалось достоверно зафиксировать или найти какие-нибудь следы гиганта [1].

Еще одно место севера, где видели крупного загадочного монстра — озеро Таймыр [2]. Рассказывают, что в тундре в водах полуострова Таймыр водится хищный монстр, народ называет его Таймырским драконом или Хозяином озер. Он огромный, как пять коров вместе, весит несколько тонн, громко кричит, как бык, у него толстая непробиваемая кожа. Убить этого зверя невозможно. Обычно дракон питается оленями, идущими на водопой. Чудовище нельзя тревожить, иначе оно разозлится, выбежит из озера в тундру, в считанные секунды догонит свою жертву и съест. Однажды четверо заключенных сбежали из тюрьмы. Скрываясь в тундре, они набрали на старый шалаш на берегу озера. Было лето. Заключенные пели песни, пили чай, купались в озере и радовались свободе. Все уснуло далеко за полночь, а парень, которого не пустили в шалаш, устроился неподалеку на камнях. Ближе к рассвету он внезапно проснулся и увидел то, чему сначала не поверил: огромное чудовище с лошадиной мордой и красными светящимися глазами направлялось к шалашу. Монстр резким движением хвоста ударил по хрупкой конструкции, и она разлетелась на ветки. Потом зверь вошел в шалаш и стал топтать спящих. Те сначала громко кричали, а потом резко затихли. Одного из своих жертв чудовище схватило зубами и потащило к воде. Очевидец не мог поверить своим глазам. Испугавшись, он со всех ног помчался прочь и, когда наткнулся на следующую за заключенными полицию недалеко от Норильска, кричал, плакал, умолял арестовать его и забрать в тюрьму, лишь бы больше не возвращаться к озеру [2].

Подобные сообщения не единичны [3–5] и требуют серьезного рассмотрения.

### Есть ли объяснение?

Животный (как и растительный) мир планеты до сих пор описан не полно. Количество известных видов оценивают в пределах 3–5 миллионов. И это составляет лишь малую часть видового разнообразия, которое может достигать 30 000 000 [6] и даже миллиарда [5]. Известные виды в своем большинстве описаны поверхностно, хотя

описание нередко удовлетворяет высоким требованиям Международного кодекса зоологической номенклатуры [8]. Непрерывно идет не только описание новых, но и переоценка уже описанных. Проблема реальности является ключевой в таком разделе естествознания, как криптозоология, созданная Б. Эвельмансом [3, 4]. Ее задача — изучение редких и проблематичных видов, обнаружение живьем видов, считавшихся вымершими, и видов в несвойственной им экологической нише. До настоящего времени криптозоология развивается в отрыве от традиционных направлений зоологии. В результате огромный научный материал почти не используется в развитии науки. Это положение необходимо исправить. Попробуем наметить для этого реальные пути.

В популярной и подчас просто в бульварной литературе широко обсуждается вопрос о существовании в наши дни на Земле реликтовых ящеров и живых динозавров. Рассмотрим такую возможность непредвзято, опираясь на реальные находки и методы естественных наук. Самым ярким экспонатом Берлинского палеонтологического музея является скелет гигантской ископаемой рептилии — брахиозавра. Это чудовище юрского периода имело вес около 50, по некоторым оценкам — до 70 тонн. Других таких крупных животных на суше за всю историю Земли достоверно не зафиксировано. Причина таких больших размеров неясна. С рептилиями связано много других тайн. Будем следовать принципам научного рассмотрения материалов. Для начала рассмотрим их место в системе живого мира и классификацию. Рептилии — высокоорганизованный класс позвоночных, появившийся в пермский период — конец палеозойской эры. Это было засушливое время, и рептилии были приспособлены к дефициту воды. Они относятся к экологической группе амниот, то есть животных, весь онтогенез которых может проходить на суше. Рептилии состоят из нескольких отрядов. Динозавры — ископаемая и вымершая (?) группа. Крокодилы имеют тот же геологический возраст, что и динозавры, но современные мельче древних. Черепахи — широко распространенная современная группа. Современные черепахи тоже меньше ископаемых. Самые многочисленные и широко распространенные из современных рептилий — *Squamata* — чешуйчатые, то есть ящерицы и змеи. Моряки говорят, что в море

живет гигантская змея, и эти легенды будоражат криптозоологов на протяжении многих лет [9].

Перечислим самые значимые для данной темы вопросы, связанные с рептилиями.

1. Почему вымерли динозавры, а крокодилы уменьшились в размерах?
2. Действительно ли вымерли динозавры?
3. Могли ли динозавры создать социальную организацию?
4. Почему динозавры приобрели такие большие размеры?

### Экология и биологическое разнообразие динозавров

Разнообразие динозавров велико. Некоторые из них были адаптированы к водной среде — например, ихтиозавр, мезозавр. Некоторые из них были адаптированы к суше. Самым крупным из них был брахиозавр (рис. 1).

Есть некоторые косвенные данные о более крупном динозавре, возможное название — гигантозавр, длиной 35 метров! Фрагменты костей содержатся в музее натуральной истории Вены. Динозавры поднимались в воздух. Летящие динозавры имели большое разнообразие. Птеранодон имел крылья длиной 10 метров. Некоторые старые популярные книги рассматривают динозавров как медлительных примитивных животных. Согласно современным палеонтологическим данным, они были высокоорганизованы и имели адаптивные формы поведения. У них, судя по косвенным данным, имелось



**Рис. 1.** Брахиозавр имел массу до 70 тонн и, как предполагается, вел полуводный образ жизни. Но это предположение не доказано

**Fig. 1.** Brachiosaurus weighed up to 70 tons and is believed to have been semiaquatic. However, this assumption has not been proven.

теплокровие, 4-камерное сердце и сложное поведение, как у современных млекопитающих. Первым ученым, предположившим этот факт, был русский эволюционист Л.С. Берг, рассматривавший этот вопрос в книге «Номогенез», изданной в Петрограде в 1922 г. и переизданной в 1977 г. [10]. Последующие научные усилия подтвердили идеи Берга. Анализ окаменевших отпечатков следов допускает существование коллективного поведения, заботу о потомстве. Следы стада предполагали организованную структуру передвижения стада: самцов — по краям, самок и детенышей — ближе к центру. Такое сложное поведение нехарактерно для современных рептилий.

Эта группа животных вымерла к палеогеновому периоду. Причина неясна. Некоторые специалисты предполагали, что причиной стал экологический кризис из-за падения гигантского метеорита или астероида. Возможно, современный Мексиканский залив — след такого падения. Динозавры сменились млекопитающими. Последние породили прогрессивный род *Homo* — человека! Между человеком и динозавром гигантское расстояние во времени и встреча их невозможна. Почти невозможна, но... Весь живой мир находится в состоянии развития. Это развитие есть эволюция. Ч. Дарвин в XIX веке предложил основной механизм эволюции — естественный отбор; это выживание и размножение организмов, обладающих максимальными адаптивными потенциями. Общая теория биосферы была предложена В.И. Вернадским [11]. Согласно теории:

1. Масса биосферы постоянна. По современным данным, обобщенным русскими учеными Ф. Добржанским, М. Камшиловым, эта сырая масса составляет 250 000 000 000 тонн [12].

2. Биосфера организована как экологическая пирамида. Она описывает отношения биомасс между растениями и животными. Каждый последующий трофический уровень имеет массу в 10–100 раз меньше. То есть на 100 кг растительной массы приходится 1 кг животной массы. На 1 кг хищников приходится 10 кг жертв.

3. Ареал распределения видов внутри отрядов и классов асимметричный. То есть большинство видов принадлежит к небольшому количеству отрядов.

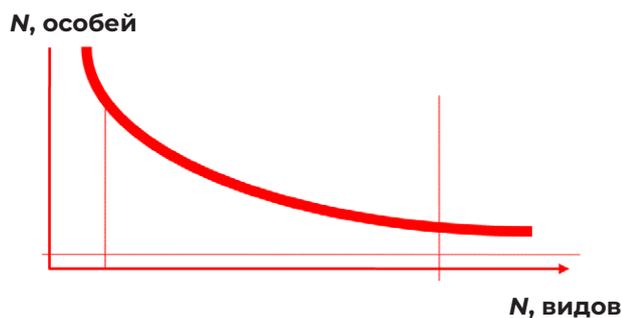


Рис. 2. Распределение видов по численности

Fig. 2. Distribution of species by abundance

Теоретическая картина такого распределения представлена на рис. 2 и соответствует формуле:

$$f(N) = A + B e^{-cN},$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  — константы.

Смысл кривой состоит в том, что в любой экологической системе есть доминирующие виды, редкие и скрытые. Численность последних достаточна для самоподдержания, но недостаточна для устойчивой регистрации научными методами. Соответственно наука до сих пор упускает много неописанных, как вымерших, так и ныне живущих видов [7].

Образ древней биосферы восстанавливается по палеонтологической летописи, которая, как известно, неполна. На это еще указывал Ч. Дарвин [13]. Несмотря на прогресс в палеонтологии, неполнота актуальна и поныне. Вот почему облик былых биосфер восстанавливается лишь относительно. Советский ученый и писатель И. Ефремов в 1950 году основал «тафономию» как науку о сохранности и утраты органических остатков [14]. Методы этой науки являются эффективным инструментом для реконструкции прошлой биоты на основе фрагментарных останков.

Согласно современным научным представлениям, эволюция — это изменение видов, а также вымирание старых видов и появление новых. Процесс считается необратимым. Но аксиомы «необратимой эволюции» оказались верными лишь частично [10]. Иногда появление и исчезновение видов может быть иллюзорным. Исчезновение трупов и ископаемых остатков определяется химическим разложением, уничтожением водными потоками, механическим разрушением динамикой почвы, антропогенным искусственным уничтожением.

В первые дни после смерти распад биологической массы зависит от времени в соответствии с экспоненциальным законом. Новый труп — свободная экологическая ниша для некрофагов, и они осваивают ее со скоростью геометрической прогрессии. После стабилизации новой экологической системы разрушение становится менее биологическим и более химическим процессом. Процесс можно описать математическими моделями [15].

Как правило, палеонтологи имеют дело с фрагментарным фоссилизированным материалом. Методы восстановления облика ископаемого животного по отдельным фрагментам известны со времен Ж. Кювье [16], однако точность их относительна. Обычно для идентификации вида достаточно 5–10 костей, случайно полученных из скелета. Виды, в отношении которых найдено менее 5 % скелета, четко не идентифицируются и попадают в категорию «скрытых».

Во время работы автора данной статьи на раскопках палеолита в районе Костенки (Воронежская область) были получены следующие данные. В период времени 20 000–25 000 лет назад там могло последовательно существовать 140 000 мамонтов и 300 000 человек. Было найдено около 70–100 останков мамонта, имеющих около 10 % скелета, и 4 скелета человека, имеющих разную сохранность. Согласно расчетам [9], виды, близкие к крупным приматам, но имеющие плотность популяции в 20–25 раз меньше, чем ископаемые останки *Homo sapiens*, могут быть пропущены палеонтологическими исследованиями. Раскопки «Костенки» Воронежской области зафиксировали около 50% млекопитающих и моллюсков, то есть организмов, имеющих скелеты. Назовем реальные виды, пропущенные палеонтологическими записями, скрытыми. Скрытые виды являются резервом биосферы. Они способны занять экологическую нишу, которая освобождается от других видов. Поэтому биосфера чрезвычайно устойчива. Большинство видов появилось раньше и исчезло позже, чем предполагалось традиционной палеонтологией. Это не предполагало реальность встречи человека и динозавра, но и не исключало такой возможности.

Динозавры хорошо известны как гигантские рептилии. Но не все были гигантами. Пределы размеров контролируются прочностью

костной системы, химическим составом, физиологией. Животные размером с китообразных могут жить только в воде. Для летающих животных основными пределами являются принципы аэродинамики и эффективность мышц. Животные весом более 20–25 кг не способны летать. Вот почему самые большие птицы, такие как страус, не летают. Зависимость между размером и численностью отрицательная. Чем больше организм, тем меньше численность и наоборот. Гиганты редки, пигмеи широко распространены. Важным процессом эволюции является конвергенция — сходство, основанное на адаптации к среде обитания без генетического родства. Некоторые динозавры были похожи на современных млекопитающих. Ихтиозавр был похож на дельфина, игуанодон — на кенгуру. Существовал ли динозавр, похожий на человека? По мнению некоторых ученых, существовал «человекозавр» [9]. Одна кость, возможно, принадлежащая ему, хранится в Нью-Йоркском музее естественной истории. Кость была раскопана в Альберте в 1917 году. У такого гипотетического существа могла быть материальная культура. Но ее останки не дошли до наших дней согласно законам тафономии. Современные специалисты по археологии серьезно сомневаются в реконструкции времен, удаленных от нас на несколько тысяч лет. Исторические обстоятельства и артефакты возрастом в несколько миллионов лет практически не поддаются реконструкции.

Вернемся к динозаврам. Гиганты были редки, средние и минимальные формы были широко распространены. Гиганты более популярны в литературе по двум причинам. Согласно законам тафономии, большие кости дольше сохраняются, чем маленькие. Гиганты выглядели более фантастично и интересно. Находки их костей породили легенды о драконах. Согласно работам И. Ефремова [14], наилучшие условия сохранения костей динозавров имеют место в степях Монголии и Северного Китая. Именно отсюда пошли легенды о динозаврах. В Китае существует даже культ дракона как существа положительного и доброго. Автор данного сообщения посетил монастырь Та Пром в Камбодже и видел на стене барельеф XII века, изображающий стегозавра (рис. 3).

Среди десятков тысяч других изображений ничего подобного нет. Объяснение этого феномена может быть такое. В создании



**Рис. 3.** Изображение стегозавра на стене храма Та Пром, XII век (Камбоджа)

**Fig. 3.** Stegosaurus depicted on the wall of the Ta Prohm Temple, 12th century (Cambodia)

храма участвовали китайские мастера, которые создавали барельеф, опираясь на китайские легенды о драконах и относительно грамотную реконструкцию стегозавра, выполненную китайскими мудрецами далекого прошлого [9].

Большинство динозавров были невелики, с таким же разнообразием размеров, как и современные млекопитающие. Самые большие животные, жившие за всю историю Земли, — китообразные. Но они живут только в воде. Такие большие животные не могут существовать на суше. Самое большое животное современной суши — слоны, имеющие массу до 7,5 тонны. Несколько миллионов лет назад существовали такие млекопитающие, как мегатерии и индрикотерии, имевшие массу до 15 тонн. Динозавры были крупнее. Бронтозавры имели массу 20–25 тонн, брахиозавры — 70 тонн. Есть данные о существовании «гигантозавров», имевших больший размер. Общие принципы зависимости размер–популяция были одинаковыми во все эпохи. Но максимальный размер наземных животных уменьшается. Почему так? Есть традиционное объяснение размеров динозавров. Они имели «амфибийную» экологию, проводя много времени в воде, как современные бегемоты. Такая трактовка вызывает сомнения. Бегемоты активны на суше и имеют высокую двигательную активность. Это животное выглядит как ленивое толстое существо в зоопарке, но это опасный быстрый агрессор в дикой природе. Действительно, некоторые динозавры, такие как плезиозавры, имеют адаптацию к воде. Но организация

бронтозавров и брахиозавров не имеет признаков адаптации к воде! Есть проблемы и с летающими динозаврами. Самые большие современные летающие птицы, такие как пеликаны, имеют массу до 20 кг. Летающие птеранодоны имеют массу до 70 кг. Хорошо известно, что крокодилы, жившие в мезозое, были крупнее современных. Летающие насекомые палеозоя были крупнее современных, некоторые из них, включая стрекозу меганевру, достигли размеров современной птицы. Почему так? Более реальной гипотезой является то, что гравитационное поле увеличивалось в ходе геологической истории [17]. Масса Земли увеличивалась из-за падения метеоритов, но такое увеличение несущественно. Возможно, происходили более существенные процессы. Физика ядра Земли до сих пор неясна. В конце XIX века ученые О. Хевисайд и Ж. Пуанкаре предложили принципы относительности и равенства массы и энергии по формуле  $E = mc^2$ . Это уравнение часто приписывают Эйнштейну, что неверно. Впервые это уравнение вывел в конце XIX века профессор Санкт-Петербургского университета В. Умов [17]. Русский ученый Н. Козырев установил, что ядерного синтеза недостаточно для горения Солнца [18]. Он обнаружил в конце XX века новое космическое поле — поле времени. Ученый предположил, что энергия времени может трансформироваться в энергию и массу. Энергия времени является источником активности звезд и эволюции планет. Возможно, энергия времени трансформируется в массу внутри ядра Земли. Если наука XXI века подтвердит эту гипотезу, то размеры доисторических животных станут ясны.

### Вымерла ли такая прогрессивная группа, как динозавры?

Вавилон — древнейший город, возраст которого превышает 5000 лет. Ворота дворца «Иштар» были построены в VII веке до н. э. На воротах есть несколько реалистичных изображений животных. Между ними находится существо, похожее на бронтозавра. Как отмечалось выше, на стене древнего камбоджийского храма, построенного в 1181 году, была найдена скульптура когото вроде стегозавра. Мы не можем ответить на вопрос — это динозавры или современная скрытая рептилия, похожая на динозавра. Американский зоолог Иван Сандерсон собрал множество свидетельств о живых

динозаврах [3, 4]. Много такой информации было им собрано в Африке. В 1933 году молодой Сандерсон посетил джунгли Камеруна. Он увидел живого динозавра — птеродактиля. По словам Сандерсона, аборигены знали об этом животном и боялись его. Сандерсон считает ныне живущего птеродактиля гигантом. Но ископаемые останки говорят о том, что он был маленьким — как голубь. Животное весом более 20–25 кг не может летать по законам аэродинамики. Есть сведения из джунглей Центральной Африки о существое Мокеле — Мбембе. Оно было похоже на тираннозавра. Первые сведения о нем для европейской науки были в материалах немецких экспедиций, проведенных Штейном фон Лаузницем [9]. Он не видел существа, но записывал рассказы аборигенов. По их словам, оно было похоже на большую ящерицу и охотилось на гиппопотамов. Немецкие ученые видели следы чудовища, но не пришли к окончательному выводу о реальности существа. Затем были записаны новые свидетельства. Иван Сандерсон увидел его в джунглях Камеруна в 1932 году. Ученый писал: «Крик существа был ужасен взрывом известковой бомбы. После этого мои проводники-аборигены упали. Я увидел голову на большом расстоянии — она была похожа на все тело взрослого гиппопотамы. Мы убегали как спринтеры». В том же году южноафриканский охотник Ф. Хоблер увидел хищное существо на севере Анголы. Некоторые аборигены говорили, что это не хищник, а травоядное животное. В 1938 г. бельгийский охотник Лепаж увидел существо в джунглях Конго. Он сказал, что его длина была 12 м. След имеет 3 пальца. Секретарь Международного криптозоологического общества Рой Маккал посетил Заир в 1981–1982 годах, где собрал сведения о живых динозаврах. По его мнению, живой динозавр похож на игуанодона или тираннозавра. Экология у них разная. Первый — травоядный, второй — хищник. Второе предположение более реально. Хищники имеют популяцию меньшую, чем травоядные, в 10 раз и могут быть более скрытыми. Вопрос об африканских динозаврах до сих пор неясен. Должен добавить, что большинство динозавров не были гигантскими. Согласно закону тафономии, самые большие имеют больше возможностей сохранить свои кости в течение многих лет. Соотношение размер-популяция у динозавров было таким же, как у современных млекопитающих. У маленьких динозавров до сих пор

больше возможностей сохраниться. Мы можем сделать вывод, что современное видообразование до сих пор неясно. Известно 5 миллионов видов, общая численность во много раз больше.

Вернемся к нашей стране и к ее зоологическим загадкам. Существует древняя русская летопись, описывающая инцидент с предполагаемыми крокодилами в городе Пскове на реке Великой, примерно в 645 км к северо-западу от Москвы и примерно в 240 км к юго-западу от Санкт-Петербурга [5, 9]. Вот приблизительный перевод рукописи на современный русский язык. «В 1582 году из реки вышли какие-то страшные (лютые) животные — крокодилы. Они начали нападать на население. Многих людей кусали крокодилы. Все были напуганы и начали молиться Богу. Вскоре после этого некоторые из крокодилов были убиты, а другие сбежали».

Представляет интерес зоогеографический вопрос о том, были ли описанные рептилии из естественной популяции или из временной популяции, завезенной людьми. Современные крокодилы, в число которых входят гавиалы (вероятно, 2 вида) и аллигаторы (не менее 7 видов), как полагают, физиологически ограничены тропическими и субтропическими регионами. Хотя ареалы двух видов, американского аллигатора и китайского аллигатора, проникают в температурные зоны, где иногда случаются заморозки, крокодилы почти наверняка не выжили бы в естественном состоянии в гораздо более холодных бореальных регионах Северной России.

Самое северное присутствие крокодилов в Старом Свете находится примерно на 32 градусах северной широты, где река Нил впадает в Средиземное море. Это среда обитания столь устрашающего нильского крокодила. Его длина может достигать 6 м. Ископаемые мезозойские крокодилы были длиной 12 метров.

Вопрос в том, насколько летопись передает подлинную историческую информацию? Русское слово «крокодил» (древнее написание «каркодил») было понятно образованным русским XVI века, поскольку заимствовано из греческого. Нет сомнений относительно правильной идентификации псковского животного. Из-за анатомических и физиологических особенностей кроко-

дилы не могли пережить суровые русские зимы. Поскольку никаких других сообщений о крокодилах не существует ни до, ни после событий в Пскове, животные, скорее всего, были ненадолго завезены в дикую природу торговцами животными.

Одним из ближайших доступных регионов, где обитали крокодилы, был Египет, и Россия имела контакты с этой страной в XVI веке. Известно, что в 1559 году русская культурная делегация во главе с торговцем Василием Поздняковым посетила Каир. В 1582 году русский советник Трифон Коробейников путешествовал по Египту, впоследствии издав известную книгу о своем путешествии. Другие русские также посещали Египет, и все они впоследствии писали подробности о поразительном внешнем виде гигантских рептилий, известных как крокодилы. Псков лежал на важном торговом пути между Ближним Востоком и Северной Европой, и многие арабские торговцы пересекали этот путь. Караван арабских купцов, возможно, вез таких крокодилов из Египта в Россию в качестве подарка богатому человеку или, для использования в карнавальном представлении [9]. Выставки экзотических животных были довольно распространены в России в том столетии. В первой половине XVI века австрийский дипломат Сигизмунд Герберштейн опубликовал книгу под названием «Записки о Московской земле» [19]. В ней он писал о гигантских рептилиях, которых разводили в неволе в Литве. Представленная информация указывает на то, что рептилии были либо крокодилами, либо варанами. Принадлежность их к выжившим динозаврам менее реальна, но и не фантастична. Традиционный маршрут с юга в Литву проходил через Псков. Транспортировка таких крокодилов не была сложной задачей, поскольку такие рептилии могут некоторое время содержаться без пищи и воды. Возможно, использовалась старая русская система перевозки живой рыбы. Она включает специальные рыбные баржи с непрерывным приливом воды, чтобы рыба оставалась живой.

Можно сделать вывод, что в 1582 году некоторое количество египетских крокодилов — предположительно, нильского крокодила — перевозилось живыми через Псковскую область, когда что-то стало причиной их случайного освобождения. Затем рептилии смогли выжить некоторое время в реке

Великой, питаюсь рыбой и, по-видимому, людьми. Те, которые не были убиты, должны быть, умерли в течение последующей зимы, так как о них больше не упоминается ни в одной русской летописи.

Вопрос о живых динозаврах является одним из самых популярных в современной криптозоологии. Можно допустить существование маленьких динозавров, живущих в дикой природе как обычные ящерицы. Но как насчет больших динозавров? Есть много данных о странных гигантских животных, похожих на плезиозавров, в некоторых озерах. Это хорошо известные явления озера Шамплейн в Северной Америке, озер Таймыр и Лоб-Норр в Сибири. Но самым популярным является чудовище озера Лох-Несс в Шотландии.

Палеозой был эрой амфибий. В эпоху амфибий леса состояли из гигантских споровых растений, таких как папоротники. Структура биосферы была такой же, как сейчас. 100 кг гигантских папоротников обеспечивали существование 1 кг гигантской амфибии. 190 миллионов лет до нашей эры произошла гигантская экологическая «перестройка». Климат стал более жарким и влажным. Начался мезозойский период. Наступившая сухость погубила многих амфибий. Они не вымерли совсем, некоторые выжили в виде лягушек, тритонов и т. д. Возникли более приспособленные к измененным условиям рептилии. Млекопитающие существовали как скрытый класс. Леса этого времени состояли из сосновых растений. 100 кг сосновых растений сопровождалась 1 кг массы динозавра. 60–70 миллионов лет назад произошла новая перестройка. Из-за падения астероида изменился климат. Млекопитающие стали доминирующей группой. Динозавры стали скрытой или вымершей группой. Общее состояние структуры биосферы оставалось постоянным.

Млекопитающие произвели мыслящую социальную форму, то есть человека. Возможно, динозавры произвели мыслящую форму, то есть «человекозавра» [9]. Амфибии могли произвести человека-амфибию. Научных данных об этом у нас нет. Но такая возможность не совсем беспочвенна.

В будущем в соответствии с законом эволюции млекопитающие могут получить статус скрытого класса как отряд динозав-

ров, как крупные прогрессивные амфибии. Какая группа организмов станет основной и самой прогрессивной частью биосферы? Какие виды из этой группы положат начало новой цивилизации? Пусть читатели журнала «Арктика и инновации» задумаются над этими вопросами.

Вернемся к тем свидетельствам о неизвестных животных Севера, с которых мы начали статью. Перечислим обстоятельства, которые подтверждают реальность сообщений.

1. На пустом месте миф не возникает, хотя бы потому, что фантазия людей ограничена. Есть законы фольклористики и теории свидетельских показаний. Величину крупных объектов свидетели имеют тенденцию преувеличивать, мелких — преуменьшать. Работать со свидетельскими показаниями как источниками научной информации можно, проявляя при этом разумный скепсис.

2. Крупные не описанные наукой животные на Земле, бесспорно, существуют, и это подтверждается регулярным описанием новых видов.

Перечислим обстоятельства, которые заставляют проявить сомнение и осторожность в трактовке такого рода сообщений.

1. Биологический вид не может существовать в числе нескольких или единичных особей. Малые популяции быстро исчезают и вырождаются в результате инбредной депрессии.

2. Все рептилии дышат атмосферным воздухом. Соответственно значительную часть времени они должны находиться не в глубинах, а на суше или, по крайней мере, выставив голову на поверхность. Значит, наблюдения таких существ должны быть не эпизодическими, а регулярными.

Прокомментируем эти положения. Минимальная численность, при которой популяция, размножающаяся половым путем, должна составлять порядка 100–200 особей. Если же она размножается путем партеногенеза (это явление описано для рептилий и амфибий и других животных), то популяция может оставаться стабильной и при меньшей численности. Допустим, в несколько десятков особей, ведущих скрытый образ жизни.



Рис. 4. Мастодонзавр

Fig. 4. Mastodonsaurus

Часть сообщений о «драконах» может касаться амфибий, похожих на рептилий. Например, в эпоху карбона на Земле жила огромная хищная амфибия «мастодонзавр» (рис. 4). Морфологически и внешне к нему близка современная японская гигантская саламандра, которая является хотя и редким, но реальным видом. Она вполне может ассоциироваться с драконом. Амфибии, как известно, обладают как легочным, так и кожным дыханием и могут подолгу находиться в воде, не показываясь на поверхность. Личинки амфибий ведут чисто водный образ жизни. Все эти обстоятельства позволяют считать реальным существова-

ние редких крупных животных, с большей вероятностью амфибий, чем рептилий, действующих на воображение свидетелей в малонаселенных районах планеты, включая Крайний Север России.

## Заключение

Мы не можем поставить окончательной точки в рассмотрении вопроса о существовании на Севере животных, подобных гигантским ископаемым амфибиям или рептилиям. Многие из мифов и рассказов о таких животных хотя не подтверждены, но и не опровергнуты. Вопрос остается не закрытым. История науки знала случаи, когда поиски даже несуществующего объекта приводили к позитивным результатам. Существование крупных неизученных рептилий и амфибий в районах, примыкающих к Северному Ледовитому океану, не противоречит нашим знаниям из области зоологии и экологии и может быть стимулом для серьезных исследований этого района земного шара.

## Литература

1. <https://yakutiamedia.ru/news/495891/>
2. <https://dudinka.online-city.ru/news/2021-10-29-krasav>
3. Эвельманс Б. Следы невиданных зверей. М.: Вокруг света; 1994. 349 с.
4. Neuveldmans B. The sources and methods of cryptozoological researches. *Cryptozoology*. 1988;7:1–24.
5. Сапунов В.Б., Глазырина Т.М. География мировых тайн. СПб.: Политехнический университет; 2017. 144 с.
6. May R. How many species are there? *Nature*. 1986;324:514.
7. Сапунов В.Б. Экологический депозитарий как основа устойчивости биосферы // Общество, среда, развитие. 2010;1:153–158.
8. International trust for zoological nomenclature. London: Intern com zool nomenclature; 1985. 135 p.
9. Sapunov V.B. Retsel der riesigen Reptilien. *Der Kryptozoologie Report*, 2007;3(1):43–52.
10. Берг Л.С. Труды по теории эволюции. Л.: Наука; 1977. 396 с.
11. Вернадский В.И. Соч. в 24 т. М.: Наука; 2013.
12. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М.: Наука; 1979. 256 с.
13. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. М. — Л.: Изд-во АН СССР; 1939. 832 с.
14. Ефремов И.А. Тафономия и геологическая летопись. Труды ПИН АН СССР. 1950;4(1).
15. Сапунов В.Б. Количественный подход к оценке репрезентативности палеонтологической летописи. *Изв. АН СССР, сер. Биологическая*. 1990;(3):420–426.
16. Общая палеоэкология. СПб.: Изд. С-Петербургского ун-та; 2000, 132 с.
17. Сапунов В.Б. В дебрях времени. СПб.: Гамма; 2021. 124 с.
18. Козырев Н.А. Избранные труды, Л.: изд. ЛГУ; 1991. 448 с.
19. Gerbershtein S. *Moscovia*. М.: Astrel, 2008. 703 p.

## References

1. <https://yakutiamedia.ru/news/495891/>
2. <https://dudinka.online-city.ru/news/2021-10-29-krasav>
3. Heuvelmans B. Traces of unseen animals. Moscow: Around the world; 1994. — 349 p.
4. Heuvelmans B. The sources and methods of cryptozoological researches // *Cryptozoology*, 1988;7:1–24.
5. Sapunov V.B., Glazyryna T.M., Geography of world enigma. S-Pb, Politech Univ; 2017. 144 p.
6. May R. How many species are there? *Nature*. 1986;324:514.
7. Sapunov V.B. Ecological deposit as basis for biosphere sustainable. *Society, Environment and Development*. 2010;1:153–158.
8. International trust for zoological nomenclature. London: Intern com zool nomenclature; 1985. 135 p.
9. Sapunov V.B. Retsel der riesigen Reptilien. *Der Kryptozoologie Report*. 2007;3(1):43–52.
10. Berg L.S. Study of evolution theory. Leningrad: Science; 1977. 396 p.
11. Vernadsky V.I. Works in 24 volumes, Moscow: Sciences; 2013.
12. Kamshilov M.M. Evolution of biosphere. Moscow: Science; 1979. 256 p.
13. Darwin C. The origin of species by natural selection. Moscow — Leningrad: Ac Sci of USSR; 1939. 832 p.
14. Efremov I. A. Taphonomy and fossil records. Paleontological institute of Ac Sci of USSR. 1950;4(1).
15. Sapunov V.B., Quantative assay for fossil records. *Ann. Ac. Sci of USSR, Biology*. 1990;(3):420–426.
16. General paleoecology. Saint Petersburg: Saint Petersburg university; 2000, 132.
17. Sapunov V.B. In the time forest. Saint Petersburg: Gamma; 2021. 124 p.
18. Kozyrev N.A. Selected works. Leningrad: Leningrad University; 1991. 448 p.
19. Gerbershtein S. *Moscovia*. Moscow: Astrel; 2008. 703 p.

## Сведения об авторе

**Сапунов Валентин Борисович** — доктор биологических наук, академик Петровской академии наук и искусств, почетный член Европейского союза наук о Земле, консультант Московского государственного университета, профессор ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт» Россия, 193112, Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., 72  
 ORCID: 0000-0002-6100-5088  
 ID WoS: 4545-2021  
 тел.: +7 (911) 925-40-31  
 e-mail: [sapunov@rshu.ru](mailto:sapunov@rshu.ru)

## Information about the author

**Valentin B. Sapunov** — Dr. Sci. (Biology), Member of Peter Academy of Sciences and Arts, Emeritus Member of European Geosciences Union, Consultant of Moscow State University, Professor of Medical and Social Institute. 72 Kondratyevsky avenue, St. Petersburg, 193112, Russia  
 ORCID: 0000-0002-6100-5088  
 ID WoS: 4545-2021  
 tel.: +7 (911) 925-40-31  
 e-mail: [sapunov@rshu.ru](mailto:sapunov@rshu.ru)

## Вклад автора

Автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

## Author's contribution

The author confirms his sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.