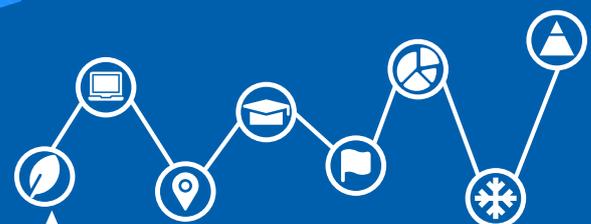


ISSN:3034-1434

Том / Vol. **2**

№ / No. **3**

2 0 2 4



# 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 2 / № 3 / 2024

Scientific Journal

# "Arctic and Innovations"

Vol. 2 / No. 3 / 2024



ФГАОУ ВО «МАУ»  
FSAEI HE "MAU"



Том **2**  
№ **3**  
2 0 2 4

#### 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 сентября 2024

#### Копирайт

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», оформление, 2024

#### 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. Sc. (Geography), professor, Russian State Hydrometeorological University (Saint Petersburg, Russian Federation)

### Deputy editor-in-chief

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

### Editorial board

**Ahmad Alaa Ali**, PhD in 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. Sc. (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. Sc. (Technical), professor, head, Institute of Informational Systems and Geotechnology, Russian State Hydrometeorological University (Saint Petersburg, Russian Federation)

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

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

**Stanislav A. Ogorodov**, Dr. Sc. (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)



Arctic  
and Innovation

Vol. **2**  
# **3**  
2 0 2 4

### 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 September 2024

### Copyright

Murmansk Arctic University, layout, 2024

### 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** Российская Арктика в международной экономической и геополитической повестке  
**Фадеев А.М.**
- 15** Природные условия прибрежной тундры Варандея. Трансформация естественных ландшафтов при антропогенном воздействии  
**Мартынов С.В.**
- 54** Основные направления развития оружия нелетального действия, применимого в Арктическом регионе  
**Кренц С.И.**
- 64** Развитие новых технологий защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры  
**Дун Сянли, Шилин М.Б., Леонтьева Е.О.**
- 83** Развитие туризма в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью в Скандинавии и Мурманской области  
**Хубер М., Яковлева О.А., Жигунова Г.В.**
- 94** Об особенностях внедрения программ магистратуры по языкам народов Арктики в образовательных организациях высшего образования (на примере саамского языка)  
**Бакула В.Б., Пастушкова М.А., Саватеева О.В.**
- 102** Образовательные сообщества сельских школ Арктики (на примере Мурманской области): взгляд на инклюзию в контексте социальной справедливости  
**Афонькина Ю.А., Кузьмичева Т.В.**
- 117** Неизвестные страницы биографии великого помора Михайло Ломоносова  
**Сапунов Б.В., Сапунов В.Б.**
- 123** О книге «Управление природными рисками»  
**Лисовский С. А.**

The Russian Arctic in the international economic and geopolitical agenda <i>Alexey M. Fadeev</i>	6
Natural conditions of Varandey coastal tundra. Anthropogenic transformation of natural landscapes <i>Sergey V. Martynov</i>	15
Main directions in the development of non-lethal weapons applicable in the Arctic region <i>Sergey I. Krents</i>	54
Development of improved technologies for protecting fish from infections in aquaculture <i>Dong Xiangli, Shilin M.B., Leonteva E.O.</i>	64
Development of tourism in the mining areas of Scandinavia and Murmansk region <i>Miłosz Huber, Olga A. Yakovleva, Galina V. Zhigunova</i>	83
Implementation of Master’s degree programs in Arctic indigenous languages in the higher education system (on the example of the Sámi language) <i>Bakula V.B., Pastushkova M.A., Savateeva O.V.</i>	94
Educational communities of rural schools in the arctic (on the example of the Murmansk oblast): a social justice perspective on inclusion <i>Yulia A. Afonkina, Tatyana V. Kuzmicheva</i>	102
Hidden pages of Mikhail Lomonosov’s biography <i>Boris V. Sapunov, Valentin B. Sapunov</i>	117
On the book “Natural Risk Management” <i>Sergei A. Lisovskii</i>	123

ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

УДК 332

ББК 65.2/4

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-6-14>



# Российская Арктика в международной экономической и геополитической повестке

Фадеев А.М.

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

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

**Аннотация.** В статье рассматриваются ключевые экономические и геополитические аспекты деятельности государств, имеющих выраженный интерес к реализации своих государственных интересов на территории Арктики. Уделено внимание потенциальным вызовам России с точки зрения международного сотрудничества, в том числе милитаризации. Отдельно рассмотрено текущее развитие Северного морского пути с оценкой перспектив его интеграции в мировую логистическую сеть. Дана оценка текущего состояния инфраструктуры в Арктике с указанием возможных вариантов развития.

**Ключевые слова:** геополитика в Арктике, милитаризация, Северный морской путь, арктический шельф, международное сотрудничество

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

**Для цитирования:** Фадеев А.М. Российская Арктика в международной экономической и геополитической повестке. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):6–14. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-6-14>

## The Russian Arctic in the international economic and geopolitical agenda

Alexey M. Fadeev

Lusin Institute for Economic Studies, Kola Science Center (IES KSC RAS), Apatity, Russia

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

**Abstract.** The article considers the key economic and geopolitical aspects in the activities of states having strategic interests in the Arctic region. Attention is paid to potential challenges that Russia may face in terms of international cooperation, including militarization. The current development of the Northern Sea Route with the assessment of its integration prospects into the global logistics network is considered. The state of the infrastructure in the Arctic is evaluated, along with identification of possible development directions.

**Keywords:** geopolitics in the Arctic, militarization, Northern Sea Route, Arctic shelf, international cooperation

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

**For citation:** Fadeev A.M. The Russian Arctic in the international economic and geopolitical agenda. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):6–14. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-6-14>

## Введение

Современная мировая экономическая и геополитическая ситуация складывается таким образом, что арктическая зона приобретает все большее значение не только для Российской Федерации, но и для многих стран Европы и мира. С одной стороны, Арктика — это гарант энергетической безопасности: по имеющимся данным, арктический шельф содержит до четверти всех мировых неразведанных запасов углеводородов. С другой стороны, Арктика — это самый экономически целесообразный логистический путь из Европы в Азию, лишенный при этом вероятности пиратских нападений, а также современных военных и транспортных рисков обеих сторон Суэцкого канала.

Арктика также содержит большое количество разведанных запасов твердых полезных ископаемых, редкоземельных металлов, которые используются при производстве смартфонов, компьютерной техники и оборудования для ветроэнергетики. Арктическая зона также богата месторождениями золота, платины, алмазов и других важнейших полезных ископаемых [1].

В последние годы Арктика превратилась в важнейший геостратегический субъект внимания большинства ведущих мировых держав с точки зрения и военных интересов. Принимаемые сегодня на государственном уровне документы, касающиеся обеспечения присутствия в Арктике, подтверждают военный интерес к этому важнейшему макрорегиону со стороны [2].

Для того чтобы дать оценку текущей геополитической ситуации в Арктике, необходимо идентифицировать основных мировых «игроков», принимающих решения в отношении развития Арктики либо оказывающих влияние на их принятие.

## Основная часть

В настоящее время можно выделить четыре основных категории стран, имеющих выраженный интерес к реализации своих государственных интересов на территории Арктики.

Прежде всего, это государства, имеющие прямой выход к Северному Ледовитому океану: Россия, Норвегия, Дания (Гренландия),

США и Канада. Перечисленные государства имеют преимущественное право разработки ресурсов арктического шельфа по факту прямого выхода в океан.

Вторая категория государств — это страны, находящиеся географически в Арктике (или близко к Полярному кругу), но не имеющие прямого выхода к шельфу Северного Ледовитого океана. К данной категории относятся страны Северной Европы, например Финляндия, Швеция, а также Исландия. Географическое расположение позволило им стать членами Арктического совета, а также ряда других коллегиальных органов, например совета Баренцева/Евроарктического региона [3, 4].

Третья категория государств — страны Европейского союза, в том числе входящие в военный альянс НАТО. Именно военная составляющая является одним из драйверов интереса европейских стран к потенциальной деятельности в арктическом макрорегионе.

Наконец, четвертой важнейшей категорией стран, проявляющих сегодня значительный интерес к присутствию в Арктике, являются страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Отдельно стоит выделить КНР (вместе с Тайванем), Сингапур и Японию.

Говоря о КНР, стоит отметить стратегичность и последовательность государственного подхода в отношении экспансии Китая в Арктику. Добившись статуса экономической «супердержавы», Китай также получил статус «околоарктического» государства (near Arctic state), что позволяет данному государству вести научные исследования в Арктике, а также быть полноправным участником крупнейших энергетических проектов в Арктике («Ямал СПГ» и «Арктик СПГ-2»). Интересы КНР в Арктике также закреплены в ряде государственных документов, что подчеркивает важность намерений китайского государства в отношении присутствия в данном макрорегионе.

Примечательно, что свои арктические стратегии имеют Япония, Сингапур и ряд других азиатских государств. В Японии также существует государственная должность — советник премьер-министра по Арктике, что также свидетельствует об уровне внимания к тому, что происходит выше полярного круга.

Долгое время в мировом сообществе Арктика позиционировалась как гарант энергетической и продовольственной безопасности, принимая во внимание богатейшие углеводородные и биологические ресурсы. Тем не менее в последнее время акценты интересов многих стран стали смещаться в сферу военно-политических интересов, замещая декларируемые ранее интересы по сохранению биологического разнообразия, предотвращению изменения климата и обеспечению устойчивого развития северных территорий [5].

Военное присутствие заключается в усилении интенсивности полетов разведывательной и стратегической авиации, проведении военных учений, формировании новых военных формирований, несущих военную службу в Арктике. По оценкам экспертов, современная активность США, Канады и Дании превышает былую военную активность во времена холодной войны.

Ряд государств активно модернизируют свои вооруженные силы с точки зрения их подготовки и адаптации к ведению военных действий в условиях Крайнего Севера. Ситуация осложняется отсутствием на межгосударственных уровнях режимов безопасности, регламентирующих степень военного присутствия государств.

Отдельное беспокойство может вызывать военная активность вокруг архипелага Шпицберген. Стоит отметить, что на территории архипелага размещена телеметрическая станция, обеспечивающая интересы НАТО в регионе. В акватории архипелага Шпицберген авиация Североатлантического альянса выполняет боевые тренировочные задачи, подводный флот стратегического назначения, несущий высокоточное оружие, продолжает патрулирование арктических морей.

Важна и государственная позиция ряда стран в отношении военного присутствия в Арктике. Соединенные Штаты Америки за последнее время приняли три арктические стратегии, имеющих ярко выраженный милитаристский характер, что все больше делает Арктику театром военных действий. Примечательно, что территория Арктики официально входит в список потенциальных театров военных действий наряду с ближневосточным, тихоокеанским, европейским и африканским.

В 2024 году Минобороны США выпустило обновленную редакцию арктической стратегии. В частности, в документе отмечается озабоченность «стратегической конкуренцией» в макрорегионе, а также сделан акцент о готовности США вместе с союзниками ответить на возникающие вызовы. Также в документе отмечается озабоченность ростом сотрудничества России и КНР в Арктике, а также усиливающуюся роль Российской Федерации в регионе, что, по мнению США, может представлять угрозу национальным интересам и, очевидно, требует сдерживания.

Особое военное значение Арктика имеет для подводного ядерного флота США: через арктические территории пролегают кратчайшие баллистические траектории ракет, потенциально направленных из Западного полушария в Восточное [5, 6]. Кроме того, патрулирование в арктических водах дает возможность потенциального контроля за передвижением атомного подводного флота стратегического назначения.

Вашингтон также видит в Арктике полигон для сдерживания потенциального противника, позволяющий организовывать как морские, так и воздушные операции. Как показывает мировая практика, для достижения своих военных целей США могут действовать в одностороннем порядке, без санкций мировых коллегиальных органов, что не может не вызывать обеспокоенность с российской стороны.

Говоря о России, важно отметить, что интересы государства в Арктике имеют многовекторную направленность. Прежде всего это географическая территория. Арктика занимает почти треть территории страны, в которую сегодня входят 10 субъектов (регионов). Россия обладает самой протяженной сухопутной границей в Арктике — более 22 тысяч километров. На территории российской Арктики проживает более 2,5 млн человек из 4,5 млн человек, проживающих на территории Арктике в мире в целом [7, 8].

Второй важный фактор — промышленность. В Арктической зоне РФ активно развиваются сразу несколько хозяйствующих субъектов. Свои интересы традиционно имеет рыбодобывающий и судоремонтный комплексы, нефтегазовый и минерально-сырьевой, транспортный и туристический.

Каждый шестой рубль российской экономики формируется именно в Арктике, а предприятия, входящие в Арктическую зону Российской Федерации, формируют порядка 25 % российского экспорта. А по некоторым направлениям эти цифры еще более впечатляющие: так, 90 % российского газа добывается именно в Арктике. Именно России принадлежит единственный атомный ледокольный флот, численность которого постоянно пополняется [8].

Россия также наращивает свое традиционное присутствие в Арктике, модернизируя армию и военно-морской флот. Руководством страны неоднократно подчеркивалось, что существующее российское военное присутствие не направлено против какого-либо государства. Однако наращивание Россией военного присутствия в арктическом регионе чаще всего вызывает сильное беспокойство и озабоченность у большинства руководителей западных государств.

Для России сегодня крайне важно продолжить курс на модернизацию армии и флота, базирующегося в арктическом регионе, оснащение высокоточным современным оружием, адаптированным к эксплуатации в суровых условиях Арктики, а также активно присутствовать в ряде арктических территорий (таких как Шпицберген, например).

Крайне важным является развитие социальной инфраструктуры, строительство новых жилых комплексов как для представителей военной сферы, так и для гражданского населения. Важно продолжить научные исследования и экспедиции, имеющие важнейшее значение как для российской, так и мировой науки [9, 10].

Умение работать в партнерстве — одна из отличительных черт российского сотрудничества в Арктике, где уже был реализован ряд энергетических проектов с зарубежными партнерами, а новые инициативы международного сотрудничества носят стратегический характер.

Таким образом, Российская Федерация имеет целый ряд экономических, логистических и военно-стратегических преимуществ в Арктике. Присутствие России в Арктике носит не только экономический, но и геополитический характер, обеспечивая стабильность в этом важнейшем макрорегионе [11, 12].

Октябрь 2023 года ознаменовался трагическими событиями на Ближнем Востоке — конфликт между Израилем и Палестиной стал главным трагическим событием лент информационных агентств. Развернувшиеся военные действия в восточной акватории Средиземного моря привели к возникновению существенных военных и транспортных рисков для подавляющего большинства транспортных компаний, занимающихся доставкой грузов по морю. Выросшие ставки за фрахт судов, а также существенный рост страховых премий для судовладельцев неизменно привели к увеличению себестоимости перевозимой продукции, что, в свою очередь, автоматически привело к ослаблению конкурентоспособности перевозимой продукции на мировых товарных рынках.

Ситуация осложняется потенциальным вовлечением Египта в военный конфликт, что может привести к частичной или даже полной блокировке Суэцкого канала. С другой стороны, начало обострения отношений между США и Йеменом, а также обстрелы хуситами ряда судов привели к существенным военным и транспортным рискам в Красном море (с другой стороны Суэцкого канала), что также стало причиной отказа ряда судоходных компаний от транспортировки грузов через главную транспортную грузовую артерию в мире — Суэц.

Часть судоходных компаний переориентировали грузовые потоки через Африку (вокруг мыса Доброй надежды). Такая логистическая конфигурация привела к увеличению маршрута и стоимости примерно в 1,5–2 раза по сравнению с привычным маршрутом. По оценкам экспертов, один день такого маршрута обходится мировому судоходству в дополнительные 500 тысяч баррелей топлива в сутки. При этом только у танкерного флота сжигание такого количества топлива увеличивает выбросы в атмосферу на 4,5 %, что слабо коррелируется с мировой ESG-повесткой.

В свете данных событий потенциальное использование трассы Северного морского пути является наиболее перспективным с точки зрения экономической эффективности, скорости и безопасности доставки грузов. Важно отметить, что СМП лишен вероятности пиратских нападений, что делает данную полимагистраль еще более привлекательным для судовладельцев.

Важно, что еще до начала известных ближневосточных событий по трассе Северного морского пути прошел контейнеровоз «New New Polar Bear», доставивший грузы из Шанхая в Калининград. И этот прецедент не стал единственным: количество разрешений, полученных администрацией СМП на проход судов под иностранным флагом в 2023 году превысило 100. Можно сколь угодно политизировать российские арктические проекты, но заставить бизнес, тем более международный, делать то, чего он не хочет, — невозможно. «Невидимая рука рынка», о которой говорил классик политэкономии Адам Смит, расставляет все по своим местам.

Стоит также отметить, что в настоящее время Китайская Народная Республика является главным внешнеторговым партнером для 140 стран из 193 государств, входящих в состав ООН. Китай является «мировой фабрикой», производящей практически все: от товаров народного потребления до компьютерной техники и автомобилей. Все это требует ритмичных поставок потребителям, многие из которых находятся в западном полушарии. И в этом смысле Северный морской путь — оптимальное решение для формирования эффективно работающих логистических потоков.

С ростом количества выдачи разрешений для прохода судов по СМП под иностранным флагом растет и объем перевозимого транзитного груза, что является очень перспективным с точки зрения коммерциализации услуг СМП. Так, по итогам 2023 года, объем перевезенного транзитного груза составил 2,1 млн тонн. Общий же объем перевезенных грузов по Севморпути в 2023 году составил 36,2 млн тонн. Это в разы больше максимальных значений грузоперевозок во времена СССР — 7 млн тонн.

Все этого говорит о растущей востребованности трассы Северного морского пути и начала ее активной эксплуатации для доставки грузов в отделанные районы России. Стоит подчеркнуть, что Россия обладает самой протяженной сухопутной береговой линией в Арктике — более 22 тысяч километров. В апреле 2024 года вступил в действие Федеральный закон «О северном завозе», который также прямым образом будет способствовать наполнению грузовой базы, транспортируемой по СМП.

Задачи, поставленные руководством страны в отношении объема перевозок по СМП, по-настоящему впечатляют. Так, в 2024 году ожидается перевозка по СМП 80 млн тонн грузов, к 2030-му — 100 млн тонн, а к 2035-му — свыше 150 млн тонн. При этом для развития портовой инфраструктуры будет выделено 1,8 трлн рублей.

Примечательно, что всего в проекты, прямо или косвенно связанные с Северным морским путем, будет инвестировано 19,5 трлн рублей до 2035 года. В то же время только объем налоговых отчислений от реализации данных проектов превысит 21 трлн рублей.

Очевидно, что реализация таких масштабных планов по обеспечению грузоперевозок по СМП требует масштабной реконструкции и создания соответствующей портовой инфраструктуры, а также создания соответствующего флота современных судов ледового класса. Так, по оценкам государственной корпорации «Росатом», перспективная потребность в судах ледового класса для обеспечения указанных выше задач составляет 75–80 единиц.

Важно помнить о том, что Северный морской путь является сервисным звеном для реализации крупных промышленных проектов в России. Иными словами, для того, чтобы СМП эффективно заработал, нужны проекты [13, 14].

Мурманская область по праву считается столицей российской Арктики: именно здесь находится значительная часть крупных промышленных и судостроительных предприятий, здесь расположен Кольский научный центр Российской академии наук, в состав которого входят 11 профильных институтов. На территории Мурманска проживает около 300 тысяч человек, что делает город крупнейшим в мире за полярным кругом.

В регионе сосредоточена значительная часть природных ресурсов в виде углеводородного сырья, минералов, представлены различные отрасли экономики: рыболовство, аквакультура, минерально-сырьевой комплекс, нефтегазовый, оборонно-промышленный, развивается арктический туризм — все это, безусловно, требует развитой системы логистики и транспорта.

Особенность Мурманского порта также заключается в его уникальных тактико-технических характеристиках: порт является незамерзающим благодаря теплоте течения «Гольфстрим» и практически не имеет ограничений по водоизмещению. Благодаря проводимой реконструкции Мурманского транспортного узла порт Мурманск превращается в арктический транспортный хаб, имеющий стратегическое значение для российской экономики.

Мурманская область является местом базирования рыболовного, торгового, военноморского и уникального в мире ледокольного флота. Мурманск — начальная точка Северного морского пути, что придает порту особый статус в контексте перспективных арктических перевозок.

Сегодня на государственном уровне обсуждается вопрос продления транспортных коридоров (прежде всего, транспортно-коридора «Север — Юг») до Мурманска с целью его дальнейшей интеграции в Северный морской путь. Если это будет реализовано на практике, можно с уверенностью говорить о полной интеграции СМП в мировую логистическую систему, способную принести значительный мультипликативный экономический эффект в масштабе российского государства.

Однако реализация таких амбициозных задач возможна при условии реконструкции существующей Октябрьской железной дороги, а также строительства новых железнодорожных подходов по всей протяженности трассы Северного морского пути.

Дело в том, что Октябрьская железная дорога — это наследие Николая II, российского царя, указом которого было проложено 1400 км железной дороги из Санкт-Петербурга в Романов-на-Мурмане (тогда город Мурманск назывался именно так). Несмотря на свою стратегическую значимость для обеспечения снабжения российской Арктики, в настоящее время данная железная дорога является архаичной и требует проведения масштабной реконструкции: на участках дороги до сих пор существуют однопутные участки пути. Это означает необходимость определения очередности проезда таких участков поездами, следующими в противоположных направлениях.

Ситуация на Октябрьской железной дороге также осложняется тем, что именно по ней доставляется сегодня значительная часть продукции минерально-сырьевого комплекса, а также сырой нефти, идущей на экспорт. Начало геологоразведочных и добычных работ в западной части арктического шельфа России, подразумевающее значительную поставку грузов и оборудования, необходимых для проведения работ, может привести к возникновению значительного количества заторов, что, в свою очередь, может привести к срывам начала реализации энергетических проектов, что будет означать существенные финансовые потери для операторов проектов [15].

Принимая во внимание перспективную интеграцию международных транспортных коридоров в российскую логистическую сеть и их сопряжение с Северным морским путем, значение развития существующей Октябрьской железной дороги возрастает в разы.

Также особую важность имеет строительство железнодорожных подходов к морским портам по всей протяженности трассы СМП: добытые природные ресурсы необходимо доставить к местам погрузки на морской транспорт с целью дальнейшей транспортировки к рынкам сбыта.

## Заключение

Арктика приобретает по-настоящему стратегическое экономическое и геополитическое значение не только для России, но и для многих стран Европы и мира. Стоит ли ждать противостояния сверхдержав в арктическом регионе?

Многое зависит от позиции Российской Федерации, которая имеет ряд конкурентных преимуществ в возможном противостоянии сверхдержав в Арктике.

Сегодня все чаще звучит мнение о том, что для российской экономики в вопросах освоения углеводородных ресурсов арктического шельфа Мурманск сегодня играет такую же стратегическую роль, как и шотландский Абердин или норвежский Ставангер 50 лет назад, в период начала промышленной добычи углеводородов на шельфе Северного моря. А принимая во внимание перспективы развития логистики — еще и транспортным хабом в Арктике, имеющим мировое значение.

Продление международного транспортно-го коридора до Мурманска и интеграция СМП в этот процесс позволит также решить задачу с обеспечением грузоперевозок по СМП [16].

Именно по этой причине основные усилия российского государства и должны быть сосредоточены на устранении инфраструктурных ограничений, связанных с организацией железнодорожных подходов. Тема присоединения СМП к международным транспортным коридорам — своего рода «управленческая новелла», которая позволит использовать все преимущества мурманского порта и создать значительные мультипликативные экономические эффекты [17, 18].

При реализации грамотной экономической стратегии Российская Федерация имеет все шансы стать крупным транзитным государством с развитой сервисной экономикой. По существующим оценкам, доходы от использования транспортно-транзитного потенциала страны могут стать вторым источником доходов России после добычи углеводородов, что в значительной степени снизит зависимость наполняемости российского бюджета от мировых цен на углеводородное сырье.

Хочется выразить надежду, что Арктика сохранит статус территории всестороннего сотрудничества, а не экономической и военной конфронтации.

## Список литературы

1. Tsvetkova A., Katysheva E. Present problems of mineral and raw materials resources replenishment in Russia. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. 2019;19(5.3):573–578. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.3/S21.072>
2. Peng Y., Huiwen C., Xiaoyan G. Analysis of Sweden's Arctic strategy for the new decade. *Chinese Journal of Polar Research*. 2022;34(3):340–351. <https://doi.org/10.13679/j.jdyj.20210049>
3. Perrin A.D., Ljubicic G., Ogden A. Northern Research Policy Contributions to Canadian Arctic Sustainability. *Sustainability*. 2021;13(21):12035. <https://doi.org/10.3390/su132112035>
4. Schunz S., De Botselier B., López Piqueres S. The European Union's Arctic policy discourse: green by omission. *Environmental Politics*. 2021;30(4):579–599. <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1787041>
5. Lavorio A. Geography, climate change, national security: The case of the evolving US Arctic strategy. *The International Spectator*. 2021;56(1):111–125. <https://doi.org/10.1080/03932729.2020.1823695>
6. Ивантер В.В. Арктическое пространство России в XXI веке: факторы развития, организация управления. Санкт-Петербург: Наука; 2016.
7. Tsvetkova A. Human actions in supply chain management: the interplay of institutional work and institutional logics in the Russian Arctic. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2021;51(8):837–858. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-09-2019-0277>
8. Недосека Е.В., Шарова Е.Н., Шорохов Д.М. Убывающие города российской Арктики: статистические тренды и публичный дискурс о причинах оттока населения. *Арктика и Север*. 2024;(54):169–189. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.169>
9. Скрипнюк Д.Ф., Киккас К.Н. Концепция целевых субпространств в развитии Арктических территорий. *Горизонты экономики*. 2020;(1):80–94.
10. Корчак Е.А. Социальные риски достижения устойчивого развития Арктического региона. *Арктика и Север*. 2024;(54):38–53. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.38>
11. Katysheva E., Tsvetkova A. The future of oil and gas fields development on the Arctic shelf of Russia. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM*. 2017;17(53):935–940. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/53/S21.114>
12. Диденко Н.И., Шейкина А.И. Целевые субпространства и синергетический эффект освоения Арктической зоны РФ. *Экономика и социум: современные модели развития*. 2016;(14):15–32.

13. Ван Ц., Янь Ц., Власов Б.Е., Синчук Ю.В., Синчук Ю.Ю., Гуселетов Б.П., и др. Политика, экономика и безопасность современной Арктики (к 25-летию Арктического совета). Москва: ИЕ РАН; 2022.
14. Кондратьев В.Б. Минеральные ресурсы и будущее Арктики. Горная промышленность. 2020;(1):87–96. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-87-96>
15. Братских Д.С., Ромашева Н.В., Конопелько А.Ю., Николайчук Л.А. Модель управления цепями поставок в нефтегазовой отрасли с использованием цифровых технологий. Нефтяное хозяйство. 2024;(7):120–125. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2024-7-120-125>
16. Спиридонов А.А., Фадеева М.Л., Толстых Т.О. Стратегические приоритеты промышленного обеспечения энергетических проектов в Арктике. Экономика промышленности. 2024;17(1):86–97. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-1-1261>
17. Толстых Т.О., Фадеева М.Л. Стратегическое промышленное обеспечение энергетических проектов в Арктике: стратегические приоритеты в фокусе ESG-повестки. В: Индустриальный Университариум стратега (Серия “Экономическая и финансовая стратегия”). Сб. избранных науч. ст. и материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. Москва; 2023, с. 68–75.
18. Цыгляну П.П., Ромашева Н.В., Фадеева М.Л., Петров И.В. Инжиниринговые проекты в топливно-энергетическом комплексе России: актуальные проблемы, факторы и рекомендации по развитию. Уголь. 2023;(3):45–51. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-45-51>

## References

1. Tsvetkova A., Katysheva E. Present problems of mineral and raw materials resources replenishment in Russia. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2019;19(5.3):573–578. <https://doi.org/10.5593/sgem2019/5.3/S21.072>
2. Peng Y., Huiwen C., Xiaoyan G. Analysis of Sweden’s Arctic strategy for the new decade. Chinese Journal of Polar Research. 2022;34(3):340–351. <https://doi.org/10.13679/j.jdyj.20210049>
3. Perrin A.D., Ljubicic G., Ogden A. Northern Research Policy Contributions to Canadian Arctic Sustainability. Sustainability. 2021;13(21):12035. <https://doi.org/10.3390/su132112035>
4. Schunz S., De Botselier B., López Piqueres S. The European Union’s Arctic policy discourse: green by omission. Environmental Politics. 2021;30(4):579–599. <https://doi.org/10.1080/09644016.2020.1787041>
5. Lavorio A. Geography, climate change, national security: The case of the evolving US Arctic strategy. The International Spectator. 2021;56(1):111–125. <https://doi.org/10.1080/03932729.2020.1823695>
6. Ivanter V.V. Arkticheskoe prostranstvo Rossii v XXI veke: faktory razvitiya, organizatsiya upravleniya. Sankt-Peterburg: Nauka Publ.; 2016. (In Russ.).
7. Tsvetkova A. Human actions in supply chain management: the interplay of institutional work and institutional logics in the Russian Arctic. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. 2021;51(8):837–858. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-09-2019-0277>
8. Nedoseka E.V., Sharova E.N., Shorokhov D.M. Shrinking Cities of the Russian Arctic: Statistical Trends and Public Discourse on the Causes of Population Outflow. Arktika i Sever [Arctic and North]. 2024;(54):169–189. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.169>
9. Skripnuk D.F., Kikkas K.N. The concept of target subspaces in the development of the arctic territories. Gorizonty ekonomiki. 2020;(1):80–94. (In Russ.).
10. Korchak E.A. Social Risks of Achieving Sustainable Development in the Arctic Region. Arktika i Sever [Arctic and North]. 2024;(54):38–53. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.54.38>
11. Katysheva E., Tsvetkova A. The future of oil and gas fields development on the Arctic shelf of Russia. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2017;17(53):935–940. <https://doi.org/10.5593/sgem2017/53/S21.114>

12. Didenko N.I., Sheykina A.I. The target subspaces and the synergistic effect of development of the Russian Federation arctic zone. *Economics and society: contemporary models of development*. 2016;(14):15–32. (In Russ.).
13. Van Ts., Yan' Ts., Vlasov B.E., Sinchuk Yu.V., Sinchuk Yu.Yu., Guseletov B.P., et al. Politics, economics and security of the modern Arctic (to the 25th anniversary of the Arctic council). Moscow: Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences; 2022. (In Russ.).
14. Kondratiev V.B. Mineral resources and future of the Arctic. *Gornaya promyshlennost' = Russian Mining Industry*. 2020;(1):87–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-1-87-96>
15. Bratskikh D.S., Romasheva N.V., Konopelko A.Y., Nikolaychuk L.A. Model of supply chain management in the oil and gas industry using digital technologies. *Neftyanoe khozyaystvo = Oil Industry*. 2024;(7):120–125. (In Russ.). <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2024-7-120-125>
16. Spiridonov A.A., Fadeeva M.L., Tolstykh T.O. Strategic priorities of industrial support of energy projects in the Arctic. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2024;17(1):86–97. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2024-1-1261>
17. Tolstykh T.O., Fadeeva M.L. Strategicheskoe promyshlennoe obespechenie energeticheskikh proektov v Arktike: strategicheskie priority v fokuse ESG-povestki. In: *Industrial'nyi Universitariy strategiya (Seriya "Ekonomicheskaya i finansovaya strategiya")*. Sb. izbrannykh nauch. st. i materialov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Moscow; 2023, p. 68–75. (In Russ.).
18. Tsyglianu P.P., Romasheva N.V., Fadeeva M.L., Petrov I.V. Engineering projects in the russian fuel and energy complex: actual problems, factors and recommendations for development. *Ugol'*. 2023;(2):45–51. (In Russ.). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-2-45-51>

## Сведения об авторе

**Фадеев Алексей Михайлович** — доктор экономических наук, главный научный сотрудник отдела экономической политики, морской и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера Института экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук»  
Россия, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24А  
ORCID: 0000-0002-3833-3316  
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020  
Scopus ID: 57210913348  
РИНЦ ID: 614337  
тел.: +7 (931) 362-05-46  
e-mail: [FadeevTeam@yandex.ru](mailto:FadeevTeam@yandex.ru)

## Information about the author

**Alexey M. Fadeev** — Dr. Sci. (Economics), Leading Researcher, Department of Economic Policy, Marine and Economic Activity in the Arctic and Far North Regions, Lusin Institute for Economic Studies, Kola Science Center (IES KSC RAS), Apatity, Russia  
Russia, 184209, Murmansk region, Apatity, Fersmana str., 24A  
ORCID: 0000-0002-3833-3316  
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020  
Scopus ID: 57210913348  
RSCI ID: 614337  
tel.: +7 (931) 362-05-46  
e-mail: [FadeevTeam@yandex.ru](mailto:FadeevTeam@yandex.ru)

## Вклад автора

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

## Author's contributions

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

УДК 502.333 + 912.43-13

ББК 20.18 + 26.17

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-15-53>

# Природные условия прибрежной тундры Варандея. Трансформация естественных ландшафтов при антропогенном воздействии

**Мартынов С.В.**

Независимый исследователь, Санкт-Петербург, Россия

✉ [smartynov52@yandex.ru](mailto:smartynov52@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье дана характеристика природных условий прибрежной зоны Баренцева моря от посёлка Варандей до месторождения «Перевозное» как в целом, так и компонентов, их составляющих. Исследования проведены на площади 20 км<sup>2</sup>, протяженностью 40 км, в линейном выражении. В статье дана общая климатическая характеристика, обуславливающая направленность и скорость естественных природных процессов, формирующих облик изучаемой территории, криогенные процессы, условия жизнедеятельности флоры и фауны, формирования почвенного покрова. В статье представлены геоморфологические, геологические и гидрологические особенности территории. Отмечена неоднородность водно-солевого режима прибрежной зоны, характерной для северных морей Арктики, в том числе и для Баренцева моря. На лайдах фиксируется превалирование аккумуляции легкорастворимых солей над их выносом, что позволяет выделить засоленные разности почв. Здесь же диагностируются галофитные представители флоры. В статье дана характеристика растительного покрова территории исследований сообразно местообитанию представителей флоры. В ходе проведения работ было выявлено 100 видов сосудистых растений, 51 вид лишайников и 65 видов мхов. При почвенном обследовании диагностировано 27 почвенных разностей, составляющих структуру почвенного покрова территории, дана их морфологическая и физико-химическая характеристика. На основании полевого обследования и дешифрирования данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) в статье дана структура ландшафтов до уровня типов местности и урочищ и соответствующее им комплексное описание. Проведена их эколого-геохимическая типизация. При характеристике животного мира использованы данные государственного учёта и открытые источники, а также натурные наблюдения с привязкой к биотопам. Дана оценка динамики численности представителей фауны на побережье Баренцева моря в ретроспективе. Полевое обследование и данные ДЗЗ позволило выявить территории с антропогенным нарушением тундровых ландшафтов. В статье приведена типизация выявленных антропогенных нарушений природной среды и их площади в пределах территории обследования. В целом приведённые в статье данные могут использоваться в качестве дешифровочных признаков при оценке состояния природной среды в прибрежной части северных морей Арктики в сходных природно-климатических условиях.

**Ключевые слова:** Варандей, климат, геология, почвенный покров, растительность, животный мир, природные комплексы, трансформация ландшафтов

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

**Для цитирования:** Мартынов С.В. Природные условия прибрежной тундры Варандея. Трансформация естественных ландшафтов при антропогенном воздействии. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):15–53. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-15-53>

## Natural conditions of Varandey coastal tundra. Anthropogenic transformation of natural landscapes

Sergey V. Martynov

Independent Researcher, St Petersburg, Russia

✉ [smartynov52@yandex.ru](mailto:smartynov52@yandex.ru)

**Abstract.** The author aims to characterize natural conditions in the coastal area of the Barents Sea, from the settlement of Varandey to the Perevozhnoye field. The research covered an area of 20 km<sup>2</sup>, 40 km long. An integrated climatic characteristic of the studied area is given, including the direction and speed of natural processes forming its shape, cryogenic processes, flora and fauna conditions, soil cover formation. The geomorphological, geological, and hydrological features of the area are outlined. The heterogeneity of the water–salt regime of the coastal area, typical of the northern seas of the Arctic, including the Barents Sea, is noted. In the laidas, the prevalence of accumulation of easily soluble salts over their removal is established, which allows the soils to be distinguished in terms of their salinity. Here, halophytic species are identified. The vegetation cover of the studied area is characterized according to the habitat of flora representatives. The research identified 100 species of vascular plants, 51 species of lichens, and 65 species of mosses. A soil survey found 27 soil varieties, which form the structure of the soil cover; their morphological and physicochemical characterization are given. The data obtained during field studies and remote sensing data were used to determine the structure of landscapes to the level of terrain types and units, as well as to propose their description. Their ecological and geochemical typification is carried out. The fauna composition was assessed based on state registration data and open sources; field observations with reference to biotopes were used. The dynamics of fauna population on the Barents Sea coast was assessed retrospectively. Field survey and remote sensing data made it possible to identify areas with anthropogenic disturbance of tundra landscapes. A typification of the identified anthropogenic disturbances of the natural environment and their areas within the survey area is proposed. The data obtained can be used as signs when assessing the state of natural environments in the coastal part of the northern seas of the Arctic, similar in terms of natural and climatic conditions.

**Keywords:** Varandey, climate, geology, soil cover, vegetation, fauna, natural systems, landscape transformation

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

**For citation:** Martynov S.V. Natural conditions of Varandey coastal tundra. Anthropogenic transformation of natural landscapes. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):15–53. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-15-53>

## Введение

Инженерно-экологические изыскания проводились для обоснования проекта строительства трассы высоковольтной линии ВЛ 35 кВ «Дожимная насосная станция (ДНС) Варандей — Перевозное месторождение». Проектируемая трасса ВЛ 35 кВ протяженностью 40 км начинается у юго-восточной окраины пос. Варандей, расположенного в Заполярном районе Ненецкого автономного округа (НАО) на побережье Баренцева моря к востоку от Печорской губы, пересекает р. Песчанка в 2,5 км от устья, затем поворачивает на ЮВ и на протяжении 20 км проходит в 4,5–5,5 км параллельно береговой линии, снова поворачивает на СВ и выходит к месторождению Перевозному в 2,5 км от берега (рис. 1). Вся территория объекта находится в подзоне северных тундр.

Экологическая изученность территории расположения объекта недостаточна. Оленьи пастбища в границах Ненецкого АО до середины 80-х годов XX столетия обсле-

довались агрохимической службой области ГУ «Архангельский ЦГМС-Р», а в начале 90-х годов специалистами отдельных организаций (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Ленинградский институт радиационной гигиены Минздрава РСФСР) выборочно оценивалась радиационная обстановка в зонах летнего выпаса оленей. Государственный мониторинг в районе изысканий не проводится.

Инженерно-экологические изыскания проведены в границах строительства трассы проектируемой высоковольтной линии, а также в зоне влияния, размеры которой принимаются по 250 м в каждую сторону от границы технического коридора. Площадь изысканий составила 20 км<sup>2</sup> в масштабе 1 : 25 000.



1 : 250 000

Условные обозначения

— проектируемая линия ЛЭП 35 кВ

Рис. 1. Ситуационный план

Fig. 1. Surface plan

#### Цель работ:

- оценка современного состояния отдельных компонентов природной среды и экосистем в целом, их устойчивости к техногенным воздействиям и способности к восстановлению в зоне размещения проектируемого объекта;
- сбор имеющихся данных по состоянию различных элементов природной среды; изучение современного состояния почвенного покрова, растительного и животного мира участка работ;
- выявление возможных источников и характера загрязнения природных компонентов на основе нормированных качественных и количественных показателей, исходя из анализа современной ситуации и предшествующего использования территории;
- составление качественного предварительного прогноза возможных изменений окружающей среды при строительстве высоковольтной линии.
- Поставленные задачи решались следующими методами:
- камеральный сбор, обобщение, интерпретация данных ранее проведенных работ по состоянию компонентов экосистем;
- специализированное тематическое дешифрирование аэрофотоснимков и космоснимков;
- эколого-химическое опробование и химико-аналитические исследования поверхностных и подземных вод, донных отложений и почв;
- полевые исследования физических факторов воздействия на природную среду (электромагнитное излучение, радиация);
- полевое изучение и заверка результатов дешифрирования, относящихся к компонентам природной среды (почв, растительного и животного мира);
- сбор данных по природным ресурсам участка.

## 1. Краткая характеристика природных условий района изысканий

### 1.1. Климатическая характеристика

Территория обследования располагается севернее полярного круга в арктическом климатическом поясе, на севере Ненецкого автономного округа. Климатическая характеристика района работ составлена

на основании данных наблюдений ближайших метеорологических станций — Варандей, Мыс Константиновский, Белый Нос и климатической характеристики, предоставленной НПК «Атмосфера» при ГГО им. А.И. Воейкова [21].

Климат местности определяют высокоширотное расположение территории, малые величины годового радиационного баланса (~700 мДж/м<sup>2</sup>), чередование полярного дня и полярной ночи и связанное с этим неравномерное распределение тепла и света в течение года, близость к береговой линии и наличие вечной мерзлоты [19].

Климат формируется преимущественно под воздействием арктических и атлантических воздушных масс. Частая смена воздушных масс, перемещение фронтов и связанных с ними циклонов обуславливают неустойчивую погоду. Циклоны, приходящие с Атлантики, обуславливают пасмурную погоду с осадками, теплую зимой и холодную летом, а частые вторжения холодного арктического воздуха в любое время года приводят к резким похолоданиям. Поэтому зимой бывают оттепели, а летом — заморозки.

В целом климат отмечен суровостью, холодной продолжительной зимой и коротким летом. Средняя температура июля — самого теплого месяца — составляет 9,3 °С. Средняя температура января минус 17,9 °С, зима длится в среднем 220–240 дней [21].

Средняя годовая скорость ветра изменяется от 5,5 до 7,3 м/с. Средние месячные скорости ветра зимой увеличиваются, а летом уменьшаются. Зимой преобладают ветры южных направлений, то есть ветры дуют с материка в сторону моря, летом — с моря на сушу.

Максимальная наблюденная скорость ветра составляет 34 м/с, максимальный порыв ветра — 40 м/с [21].

Территория изысканий расположена в зоне избыточного увлажнения. Годовое количество осадков — около 400 мм, минимум осадков наблюдается, как правило, в феврале — марте, максимум в августе. Около 45 % осадков выпадает в жидком виде, 40 % приходится на твердые осадки и примерно 15 % — на смешанные.

Избыточная влажность в сочетании с равнинным рельефом, преобладанием слабопроницаемых (на северо-востоке — мерзлотных) грунтов определяет обилие поверхностных вод [19].

Устойчивый снежный покров образуется в конце сентября — второй декаде октября и удерживается до мая — июня. Высота снежного покрова на открытых участках достигает 37 см, плотность снега составляет 350 кг/м<sup>3</sup>.

Период метелей при сильных ветрах длится с сентября по июнь включительно. Число дней с метелями может достигать 120.

## **1.2. Общая геологическая, геоморфологическая, геокриологическая, гидрогеологическая, гидрологическая и гидрохимическая характеристика**

### **1.2.1. Общая геологическая, геоморфологическая и геокриологическая характеристика**

#### **Геологическое строение**

В геолого-структурном отношении территория трассы проектируемой ВЛ входит в состав Варандей-Адзввинской структурной зоны Печорской синеклизы, пересекая эту структуру поперек с запада на восток вдоль морского побережья. Складчатое основание зоны имеет рифейско-вендский возраст, платформенный чехол сложен палеозойскими и мезозойско-кайнозойскими образованиями мощностью 4–8 км. Варандей-Адзввинская структурная зона северо-западного простираения представлена на суше своей южной частью, продолжающейся на север в акваторию Печорского моря. Это сложно построенная структура, включающая систему мегавалов, разделенных прогибами. С запада на восток выделяются: вал Сорочкина (Варандейский мегавал), Мореюский прогиб, Нядейско-Медынский мегавал, Верхнеадзввинский прогиб. Для этой зоны характерны крупные перерывы в осадконакоплении, наличие многочисленных зон выклинивания среднедевонских и пермских отложений, развития инверсионных структур, интенсивная дизъюнктивная тектоника.

В разрезе платформенного чехла зоны выделяется три существенно различных по строению структурных этажа: нижний — ордовикско-нижнедевонский — существ-

венно терригенный в нижней части разреза (O1, O1-2) и терригенно-карбонатный в его верхах (O2-D1) мощностью 1–4 км; средний — среднедевонско-триасовый, представленный преимущественно карбонатными и терригенно-карбонатными формациями в нижних частях разреза (D2-P1) и терригенными континентальными формациями в его верхней части (P2-T) мощностью до 4 км; верхний — юрско-меловой песчано-глинистый, местами угленосный мощностью до 700 м. Завершает разрез осадочного чехла плащеобразно залегающий покров плиоцен-четвертичных преимущественно суглинистых образований различного происхождения с прослоями песков, в основном в верхней части разреза [9, 17].

Общая мощность плиоцен-четвертичной толщи достигает 250 м.

В разрезе плиоцен-четвертичных образований здесь выделяются:

– морские, ледово- и ледниково-морские плиоценовые отложения (m, gm, N2) включают гаревскую и залегающую выше хорейверскую свиты. Гаревская свита (до 10 м) сложена алевритами и глинами серыми до черных, местами с включениями растительных остатков, гравия и гальки, прослоями песка и суглинков. Хорейверская (до 60 м) — алевриты плотные, серые, зеленовато- и синевато-серые, с прослойками и линзами песков, в основании алевроглины с редкими включениями гальки;

– ледово-ледниково-морские и морские отложения верхнеплиоценовые (gm, mN23) включают лыммусюрскую свиту. Эти отложения трансгрессивно перекрывают сплошным плащом рельеф предшествующих генераций, имея абсолютные отметки подошвы от -200 до +40 м.

Наиболее полные разрезы лыммусюрской свиты сохранились на высоких междуречьях, где по скважинам она делится на три подсвиты: нижняя (40–60 м) — оскольчатые алевросуглинки с включениями гравия и гальки, местами валунов (диамиктоны) с прослоями (0,5–3 м) песков, алевритов и гальки с гравием, местами с базальным гравийно-галечным горизонтом (до 10 м); средняя (до 130 м) — алевролиты и алевросуглинки, в основном плотные оскольчатые, с включениями гравия, гальки, единично

валунов (диамиктоны), с прослоями (0,3–0,5 м) глин и мелкозернистых песков, местами в средней части — пачка песков и алевролитов, в основании — пески с гравием, галькой и валунами; верхняя (до 40 м) — с тем же набором литофации, что и средняя, но с меньшим количеством псефитового материала.

Ледово- и ледниково-морские эоплейстоценовые отложения (gmE) выделены в объеме хайпудырской-варандейской свит.

Хайпудырская свита (50–80 м) трансгрессивно залегает на более древних образованиях и представлена в основном алевритами и песчанистыми алевритами с редкими включениями гравия и гальки, гнездами песков, растительными остатками, бобовинами лимонита, вивианитом, обломками раковин. Внизу — пачка (4,5 м) алевритов структурных с гравием, галькой и редкими валунами, в основании — песок мелкозернистый (0,5 м).

Варандейская свита (25 м) залегает на Хайпудырской. Представлена в большинстве разрезов алевритами серыми, зеленовато-серыми, плотными, структурными, с гравием, галькой, обломками раковин моллюсков. Варандейская свита отвечает последнему интервалу палеомагнитной эпохи Матуяма, вероятно, среднему–верхнему апшерону.

Вышележащая толща (10–100 м) морских и ледово-ледниково-морских (m, gml) структурных алевросуглинков с включениями гравия, галек и обломков раковин в полных разрезах всюду однотипно разделена на три пачки двумя прослоями (4–10 м) песков.

На Печорском побережье озерно-ледово (ледниково)-морские отложения I террасы (I(lg?), m1Ш–IV) абсолютной высотой от 8–10 до 15 м занимают большую часть площади, пересекаемой трассой ВЛ (рис. 2). Представлены песками желто-бурыми, мелко- и среднезернистыми, с примесью гравия



**Рис. 2.** Схема распространения четвертичных отложений  
**Fig. 2.** Distribution scheme of Quaternary sediments

и гальки, прослоями суглинков, глин и торфа, которые вверх по разрезу сменяются алевритами и поверхностными торфяниками. Видимая мощность отложений от 3,0 до 9,5 м, а перекрывающего их торфа — 1,5–2,6 м. Торфяник обычно заморожен начиная с глубины 0,3–0,5 м, вспучены или разбиты полигональной системой трещин.

Морские отложения лайд и пляжей (mIV) развиты вдоль берегов Печорского моря, на полуостровах Варандей и Медынский Заворот с отметками 3–5 м. В их составе преобладают мелко- и тонкозернистые пески (12–15 м) с суглинистыми прослоями. Отдельными участками на пляжах и лайдах в виде разнообразных по форме бугров и гнезд отмечаются эоловые отложения. Эоловые отложения представлены песками мелкозернистыми светло-серыми и желтовато-серыми отсортированными.

**Геоморфология**

На мелкомасштабной геоморфологической карте листа R-(40)-42 о. Вайгач — п-ов Ямал (масштаб 1 : 1 000 000) рассматриваемая плоская, сильно заозеренная территория отнесена к двухступенчатой первой морской террасе с преобладающими абсолютными высотными отметками 3–15 м (рис. 3). Анализ геологической карты более крупного масштаба с использованием материалов молодежной конференции позволяет более подробно рассмотреть строение поверхности территории [3, 17].

Нижняя ступень террасы со средними отметками поверхности 3–5 м сформировалась в ходе голоценовой трансгрессии Мирового океана. Ступень шириной 2–6 км занимает п-ов Варандей, район устья р. Песчанки и п-ов Медынский Заворот. Толща, слагающая ступень, представлена

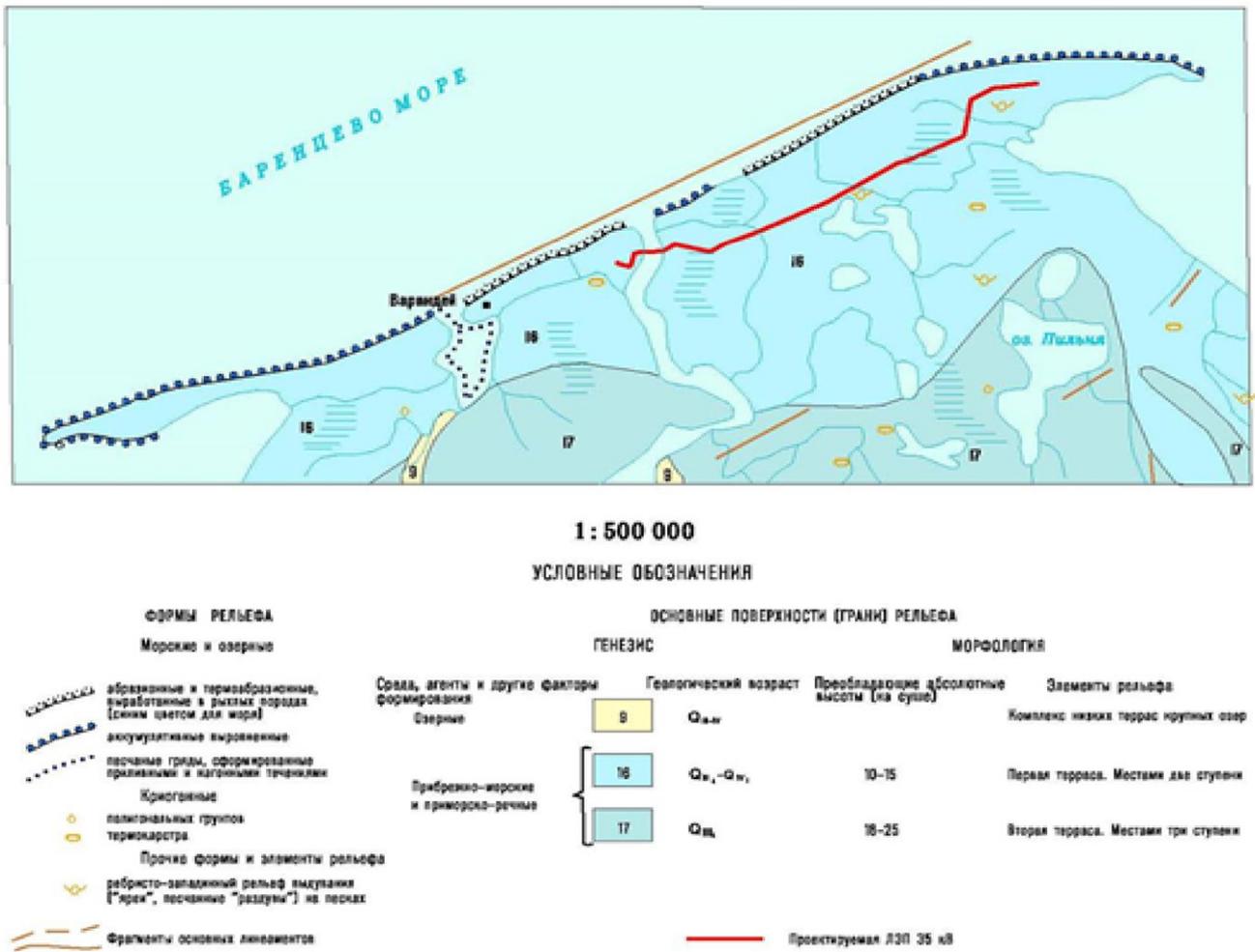


Рис. 3. Схема геоморфологического районирования

Fig. 3. Scheme of geomorphological zoning

мелкозернистым песком, в нижней части разреза встречается торфяно-травяная подушка. Особенностью криогенного строения отложений участка является их малая объемная льдистость — 5–10 %. Фронтальную, обращенную к морю, часть ступени венчает авантюна (дюнный пояс бара), достигающая отметок 5–12 м. На дистальных участках баров авантюна постепенно переходит в серию береговых валов, заметно переработанных эоловыми процессами [3].

Верхняя ступень террасы представлен слабоболнистой сильно заозеренной аккумулятивной равниной позднеплейстоценового возраста с высотами 5–15 м с термоабразионным береговым уступом 3–10 м. Данная часть первой террасы расположена между р. Песчанка и основанием п-ва Мединский Заворот. Для ее поверхности характерно развитие мерзлотных полигонов и заболачивание. Основание (цоколь) террасы здесь сложено плотными ледово (ледниково?)-морскими суглинками и глинами с включениями (3–5 %) сильноветрелых валунов, глыб, щебня и гравия (3/4 разреза). С поверхности терраса перекрыта слоем песков и торфа (1/4 разреза). В толще отложений встречается полигонально-жильный и пластовый лед.

Береговой уступ окаймлен узкими (10–20 м) песчано-галечными пляжами, переходящими в абразионную поверхность осушки. Наличие оползней, оплывин, а также небольшая ширина пляжа свидетельствуют об относительно слабой устойчивости этих берегов.

### Геокриологические условия

По схеме геокриологического районирования территория, сложенная озерно-ледово (ледниково?)-морскими отложениями I террасы (I(lg?), m1Ш–IV), входит в район сплошного распространения (площадь более 95 %) сильнольдистых (> 0,4 за счет повторно-жильного, порового, сегрегационного льда) многолетнемерзлых пород (ММП) мощностью 100–200 м с криопэгами. Среднегодовая температура ММП в верхней части разреза колеблется от 0 до –2 °С. Мощность сезонного талого слоя составляет 0,4–1,2 м, сезонное промерзание — глубокое (1,5–2,0 м) [9].

Под реками, многочисленными озерами и днищами логов и балок (где зимой нака-

пливается снег) формируются маломощные несквозные талики, глубиной до 10–20 м. Под мелкими (до 1,0–1,5 м), промерзающими зимой до дна водоемами талые породы отсутствуют. Данные по соседним территориям показывают, что под осушенными озерами отмечаются линзы мерзлых пород мощностью первые метры, лежащие на талых породах, распространенных до глубин 15–20 м [9, 10].

Морские отложения лайд и пляжей (mIV) характеризуются островным распространением слабольдистых (5–10 %) ММП, площадь которых не превышает 15–20 % общей площади. Температура пород варьирует от 0 до –0,5 °С.

Специальные геокриологические исследования проводились в 2004 г. на Варандейском полуострове. Участок расположен в тундровых ландшафтах, на трех уровнях: высокая и средняя и нижняя лайды и морской пляж. Каждый из уровней имеет свои параметры увлажнения, дренированности, количества суммарно получаемой солнечной радиации, характеристик перераспределения снежного покрова, динамики протаивания и т. д. [8].

Растительность высокой и средней лайды имеет более богатое видовое разнообразие по сравнению с видовым разнообразием нижней лайды и морского пляжа. Граница между ними довольно четкая и хорошо определяется по смене растительных сообществ. На высокой лайде наблюдается доминирование тундровых и ивняково-мохово-болотных сообществ, под покровом которых сезонно-талый слой (СТС) составляет не менее 0,4 и не более 1,2 м.

Для низкой и средней лайды, представленной в основном литоралью, затопляемой во время приливов, и супралиторалью, заливаемой во время сильных штормов, нагонов воды и просто просачивания соленых морских вод, характерна галофитная луговая растительность (непосредственно под которой глубины СТС не превышают 2 м). При промерах СТС на поверхностях, занятых плотным покровом осоково-злаковой лайдовой растительности, СТС не превышал 1,4 м. На открытых же участках (которые могут находиться буквально в 0,2 м от предыдущей точки замера СТС) СТС может составлять более двух метров.

Морской пляж лишен растительности полностью в связи с активной волновой деятельностью Баренцева моря. В грунтовых толщах пляжа, представленного морским песком, глубина сезонного оттаивания повсеместно превышает 2 м. Естественная растительность полностью нарушена также на участках, сильно измененных в процессе деятельности человека (планирование территории, складирование буртов песка, движение техники), где СТС, как и на морском пляже, составляет более двух метров.

### **Эндогенные и экзогенные природные факторы**

Основным эндогенным фактором может быть сейсмическая активность. Однако, по имеющимся данным, территория относится к участку со слабыми неотектоническими погружениями. На современном этапе развития территории здесь наблюдается устойчивый геотектонический режим. Опасность проявления эндогенных процессов (землетрясений) отсутствует, сейсмичность по шкале MSK-64 оценивается значительно ниже 5 баллов [6].

Для территории, пересекаемой проектируемой трассой ВЛ и попадающей под ее влияние, характерно развитие комплекса экзогенных процессов, включающего криогенное пучение, термокарст, эрозию и термоэрозию, подтопление, заболоченность и дефляцию. Изменение природных условий в результате техногенного воздействия способствует активизации экзогенных процессов.

### **Заболачивание**

В границах характеризуемой зоны влияния объекта широко распространены процессы заболачивания. Природные комплексы гидроморфного ряда в условиях избыточного увлажнения и субгоризонтального рельефа типичны для большей части рассматриваемой территории. Часто заболачивание сопровождается термокарстовым процессом, что связано с вытаиванием жильных и текстурированных льдов.

Заболачивание территории сопровождается накоплением торфа. Это сглаживает неровности первоначальных форм рельефа, замедляет действие эрозионных процессов. Глубина современных болот, как правило, невелика и не превышает 1 м, местами до 3,0 м.

### **Криогенные процессы**

Среди криогенных процессов наиболее широко развиты сезонное оттаивание и промерзание грунтов, пучение и термокарст.

Термокарстовые образования развиты верхней ступени первой надпойменной террасы, где с поверхности преобладают сильнольдистые грунты и участки близкого залегания к поверхности подземных форм пластового льда. Одним из природных факторов, способствующих активизации термокарста, является невысокая температура (0... -2 °С) многолетнемерзлых пород. Мелкие формы термокарста, обязательно присутствующие на заболоченных поверхностях и особенно на торфяниках, объясняются малой мощностью верхнего слоя мерзлых толщ.

Преимущественное распространение имеют позднеголоценовые термокарстовые образования, среди которых наиболее типичны такие морфогенетические разновидности форм, как озера и плоско-западинные, полигонально-ложбинные и полигонально-овражные хасыреи. Под большинством термокарстовых озер формируются несквозные талики различной мощности.

Вероятно развитие на данной территории криогенное пучение грунтов. Значительное преобладание по площади переходных типов сезонного протаивания-промерзания — причина активного современного образования многолетнемерзлых пород. Новообразование мерзлых пород в озерно-болотистых местностях сопровождается сезонным и многолетним пучением. Изредка встречаются бугры пучения, сложенные сильнольдистыми торфо-минеральными грунтами с прослоями и линзами чистого льда.

### **Эрозионные процессы**

Линейная эрозия приурочена к участкам уступов различных ступеней выравнивания, главным образом вдоль побережья Печорского моря, берегов рек и некоторых озер. На участках развития льдистых многолетнемерзлых пород отмечается термоэрозия.

Процессам боковой эрозии разной степени интенсивности могут быть подвержены берега даже небольших рек и ручьев в местах переходов ВЛ. В естественных природных условиях в долине р. Песчанки происходит разрушение пород «коренных» берегов за счет выноса, размыва и выветривания.

При этом на подмываемом берегу образуются крутые склоны. В таких местах наблюдаются процессы оползания, эрозионного размыва пойм, переформирования русел и т. д.

В настоящее время нижняя ступень морской террасы на большей части подвержена размыву — в естественных условиях со скоростью 1,0–2,5 м в год. Тип берега — абразионный, с уступом размыва высотой 1–6 м, выработанным в мелкопесчаных эолово-морских отложениях. Разрушение берегов происходит практически без участия термоабразионного процесса как результат относительно высокой среднегодовой температуры грунтов, их малой объемной льдистости, значительной мощности сезонно-талого слоя и активности гидродинамических факторов.

Примером термоабразии является северная береговая граница верхней ступени первой морской террасы (второй морфогенетический комплекс). Здесь на отдельных участках развиты термоабразионные ниши. Термоденудационный процесс (термоэрозия, солифлюкция, оползание, суффозия) также оказывает заметное влияние на динамику берега, поставляя материал к основанию уступа. Установлено, что средняя скорость отступления термоабразионного уступа составляет 1,8–2,0 м в год [3].

Эоловые процессы. На морской террасе в пределах полуостровов Вандейского и Медынский Заворот на широко распространенных покровных песчаных и супесчаных отложениях отмечаются эоловые процессы. В результате дефляции образуются воронки, котловины и площадки выдувания. На начальных стадиях они имеют неправильную форму, но по мере развития приобретают округлые, овальные или петлевидные очертания

### 1.2.2. Общая гидрогеологическая, гидрологическая и гидрохимическая характеристика

#### Гидрогеологическая характеристика

Рассматриваемая территория располагается в пределах Северо-Большеземельского артезианского бассейна, относящегося к Печорской артезианской области. Его осадочный чехол общей мощностью 4–8 км в верхней части разреза (500–700 м) сло-

жен породами от среднеюрских до четвертичных, и на рассматриваемом участке приорожен до глубины около 200 м [9].

Строение гидрогеологического разреза территории в верхней его части определяется присутствием мощной толщи многолетнемерзлых пород. Здесь можно выделить сверху вниз надмерзлотный водоносный комплекс, связанный с сезонно-талым слоем, таликовую водоносную зону и криогенную водоупорную зону.

Надмерзлотный водоносный комплекс приурочен к выходящим на поверхность водоносным горизонтам песчаных и супесчаных озерно-ледовых (ледниковых?)—морских четвертичных образований, а также горизонтам торфа (I(Ig?), m1III–IV, mIV). Мощность комплекса достигает 2 м, редко более.

Таликовая водоносная зона располагается под надмерзлотным водоносным комплексом и приурочена к системе часто разоб- щенных подрусловых и подозерных таликов. Мощность зоны достигает 20–30 м.

Криогенная водоупорная зона с линзами и пластами с межмерзлотными водами — криопэгами — распространена под таликовой зоной. Гидрогеологическая характеристика перечисленных подразделений отсутствует.

Под мощным криогенным водоупором порово-пластовые и трещинно-порово-пластовые воды формируют гидравлически взаимосвязанные, как правило, субкриогенные водоносные и относительно водоупорные горизонты и комплексы.

Регионально развитые пресные подземные воды в бассейне отсутствуют вследствие его глубокого промерзания; они существуют в несквозных подрусловых и подозерных таликах, сложенных грубозернистыми отложениями. Подмерзлотные воды — солоноватые и соленые (фоновая минерализация — 3–10 г/дм<sup>3</sup>), с температурой до –1 °С. Пьезометрическая поверхность их залегает ниже уровня моря (абсолютные отметки — минус 10–40 м, глубины — до 150–180 м).

Ниже, в образованиях ордовика — нижнего девона, залегающих на глубине 3 км и вмещающих пластово-трещинно-карстовые и пластово-трещинные воды, выделяются водоупорные и водоупорные локально

слабоводоносные комплексы. Большая глубина залегания водоносных комплексов, присутствие мощного криогенного водопора, преобладание в разрезе водоупорных комплексов определяют их застойный режим и гидравлическую изолированность. Пьезометрические уровни устанавливаются ниже поверхности земли, местами выше. Напоры измеряются первыми тысячами метров. Дебиты скважин — 0,01–10,0 л/с. Воды комплекса по составу хлоридные кальциево-натриевые с минерализацией от 29 до 164 г/дм<sup>3</sup>. Состав растворенных газов — метаново-азотный и метановый. Рассолы бассейна содержат значительные концентрации брома (300–600 мг/дм<sup>3</sup>), йода (10–20 мг/дм<sup>3</sup>) и других компонентов.

Имеющиеся сведения указывают на широкое распространение в разрезе мерзлых пород криопэгов. Для рассматриваемой территории выделены 6 типов строения верхних грунтовых толщ: 1) сезонно-талый слой (СТС) перекрывает ММП; 2) СТС перекрывает горизонт ММП, ниже залегает линза криопэга, подстилаемая толщей ММП; 3) сезонно-мерзлый слой (СМС) перекрывает толщу реликтовых ММП, подстилаемую криопэгами над толщей ММП; 4) СМС перекрывает реликтовые толщи ММП, подстилаемые напорными криопэгами, которые перекрывают вечномерзлые породы; 5) СМС подстилается толщей талых пород, которые перекрывают ММП; 6) СМС перекрывает талые породы. Особенности распространения выделенных типов, а также гидрогеодинамический и гидрогеохимический режим подземных вод и в том числе криопэгов требует изучения [8].

#### Гидрологическая характеристика

Гидрографическая сеть НАО характеризуется высокой обеспеченностью водными ресурсами. Речная сеть в этом регионе густая и развита сравнительно равномерно, что связано с избыточным увлажнением и относительно однообразными условиями на большей части округа. Реки округа имеют в основном равнинный характер. Коэффициент густоты речной сети на территории округа составляет в среднем 0,5–0,6 км/км<sup>2</sup>, увеличиваясь с юга на север. Всего в пределах НАО насчитывается около 50 рек длиной более 100 км, текущих в северном направлении и впадающих в Белое и Баренцево моря. Большинство рек Большеземельской тундры являются притоками реки

Печоры и ее притока — реки Усы. Кроме того, в границах НАО имеются еще 23 реки длиной от 50 до 100 км. В районе множество болот и озер, в большинстве своем расположенных в зонах тундры и лесотундры, точное число которых до настоящего времени не определено.

По характеру водного режима все реки относятся к типу тундровой зоны. В половодье формируется два-три пика уровня воды с максимумом на второй волне. На весенний период приходится примерно 70 % годового стока, на лето и осень — 37 %, на зиму — 3 %.

#### Гидрохимическая характеристика

Минерализация воды меняется от нескольких десятков до нескольких сотен мг/дм<sup>3</sup> в зависимости от гидрологических условий года, в частности от величины водного стока. Максимальное ее значение приходится на зимнюю межень, когда при минимальных расходах воды доля участия грунтовых вод в питании реки значительно возрастает. Минимальная минерализация наблюдается в половодье в период бурного таяния снегов [25].

В ионном составе вод, как правило, доминируют гидрокарбонатные ионы и катионы кальция.

Все показатели, свидетельствующие о содержании органических и биогенных веществ, часто возрастают до пределов, превышающих допустимые нормы. Но при этом концентрации органических и биогенных веществ в воде непостоянны, поскольку они в большей степени задействованы во внутриводоемных процессах. Содержание их постоянно изменяется в достаточно широких пределах, поэтому сезонная или межгодовая динамика практически не прослеживается. Более стабильны показатели цветности и перманганатной окисляемости, которые указывают на наличие органического вещества гумусового происхождения, поступающего с водосборов. Цветность воды в периоды зимней и летней межени редко превышает 10–20° и возрастает (до 120°) только в периоды весеннего половодья или осенних паводков. Общее содержание органического вещества, определяемого по бихроматной окисляемости, изменяется в больших пределах (от 5,9 до 68,8 мг/дм<sup>3</sup>), поскольку, помимо

гумусового органического вещества, включает органическое вещество, образующееся в результате разложения водных организмов, растительных остатков, а также загрязняющих веществ. Анализ содержания органических веществ по профилю реки показывает, что бихроматная окисляемость изменяется в одних и тех же пределах на разных участках реки.

Содержание минерального фосфора в поверхностных водах за очень редкими исключениями невысокое (0,001–0,030 мг/дм<sup>3</sup>), поскольку он активно используется фотосинтезирующими планктонными организмами. Большая часть минеральных соединений азота представлена аммонийными ионами, концентрация которых изменялась в пределах 0,01–1,36 мг/дм<sup>3</sup>. Присутствие нитритов и нитратов было зафиксировано лишь в редких случаях. Зимой аммонийный азот содержится в минимальных количествах, поскольку биохимические процессы в воде замедлены, а поступление загрязненных вод с водосбора практически исключено. В половодье и в период осенних дождевых паводков в результате смыва биогенных веществ с водосбора концентрация аммонийного азота в поверхностных водах возрастает. Обогащение воды водотоков железом происходит в процессе дренирования заболоченных участков водосборов. Кроме того, железо относится к таким элементам, которые в наибольшей степени реагируют на физико-химические изменения водной среды, в том числе вызванные организмами, поэтому концентрация его изменяется в широких пределах [19].

В периоды открытого русла по всем водотокам наблюдается благоприятное насыщение воды кислородом (90–110 %), однако в зимнюю межень возможен его дефицит. Дефицит кислорода в подледный период вызван прежде всего тем, что исключено поступление его из атмосферы, в то время как расход его на окисление органических веществ идет и в зимний период. Реакция воды (рН) изменяется от 6,1 до 7,9, но большей частью близка к нейтральной.

Из загрязняющих веществ, традиционно определяемых в поверхностных водах, постоянно присутствуют фенолы (0,001–0,029 мг/дм<sup>3</sup>). Практика показывает, что в водоемах и водотоках Республики Коми и Ненецкого автономного округа, обогащенных гумусом,

наблюдается повышенное содержание фенолов. Это объясняется тем, что фенольные гидроокислы входят в состав гуминовых кислот. Нефтепродукты присутствуют не постоянно, но иногда содержание их превышает предельно допустимые нормы в 9–10 раз. Синтетические поверхностно-активные вещества в поверхностных водах исследуемого района большей частью отсутствуют. Основными загрязняющими компонентами являются нефтепродукты, фенолы, соединения меди, азот аммонийный, для которых отмечено устойчивое превышение ПДК.

На гидрохимические показатели поверхностных вод существенное воздействие оказал антропогенный фактор.

### 1.3. Почвенные условия

Участок изысканий по почвенно-географическому районированию России относится к Евроазиатской полярной области, зоне субарктических почв, Канинско-Печорской равнинной провинции. Субарктическая зона простирается от северо-западной окраины Кольского полуострова до Берингова пролива [11]. Участок изысканий расположен на морской террасе побережья Баренцева моря, на северо-востоке Большеземельской тундры, в Ненецком автономном округе. Рельеф обследованной территории равнинный, рассеченный долинами рек, с развитым бугорково-пучинным и грядово-мочажинным микрорельефом. В изобилии встречаются замкнутые термокарстовые понижения, занятые озерами и болотами. Почвообразующие породы представлены морскими и аллювиальными отложениями различного механического состава.

Характерная почвенно-климатическая особенность зоны — многолетняя мерзлота. В короткое лето оттаивает лишь небольшой поверхностный активный слой земли, в котором и протекают почвообразовательные процессы, повышается биологическая и микробиологическая активность. В зависимости от рельефа местности, растительности и механического состава почв глубина протаивания составляет от 0,5 до 1,0 м. Наибольшая глубина залегания многолетней мерзлоты от поверхности наблюдается по долинам крупных рек, менее всего на торфяниках. Задерживающие воду слои многолетней мерзлоты создают застой воды и способствуют окислительно-восстанови-

тельными процессам в почвах. Органические мерзлые породы при таянии становятся рыхлыми с небольшой плотностью, обладают высокой влагоемкостью. На поверхности почв, формирующихся на многолетних мерзлотных породах, развиваются различные формы криотурбации: плоскобугристые и полигональные. Основными почвообразующими процессами в мерзлотных почвах являются образование почвенно-грунтового льда по фронту промерзания в виде ледяных линз, пластов, клиньев; криотурбация; солифлюкция; образование различных форм полигонов (ячеистые, извилистые, гирляндобразные и сдавленные).

На прибрежных морских террасах, где существуют приливы, отливы, затопления и преобладает осадконакопление (классификация почв FAO 1994 г.), формируются флювисоли — гидроморфные (аллювиальные) засоленные почвы [28]. Почвенный профиль характеризуется хорошо развитой слоистостью. Мощность почвенного профиля зависит от активной волновой деятельности Баренцева моря, силы его приливной волны и степени накопления органического вещества. Дифференциация профиля слабая, доминируют горизонты: органогенный гидроморфный, с накоплением органического вещества и соли и сильнооуглеенная материнская порода. Полоса, заливаемая морской водой во время прилива, называется приливно-отливной зоной моря, или литоралью.

Растительность северной подзоны субарктической тундры характеризуется господством мохово-лишайниковой тундровой растительности.

### Органогенные почвы

Основные территории обследованного участка занимают органогенные почвы плоскобугристых и полигональных болот субарктических тундр.

Полигональные тундры образуются в результате морозобойного растрескивания почв и почвогрунтов, слагающих слой сезонного оттаивания. Бугристые тундры формируются в условиях неравномерного увеличения объема в процессе вымораживания поверхности, в результате чего образуются бугорки, приподнятые над основной поверхностью. Процессы пучения, в которых главная роль принадлежит замерза-

ющей воде, дополнительно накапливающейся по фронтам промерзания, являются основной причиной формирования бугристых болот. Полигональные и плоскобугристые болота развиваются в зависимости друг от друга, на одних территориях и образуют комплексы и сочетания.

Торфяные олиготрофные почвы с общей мощностью торфяной толщи более 50 см формируются в условиях избыточного, устойчивого увлажнения атмосферными водами, преимущественно на водораздельных тундровых пространствах, сложенных многолетними мерзлотными породами, в результате развития олиготрофной растительности или в процессе зарастания карстовых озер. Диагностическими признаками рассматриваемых почв являются: органогенный горизонт, состоящий из органических остатков олиготрофной растительности, высокая кислотность по всему профилю (рН 3–3,5), низкая зольность (2,5–6,0 % на сухое вещество), высокая влагоемкость почв, слабая степень разложения поверхностного 10–20 см слоя (очес). В условиях активного проявления мерзлотных процессов (вспучивание), торфяной горизонт разрушается, выпучивается, на торфяно-глеевых почвах минерализуется. По степени развития процесса почвообразования различают два типа олиготрофных болот: олиготрофные торфяно-глеевые ( $To^m$ ) (мощность торфа 50–100 см) и торфяные олиготрофные ( $To^m$ ) (мощность торфа более 100 см) мерзлотной фациальной группы.

Торфяно-глеевые олиготрофные мерзлотные почвы ( $To^m$ ) образуют комплексы с торфяно-криоземами, занимая межбугорковые пространства, под мезотрофной растительностью, и в их профиле может наблюдаться многолетняя или сезонная льдистая мерзлота. Профиль данных почв представлен формулой горизонтов: T–G, где T — торфяной горизонт, состоит из двух слоев разной степени разложения (плохо разложившийся — очес, слабо-, средне- и хорошо разложившийся торф); G — глеевый горизонт — минеральный, с включением ржаво-коричневого гумусового-железистого слоя и ржаво-сизой породы, подстилаемой мерзлотой. Зольность торфяного слоя увеличивается сверху вниз, кислотность обратно пропорциональна.

Торфяные олиготрофные мерзлотные  $To^m$  занимают центральные части торфяных болот

на водораздельных равнинах (рис. 4). Почвенный профиль слабо дифференцирован на горизонты. Сверху четко выделяется очес, под ним сфагновый, слаборазложившийся торф, подстилаемый льдистым слоем. Глубина оттаивания торфа на момент обследования составляла от 30 до 50 см на буграх и полигонах и около 1 метра в межбугорковых пространствах. Торфяной горизонт над льдистой мерзлотой насыщен водой, имеет светлую окраску, низкую, менее 6 %, зольность, очень сильноокислую реакцию среды рН 2,6–3,2, полную ненасыщенность основаниями при гидролитической кислотности 90–100, емкость поглощения 75–85 мг-экв). Степень обеспеченности элементами питания растений калием и фосфором — очень низкая и низкая.

Торфяные эутрофные мерзлотные (Тэ<sup>м</sup>) и торфяно-глеевые эутрофные мерзлотные (Тэ<sup>гм</sup>) встречаются в депрессиях рельефа по долинам ручьев, вокруг зарастающих озер, под травянистой растительностью, где обеспечен приток разной степени минерализации грунтовых вод. Под травяно-моховым очесом мощностью не более 10 см



Рис. 4. Почвенный шурф № 17. Торфяные олиготрофные мерзлотные почвы

Fig. 4. Soil pit No. 17. Peaty oligotrophic permafrost soils



Рис. 5. Почвенный шурф №10

Fig. 5. Soil pit No. 10

расположен эутрофно-торфяной горизонт мощностью не более 50 см, степень разложения торфа выше, чем в олиготрофно-торфяном горизонте. Ниже располагается торфяная хорошо разложенная толща, часто сильнообводненная либо промерзшая, со степенью разложения торфа более 50 %. Торфы высокозольные. Поглощающий комплекс может быть полностью насыщен основаниями. Реакция среды слабокислая (Тэ<sup>м</sup>). В случае когда в профиле на глубине 0,5–1,0 м вскрывается минеральная глеевая толща, ее верхняя часть прокрашена вымытым, потечным органическим веществом в сизовато-серые или темно-коричневые тона, переходящие в голубовато-сизый глей (Тэ<sup>гм</sup>) (рис. 5).

#### Синлитогенные почвы

Довольно значительные территории обследованного участка заняты синлитогенными почвами, в которых почвообразование протекает одновременно с аккумуляцией свежего минерального материала. Его постоянное поступление приводит к омоложению субстрата и ограничивает формирование почвенного профиля. Формируется слоистая толща различной мощности и состава, в которой и происходят почвообразовательные процессы, в которые постоянно вмешивается активная приливная деятельность Баренцева моря.

Среди синлитогенных почв на территории изысканий на трех геоморфологических уровнях (нижняя, средняя и высокая лайды)

диагностировано два отдела почв: аллювиальные и слабо развитые, реже встречаются стратоземы [5].

На нижних лайдах, в активной приливно-отливной зоне Баренцева моря и на песчаных косах крупных рек формируются песчаные пляжи или литорали (П). Растительный и почвенный покровы из-за постоянного воздействия морской воды отсутствуют.

#### Слабо развитые почвы ( $Ал_{сл}$ , $Ал_{сл}^{ск}$ )

На нижних лайдах, наиболее близко расположенных к береговой линии моря и занятых песчаными пляжами и дюнами, где на почвообразование огромное влияние оказывают не только морские приливы и отливы, но и сильные морские ветры, в отсутствие постоянного растительного покрова формируются слабо развитые аллювиальные слоистые примитивные почвы, чаще всего засоленные. Ограниченное проявление почвообразования в рассматриваемых почвах вызвано активным накоплением

поверхностных слоев, водой или ветром. Это препятствует непрерывному почвообразованию, в результате чего почвенный профиль имеет примитивный вид и состоит из слабо развитого или абсолютно не развитого гумусового слоя, залегающего непосредственно на слоистом засоленном морском и речном аллювии. В аллювиальной толще могут встречаться погребенные органические горизонты (рис. 6).

Реже встречаются незасоленные аналоги ( $Ал_{сл}$ ), развитие которых связано, скорее всего, с дефляционными процессами.

#### Аллювиальные почвы

На средних лайдах в условиях затопления территории речными полыми водами и нагонной морской волной на обширных речных луговинах и бровках между озерами и протоками формируются аллювиальные засоленные почвы. Их незасоленные аналоги встречаются по поймам ручьев и рек, не связанных с морем, а также вокруг зарастающих хасыреев. Затопление паводковыми водами и отложение на поверхности свежих слоев аллювия, развитие влаголюбивой луговой растительности обуславливают специфику почвообразовательных процессов аллювиальных почв. Аллювиальные почвы отличаются высокой биогенностью, интенсивностью почвообразования и очень разнообразны по режиму, строению и свойствам. Химические свойства изменчивы и зависят от химизма отложенного материала.

**Аллювиальные иловато-глиевые слоистые засоленные почвы ( $Ал_{гсл}^{илск}$ )** приурочены к прирусловой части пойм крупных рек. Поверхность рассечена озерами, старицами, прирусловыми валиками, дважды в сутки испытывает воздействие от приливной деятельности речных и нагонных морских вод. Межозерные пространства, прирусловые валы заросли влаголюбивой растительностью. Это наиболее молодые почвы. Морфологические признаки почвообразовательных процессов выражены слабо. Нарастание почвенного профиля зависит от мощности волновой деятельности приливов и отливов. Профиль очень слоистый. Доминируют иловатые горизонты с привнесом органических веществ и солей и глеевые, грязно-серые и бурые, прокрашенные вымытой органикой. С увеличением глубины примесь органических веществ в слоях аллювия уменьшается, и глеевые горизонты приобретают



**Рис. 6.** Почвенный шурф № 1. Аллювиальные слабо развитые слоистые солончаковые почвы с погребённым органическим горизонтом ( $Ал_{сл}^{ск}$ )

**Fig. 6.** Soil pit No. 1

ярко-голубую окраску. Однако иногда встречаются погребенные сильнозаиленные, с большим количеством органики, мощные слои аллювия (почвенный шурф 51). Засоление почвенного профиля слабое и среднее, тип засоления хлоридный.

**Аллювиальные иловато-глеевые засоленные почвы ( $Ал_{гилск}$ )** встречаются в хорошо выраженных, слабоврезанных поймах ручьев, находящихся в подпоре от крупных рек с соленой водой. Течение в ручьях слабое, усиливается во время весенних паводков и при снеготаянии. Почвенный профиль развит слабо. Система горизонтов примитивная: О–С. Верхняя часть почвенного профиля заилена, имеет слабое хлоридное засоление. Отличаются отсутствием в профиле слоистости.

**Аллювиальные иловато-глеевые почвы ( $Ал_{гил}$ )** формируются в замкнутых понижениях при зарастании осоковой растительностью хасыреев и межхасырейных протоков. Профиль почв представляет собой сильно насыщенную водой оглеенную иловатую массу, легко оплывающую, не расчлененную на горизонты. Формула составляющих горизонтов примитивная О–С.

**Аллювиальные перегнойно-глеевые слоистые засоленные почвы ( $Ал_{гслпск}$ )**

На обширных равнинных луговинах, более удаленных от русел рек и менее изрезанных поверхностях, при воздействии ослабленных приливно-отливных вод, под развитой травянистой луговой растительностью развиваются аллювиальные перегнойно-глеевые слоистые засоленные почвы. Обильный растительный покров способствует накоплению органического вещества, которое трансформируется в иловато-перегнойный горизонт. Слоистость профиля сохраняется, но мощность слоев увеличивается. Увеличивается и содержание органического вещества, уменьшается степень засоления (рис. 7). Под слабооторфованной дерниной залегает гумусовый горизонт перегнойного характера, переходящий в иловатую слоистую толщу. Засоление почвенного профиля хлоридное, реже — хлоридно-сульфатное.

**Аллювиальные иловато-мелкоторфянистые и торфянистые глеевые слоистые засоленные почвы ( $Ал_{гсл1илск}$ ) ( $Ал_{гсл11илск}$ )**

В западной и восточной части участка изысканий, на равнинных территориях



Рис. 7. Почвенный шурф № 58

Fig. 7. Soil pit No. 58

в поймах крупных рек, находящихся в подпоре от Баренцева моря, под влаголюбивой и солевыносливой луговой растительностью формируются аллювиальные торфяно-глеевые засоленные почвы. Избыточное увлажнение паводковыми и грунтовыми водами и застаивание их на мерзлотном водоупоре способствуют процессу заиления и слоистости профиля. В зависимости от степени проточности, глубины депрессионного вреза, наземного растительного покрова увеличивается оторфованность почвенного профиля (10–20 см в мелкоторфянистых и 20–30 см в торфянистых почвах).

С поверхности и до глубины 10–30 см на глеевом горизонте залегает торфяной горизонт, слабой степени разложения, обогащен живыми корнями и остатками болотной растительности. Засоление почвенного профиля зависит от степени проточности понижения, мощности нагонной волны. Чем глубже депрессия, тем выше засоленность почв.

**Аллювиальные торфяно-глеевые типичные почвы ( $Ал_{тр}$ )**

Среди оторфованных аллювиальных почв встречаются и незасоленные аналоги. Они расположены в поймах ручьев и термокарстовых озер, не связанных с деятельностью моря, а также на высоких отметках пойм крупных рек, где режим затопления — от 1 до 10 %. Морские туманы, конечно, оказывают действие на временное засоление поверхности почв. Но это засоление хлоридное, очень неустойчивое. Соли легко вымываются атмосферными осадками

и при снеготаянии выносятся поверхностными водами. Среди таких почв основное распространение получили аллювиальные торфяно-глеевые почвы. Формируются под богатой эуτροφной растительностью. Избыточное увлажнение создается за счет затопления полыми водами и подтока грунтовых и поверхностных вод с более высоких террас и водоразделов. Интенсивность торфообразования наиболее выражена, слоистость и иловатость профиля слабая. Торфяной горизонт мощностью не более 50 см, буровато-коричневого или черного цвета. До глубины 10–15 см обогащен живыми корнями, в нижней части содержит пятна гидроокиси железа. Под торфяным слоем залегают сильнооглеенные суглинки либо водонасыщенные пески. Торфы аллювиальных почв высокозольные, реакция среды слабокислая, поглощающий комплекс не насыщен основаниями.

#### **Аллювиальные серогумусовые (дерновые) слоистые глееватые почвы (Ал<sub>гд</sub><sup>сл</sup>)**

Диагностированы в пойме реки Вангдэто-се на слоистых песках под богатой луговой растительностью. Под хорошо развитой дерниной залегают серогумусовый маломощный (дерновый) горизонт со слабозамечной слоистостью, ниже-речной аллювий со слабыми признаками оглеения. Почвы отличаются хорошей водопроницаемостью, слабой кислотностью.

#### **Стратоземы урбостратифицированные (СЗУ)**

В результате целенаправленного или спровоцированного поступления на поверхность естественной или антропогенно нарушенной почвы минерального слоя более 40 см в толще привнесенного материала образуются стратоземы. На участке изысканий встречаются единично, под промзонами, вертолетными и буровыми площадками, где формирование стратоземов связано с антропогенным воздействием, искусственным наносом с присутствием артефактов (остатки древесины, резины, железа) в стратифицированном горизонте. Кроме того, стратифицированный горизонт местами сильно сцементирован буровыми растворами, применяемыми при добыче нефти.

#### **Криотурбированные почвы**

На плоских водоразделах, под тундровой растительностью, при активном влиянии криогенных процессов на мерзлотном водоупоре формируются криотурбирован-

ные почвы. Поверхность почвы с ярко выраженным микрорельефом (мерзлотные бугры пучения, западины, формирующие озерковый комплекс) подвержена мерзлотному растрескиванию, по нему происходит излияние тиксотропной почвенной массы на дневную поверхность в виде медальонов. Соотношение бугров пучения и озерковых западин от 30 до 50 %. Бугры плоские, сильно оплывшие, диаметр их 4–10 м, высота 0,7–1,0 м. Напочвенный растительный покров изрежен. Диагностический признак данных почв — присутствие признаков криотурбации, наличие криотурбированного горизонта (CR), подстилаемого льдистой мерзлотой. Горизонт CR представляет собой грязно-бурюю или серовато-бурюю тиксотропную, бесструктурную массу, имеющую ясные признаки мерзлотных нарушений в виде вихревого рисунка минеральной массы и погребенных фрагментов органических горизонтов. Глубина оттаивания мерзлого слоя 30–60 см. Почвенный профиль плохо дифференцирован на генетические горизонты в связи с затрудненностью нисходящих токов воды и интенсивными криогенными процессами. Реакция почв кислая или слабокислая, почвы не насыщены основаниями. В условиях острого дефицита тепла и господства восстановительных процессов в верхней части профиля идет аккумуляция грубого гумуса.

**Криоземы типичные (Кз)** образуют комплексы с торфяно-криоземами типичными (КзТ). Диагностируются по наличию подстильно-торфяного горизонта мощностью менее 15 см и криотурбированного, серовато-бурого цвета, с включением фрагментов органического материала, имеющего непрочную криогенно-слоеватую структуру. Нижняя часть его насыщена влагой, бесструктурна и тиксотропна, отличается большей плотностью. Почвы имеют кислую реакцию среды, потеря от прокаливании в подстильно-торфяном горизонте — 10–12 %, емкость поглощения — 35–40 мг-экв на 100 г, иногда в сильно опесчаненных за счет выпучивания верхних горизонтах емкость поглощения составляет 7–10 мг-экв на 100 г (рис. 8).

Наиболее распространенными типами криотурбированных почв на территории участка изысканий являются торфяно-криоземы типичные (КзТ). Для них характерно совмещение процессов торфонакопления



Рис. 8. Почвенный шурф № 40

Fig. 8. Soil pit No. 40

и криотурбации. На ярко выраженном бугорково-западинном микрорельефе формируется торфяной горизонт различной мощности (на бугорках 10–20 см, а в западинах — до 50 см), а уже непосредственно под ним — криотурбированный. Генетический профиль описывается формулой T–CR–C. Криотурбированный горизонт представляет собой смесь минерального и органического материала, как правило, хорошо прокрашен органикой и имеет грязно-серый или серовато-бурый цвет. Глубина мерзлотного слоя не более 30–50 см. Почвенный профиль имеет сильноокислую реакцию среды (3,0–3,5), потеря от прокаливания от 21 до 42–45 % в зависимости от степени турбации, полная ненасыщенность основаниями, емкость поглощения составляет 17–45 мг-экв. Формируются в сходных по своим свойствам ареалах с криоземами типичными, глееземами и торфяными олиготрофными бугристыми болотами и образуют с ними комплексы.

### Глееземы

В условиях холодного гумидного климата, затрудненного дренажа почвенно-грунтовых вод и дефицита кислорода, при длительном

насыщении почвы водой, чему способствует присутствие в почвенном профиле льдистой мерзлоты, служащей водоупором, формируются почвы отдела глееземов. На морфологию и химические свойства глееземов большое влияние оказывают активно развивающиеся процессы анаэробно-заболачивания и криогенеза. На территории изысканий они встречаются в комплексе с криоземами и не имеют значительного распространения. Характерным признаком глееземов является глеевый горизонт (G), образованный в результате восстановительных процессов в условиях водонасыщенной почвенной толщи, залегающей под органоминеральным или гумусовым горизонтом и в нижней части профиля сливающийся с глеевой минеральной толщей, образованной на верхней границе многолетней мерзлоты. Надмерзлотная толща особенно оглеена, водонасыщенна, зачастую тиксотропна и криотурбированна. Глееземы имеют кислую и сильноокислую реакцию среды по всему профилю, ненасыщенность основаниями, высокие значения гидролитической кислотности, содержание органического вещества зависит от степени органоминеральности верхней части профиля. Диагностировано два типа глеевых почв — глееземы типичные (Г) и торфяно-глееземы (Гт).

**Глееземы типичные (Г)** занимают наиболее дренированные выположенные склоны водоразделов, под воронично-лишайниковой тундрой. Оторфованная подстилка мощностью 5–7 см подстилается очень маломощным грубогумусированным слоем, лежащим на мощном глеевом горизонте, слабо прокрашенным в верхней части вымытой органикой и ржавыми пятнами закисного железа (рис. 9).

**Глееземы перегнойные (Г<sup>п</sup>)** диагностированы на менее дренированных поверхностях, чем глееземы типичные, отличаясь от них наличием перегнойного материала в нижней части подстильно-торфяного горизонта.

**Торфяно-глееземы (Гт)** формируются в наиболее заболоченных местах, занимая локальные мезо- и микропонижения. Для почв данного типа главным почвообразовательным процессом по-прежнему остается процесс оглеения. За счет увеличения увлажнения более интенсивно развивается процесс торфонакопления, что приводит к образованию



Рис. 9. Почвенный шурф № 38

Fig. 9. Soil pit No. 38

торфяного горизонта мощностью 10–50 см, подстилаемого глеевым, зачастую мерзлым и криотурбированным.

#### Альфегумусовые почвы

Почвы данного отдела встречаются на территории обследованного участка крайне редко. Основные почвообразовательные процессы связаны с иллювиальной аккумуляцией алюмо-железо-гумусовых соединений, формирующий альфегумусовый горизонт. Формируются в условиях свободного поверхностного и внутрипочвенного дренажа, на отложениях легкого механического состава.

**Подбуры оподзоленные (ПБ<sup>оп</sup>)** занимают хорошо дренированные пологие водораздельные вершины, крутые склоны древних террас рек, сложенные песчано-супесчаными отложениями. Развиваются под воронично-лишайниковыми тундрами. Рассматриваемые почвы отличаются сильной водопроницаемостью, преобладанием нисходящих миграций почвенных растворов и окислительных процессов в большей части профиля, повышенным прогреванием,

наличием процессов оглинения. От других типов подбуров они отличаются иллювиально-гумусово-аккумулятивным оподзоленным горизонтом, который представлен либо в виде осветленных пятен, либо в виде маломощного горизонта, не более 1–3 см. Профиль почв состоит из системы горизонтов O-BHFe-BHF-C. Верхние горизонты подбуров оподзоленных обогащены илом, обменными основаниями, гумусированы. Имеют кислую реакцию среды [12].

#### Подбуры глеевые оподзоленные (ПБ<sup>гл</sup>)

развиваются на слабодренированных равнинах, нижних частях пологих склонов, под ерничко-ивняковыми разнотравно-моховыми тундрами. Формула профиля подбуров глеевых оподзоленных состоит из системы горизонтов O-BHFe-G-C. Наличие глеевого горизонта в нижней части профиля обусловлено аккумуляцией влаги над мерзлотным водоупором.

#### Подзолы иллювиально-железистые (По<sup>иж</sup>)

распространены крайне редко в кустарничково-лишайниковых тундрах на террасах рек. Сложены рыхлыми древнеаллювиальными песками. Занимают подчиненное положение и образуют пятнистости с подбурами оподзоленными. Формула профиля O-E-ИРА-C. Реакция почв кислая и сильноокислая. Наблюдаются сильная выщелоченность от обменных оснований, практически полная ненасыщенность и хорошо выраженная дифференциация профиля по илу.

#### Антропогенно-преобразованные почвы

Встречаются крайне редко на территориях, приближенных к промплощадкам. Объединяет почвы, лишённые верхних диагностических горизонтов в результате антропогенного воздействия. С поверхности залегает либо сохранившийся срединный горизонт, либо почвообразующая порода, чаще всего с насыпным минеральным слоем, не превышающим 40 см. На участке изысканий диагностированы два типа абраземов: альфегумусовые (Аб<sub>ал</sub>) и аллювиальные (Аб<sub>алл</sub>). Альфегумусовые абраземы расположены на наиболее дренированных поверхностях, где верхние горизонты были срезаны и спланированы, часто засыпаны под производственные площадки. Иногда абраземы перекрываются наносами с морских песчаных пляжей в результате дефляционных процессов.

В западной части участка диагностированы абраземы аллювиальные, которые образовались при активном использовании автотранспорта. Верхний слабо развитый мало мощный торфянистый слой просто снесен колесами автомашин, и на поверхность выступает глеевая почвообразующая порода.

**Техногенные поверхностные образования (ТПО)** — остаточные продукты хозяйственной деятельности, состоящие из природного и специфического новообразованного продукта. Они находятся на дневной поверхности, не имеют генетических горизонтов, но функционируют в экосистеме. Почвы, загрязненные тяжелыми металлами, нефтепродуктами, степень которого оценивается как чрезвычайно опасная по принятым нормативам, относятся к химически загрязненным поверхностным образованиям — хемоземам (X). Хемоземы — почвы, в которых загрязнение химическими веществами вызывает видимые изменения в профиле. К изменениям относится пропитка техногенными щелочными буровыми растворами (рН более 8,2), внедрение в профиль битуминозных веществ, легких фракций нефтепродуктов и прочих чуждых почве веществ. Трансформация почвы под воздействием химического загрязнения сопровождается изменением условий миграции веществ, состава почвенных мигрантов и изменение ППК [7].

#### 1.4. Геоботанические условия

Район проектируемой трассы ВЛ расположен в приморской полосе центральной части Большеземельской тундры. По системе ботанико-географического районирования район работ относится к северным гипоарктическим тундрам [209]. В соответствии с геоботаническим районированием В.Д. Александровой исследованная территория лежит в пределах Восточноевропейской подпровинции Восточноевропейско-Западносибирской провинции субарктических тундр [1].

Приморское расположение района изысканий и плоский рельеф низменности оказывают сильное влияние на характер его растительности и состав флоры, во многом определяя своеобразие территории. Зональные сообщества — мелкокустарничковые, и мелкоерниковые тундры вытесняются с плакоров обширными пространствами пло-

скобугристо-полигональных, полигональных и низинных осоково-сфагновых и гипновых болот. Участки супралиторали (зоны воздействия приливов) вследствие плоского рельефа протянувшейся на километры суши заняты лайдами — приморскими осоково-злаковыми лугами и засоленными ивняково-осоковыми моховыми болотами. Обширные территории, затопляемые водой во время прилива, вовсе лишены растительности. В связи с тем что почти все реки на участке изысканий подчиняются приливно-отливному гидрологическому режиму и вода в них, как правило, подсолонная, лайды занимают также и пониженные участки пойм. Во флоре прибрежных сообществ ведущую роль играют циркумполярные растения-галофиты, характерные для морских берегов на всей протяженности Северного Ледовитого океана, имеющие специфические приспособления для долгого обитания под водой и в условиях засоленности [24]. На более возвышенных и удаленных от береговой линии участках суши, где влияние моря носит «атмосферно-климатический» характер (частые ветра, осадки, нередко подсолонные туманы, низкий температурный градиент), плакорные тундровые сообщества обогащены приморскими видами и имеют структурные отличия от типичных зональных. Их главной отличительной особенностью является высокое обилие или даже доминирование вороники (*Empetrum subholarcticum* V. Vassil). Это характерная приморская черта растительности, прослеживаемая во всех районах европейского Севера от Кольского полуострова до Малоземельской и Большеземельской тундры [23, 16].

Современное распространение растительных сообществ и состояние растительного покрова обследованной территории отражено на карте растительности.

Зональные для исследуемой территории тундровые сообщества приурочены к наиболее возвышенным и дренированным элементам рельефа. Это воронично-лишайниковые и кочкарные воронично-лишайниково-моховые тундры по коренным берегам рек и озерно-болотных котловин и мелкоерниковые тундры пологих увалов.

Воронично-лишайниковые сухие тундры встречаются изредка, небольшими участками, в основном по бровкам верхних террас и коренного берега рек, там, где почвы

формируются на речном аллювии и имеют песчаный состав. Микрорельеф в таких сообществах выражен слабо, поэтому их структура более-менее гомогенна. Травяно-кустарничковый ярус довольно разрежен (40–50 % покрытия), все кустарнички имеют стелющуюся по земле форму (зимой с таких участков, как правило, снег сдувается почти весь, что приводит к промерзанию ветвей, поднимающихся на 3–5 см над землей). Над ними отдельными особями возвышаются спорадически встречающиеся осоки, змеиный горец (*Bistorta major* S.F. Gray) и ожика Валенберга. Сообщества довольно однообразны и бедны по флористическому составу, доминирует вороника, в содоминантах — арктоус, брусника, встречается ива монетовидная. В мохово-лишайниковом ярусе господствуют лишайники — цетрарии и кладонии. Микроразнообразие и ложбинки стока заняты кустиками ерника (*Betula nana* L.), высотой до 10–15 см в зависимости от общей «снеговой линии» сообщества.

Легкокочкарные воронично-пушицевые и воронично-осоковые лишайниково-моховые тундры также не занимают больших площадей в районе изысканий. Они распространены на бровках высоких берегов озерно-болотных котловин, вдоль уступа морской террасы, на наиболее возвышенных частях водоразделов. Микрорельеф легко-кочкарный, превышение составляет не более 20–25 см, кочки сглаженные. Резких различий в сложении микрогруппировок возвышенных и пониженных элементов сообщества не наблюдается. Вороника и брусника, часто с примесью ерника и иногда голубики, формируют довольно плотный (до 70 %) травяно-кустарничковый ярус. Характерно постоянное присутствие и хорошее обилие морошки. Пушица (*Eriophorum vaginatum* L.) и осока редкоцветковая (*Carex rariflora* (Wahlenb.) Smith) более характерны для микрозападин и часто выступают в роли содоминантов сообщества в целом. Мохово-лишайниковый покров плотный и мозаичный, состоит из пятен дикрановых (*Dicranum elongatum* Schleich ex Schwägr., *Dicranum laevidens* R.S. Williams и др.), политриховых (*Polytrichum jensenii* I. Nag.) мхов, *Pleurozium schreberi* и *Sphagnum balticum* с разрастающимися прямо сквозь них лишайниками; соотношение мхи/лишайники близко к 50/50. Такие тундры часто переходят в бугристо-полигональные болота, и их граница может быть прослежена только

по появлению осоково-сфагновых мочажин среди аналогичных рассматриваемым воронично-мохово-лишайниковых сообществ, составляющих бугры и валики полигонов.

Мелкоерниковые вороничные лишайниково-моховые тундры приурочены в основном к пологим склоновым поверхностям. В зависимости от соотношения карликовой березки (ерника) и ив (*Salix phylicifolia* L., *S. lanata* L.) можно различить чистые ерники и ивняково-ерниковые тундры. Они мало отличаются по составу нижних ярусов, приурочены к одинаковым элементам рельефа, поэтому в данном исследовании объединены в одну группу.

Ерник и ивы формируют свой ярус, обычно разреженный (покрытие не более 30–50 %) высотой до 30–40 см. Микрорельеф сообществ обычно кочкарный, с более-менее выровненным «снеговой линией» верхним ярусом. Кочкарность приводит к дифференциации растительного покрова на уровне нижних ярусов сообщества. На кочках в травяно-кустарничковом ярусе преобладают, как и в мелкокустарничковых тундрах, вороника и брусника, присутствуют багульник, морошка, пушица влагаллищная. В узких и мелких мочажинах обильны андромеда и осоки, в основном осока редкоцветковая. Изредка появляются виды разнотравья: мытник судетский (*Pedicularis sudetica* subsp. *arctoeuropaea* Hult.), нарциссия (*Petasites frigidus* Cass.), плаун куропаточий (*Lycopodium lagopus* (Laest.) Zinserl. ex Kuzen.). Мохово-лишайниковый покров богат видами — в пределах одного сообщества может встретиться до 20–30 видов мхов и лишайников. На кочках доминируют цетрарии и бокальчатые кладониевые лишайники, дикрановые мхи, у подножия кочек и в мочажинках — *Sphagnum balticum*, иногда *Pohlia nutans* и гипновые мхи.

Для склонов речных долин, речных и морской террас характерны заросли кустарников. Это редкоивняковые и ерниково-ивняковые травяно-моховые сообщества. Их основное отличие от ерниковых тундр состоит в повышенном участии видов лугового разнотравья. Практически эти сообщества занимают одно положение с приречными луговинами, часто находятся в сочетании с их небольшими участками. Высота ив в местах накопления снега

может достигать 70–80 см, хотя обычно она составляет 20–40 см. Кустарничковый ярус выражен слабо, место гипоарктических кустарничков занимают крупнотравные виды. Типичны: лук-скорода (*Allium schoenoprasum* L.), чемерица (*Veratrum lobelianum* Bernh.), вейник лапландский (*Calamagrostis lapponica* (Wahlenb.) C. Hartm.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) тысячелистник (*Achillea nigrescens* (E. Meyer) Rydb.), горец живородящий (*Bistorta vivipara* (L.) S.F. Gray), синюха узкоцветковая (*Polemonium acutiflorum* Willd. ex Schult) и другие травы. Моховой покров, как правило, преобладает над лишайниковым, наиболее обильны мхи: *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Dicranum brevifolium* (Lindb.) Lindb., *Dicranum majus* Turner и «таежные» виды *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*. Из лишайников кроме кладоний очень характерна *Peltigera scabrosa* Th. Fr. Сообщества долинных кустарников в сочетании с участками лугов считаются одними из самых богатых видами растений практически во всех зонах умеренного пояса и Арктики, а ивняки района Варандея подтверждают это правило. Долинные и склоновые ивняки можно рассматривать в качестве дериватов разнообразия тундровой флоры, кроме этого, благоприятный микроклимат под пологом кустарников позволяет сохраняться видам, присущим более теплым лесным территориям, таким как седмичник европейский (*Trientalis europaea* L.) и грушанка (*Pyrola minor* L.). Ивняковые сообщества, безусловно, требуют повышенного внимания и при исследовании территории для организации производства, и при природоохранных мероприятиях.

Болота занимают более половины площади участка изысканий и являются основными сообществами водораздельных территорий (плакоров). Все разнообразие современных форм болотных комплексов сводится к разным стадиям балансовых отношений процессов торфонакопления и криогенеза [22]. Можно выделить три основных типа болот, соответствующих разным стадиям совместного развития этих процессов на разных по дренированности местностях:

1) низинные осоковые и пушицево-осоковые сфагновые болота (хасырейная стадия формирования торфяника);

2) валиково-полигональные болота (торфяник сформирован на сильно обводненной местности);

3) плоскобугристо-полигональные болота (торфяник в фазе зрелости и деградации, накопленная торфяная залежь привела к общему поднятию и улучшению дренированности, крио-процессы привели к образованию минеральных «ядер» в почвенных горизонтах).

Следует отметить, что все три типа болот на местности составляют практически непрерывный континуум, и их территориальное разграничение часто затруднено.

Растительность болот отличается постоянством структуры и флористического состава. Особенно это относится к низинным травяным (осоковым и пушицево-осоковым) сфагновым болотам. Образованная топяными видами сфагнов поверхность таких болот часто идеально ровная, по которой редко встречаются кочкарные участки, находящиеся в зачаточном состоянии и образованные теми же видами сфагнов, что и основная гладь, и одиночные валики-гряды. Основными ценообразователями являются сфагны: *Sphagnum lindbergii* Schimp., *Sphagnum lenense* H. Lindb. ex L.I. Savicz, *Sphagnum jensenii* H. Lindb. Травяно-кустарничковый ярус разрежен, крайне однороден, образован несколькими видами постоянно встречающихся осок и пушиц: *Carex rariflora* (Wahlenb.) Smith, *Carex rotundata* Wahlenb., *Carex concolor* R. Br., *Eriophorum russeolum* Fries. Иногда на кочкообразных повышениях встречается андромеда. Краевые участки болотных массивов нередко сильно обводнены, часто с ручьями, здесь доминируют гипновые мхи (*Warnstorfia pseudostraminea* (C. Müll. Hal.) Tuom. et T.J. Kop., *Warnstorfia fluitans* (Hedw.) Loeske и др.), *Sphagnum riparium* Ångstr. и осока водная (*Carex aquatilis* Wahlenb.), встречается сабельник болотный. Высокие заросли водной осоки служат хорошим индикатором топкого ручья, протекающего по болоту.

Валиково-полигональные болота представляют собой комплексы приподнятых узких (до 2–3 м шириной) валиков и вогнутых, сильнообводненных мочажин. Форма полигонов разнообразная, чаще неправильно-октаэдрическая, или шестиугольная, размер полигонов в среднем 30–50 м. Осоково-сфагновая растительность

мочажин-полигонов полностью повторяет низинные болота. Валики заняты кустарничково-мохово-лишайниковыми сообществами. Доминанты — вороника и багульник, обильны брусника и голубика, морошка, встречается клюква мелкоплодная, пушица влагалищная и осока редкоцветковая; по склонам валиков нередко разрастается ерник, высотой до 20–30 см. В напочвенном покрове в зависимости от высоты валика преобладают дикрановые и зеленые мхи, кладониевые и цетрариевые лишайники или сфагны (в основном *Sphagnum balticum*). Из мхов обычно встречающиеся в кочкарной и ерниковой тундре виды: *Dicranum elongatum*, *Dicranum laevidens*, *Polytrichum jensenii*; из лишайников: *Flavocetraria nivalis*, *Alectoria nigricans*, *Cetrariella delisei*, *Cladonia arbuscula* ssp. *mitis*, *Cladonia uncialis* и др.

Плоскобугристо-полигональные болота представляют собой сочетание плоских и кочкарных бугров, гряд-валиков и обводненных мочажин разнообразного размера и формы. Их растительность дифференцирована по элементам микрорельефа и практически повторяет растительность предыдущего типа. Единственным отличием может быть некоторое увеличение видового разнообразия возвышенных форм за счет заселения их видами, обычными для кочкарных тундр. Эти виды (*Huperzia selago* ssp. *appressa* (Desv.) D. Love ex T., *Pedicularis lapponica* L. и др.) встречаются и в тундрах, и на болотных буграх в очень малом обилии и не влияют на структуру сообщества.

Лайды занимают обширные пространства приморских низменностей на востоке участка (п-ов Медынский заворот) и низких пойм рек с обратным приливным течением (Песчаная, Камбалица, Памендуй). Они также полосами прослеживаются вдоль русел ручьев и мелких водотоков на километры от морского берега, указывая на воздействие приливов в, казалось бы, удаленной от моря, относительно дренированной территории с хорошо врезанной речной сетью. Основными сообществами лайд являются галофитные осоково-злаковые луга, ивняково-осоковые моховые болота, вороничники и открытые группировки песчаных дюнообразных повышений.

Галофитные (приморские) осоково-злаковые луга являются самым распространен-

ным типом сообществ лайд на участке изысканий. Они занимают пониженные участки супралиторали и речных пойм, непосредственно граничащие с постоянно затопляемой приливами территорией (литоралью), и по большей части сами также часто подвергаются затоплению. Микрорельеф таких участков своеобразен — абсолютно ровная поверхность задернованной суши как бы изъедена лабиринтами мелких проток, канавообразных понижений и озерков, где застаивается вода во время отлива. Сложение растительных сообществ плотное, сомкнутое, 80–95 %. Доминируют вейник щучковидный (*Calamagrostis deschampsoides* Trin.), овсяницы (*Festuca ovina* L., *Festuca rubra* L.), дюпонтия (*Dupontia psilosantha* Rupr.) и осоки. По составу субдоминантов можно различить луга разных уровней в соответствии с классификацией [18]. Непосредственно граничат с открытой водой и постоянно заливаются приливом луга низкого уровня. Они занимают узкие полосы литорали и, как правило, не отражаются в масштабе съемки. Это монодоминантные плотные заросли дюпонтии и вейника с небольшим участием звездчатки приземистой (*Stellaria humifusa* Rottb). Моховой покров в таких сообществах, как правило, не развивается. Луга среднего уровня, заливаемые эпизодически во время сильных приливов, более богаты по флористическому составу. Обильна и постоянна примесь галофитного разнотравья: звездчатки приземистой, мерингии бокоцветковой (*Moehringia lateriflora* Fenzl.), ложечницы арктической (*Cochlearia arctica* Schlecht.), подорожника Шпенка (*Plantago schrenkii* C. Koch.), дендрантемы Хультена (*Dendranthema hultenii* Tzvel.) Встречаются родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.), лапчатка Эгеди (*Potentilla egedii* Wormskj.), белозор болотный (*Parnassia palustris* L.), крестовник арктический (*Tephrosia palustris* Reichenb.), трехреберник Гукера (*Tripleurospermum hookeri* Sch. Bip.). Часто на более приподнятых участках лайд наблюдается разрастание полупростратных кустиков ивы ползучей (*Salix reptans* Rupr.), но собственного яруса в ценозе они не формируют, а состав доминантов позволяет относить такие сообщества к лугам (луга высокого уровня или переходного от среднему к высокому, по классификации Лескова). Мохово-лишайниковый ярус приморских лугов слабо выражен (10–40 % покрытия), представлен в основном *Sanionia uncinata* (Hedw.)

Loeske с примесью дикрановых мхов и лишайников (*Stereocaulon glareosum* (Savicz) H. Magn.).

Ивняково-осоковые моховые сообщества засоленных болот распространены на плоских периферийных участках лайд, часто немного возвышающихся над приморскими лугами (высокий уровень лайды, по классификации Лескова). Они заливаются морской водой очень редко, в периоды половодья и паводков. Водный режим таких местобитаний гораздо более застойный, что дает возможность разрастания мохового покрова и развития процессов заболачивания и торфонакопления. Как правило, сеть канавок и озерков не развита, зато наблюдается развитие сфагновых бугорков и кочек и обводненных мочажин (открытая вода до 15%). Кустарничковый ярус образуют негустые заросли ивы ползучей (до 30% покрытия), в травяном обильны осоки (*Carex concolor* R. Br. и *Carex rariflora* (Wahlenb.) Smith.), ожика Валленберга, сабельник, встречаются виды ивнякового разнотравья (*Polemonium acutiflorum* Willd. ex Schult) и тундровые кустарнички: вороника, багульник, андромеда. Моховой покров вполне развит: в мочажинах преобладают топяные виды мхов (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Warnstorffia exannulata* (Bruch. et al.) Loeske) и *Sanionia uncinata*, кочки образованы сфагновыми мхами с вкраплениями зеленых: *Dicranum groenlandicum* Brid., *Oncophorus wahlenbergii* Brid. и др. Эти сообщества по общему облику напоминают типичные для Северной Гипоарктики мелкоерниковые тундры, однако они также сохраняют следы воздействия засоления, что выражается в присутствии ряда жестководных и галофитных видов, таких как *Moehringia lateriflora* Fenzl., *Stellaria humifusa* Rottb., кипреи (*Epilobium alpinum* L. и *E. palustre* L.) и др.

Песчаные косы, микротерраски и дюнообразные повышения в лайдах, сформированные песчаными наносами, заняты приморскими вороничниками и открытыми группировками дюн. Эти сообщества находятся в специфических условиях сочетания выраженной дренированности, слабой засоленности и подвижности грунтов, поэтому их основные черты — низкое проективное покрытие и несформированная структура ярусов. Особенно это относится к открытым группировкам дюнного типа. Это практически неструктурированный набор видов,

среди которых преобладают псаммофиты и галофиты. Это волоснец песчаный (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), гонкения (*Honckenya oblongifolia* Torr. & Gray), встреченные только здесь; трехреберник, подорожники морской и Шренка, армерия и другие обитатели морских побережий. Мохово-лишайниковый ярус не развит, встречаются отдельные куртинки *Sanionia uncinata* и бриума. Приморские вороничники представляют собой следующий этап зарастания песчаных наносов. Эти сообщества уже можно рассматривать как тундроподобные. Вороника чувствует себя здесь наиболее вольготно, формируя простратные куртины до 1,5 м в диаметре, сливающиеся в сплошной покров, иногда с ней соседствует ива ползучая. Встречаются арктоус (*Arctous alpina* Niedz.), брусника, ожика Валленберга и другие виды сухих тундр. Часто формируется сплошной покров лишайников с доминированием цетрарии (*Flavocetraria nivalis*), бокальчатых кладоний (*Cladonia furcata* (Huds.) Schrad., *Cladonia squamosa* (Scop.) Hoffm.) и алектории черной (*Alectoria nigricans* (Ach.) Nyl.). Из ряда плакорных кустарничково-лишайниковых тундр приморские вороничники, так же как и засоленные ивняки, выделяются наличием галофитных и типично приморских видов: родиолы розовой, армерии, дендрантемы и др.

В период проведения полевых изыскательских работ было выявлено 100 видов сосудистых растений, 51 вид лишайников и 65 видов мхов. По литературным данным, для района п. Варандей приводится еще 27 видов сосудистых растений и 29 видов мхов [2, 15]. Таким образом, локальная флора участка изысканий составляет 127 видов высших растений, 94 вида мохообразных и 51 вид лишайников, что в целом соответствует уровню видового богатства локальных флор Северной Гипоарктики.

### 1.5. Ландшафтная характеристика

В физико-географическом отношении район исследований относится к Баренцево-Печорской области Холодного пояса, Печорской тундровой провинции Русской равнины [4, 19].

Район изысканий находится в прибрежной зоне Баренцева моря на морских и аллювиально-морских равнинах, сложенных озерно-аллювиальными и морскими гало-

ценовыми отложениями. Рельеф местности представлен двухуровневой равниной, разделенной уступом первой морской террасы. Нижний уровень представлен морской низиной — лайдой, сложенной современными морскими аллювиальными песками, ее формирование не закончено. Верхний уровень (первая морская терраса) представляет собой полого-волнистую равнину, слабо расчлененную речной сетью с избытком термокарстовых озер и хасыреев разной степени зарастания. Основными покровообразующими породами являются озерные и озерно-аллювиальные отложения. Заболочивание и торфонакопление, сопровождающиеся процессами криогенеза, формируют основные структуры мезорельефа этой территории. Уступ первой морской террасы хорошо выражен в рельефе. Это либо крутые склоны, резко контрастирующие с окружающими недренированными равнинами, либо многоступенчатые пологие склоны с заболоченными седловинами, где нередко небольшие озера. Речные долины крупных рек, находящиеся в зоне приливной отливной активности Баренцева моря, являющиеся своего рода продолжением уступа морской террасы, повторяют его структуру в рельефе. Поймы заняты лайдами; склоны долин часто крутые либо многоступенчатые, с заболоченными тыловыми швами микротеррас. Бровки первой морской террасы и коренного берега рек совпадают в рельефе и практически всегда хорошо дренированы.

На основании почвенной, геоморфологической и геоботанической карты была создана ландшафтная карта по типам местности и видам урочищ. Выделены четыре типа местности. Антропогенно нарушенные участки показаны отдельно.

Плакорный тип местности (междуречья первой морской террасы) I представлен двумя видами урочищ, связанными единым процессом формирования бугристых торфяников. Стадии формирования бугристых торфяников определяют формы мезо- и микрорельефа.

Наиболее повышенным участкам местности с выраженными процессами криогенеза соответствуют междуречья, занятые комплексами тундр и плоскобугристых болот (I-1). Наличие минерального надмерзлотного горизонта в буграх и на участках тундр яв-

ляется отличительной особенностью этого вида плакорных урочищ. Почвенный покров представлен глееземами, криоземами и маломощными олиготрофными болотами. Межбугорковые понижения сложены маломощными и среднемощными эутрофными торфами. Мерзлотный слой встречен на глубине 0,3–0,5 метра.

Плакорные торфяники имеют характерную кольцевую структуру и легко дешифрируются на АФС. Их периферийная зона, часто граничащая с уступом или водотоком, как правило, хорошо дренирована. Представляет собой вытянутые возвышенности с редкими узкими канавообразными понижениями. Почвенный покров сформирован глееземами и криоземами типичными, подзональными сообществами типичной тундры: кустарничково-лишайниковыми и мелкоерниковыми вариантами тундр. Канавообразные понижения заторфованы и способствуют распространению почв торфяно-глееземов и торфяно-криоземов. В них формируются мелкоерниковые, пушициево-кустарничковые и редкоивняковые моховые растительные сообщества. На пограничных участках с бровкой морского уступа и врезанных речных долин формируются сухие лишайниковые тундры на подбурах и подбурах глееватых. Это наиболее открытые малоснежные участки поверхности, где в условиях изреженности растительного покрова возможны дефляционные процессы.

От периферии к центру морфоструктуры дренированность поверхности уменьшается, усиливаются процессы глеегенеза, происходит нарастание торфяной массы с увеличением общей обводненности территории. Соотношение бугров и межбугорковых понижений изменяется в сторону увеличения последних (до 40/60). Повышения представляют собой сложные кочкарные системы бугров и гряд. Мочажины плоские и обводненные. На буграх распространены маломощные олиготрофные торфяники, реже — торфяно-криоземы, в понижениях их сменяют эутрофные торфа. Растительность представлена комплексом вороничных и кустарничковых мохово-лишайниковых сообществ на буграх и осоково-сфагновых (пушициево-осоково-сфагновых) понижениях. Нередко в понижениях отмечаются заросли ивняка и андромеды (рис. 10).



**Рис. 10.** Бугристый торфяник  
**Fig. 10.** Hummocky peat bog

Зачастую кольцевая морфоструктура не замкнута, и торфяник принимает подковообразную форму, заканчиваясь вытянутым долинообразным понижением, за которым следует новая полукольцевая структура, что отражает историю формирования систем торфяников из хасыреев.

Хасырейные участки междуречий, занятые комплексами валиково-полигональных и эутрофных болот (I-2), приурочены к понижениям водоразделов. Такое положение в рельефе связано с фазой их формирования. Термокарстовые депрессии, первоначально занятые озерами, на настоящем этапе представляют собой ровные глади низинных болот в сочетании с сетчатым рисунком валиково-полигональных поверхностей в местах усиления процессов криогенеза. В связи с сильной обводненностью эутрофных болот их теплоизоляционность незначительна, что ведет к ежегодному глубокому протаиванию. Мощность надмерзлотного слоя низинных болот — 60–100 см. Растительный покров крайне беден и однообразен: пушицевосоковые (осоковые) сфагновые и гипновые ассоциации, сходные с сообществами мочажин бугристых торфяников. Валикообразные повышения сложены олиготрофными торфами, с кустарничково-лишайниково-моховыми сообществами. Сфагновые мхи, служащие основой бугра, имеют большую

плотность, чем мочажинные (*Sph. Lindbergii*, *Sph. Russowii*, *Sph. Balticum* и др.). Их теплоизоляционные способности гораздо выше, соответственно глубина оттаивания меньше. С заселением гряд лишайниками белесые тона начинают доминировать на поверхности валика, что приводит к их меньшей прогреваемости в летний период и еще более усиливает процессы мерзлотообразования. В среднем мерзлота под валиками обнаруживается на глубине 45–60 см. Краевые части депрессий наиболее обводнены за счет оттока поверхностных вод из центра развивающегося торфяника. Иногда формируются ложбинки стока в виде медленно текущего водотока, обрамленного зарослями крупных осок и топяных сфагнов.

Приморские низменности (лайды) (II) занимают обширные пространства на территории изысканий. Это участки супралиторали и литорали береговой зоны Баренцева моря и поймы рек приливно отливной зоны. Основным ландшафтообразующим фактором является деятельность моря. Плоские пространственные поверхности находятся вне зоны влияния волновой активности моря, но регулярно затапливаются приливными водами. По характеру рельефа это плоская равнина с отметками поверхности до 1,5–2 метров, с отдельными возвышающимися дюнообразными формами. В зависимости от характера

и периодичности затопления и особенностей рельефа выделено три типа урочищ.

Урочища низкого и среднего уровня, занятые приморскими галофитными лугами в сочетании с открытыми участками литоралей (II-1), наиболее характерны для лайд и распространены на участке изысканий. Плоские равнины испещрены сетью озерков и канавок с приливными солеными водами. В районе Медынского Заворота отмечаются значительные территории литорали не покрытой растительностью и большую часть времени залитой водой в сочетании с отдельными чуть возвышенными плоскими островками приморских лугов. Заливаемые водой участки без растительности не имеют почвенного покрова, их поверхностный слой представлен заиленными песками. Под приморскими галофитными лугами формируются примитивные засоленные иловато-глеевые почвы. Мерзлотный слой не отмечен.

Заторфованные лайды средневысокого и высокого уровня, занятые ивняково-осоковыми моховыми сообществами (II-2), приурочены к равнинным участкам более высоких гипсометрических отметок (до 2 метров). Прямое воздействие приливных морских вод либо крайне эпизодично, либо маловероятно. Засоление обусловлено процессами подтапливания, просачивания, воздействи-

ем низинных морских туманов. В отличие от приморских луговин здесь не происходит частого обновления аллювия на поверхности почв и вымывания органики, поэтому в условиях плоского рельефа активизируется процесс заболачивания. Образуются мелкоторфянистые и торфяные горизонты в аллювиальных иловато-глеевых слоистых почвах. Растительный покров таких участков представлен ивняково-осоковыми моховыми заболоченными сообществами с присутствием жестководных и галофитных видов.

Песчаные косы и дюнообразные повышения, занятые приморскими вороничниками в сочетании с открытыми группировками гало-псаммофитов, образованы песчаными останцами на поверхностях лайд (II-3). Это вытянутые параллельные друг другу гряды, наблюдаемые в окрестностях ДНС, либо бугрообразные повышения, сформированные при размыве гряд приливами. В зависимости от давности их происхождения, господства экзогенных процессов (дефляция, размыв и др.) пески либо закреплены растительностью, либо открыты. На открытых песках с изреженной растительностью, состоящей преимущественно из псаммофитов и галофитов, формируются аллювиальные слаборазвитые слоистые засоленные почвы, представляющие собой очаги дефляционных процессов (рис. 11). На косах и грядах, закрепленных растительностью,



**Рис. 11.** Песчаная коса в районе ДНС «Варандей»

**Fig. 11.** Sandy spit in the area of the Varandey Pump Station

в зависимости от возраста морфоструктуры формируются почвы альфегумусового отдела. Растительный покров как правило сомкнут, представляет собой сукцессионный ряд сообществ от примитивных приморских вороничников до тундроподобных лишайниково-вороничных ассоциаций.

Долины рек, ручьев и долинообразные понижения (III). Данный тип местности имеет комплексный характер, состоящий из набора элементов, присущих всем речным долинам: пойма, склоны долины, террасы и бровки коренного берега. По характеру элементарных составляющих долины их можно разделить на три группы.

Долины рек с обратным течением и засолением поймы (III-1) часто встречаются на участке изысканий. Самый яркий пример — река Песчанка, представляющая собой узкую губу Баренцева моря с широкой поймой, сливающейся с приморскими лайдами. Микрорельеф почвы и растительность полностью соответствуют таковым на участках лайд. Склоны долины относятся к макросклону морской террасы. В поймах менее крупных рек и водотоков с обратным течением также встречаются участки лайд. Долины рек врезаны, склоны хорошо выражены, часто террасированы, средне- и хорошо дренированы. Вдоль тылового шва террас пологих склонов встречаются сильнообводненные и заболоченные участки. На склонах чаще всего формируются почвы с оторфованной маломощной подстилкой и слабовыраженным гумусовым горизонтом. Это могут быть глееземы типичные, торфяные, либо криоземы типичные, реже — подбуры глееватые. Растительность склонов в основном представлена зарослями ивняка в сочетании с участками разнотравно-злаковых луговин. По бровкам коренного берега в условиях сильной дренированности и песчаных отложений встречаются участки сухих лишайниковых тундр, фоном для которых служат воронично-лишайниковые тундры в условиях меньшей дренированности. Почвенный покров представлен минеральными почвами нормального или кратковременного увлажнения (подбуры, примитивные слоистые, реже дерновые глеевые).

Врезанные долины рек с дренированными склонами (III-2) принципиально отличаются от предыдущих отсутствием засоления

пойм. К другим, менее резким отличиям можно отнести более выраженную врезанность русла и террасированность, а также большую дренированность склонов. Такие условия формируют в пойме и на террасах слабозаболоченные дерновые почвы, редко с небольшой оторфованностью. Дренированные склоны и бровки верхних террас и коренного берега сложены, как и в предыдущем типе долин, песчаными слабоувлажненными почвами. Растительность поймы нижних террас и пологих склонов представлена травяно-моховыми ивняками в сочетании с крупнотравными луговинами и ерниками на дренированных местах. В западинах встречаются осоково-сфагновые топяные болотца и сфагновые ерники. На верхних террасах распространены ерники и лишайниковые тундры (отдельными дренированными участками).

Плоские, слабодренированные, заторфованные и слабозаторфованные долины ручьев и межхасырейные долинообразные понижения (III-3) повсеместно встречаются на участках междуречий. Они могут быть почти не выражены в рельефе и опознаются по густым зарослям ивняка или осоки водной, окаймляющими русло. Долины этих водотоков не разработаны, русла зачастую разветвлены. Склоны либо пологие, либо смыкаются с поверхностью плакора, особенно на его хасырейных участках. Почвы, как правило, в разной степени заторфованы. Среди ивняков преобладают влажные сфагновые и гипновые варианты, состав разнотравья небогат, иногда обилён ерник (рис. 12).

Склон первой морской террасы (IV) представляет собой, как правило, крутой обрыв высотой 4–5 метров. Крутые участки склона не задернованы, сложены открытыми группировками травянистой растительности и листоватых лишайников, более пологие части напоминают склоны речных долин и заняты ерниково-ивняковыми и ивняковыми сообществами на подбурах глеевых. Отдельные участки склона террасированы. Более плоские террасы на участках, приближенных к тыловому шву, могут быть заболочены и заозерены.

Антропогенно нарушенные природные комплексы можно разделить на площадные и линейные. К первым относятся площадки БРП, вертолетные площадки, ДНС и терри-



**Рис. 12.** Долина ручья в зарослях осоки водной

**Fig. 12.** Stream valley in water sedge thickets

тории, занятые под вспомогательные службы объектов нефтегазового хозяйства (временные склады, стоянки тяжелой техники и пр.). К линейным относятся трассы нефтепровода, автозимники, временные трассы для проезда техники.

### 1.6. Характеристика животного мира

Животный мир Баренцевоморского побережья НАО сформировался в условиях дефицита тепла, естественных укрытий и пищевых ресурсов, длительного сохранения снежного и ледяного покровов, а также вечномерзлых грунтов. Эти природные факторы определяют основные черты местной наземной фауны. Для нее характерен ограниченный набор видов, адаптировавшихся к экстремальным условиям.

Большая зависимость животного мира от суровых внешних условий приводит к сильным колебаниям численности отдельных видов и общей зоомассы. В среднем величина зоомассы для тундры Баренцевоморского побережья НАО равна 70–90 кг/га. Биомасса орнитофауны в местах концентрации птиц, главным образом у водоемов, в летний период достигает 160 кг/га, а в отдельных случаях — и 300 кг/га [13].

По мере приближения к морю увеличивается степень воздействия на наземную фауну элементов прибрежно-морской биоты — прежде

всего морских птиц. Важной экологической особенностью района является интенсивное взаимодействие экосистем моря и суши, связанных между собой трофическими цепями. Четко очерченные границы прибрежной зоны в исследованном районе отсутствуют благодаря выравненности и открытости ландшафта. Воздействие океанических факторов на фауну распространяется достаточно глубоко в тундру и затрагивает ее животное население на значительных площадях севера НАО, вплоть до расположенных значительно южнее лесотундровых сообществ.

Млекопитающие распределены по наземным биотопам северной части НАО неравномерно. Различные представители териофауны предпочитают селиться в местах, наиболее благоприятных по микроклимату и состоянию кормовой базы: обычно в долинах рек и на участках с изрезанным рельефом (табл. 1).

Промысловое значение среди наземных млекопитающих имеют песец, заяц-беляк и горностай. Основным охотничье-промысловым зверем является песец. Его доля в общем промысле пушных зверей на севере НАО (без Новой Земли) составляет в разные годы от 30 до 80 % (свыше 90 % в стоимостном выражении) [19].

Характерной особенностью Баренцевоморского побережья НАО является присутствие

**Таблица 1.** Состав наземной териофауны, статус и основные местообитания млекопитающих

**Table 1.** Terrestrial fauna composition, status and main habitats of mammals

Вид	Статус	Основные местообитания
Белый медведь — <i>Ursus maritimus</i>	Р	Морское побережье в ледовый период
Волк — <i>Canis lupus</i>	О	Повсеместно; предпочитает изрезанный рельеф и долины рек
Песец — <i>Alopex lagopus</i>	М-О	Повсеместно, предпочитает возвышенные сухие места, кустарниковые тундры и бугристые болота
Росомаха — <i>Gulo gulo</i>	Р	Повсеместно, предпочитает склоновые заросли кустарников, держится около оленьих стад
Горноста́й — <i>Mustela erminea</i>	О	Пойменные и склоновые кустарники
Ласка — <i>Mustela nivalis</i>	О	Пойменные и склоновые кустарники
Зяц-беляк — <i>Lepus timidus</i>	М-О	Политопен, предпочитает ивняково-ерниковые заросли, зимой поймы
Средняя бурозубка — <i>Sorex caecutiens</i>	Р	Увлажненные биотопы по долинам рек и озер
Тундряная бурозубка — <i>Sorex tundrensis</i>	Р	Пойменные и склоновые ивняки
Малая бурозубка — <i>Sorex minutus</i>	КР	Ерниковые заросли по берегам водоемов в южных тундрах
Сибирский лемминг — <i>Lemmus sibiricus</i>	М-О	Увлажненные тундровые биотопы, луговые станции, осоковые и бугристые болота
Копытный лемминг — <i>Dicrostonyx torquatus</i>	М-О	Дренированные участки плоскобугристых болот, возвышенные сухие тундры
Пашенная полевка — <i>Microtus agrestis</i>	О	Пойменные и склоновые ивняки
Узкочерепная полевка — <i>Microtus gregalis</i>	О	Политопна, предпочитает пойменные и склоновые ивняки
Полевка-экономка — <i>Microtus oeconomus</i>	О	Окраины болот, увлажненные пойменные биотопы
Красно-серая полевка — <i>Clethrionomys rufocanus</i>	Р-О	Пойменные и склоновые ивняки
Рыжая полевка — <i>Clethrionomys glareolus</i>	КР	Островные леса по поймам рек в южных тундрах
Водяная полевка — <i>Arvicola terrestris</i>	Р	Пойменные и склоновые ивняки
Серая крыса — <i>Rattus norvegicus</i> (заносный вид)	Р	Человеческое жилье и хозяйственные постройки вокруг крупных населенных пунктов
Домовая мышь — <i>Mus musculus</i> (заносный вид)	Р	Человеческое жилье и хозяйственные постройки
Дикий северный олень — <i>Rangifer tarandus</i>	КР	Выпас и прогон стад диких оленей охватывает только южную, лесотундровую, часть территории

Примечание: показатели обилия вида: М — многочисленный; О — обычный; Р — редкий или малочисленный; КР — крайне редкий.

морских млекопитающих. Постоянно концентрируются в непосредственной близости берега и заплывают в приустьевые участки рек белуха, кольчатая нерпа, морской заяц и гренландский тюлень. В редких случаях возможно появление атлантического моржа. Достаточно далеко заходит в тундру белый медведь.

Птицы концентрируются по берегам рек и водоемов — как пресноводных, так и морских. Состав орнитофауны тундровых сообществ характеризуется большим количеством циркумполярных видов (табл. 2). В ней весьма значительно влияние бореальных элементов, что отражается в пестрой таксономической структуре и широкой представленности воробьинообразных птиц.

К охотничье-промысловым видам птиц относятся белая куропатка, гуси (белолобый

и гуменник), черная и белошекая казарки, речные и нырковые утки (наиболее значимы морская и хохлатая чернеть, турпан, синьга, морянка, шилохвость, свиязь), гагары (за исключением охраняемой белоклювой), кулики. Основное промысловое значение имеют гусеобразные. В общей сложности численность всех гусеобразных птиц на исследованной территории после размножения и линьки ежегодно достигает 5,6 млн особей. Это позволяет добывать весной ежегодно до 7,2 тыс. гусей и 2,3 тыс. селезней и уток. Основные районы охоты на гусеобразных сосредоточены на морском побережье и в долинах рек. До сих пор практикуется добыча линных гусей и сбор их яиц [20].

Основным объектом личного промысла является белая куропатка (табл. 3), численность которой в тундре достигает 30–60 гнездовых пар на 1 км<sup>2</sup>. По мере продвижения

**Таблица 2.** Таксономический состав наземной гнездовой орнитофауны НАО

**Table 2.** Taxonomic composition of the ground nesting avifauna in the Nenets Autonomous Okrug

Отряд	Количество видов	%
Гагарообразные — <i>Gaviiformes</i>	2	1,5
Поганкообразные — <i>Podicipediformes</i>	0	0
Гусеобразные — <i>Anseriformes</i>	25	17,5
Курообразные — <i>Galliformes</i>	4	2,4
Ржанкообразные — <i>Charadriiformes</i>	35	24,5
Соколообразные — <i>Falconiformes</i>	10	7
Голубеобразные — <i>Columbiformes</i>	1	0,7
Кукушкообразные — <i>Cuculiformes</i>	2	1,5
Совообразные — <i>Strigiformes</i>	4	2,8
Дятлообразные — <i>Piciformes</i>	2	1,5
Воробьинообразные — <i>Passeriformes</i>	58	40,6
Всего	143	100

**Таблица 3.** Добыча промысловых животных на севере НАО

**Table 3.** Production of commercial animals in the north of the Nenets Autonomous Okrug

Вид	Год						Среднее
	1991	1993	1995	1997	1999	2001	
Волк — <i>Canis lupus</i>	0,15	0,15	0,2	0,2	0,13	0,17	0,17
Росомаха — <i>Gulo gulo</i>	–	–	–	0,12	0,1	0,09	0,1
Белая куропатка — <i>Lagopus lagopus</i>	–	–	–	–	5500	6000	5750
Заяц-беляк — <i>Lepus timidus</i>	299,4	246,4	182,6	199,2	232,4	249	235
Песец — <i>Alopex lagopus</i>	–	–	–	–	18,5	20	19,3
Горноста́й — <i>Mustela erminea</i>	–	–	–	19,3	20	21,3	20,2
Дикий (материковый) северный олень — <i>Rangifer tarandus</i>	–	–	2,1	2	2,5	2,3	2,2

Примечание: знак «–» означает отсутствие сведений.

к северу ее численность заметно снижается. Зимой (в ноябре — феврале) в связи со снижением доступности корма куропатка мигрирует по речным долинам в лесотундровую зону.

Численность промысловых видов фауны относительно стабильна, а выявленные флуктуации соответствуют естественному ходу их популяционной динамики.

В целом Баренцевоморское побережье НАО относится к водно-болотным угодьям, имеющим исключительно важное значение для поддержания и воспроизводства популяций водоплавающих и околоводных птиц северо-востока Европы. Численность некоторых видов, например малого лебедя и тундровых гусей, составляет не менее трети их общего поголовья на всем российском побережье Северного Ледовитого океана к западу от Енисея, благодаря чему этот район играет исключительно важную роль в функционировании макроэкосистемы всего западного сектора Арктики [19, 20]. Однако интенсивная антропогенная деятельность на Баренцевоморском побережье НАО привела к значительным изменениям численности некоторых видов птиц. Так, по сравнению с первой половиной XX века резко снизилась численность многих гусеобразных; исчезли места их массовой линьки, а также скопления неразмножающихся птиц. Под влиянием хозяйственной деятельности численность кайр — доминирующего вида птичьих базаров — к настоящему времени сократилась на порядок. Дальнейшее сокращение численности кайр может иметь непоправимые последствия для прибрежных экосистем [30]. Не менее чем на порядок, по сравнению с шестидесятыми годами XX века, уменьшилась численность хищных птиц [31]. В то же время в результате активных мер охраны на зимовках удалось достичь устойчивой тенденции к увеличению численности малого лебедя и белошекой казарки.

Показателем неблагоприятного состояния прибрежно-морских экосистем региона являются изменения структуры питания ряда видов птиц, произошедшие в течение последних десятилетий. Например, толстоклювая кайра, ориентированная на существование за счет мелкой рыбы, из-за сокращения запасов последней перешла на питание крилем. Участились случаи залетов морских птиц в тундру по руслам водотоков в поисках корма.

Ихтиофауна района исследований насчитывает 71 вид, из них 46 видов морских, 7 — проходных, 8 — полупроходных, 10 — пресноводных. Объектами промысла являются 27 видов рыб. Наибольшую ценность представляют промышленные на крупных и средних водотоках лососевые (семга) и сиговые (сиг-пыжьян, чир, пелядь, омуль, ряпушка, нельма) рыбы; их уловы при благоприятных условиях составляли в первой половине XX века 1200–1400 т [29]. В результате значительного загрязнения водотоков Баренцевоморского побережья НАО (главным образом нефтепродуктами) в последние десятилетия наблюдается неуклонное ухудшение экологической обстановки, затронувшее прежде всего экосистему Печорского бассейна, и резкое снижение объемов промысла рыбы на крупных водотоках [26].

Рыбохозяйственное освоение многочисленных озер, рассеянных по малонаселенной территории тундры, представляет большие трудности, поэтому промысел здесь даже в период наиболее активного освоения этих водоемов в 1960–1970-е гг. проводился в ограниченных масштабах [27]. На озерах исследованного района промысел является особенно затратным из-за их удаленности и малодоступности, а также сложности сохранения товарного вида пойманной рыбы. В настоящее время промыслом рыбы на озерно-речных системах тундр занимаются жители близлежащих поселков в основном для личного потребления.

## 2. Антропогенная нарушенность обследованной территории

Современное состояние природных ландшафтов определяется зонально-климатическими условиями местности. Геодинамические процессы, происходящие на ненарушенных территориях, соответствуют региональным особенностям: комплекс лайд и низинных равнин первой морской террасы.

Дешифрирование современных аэро- и космических снимков и анализ результатов ландшафтных полевых исследований позволяют сделать вывод о том, что существенных антропогенных изменений природных тундровых ландшафтных геосистем не происходит. В 500-метровой зоне изысканий вдоль участка трассы изменения

природных геокомплексов носят точечный локальный характер.

Структура естественных биогеоценозов в пределах 500 м зоны инженерно-экологических изысканий дополнилась за счет образования частично или полностью измененных участков ландшафтов. В таблице 4 представлена структура нарушенных и ненарушенных лайдовых и тундровых ландшафтов и занимаемые ими площади на ландшафтной карте.

На протяжении обследованного участка выделены техногенно-нарушенные участки ландшафтов, включающие:

- линейные объекты — магистральный нефтепровод, автозимник, внедорожные участки проезда техники;

- площадные объекты — ДНС, буровые площадки, а также технологические площадки для обслуживания нефтепровода (вертолетные площадки, места подземной прокладки трубопровода, склады ГСМ, территории временного проживания персонала и пр.).

Влияние всех выделенных объектов минимально и носит локальный характер.

Сама трасса магистрального нефтепровода проложена на сваях. При таком способе прокладки трубопроводов гидрологический режим окружающих территорий практически не нарушается, воздействие на почвы и биоту в местах расположения столбов носит точечный характер. Там же точечно нарушается мерзлотный режим. По сваям в период положительных температур

**Таблица 4.** Структура современных ненарушенных и нарушенных лайдовых и тундровых ландшафтов в 500 м зоне изысканий вдоль проектируемой трассы

**Table 4.** Structure of modern undisturbed and disturbed laida and tundra landscapes in 500 m survey area along the projected route

Индекс / Тип урочища		Площадь, га	% от общей площади
<b>Плакорный тип местности (междуречья первой приморской террасы) I</b>			
I-1	Возвышенные участки междуречий, занятые комплексами тундр и плоскобугристых болот	632,87	40,16
I-2	Низинные (хасырейные) участки междуречий, занятые комплексами валиково-полигональных и эутрофных болот	279,23	17,72
Всего		912,10	57,89
<b>Приморские низменности (лайды) II</b>			
II-1	Лайды низкого и среднего уровня, занятые приморскими галофитными лугами в сочетании с открытыми участками литоралей	286,21	18,16
II-2	Заторфованные лайды средневысокого и высокого уровня, занятые ивняково-осоковыми моховыми сообществами	56,32	3,57
II-3	Песчаные косы и дюнообразные повышения, занятые приморскими вороничниками в сочетании с открытыми группировками гало-псаммофитов	38,69	2,46
Всего		381,22	24,19
<b>Долины рек, ручьев и долинообразные понижения III</b>			
III-1	Долины рек с обратным течением и засолением поймы	61,70	3,92
III-2	Врезанные долины рек с дренированными склонами	57,85	3,67
III-3	Плоские, слабодренированные, заторфованные и слабозаторфованные долины ручьев и межхасырейные долинообразные понижения	66,76	4,24
Всего		186,31	11,82
<b>Склон первой морской террасы IV</b>			
Всего		68,10	4,32
<b>Антропогенно нарушенные природные комплексы V</b>			
Всего		27,97	1,78

происходит просачивание воды в надмерзлотный слой, приводящее к локальному более глубокому протаиванию мерзлоты и образованию микроталиков. В результате локально вокруг свай происходит выпучивание нижележащих слоев на поверхность. Наиболее ярко это явление выражено на буграх бугристых торфяников.

Использование автозимника происходит в соответствии с технологическими и природоохранными нормами и не приводит к нарушению почвенно-растительного покрова.

Внедорожные проезды приводят к наиболее серьезным нарушениям природных экосистем. Периодически вдоль трассы нефтепровода наблюдаются глубокие колеи от тяжелой техники с перемешанными в них поверхностными горизонтами почвенного профиля, залитые водой (рис. 13). Растительность при этом, как правило, уничтожается. Наиболее чувствительными участками являются бугристые болота, тундры и лайды.

Площадные объекты представляют собой полностью антропогенно преобразованные мелкие контуры промышлен-

ных объектов. Техногенно преобразован и рельеф (все объекты стоят на насыпных грунтах, реже наблюдаются котлованы-пруды у буровых установок). При засыпке поверхностных слоев почвенного покрова образуются антропогенные почвы — стратоземы, на которых формируются открытые группировки растительности, сочетающие местные и инвазивные рудеральные виды. На площадках вокруг буровых установок наблюдается засорение почвенного профиля артефактами, сильное загрязнение почв, вплоть до их химического отравления и формирования хемоземов (техногенных, химически грязных поверхностных образований). На прочих объектах (балки, склады ГСМ, вертолетные площадки, временные технологические склады) участки с полным уничтожением почвенно-растительного покрова занимают ограниченные площади. Такие участки постепенно зарастают, но поверхности остаются замусоренными (рис. 13).

Ландшафтные изменения, произошедшие за последние годы в результате строительства трассы нефтепровода и ДНС, затрагивают все типы местности, но преобразованные пятна незначительны по площади. Распределение антропогенно нарушенных



**Рис. 13.** Изрезанный колеями и замусоренный участок лайд у засыпного фрагмента трассы нефтепровода

**Fig. 13.** Rutted and littered area of the laidas at the backfilled fragment of the oil pipeline route

**Таблица 5.** Антропогенная нагрузка на природные геоккомплексы в пределах 500 м зоны изысканий

**Table 5.** Anthropogenic load on natural geocomplexes within 500 m of the survey area

Тип местности	Площадь, га	% от общей площади изысканий	Антропогенная нагрузка	
			площадь, га	%
Плакорный тип местности (междуречья первой приморской террасы) I	912,10	57,89	0,81	0,09
Приморские низменности (лайды) II	381,22	24,19	10,50	2,75
Долины рек, ручьев и долинообразные понижения III	186,31	11,82	0,06	0,03
Склон первой морской террасы IV	68,10	4,32	0,04	0,06

территорий по различным типам местности приведено в таблице 5.

В местах пересечения трубопроводом речных долин, склонов хасыреев и первой морской террасы, на наиболее дренированных возвышенных песчаных участках, технически лишенных растительного покрова, развиваются процессы дефляции. Наибольшей опасности подвергаются склоны и вершины речных долин, где дефляция нередко сопровождается плоскостной эрозией и образованием овражной сети. Начальная стадия процесса оврагообразования выявлена

на месте пересечения трассой нефтепровода левого берега реки Вангдэтосе (рис. 14).

В таблицах 6 и 7 представлены списки наиболее типичных изменений в ландшафтах, подверженных в пределах обследованной территории антропогенному воздействию, и их приуроченность к лайдовому или тундровому типу ландшафта. Каждому типу изменений присвоен свой индекс, что позволяет сгруппировать основные последствия техногенных нарушений для каждого типа ландшафтов в виде цифровых индексов.



**Рис. 14.** Крутой берег реки Вангдэтосе. Эрозионные процессы в месте пересечения нефтепроводом

**Fig. 14.** Steep bank of the Vangdetose River. Erosion processes at the oil pipeline crossing point

**Таблица 6.** Наиболее типичные локальные изменения в ландшафтах, подверженные антропогенному воздействию в пределах участка изысканий

**Table 6.** The most typical local changes in landscapes subject to anthropogenic impact within the survey area

Индекс	Типы изменений
1	Безвозвратное отчуждение земель
2	Нарушение микро- и мезорельефа
2а	Насыпи, отвалы
3	Уничтожение и деградация растительности
4	Уничтожение почв и изменение их морфологии
5	Изменения физических, химических свойств почв
6	Изменение водно-воздушного режима почв:
6а	• подтопление почв
6б	• изменение степени глеегенеза
6в	• заболачивание почв
6г	Изменение теплового и мерзлотного режима
7	Изменение геохимических параметров почв и донных отложений
8	Изменение химического состава поверхностных и подземных вод:
8а	• поверхностных
8б	• почвенно-грунтовых
9	Экзогенные процессы в почвах и грунтах:
9а	• дефляция
9б	• эрозия
10	Заиление ручьев

**Таблица 7.** Техногенные изменения антропогенных ландшафтов обследованной территории

**Table 7.** Technogenic changes in anthropogenic landscapes of the surveyed area

Тип местности	Характеристика ландшафта	Нефтепроводы	Площадные участки
		Результаты техногенеза*	
Плакорный тип местности (междуречья первой приморской террасы) I	Аккумулятивный мерзлотный Аккумулятивно-трансэлювиальные мерзлотные	2, 3, 4, 5, 6а, 6г, 9а, 9б	1, 2, 2а, 3, 4, 5, 6б, 6в, 6г, 7, 8а, 8б, 9а
Приморские низменности (лайды) II	Трансупераквальный Трансаккумулятивно-аквальные Трансэлювиальные мерзлотные Аккумулятивно-трансэлювиальные мерзлотные	2, 3, 4, 5, 6г, 8а, 9а, 9б	1, 2, 2а, 3, 4, 5, 6б, 6в, 6г, 7, 8а, 8б, 9а, 9б
Долины рек, ручьев и долинообразные понижения III	Аккумулятивно-аквальные	2, 3, 4, 5, 6г, 8а, 9а, 9б, 10	1, 2, 3, 4, 5, 6г, 7, 8а, 9а
Склон первой морской террасы IV	Трансэлювиальные мерзлотные	2, 3, 4, 5, 6г, 9а, 9б	1, 2, 3, 4, 5, 6г, 7, 8а, 9а

*Примечание:* \* — цифры соответствуют определенным техногенным типам изменений в ландшафтах.  
*Note:* \* numbers correspond to certain technogenic types of changes in landscapes.

Данные свидетельствует, что тундровые и лайдовые ландшафты претерпевают на локальном уровне комплекс техногенных трансформаций, обусловленных антропогенным воздействием: уничтожение естественной растительности, подтопление, срезка, насыпка и намывка грунтов, дефляция

и эрозия почв, загрязнение почв, грунтов, воздуха и поверхностных вод.

Наибольшим нагрузкам подверглись лайдовый тип местности (размещение промышленных площадок) и междуречья I морской террасы (транспортные нагрузки).

## Список литературы

1. Александрова В.Д. Принципы зонального деления растительности Арктики. Бот. журн. 1971;56(1):3–21.
2. Арктическая флора СССР. Т. I–X. Ленинград: Наука; 1960–1987.
3. Архипов В.В., Ермолов А.А., Огородов С.А., Шумовская Д.А. Инженерно- и эколого-геологические аспекты динамики береговой зоны Варандейского района Печорского моря. В: Современные вопросы геологии. Москва: Научный мир; 2002, с. 353–356.
4. Атлас Арктики. Москва: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР; 1985.
5. Брагинский О.Б. Мировой нефтегазовый комплекс. Москва: Наука; 2004.
6. Грамберг И.С., Иванов В.Л., Погребницкий Ю.Е., ред. Геология и полезные ископаемые России. Т. 5. Арктические и дальневосточные моря. Кн. 1. Арктические моря. СПб.: ВСЕГЕИ; 2004.
7. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена; 2003.
8. Голубчиков М.Ю. Геоэкологические проблемы освоения Варандейского полуострова. Энергия: экономика, техника, экология. 2006;(6):59–61.
9. Госгеолкарта РФ, м-б 1 000 000 (новая серия), лист R-(40)-42- о. Вайгач — п-ов Ямал. Объяснительная записка. СПб.: Санкт-Петербургская картографическая фабрика ВСЕГЕИ; 2000.
10. Гецен В.Г., Дедеев В.А., Запорожцева И.В., Кузнецов А.Г., Малышев Н.А., Рыжов И.Н., Тимонин Н.И., Удот Г.Д., Юдин В.В. Структура платформенного чехла европейского Севера СССР. Ленинград: Наука; 1982.
11. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. Москва: Изд-во Московского ун-та: Наука; 1984.
12. Игнатенко И.В. Почвы тундры и лесотундры (на примере восточноевропейской провинции) [диссертация]. Москва; 1976.
13. Исаченко А.Г., Шляпников А.А. Ландшафты. Москва: Мысль; 1989.
14. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Москва: Почвенный институт им В.В. Докучаева Российской академии сельскохозяйственных наук; 2004.
15. Кузьмина Е. Ю. Листостебельные мхи нарушенных и естественных местообитаний Варандейского и Торавейского нефтяных месторождений (Ненецкий автономный округ, Архангельская область). Новости систематики низших растений. 2001;35:229–239.
16. Лавриненко И.А., Лавриненко О.В., Кулюгина Е.Е. Восстановление растительного покрова на площадках буровых скважин в Большеземельской тундре. В: Флора антропогенных местообитаний Севера. Сб. ст. Москва: Ин-т географии РАН; 1996, с. 55–79.
17. Лавров А.С. Аэрогеологическое картирование масштаба 1:200 000 листов R-39-XXIX-XXXVI, R-40-XXVIII-XXXVI, Q-40-II-VI, XI, XVII, Q-41-I в 1975-1979 гг. Москва: КАЭ; 1979.
18. Лесков А.И. Геоботанический очерк приморских лугов Малоземельского побережья Баренцова моря. Бот. журн. 1936;21(1):96–116.
19. Макеев В.М. Ненецкий автономный округ. Современное состояние и перспективы развития. СПб.: Элексис Принт; 2005.
20. Минеев Ю.Н. Гусеобразные птицы восточноевропейских тундр (распространение, динамика популяций, охрана) [диссертация]. Москва; 1999.
20. НПК «Атмосфера» при ГГО им. А.И. Воейкова. Климатическая характеристика района строительства ЛЭП (п. Варандей). Отчет. Санкт-Петербург; 2008.
22. Пьявченко Н.И. Бугристые торфяники. Москва: Изд-во Акад. наук СССР; 1955.
23. Раменская М.Л. Анализ флоры Мурманской области и Карелии. Ленинград: Наука; 1983.
24. Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Ленинград: Наука; 1977.
25. Хмаладзе Г.Н., ред. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том IX. Закавказье и Дагестан. Ленинград: Гидрометеиздат; 1969.
26. Рыжков Л.П., Сидоров Г.П. Состояние запасов атлантического лосося *Salmo salar* L в водоемах европейского Севера СССР и основные пути их увеличения. В: Сб. научных трудов НИИ оз. и реч. рыб. х-ва. Вып. 163. Ленинград: ГосНИОРХ; 1981, с. 24–33.

27. Сидоров Г.П. Рыбные ресурсы Большеземельской тундры. Ленинград: Наука; 1974.
28. Цех В. Атлас «Почвы мира». Москва: Академия; 2007.
29. Чуксина Н.А. К оценке устьевой области реки Печоры как рыбохозяйственного водоема. Водные ресурсы. 1987;(4):30–40.
30. Калякин В.Н. Фаун птиц и млекопитающих Новоземельского региона и оценка ее состояния. В: Боярский П.В., ред. Труды морской арктической комплексной экспедиции под общей редакцией. Вып. III. Новая Земля. Том 2. Часть II. Исследования природной среды Новой Земли. Москва; 1993, с. 23–90.
31. Успенский С.М. Живая Арктика. Москва: Мысль; 1987.

## References

1. Aleksandrova V.D. Principles of zonal division of Arctic vegetation. *Botanicheskii Zhurnal*. 1971;56(1):3–21. (In Russ.).
2. The Arctic flora of the USSR. Vol. I–X. Leningrad: Nauka Publ.; 1960–1987. (In Russ.).
3. Arkhipov V.V., Ermolov A.A., Ogorodov S.A., Shumovskaya D.A. Engineering and ecological-geological aspects of the dynamics of the coastal zone of the Varandey region of the Pechora Sea. In: *Modern issues of geology*. Moscow: Nauchnyi mir Publ.; 2002, p. 353–356. (In Russ.).
4. Atlas of the Arctic. Moscow: The Main Directorate of Geodesy and Cartography under the Council of Ministers of the USSR; 1985. (In Russ.).
5. Braginskii O.B. The global oil and gas complex. Moscow: Nauka Publ.; 2004. (In Russ.).
6. Gramberg I.S., Ivanov V.L., Pogrebitskii Yu.E., ed. *Geology and minerals of Russia*. Vol. 5. Arctic and Far Eastern seas. Book 1. Arctic seas. Saint-Petersburg: Russian Geological Research Institute (VSEGEI); 2004. (In Russ.).
7. Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokof'eva T.V. Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation Smolensk: Oikumena Publ.; 2003. (In Russ.).
8. Golubchikov M.Yu. Geocological problems of the development of the Varandei Peninsula. *Energy: economics, technology, ecology*. 2006;(6):59–61. (In Russ.).
9. State Geological Map of the Russian Federation, m-b 1 000 000 (new series), sheet R – (40)-42 – Vaigach Island – Yamal Peninsula. Explanatory note. SPb.: St. Petersburg Cartographic Factory VSEGEI; 2000. (In Russ.).
10. Getsen V.G., Dedeev V.A., Zaporozhtseva I.V., Kuznetsov A.G., Malyshev N.A., Ryzhov I.N., Timonin N.I., Udot G.D., Yudin V.V. The structure of the platform cover of the European North of the USSR. Leningrad: Nauka Publ.; 1982. (In Russ.).
11. Dobrovolskii G.V., Urusevskaya I.S. Soil geography. Moscow: Moscow University Publishing House: Nauka; 1984. (In Russ.).
12. Ignatenko I.V. Tundra and forest tundra soils (using the example of an Eastern European province) [dissertation]. Moscow; 1976. (In Russ.).
13. Isachenko A.G., Shlyapnikov A.A. Landscapes. Moscow: Mysl' Publ.; 1989. (In Russ.).
14. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Classification and diagnostics of soils in Russia. Moscow: V.V. Dokuchaev Soil Institute of the Russian Federation Academy of Agricultural Sciences; 2004. (In Russ.).
15. Kuzmina E.Yu. Leafy mosses of disturbed and natural habitats of the Varandey and Toravey oil fields (Nenets Autonomous Okrug, Arkhangelsk Region). *News of taxonomy of lower plants*. 2021;35:229–239. (In Russ.).
16. Lavrinenko I.A., Lavrinenko O.V., Kulyugina E.E. Restoration of vegetation cover at the sites of drilling wells in the Bolshezemelskaya tundra. In: *Flora of anthropogenic habitats of the North*. Sat. Moscow: Institute of Geography of RAN; 1996, p. 55–79. (In Russ.).
17. Lavrov A.S. Geological mapping on a scale of 1:200,000 sheets R-39-XXIX–XXXVI, R-40-XXVIII–XXXVI, Q-40-II-VI, XI, XVII, Q41 and in 1975–1979. Moscow: KAE; 1979. (In Russ.).
18. Leskov A.I. A geobotanical sketch of the coastal meadows of the Little Earth coast of the Barents Sea. *Botanical Journal*. 1936;21(1):96–116. (In Russ.).
19. Makeev V.M. Nenets Autonomous Okrug. The current state and prospects of development. SPb.: Eleksis Print Publ.; 2005. (In Russ.).
20. Mineev Yu.N. Goose-like birds of the Eastern European tundra (distribution, population dynamics, conservation) [dissertation]. Moscow; 1999. (In Russ.).

21. NPK "Atmosfera" of State Observatory named after A.I. Voeikov. Climatic characteristics of the power line construction area (Varandey village). Report Sankt-Peterburg; 2008. (In Russ.).
22. Piavchenko N.I. Bumpy peat bogs. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1955.
23. Ramenskaya M.L. Analysis of the flora of the Murmansk region and Karelia. Leningrad: Nauka Publ.; 1983. (In Russ.).
24. Rebristaya O.V. Flora of the east of the Bolshezemelskaya tundra. Leningrad: Nauka Publ.; 1977. (In Russ.).
25. Khmaladze G.N., ed. Surface water resources of the USSR. Volume IX. Transcaucasia and Dagestan. Leningrad: Hydrometeorological Publishing House; 1969.
26. Ryzhkov L.P., Sidorov G.P. The state of Atlantic salmon stocks *Salmo salar* L in the reservoirs of the European North of the USSR and the main ways to increase them. In: Collection of scientific papers of the State Research Institute of Lake and Fisheries. Issue 163. Leningrad: GosNIORH; 1981, pp. 24–33.
27. Sidorov G.P. Fish resources of the Bolshezemelskaya tundra. Leningrad: Nauka; 1974.
28. Tsekh V. Atlas of the Soil of the World. Moscow: Akademiya Publ.; 2007.
29. Chuksina N. A. To assess the estuary area of the Pechora River as a fishery reservoir. Water resources. 1987;(4):30–40.
30. Kalyakin V.N. Fauna of birds and mammals of the Novaya Zemlya region and assessment of its condition. In: Boyarsky P.V., ed. Proceedings of the Arctic Marine integrated expedition under the general editorship. Issue III. A new Land. Volume 2. Part II. Studies of the natural environment of Novaya Zemlya. Moscow; 1993, p. 23–90.
31. Uspenskii S.M. The Living Arctic. Moscow: Mysl' Publ.; 1987.

## Сведения об авторе

**Мартынов Сергей Васильевич** — пенсионер, один из ведущих российских специалистов в области регионального почвоведения. В период с 1975 г. по настоящее время проводил полевые исследования с последующей обработкой материалов в Ленинградской, Мурманской, Псковской, Ивановской, Свердловской, Саратовской, Самарской и Оренбургской областях; в Карелии, Ненецком автономном округе, Удмуртии, Мордовии, в Алтайском крае, Казахстане, Киргизии, Башкортостане, а также в Сирийской Арабской Республике (в течение трех лет). Трудовая деятельность осуществлялась в основном в должностях начальника Управления охраны окружающей среды ООО «Нефтегазгеодезия» и начальника отдела, главного специалиста ООО «ЭкспертГаз».

195176, г. Санкт-Петербург, ул. Крюкова, д. 17, кв. 40  
тел. +7 (911) 020-11-02, e-mail: [smartynov52@yandex.ru](mailto:smartynov52@yandex.ru)

## Information about the author

**Sergey V. Martynov** — Retired Researcher, a leading Russian specialist in the field of regional soil science. In the period from 1975 to the present, he has conducted field research with subsequent processing of materials in the Leningrad, Murmansk, Pskov, Ivanovo, Sverdlovsk, Saratov, Samara and Orenburg Oblasts; in Altai Territory, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Bashkortostan, as well as in the Syrian Arab Republic (for three years). He was the Head of Environmental Protection Department of Neftegazgeodesia LLC and Head of Department, Chief Specialist of ExpertGaz LLC.

195176, St. Petersburg, Kryukova str., 17, apartment 40  
tel. +7 (911) 020-11-02, e-mail: [smartynov52@yandex.ru](mailto:smartynov52@yandex.ru)

## Вклад автора

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

## Author's contributions

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

УДК 355

ББК 68.4

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-54-63>



# Основные направления развития оружия нелетального действия, примененного в Арктическом регионе

**Кренц С.И.**

Центр арктических исследований и проектов Президентской академии (РАНХиГС), Россия, г. Санкт-Петербург

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

**Аннотация.** в статье рассматриваются современные и перспективные способы и методы нелетального противоборства. Нелетальная война — насилие, направленное на социальную смерть противника без его физической ликвидации. Понятие «социальная смерть» является одним из ключевых понятий нелетальной (информационной, кибервойны и т. п.) войны.

**Ключевые слова:** нелетальные средства противоборства, нелетальная борьба, социальная смерть, информационное противоборство, нравственный путь

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

**Для цитирования:** Кренц С.И. Основные направления развития оружия нелетального действия, примененного в Арктическом регионе. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):54–63. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-54-63>

## Main directions in the development of non-lethal weapons applicable in the Arctic region

**Sergey I. Krents**

Center for Arctic Studies and Projects, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)

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

**Abstract.** The author discusses the current and promising means and methods of non-lethal confrontation. Non-lethal war is a violence aimed at the social death of the enemy without their physical elimination. Social death is a key concept in non-lethal (information, cyberwar, etc.) warfare.

**Keywords:** non-lethal means of confrontation, non-lethal struggle, social death, informational confrontation, moral pathway

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

**For citation:** Krents S.I. Main directions in the development of non-lethal weapons applicable in the Arctic region. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):54–63. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-54-63>

Наиболее вероятно, то одним из основных средств воздействия на живую силу и военную технику как элемента ведения гибридной войны в Арктическом регионе может стать так называемое **оружие нелетального действия (ОНД)**, применение которого обеспечивает временный вывод из строя живой силы противника, но исключает или минимизирует ущерб мирному населению, гражданской инфраструктуре и окружающей среде. В ситуации провоцирования эскалации военной напряженности посредством «ошибочного» и «непреднамеренного» проникновения локальных групп технических средств на территорию государства в целях последующего обвинения российской стороны в «неспровоцированной», «избыточной» и «антигуманной» реакции в отношении таких групп и технических средств целесообразно применять ОНД. У потенциально-го противника уже накопился опыт провокаций такого рода, часть которых оказалась удачной и даже сверхудачной (полет Матиаса Руста). Из исторического опыта известно, что удачные ходы в военно-политических играх потенциальный противник имеет обыкновение тиражировать до тех пор, пока их неэффективность не станет очевидной. Пока опыт «ошибочного» и «непреднамеренного» проникновения имеет запас опыта удачливости, а Север и Арктика — самые удобные пространства для таких провокаций.

Хотя ОНД находится в начале своего развития, мало сомнений в том, что в ближайшее время оно будет широко востребовано в комплекте вооружения войск и сил специального назначения наряду с существующими средствами ведения вооруженной борьбы. В процессе разработки и испытаний ОНД предлагались различные критерии оценки применимости и эффективности действия ОНД. Обобщение этих предложений позволяет сформулировать иерархию критериев для оценки перспективности разработки и эффективного применения различных видов ОНД.

Это **главный критерий (ОНД не должно причинять необратимого ущерба здоровью людей, катастрофических разрушений гражданским объектам и существенного вреда окружающей среде)** и сопутствующие критерии (*правовой легитимности, боевой эффективности, устойчивости, сов-*

*местимости, безопасности, экономической эффективности, временной эффективности, неисключительности*). Без соблюдения основных положений, прописанных в структуре этих критериев, разработка и применение ОНД могут оказаться проблематичными.

Сегодня достигнуто понимание того, что ОНД должно обеспечивать гибкий ответ на угрозу применения силы и должно оказывать эффективное воздействие на оперативную ситуацию при минимизации сопутствующего ущерба. ОНД призвано обеспечивать операции по предотвращению массовых беспорядков, задержанию нарушителей, предотвращению незаконных действий, охране объектов и предотвращению доступа к ним, освобождению зданий, объектов и территорий, освобождению заложников, нейтрализации имеющейся в распоряжении противника техники и инфраструктуры, а также содействовать проведению спецопераций в городских условиях и обеспечивать защиту персонала.

К настоящему времени разработаны и приняты на вооружение разнообразные системы **кинетического действия**. Кинетические средства непроникающего действия вызывают шок и временную боль, не проникая через кожный покров, а средства полупроникающего действия наносят ранения, но не проникают глубоко в тело человека и не повреждают внутренние органы. В качестве характерных примеров систем нелетального кинетического действия приведем общий вид патронов и непроникающих элементов, разработанных в разных странах.

Среди систем нелетального оружия кинетического действия отдельно можно выделить *дистанционные системы для ограничения подвижности* — сеткометы, один из наиболее нетравматических способов задержания.

**К химическим** нелетальным средствам, используемым в различных состояниях (пар, аэрозоль, дым), можно отнести экстракт перца ОС, а также композиции типа CN, CS и CR. В разных странах используется ряд аэрозольных спецсредств, в том числе гранаты, боеприпасы, газы и дымы.

Для использования различных раздражающих химических составов разрабатываются более эффективные системы нелетального

действия. Это 37...40-мм патроны, содержащие аэрозоль и применяемые для стрельбы из пулемета с целью создания обширного облака раздражающего вещества. Другой пример — устройство рассеивания аэрозолей-ирритантов, которое может быть использовано в качестве мины нелетального действия. Еще один пример — портативный автономный рассеиватель аэрозоля, который программируется для действия устройства после выброса последнего в воду и подходит для проведения различных операций.

**Электрошоковые** устройства — стационарные и выстреливаемые — разработаны и применяются в США, России и Великобритании. Физические принципы функционирования ЭШУ разделяются на два класса: STUN-системы (ошеломляющие) мощностью 5...15 Вт и EMD-системы (электромускульный пробой) мощностью 16...26 Вт.

**Ослепляющие и оглушающие средства нелетального действия** созданы для применения как на открытой местности, так и в зданиях, поездах, кораблях, самолетах.

**Электромагнитное излучение** может приводить к нарушению деятельности организма человека. Вообще говоря, проблема использования **микроволнового излучения** как средства воздействия на человека и охраны территорий обсуждается уже в течение многих лет. Все эффекты воздействия микроволнового излучения на биологические системы могут быть разделены на две группы: во-первых, это термические эффекты, вызываемые относительно высокой плотностью мощности излучения (более 10 мВт/см<sup>2</sup> для частоты 1 ГГц), а во-вторых, нетермические (информационные) эффекты. Судя по результатам опубликованных работ, низкоэнергетические поля микроволнового излучения с плотностью мощности менее 10 мВт/см<sup>2</sup> воздействуют на центральную нервную систему, изменяя функциональное состояние зрительного и других анализаторов, а также различные параметры систем высшей нервной деятельности. Микроволновое излучение, интенсивность которого превышает порог термического воздействия, проникает лишь в верхние слои кожного покрова, вызывая термически индуцируемую труднопереносимую боль и не повреждая внутренние жизненно важные органы. Основным препятствием для раз-

вертывания систем с относительно высокой мощностью излучения, на наш взгляд, пока является их громоздкость и высокая стоимость, малая дальность действия, а также необходимость тщательных дополнительных исследований отдаленных последствий воздействия излучения на человеческий организм.

**Акустические средства нелетального воздействия** исследуются в различных странах в течение десятилетий. Несмотря на огромное количество различных слухов и домыслов, за исключением свистков, сирен и пиротехнических светозвуковых гранат для рассеяния толпы, революционных достижений в этой области достигнуто не было, хотя исследования продолжаются.

**Пенные составы** давно известны и широко используются и в быту, и как средство пожаротушения. Многие пенные составы уже прошли медицинскую проверку и могут быть хорошей основой для перспективных видов ОНД. Для того чтобы обеспечить их функциями ОНД, необходимо лишь применить специальные добавки (раздражающие, красящие, транквилизирующие и т. п.). Изменяя физические свойства пены, в частности ее вязкость, можно добиться стабильности пенного состава и даже возможности образования толстых пенных барьеров, которые будут являться преградами для неуправляемой толпы.

В настоящее время широко используются механические **средства остановки транспорта**. В последние годы появились новые средства остановки транспорта, использующие электростатические, микроволновые, радиочастотные устройства, широкополосный электромагнитный импульс для повреждения электрических цепей и остановки двигателя.

**ЭМИ-оружие** предназначено для вывода из строя электронной и электротехнической аппаратуры, стирания информации в банках данных, а его эффективность подтверждена теоретическими работами и экспериментальными исследованиями. Действие ЭМИ может привести к необратимому повреждению широкого спектра электрического и электронного оборудования, не оказывая при этом фатального воздействия на людей. Это оборудование особенно уязвимо к действию ЭМИ, так как оно в основном

построено на схемах высокой плотности, которые очень чувствительны к воздействию высоковольтных переходных процессов, т.е. требуется очень немного энергии для того, чтобы повредить или уничтожить их. Технологическая база, которая может быть применена к разработке электромагнитного ОНД, является как разнообразной, так и вполне зрелой во многих областях.

**Физико-химическое ОНД** позволяет с помощью аэрозольных боеприпасов распылять в районе расположения боевой техники противника химические вещества, приводящие к порче или остановке двигателей и электрогенераторов за счет загустения топлива, утраты смазочными материалами своих антифрикционных свойств. К настоящему времени уже исследован широкий перечень химических ингибиторов горения и проведены оценки их сравнительной эффективности. Аналогичные исследования проведены для составов, разлагающих резину.

**Быстроотверждаемые и суперфрикционные составы** предназначены для обездвиживания военной техники и транспорта. На данной стадии изучается вопрос, насколько имеющиеся системы и их тактико-технические характеристики удовлетворяют требованиям боевого применения. Для затруднения движения военной техники рассматривались также возможности создания суперклея, способного сковывать движущиеся части механизмов. Следует также отметить возможность создания полимерных соединений, образующих в водной среде волокна, которые могут наматываться на лопасти турбин, винтов морских и речных судов и приводить к их остановке.

Весьма эффективно применение в качестве ОНД **проводящих дисперсных материалов** (металлизированных лент и проводящих волокон) для выведения из строя линий электропередачи, нейтрализации радарных систем.

В настоящее время международным сообществом признано, что такими принципами являются **военная необходимость, гуманность и пропорциональность**. Если соотносить имеющиеся международно-правовые документы с конкретными видами различных видов оружия, в том числе и видами ОНД, то можно сделать негативное заключение:

к большому сожалению, международно-правовое регулирование применения большинства видов ОНД полностью отсутствует, а международные соглашения, имеющиеся по немногим видам ОНД, вызывают сомнения и дискуссии.

Сегодня уже очевидно, что проблеме разработки и применения ОНД в Европе, США и Азии уделяется повышенное внимание, образуются специализированные структурные подразделения, занимающиеся данной проблемой как на государственном уровне, так и на уровне отдельных крупных фирм, известных своей высокотехнологичной продукцией в других областях науки и техники (в том числе и в области обычных вооружений), проводится значительное количество исследований в данном направлении, а в развитие технологий создания оружия нелетального действия вкладываются весьма значительные бюджетные средства.

**Нелетальная война** — насилие, направленное на социальную смерть противника без его физической ликвидации. Понятие «социальная смерть» является одним из ключевых понятий нелетальной (информационной, кибервойны и т. п.) войны. Изучением явления социальной смерти заняты Институт военно-гуманитарных технологий, Военный институт имени маршала Бирюзова, Институт информальной юстиции, Институт экосоциальных технологий. Нелетальная война — вооруженная борьба социальных субъектов друг с другом как внутри страны (холодная гражданская война), так и между странами (холодная международная война). Главное средство ее ведения — организационное оружие (идеологические, военные и иные силовые, экономические, дипломатические, сетевые и иные виртуальные структуры и организации), а также информационное оружие (агрессивные информационные ресурсы, заказные гипертексты, определенные медийные ряды и событийные динамики и иные инфосредства и продукты).

**Нелетальная война** является средством обеспечения экономического и политического господства одних социальных субъектов над другими. Нелетальная война становится непосредственным продуктом и постоянным спутником функционирования человеческой цивилизации.

**Информационное оружие** — средство ведения современной нелетальной войны. Обеспечивает идентификацию и поражение противника с помощью информационных концентраторов различных конструкций (традиционное СМИ, сетевые гипертекстовые концентраторы и т. п.). Позволяет оказать влияние на социальный субъект, приводящее к блокированию его социальных действий (социальной активности). Позволяет эффективно перераспределять (переделить) материальные ресурсы (изменить отношения собственности) без нанесения повреждений самой собственности.

С появлением ядерного оружия летальная война перестает быть эффективным средством обеспечения господства из-за угрозы физической ликвидации ее организаторов. Применение ядерного оружия исключает победителей в летальной (традиционной) войне. Ядерная война ведет к ликвидации самой человеческой цивилизации, развитие которой существенным образом связано с явлением непрерывных войн. Возник качественно новый момент в истории войн. Наступил предел традиционных (летальных) войн и пошло время нелетальных (информационных) войн.

Исключение самой возможности летальной войны стало всеобщей задачей человечества. При этом само человечество не может прекратить внутренние непрерывные холодные гражданские и международные войны. Ядерное оружие стало границей летальной войны и обеспечения физической защиты социальных субъектов. Однако они стали уязвимы от информационного оружия и других инструментов влияния. Ведение войн продолжилось в форматах информационной или кибервойны (или когнитивной войны).

В руках одних социальных субъектов против других появились новые угрозы и опасности, применяя которые обеспечивается эффект произвольного перераспределения ресурсов социального субъекта — жертвы. Реализация общечеловеческой мечты о вечном мире стала еще больше недостижимой, так как в информационную войну вовлекается все население земного шара. Шансов на спасение от социальной смерти нет ни у кого. Военной научной школой (В.А. Чигирев, П.И. Юнацкевич, 1988–2024 гг.) разработан и применяется технология формиро-

вания у субъектов вражды, противоборства этического (нравственного) мышления (научно-этической системы) как важнейшей предпосылки решения проблемы исключения летальной войны из жизни общества в современных условиях, а также разработки инструментов нелетальной войны, обеспечивающей ликвидацию неравенства и восстановление баланса справедливости.

Важной задачей является разработка проектов нормативных и законодательных актов, направленных на возникновение и защиту прав созидательных социальных субъектов. Научно-этическая система (научная этическая система) — система этических правил, основанная на нравственном принципе как безусловной фундаментальной ценности. Отражает связь нравственности с живой управленческой практикой. Не противоречит ни одной из существующих религиозных этических систем (доктрин) и совместима с любым политическим строем (монархия, демократия и т.д.). Практическое использование этой системы позволяет купировать недостатки любых форм государственного устройства при одновременном сохранении их лучших свойств. Побочными продуктами нелетальной войны являются возрастание честности, трудолюбия, ответственности. Это потому, что в нелетальной войне идет случайная и массовая идентификация универсального врага (источника вреда для граждан), которая становится движущей силой истории.

**Враг** — это движущая сила общественного прогресса. Мобилизация граждан осуществляется именно через практическое применение категории «враг». Развитие граждан тесно связано с преодолением искусственных преград, умышленно создаваемых другими гражданами. Полная гармония возникает при непрерывной сетевой войне всех против всех. Начинает осуществляться процедура справедливости под лозунгом «созидай и не вреди».

**В сетевой войне всех против всех** основная задача — идентифицировать вредителя и получить в его адрес негативное гражданское согласие. Негативное гражданское согласие — консолидированное (агрегированное) осуждающее мнение множества социальных субъектов по поводу социальных действий (бездействия) других социальных субъектов. Процесс поиска справедливости

непрерывен. Любой субъект, идентифицированный как источник вреда для других, начинает подвергаться такой процедуре, как социальная смерть.

Идентификация вредителя осуществляется через конструирование информационного концентратора.

**Информационный концентратор** — специальная сетевая конструкция, позволяющая осуществлять направленный сетевой дискурс, оперативно визуализировать вред (угрозу), исходящую от социального субъекта. Такая «подсветка» позволяет мобильной толпе сетевых активистов (солдатам сетевой информационной войны) точно нанести информационный удар и нелетально для социального субъекта предотвратить наносимый им вред (разрушить представляемую им угрозу).

**Информационный концентратор** способен разрушать и восстанавливать доверие к социальному субъекту, технологически обеспечивать солидарное поведение мобильных толп, запускать или останавливать процесс социальной смерти.

**Социальная смерть** — тотальное негативное гражданское согласие в отношении социального субъекта; разрушение доверия к социальному субъекту, вследствие чего он лишается влияния даже на процессы собственной жизнедеятельности, утрачивает позиции доминирования. Феномен социальной смерти отличается от физической. В состоянии физической смерти человек или группа людей не могут наблюдать процесса разложения трупа. В случае социальной смерти социальный субъект может наблюдать процесс изменения своей социальной роли и статуса в обществе.

**Социальная смерть** — это прекращение субъектом одной социальной роли и его переход к другим, менее престижным социальным ролям, в отношении которых возможно доверие других граждан. Социальная роль — это не столько формальный социальный статус, титул и звания субъекта, сколько отражение в сознании масс других субъектов созидательного образа данного субъекта. Подаваемое изображение от субъекта может не совпасть с его отражаемым изображением. И в этом случае начинается процесс социальной смерти. Можно сколь-

ко угодно в общество подавать качественных созидательных изображений конкретного социального субъекта. Но важен итог подачи — что в социальном зеркале видно, т. е. что говорят и пишут сами граждане об этом субъекте. Если подача социального образа не адекватна его отражению в социальном зеркале, то начинается социальная смерть — медленный развал социального субъекта до полной его катастрофы, которая может привести и к физической смерти как частному случаю.

Роль социального зеркала выполняют социальные сети, собственниками которых не являются государства — участники СНГ, в том числе и Россия. Это означает, что механизм социальной смерти к любому субъекту может быть запущен по произволу в отношении любого субъекта в СНГ, Евросоюзе и т. д. Чтобы построить свою сеть, нужна новая идея (глобальный проект), способная перетянуть значительную часть пользователей в свою информационную среду. Рабочий проект такой идеи уже получен Институтом нравственности в Санкт-Петербурге.

**Глобальный проект** (ГП) — проект, направленный на развитие наднациональной и надгосударственной идеи, которая может стать базовой для определения системы ценностей любого человека на земле. Ценности глобального проекта доходят до любого человека добровольно в силу их привлекательности и универсальности. Адресатом глобального проекта является любой человек, независимо от того, где и как он живет. Глобальный проект предлагает каждому человеку понятную систему ценностей, которую он самостоятельно может принять (или не принять). Это решение должно приниматься без насилия. Глобальный проект тесно связан с глобальным экологическим принципом (ГЭП) — не вреди себе, соседям, среде.

**Гуманизация противоборства и снижение летальности войн являются условиями для роста спроса на ОНД и подготовки специалистов по его применению. Перспективным направлением ОНД, по нашему мнению, выступают военно-гуманитарные технологии.**

Учеными Института военно-гуманитарных технологий (Леонид Григорьевич Ивашов, Виктор Анатольевич Чигирев, Петр Ивано-

вич Юнацкевич) разработан и реализуется новый глобальный проект «Нравственный путь человечества».

### **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.

Начались новые летальные войны в начале XXI века. Трансформация этих войн из летальных в нелетальные означает смену позиций участников противоборства. Вместо того чтобы бить ракетами и бомбами по противнику, надо бить по его аргументам и доводам с новых позиций 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 09 ноября 2022 года. Новая государственная политика направлена на воспитание нравственного гражданина России, в том числе и руководителей всех уровней власти. Такие нравственные кадры обеспечат победы России

на всех фронтах без применения средств летального противоборства, поэтапно, сначала добавляя летальное противоборство новыми военно-гуманитарными технологиями, вплоть до полной их замены, но не отмены, так как наш ядерный бронепоезд должен всегда стоять на запасном пути всегда в полной готовности.

### **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 возвышения 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»**

Военными учеными предложен превосходящий глобальный проект СССР новый глобальный проект «Нравственный путь», который направлен 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-С: не вреди себе (С1), соседям (С2), среде обитания (С3) 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 этической 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-С. 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 экопедагогику (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-С, что гарантирует гуманный социальный прогресс.

Так будет установлен естественный мораторий на убийство человека человеком, это станет экологическим культурным кодом всех граждан мира, который исключит летальные войны. Сами войны трансформируются в нелетальное гуманное противоборство, которое будет регулироваться с помощью экосоциальных технологий.

Технологическое обеспечение нравственного пути основано на практическом применении экосоциальных и военно-гуманитарных 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 лидеров, формированию коллективов в органах управления, экономики, образования и науки, мы тем самым становимся добровольцами нравственного пути всего человечества, создаем

у себя в семье, в своем бизнесе, на своей работе и службе нравственную атмосферу.

Мы не вредим и созидаем, что позволяет нам осуществить нравственную консолидацию

со всеми гражданами мира и таким образом придать противоборству гуманный, нелетальный характер. С этим согласны все нравственные военные ученые и руководители разных государств и регионов мира.

## Список литературы

1. Юнацкевич П.И. Концепция нелетальной войны и доктрина современной войны для государств-участников СНГ. Academy of Ecosocial Technologies [интернет]; 2013. Режим доступа: <https://ast.social/340-2013-06-19-10-25-30.html>
2. Ягмуров В. Военно-гуманитарные технологии. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/236-ivgt001.html>
3. Дуплинский А.В. Мягкая сила — основа всех побед XXI века. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/234-myagkaya-sila-osnova-vsekh-pobed-xxi-veka.html>
4. Дуплинский А.В. Нравственное превосходство — основа военных побед. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/231-bez-ideologii-net-nravstvennogo-prevoskhodstva-armii-i-pobedy-v-voennykh-operatsiyakh.html>
5. Дуплинский А.В. Дуплинский Александр Васильевич: нелетальная гуманная война XXI века. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/230-teoreticheskie-osnovy-neletal-noj-gumannoj-vojny-xxi-veka.html>
6. Сергеева Ф.Т. Экогуманитарные технологии в войнах XXI и XXII века. Институт военно-гуманитарных технологий [интернет]; 2020. Режим доступа: <https://ivgt.ast.social/224-eko-gumanitarnye-tekhnologii-v-vojnakh-xxi-i-xxii-veka.html>
7. Тедеев А.Х. Дискурсивно-оценочная система боевого управления. Космический институт [интернет]; 2024. Режим доступа: <https://www.kik.ast.social/menu-news/129-kioo2.html>
8. Баринов И.В. Технологии современных войн. Военный институт им. маршала Бирюзова [интернет]; 2023. Режим доступа: <https://www.imi.ast.social/news/236-vimboo4.html>
9. Юнацкевич П.И. Как избежать ядерной войны? Военный институт им. маршала Бирюзова [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://www.imi.ast.social/news/232-kak-iz-bezhat-yadernoj-vojny.html>
10. Захаров Ю.Н. От стратегических сил к стратегическим технологиям. Военный институт им. маршала Бирюзова [интернет]; 2022. Режим доступа: <https://imi.ast.social/news/230-ot-strategicheskikh-sil-k-strategicheskim-tekhnologiyam.html>

## References

1. Yunatskevich P.I. The concept of non-lethal warfare and the doctrine of modern warfare for the CIS member States. Academy of Ecosocial Technologies [internet]; 2013. Available at: <https://ast.social/340-2013-06-19-10-25-30.html>. (In Russ.).
2. Yagmurov V. Military and humanitarian technologies. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2022. Available at: <https://ivgt.ast.social/236-ivgt001.html>. (In Russ.).
3. Duplinsky A.V. Soft power is the basis of all the victories of the XXI century. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2022. Available at: <https://ivgt.ast.social/234-myagkaya-sila-osnova-vsekh-pobed-xxi-veka.html>. (In Russ.).
4. Duplinsky A.V. Moral superiority is the basis of military victories. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2022. Available at: <https://ivgt.ast.social/231-bez-ideologii-net-nravstvennogo-prevoskhodstva-armii-i-pobedy-v-voennykh-operatsiyakh.html>. (In Russ.).
5. Duplinsky A.V. Duplinsky Alexander Vasilyevich: non-lethal humane war of the XXI century. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2022. Available at: <https://ivgt.ast.social/230-teoreticheskie-osnovy-neletal-noj-gumannoj-vojny-xxi-veka.html>. (In Russ.).

6. Sergeeva F.T. Eco-humanitarian technologies in the wars of the XXI and XXII centuries. Institut voenno-gumanitarnykh tekhnologii [internet]; 2020. Available at: <https://ivgt.ast.social/224-eko-gumanitarnye-tekhnologii-v-vojnakh-xxi-i-xxii-veka.html>. (In Russ.).
7. Tedeev A.Kh. Discursive and evaluative combat control system. Space Institute [internet]; 2024. Available at: <https://www.kik.ast.social/menu-news/129-kioo2.html>. (In Russ.).
8. Barinov I.V. Technologies of modern wars. Voennyi institut marshala Biryuzova [internet]; 2023. Available at: <https://www.imi.ast.social/news/236-vimboo4.html>. (In Russ.).
9. Yunatskevich P.I. How to avoid a nuclear war? Voennyi institut marshala Biryuzova [internet]; 2022. Available at: <https://www.imi.ast.social/news/232-kak-izbezhat-yadernoj-voyny.html>. (In Russ.).
10. Zakharov Yu.N. From strategic forces to strategic technologies. Voennyi institut marshala Biryuzova [internet]; 2022. Available at: <https://imi.ast.social/news/230-ot-strategicheskikh-sil-k-strategicheskim-tekhnologiyam.html>. (In Russ.).

### Сведения об авторе

**Кренц Сергей Иванович** — директор Центра арктических исследований и проектов Президентской академии (РАНХиГС), старший преподаватель кафедры безопасности факультета безопасности и таможни РАНХиГС  
199178, Санкт-Петербург, Средний проспект В.О., д. 57/43  
тел.: +7 (812) 335-94-94  
[e-mail: krents@mail.ru](mailto:krents@mail.ru)

### Information about the author

**Sergey I. Krents** — Director of the Center for Arctic Studies and Projects, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); Senior Lecturer, Department of Security, Faculty of Security and Customs, RANEPA  
199178, St. Petersburg, Sredny Prospekt V.O., 57/43  
tel.: +7 (812) 335-94-94  
[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's contributions

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

УДК 574.62

ББК 47.2

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-64-82>



## Развитие новых технологий защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры

Дун Сянли<sup>1</sup>, Шилин М.Б.<sup>2✉</sup>, Леонтьева Е.О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Чжэцзянский океанический университет, Чжоушань, Китай

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург, Россия

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

**Аннотация.** Интенсивное развитие аквакультуры ведет к нарастанию экологических проблем, среди которых наибольшую угрозу водной среде представляют распространение инфекционных заболеваний, а также использование антибиотиков и ряда противомикробных препаратов. Антибиотики используются во всех направлениях аквакультуры, и при этом возникает проблема загрязнения антибиотиками окружающей среды.

Новые технологии борьбы с болезнями рыб в условиях аквакультуры, основанные на вакцинации объектов культивирования, используются для того, чтобы заменить широко распространенное использование антибиотиков, отрегулировать баланс микробной среды в аквакультуре и в итоге избежать воздействия остатков лекарственных препаратов на здоровье человека.

Целью данного исследования является изучение молекулярных механизмов иммунного ответа организма рыб на вирусную инфекцию. Получены данные по изменению уровня экспрессии генов в различных органах рыб по мере развития болезни. Результаты исследования могут быть использованы при разработке вакцины против вибриоза, что поможет избежать применения большого количества антибиотиков, которые наносят ущерб среде обитания рыб и, как следствие, здоровью человека.

**Ключевые слова:** аквакультура, культивируемые объекты, иммунный ответ на вирусную инфекцию, экспрессия генов

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

**Для цитирования:** Дун Сянли, Шилин М.Б., Леонтьева Е.О. Развитие новых технологий защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):64–82. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-64-82>

# Development of improved technologies for protecting fish from infections in aquaculture

Dong Xiangli<sup>1</sup>, Shilin M.B.<sup>2✉</sup>, Leonteva E.O.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Zhejiang Ocean University, Zhoushan, China

<sup>2</sup> Russian State Hydrometeorological University of St Petersburg, Russia

<sup>3</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St Petersburg, Russia

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

**Abstract.** The current intensification of marine aquaculture is inevitably associated with such environmental issues as growing infections and the need to apply antibiotic and other antimicrobial preparations. This leads to antibiotic pollution in the environment. Latest technologies aimed at preventing fish infections in aquaculture are based on the vaccination of the objects under cultivation. These technologies allow the use of antibiotics to be reduced and the balance of the microbial environment in aquaculture to be restored, eventually minimizing the negative effects of antibiotic residues on the human health. In this work, we set out to study molecular mechanisms underlying the immune response of fish to viral infections. Data on the expression of some genes of the most important aquaculture objects in Russia and China in response to infection and during its progression was obtained. The research results can be used when developing vaccines against vibriosis with the purpose of minimizing the application of medical preparations, such as antibiotics. These measures are important for maintaining healthy fish habitats and, as a consequence, the human health.

**Keywords:** aquaculture, cultivated species, immune response to a viral infection, genes expression

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

**For citation:** Dong Xiangli, Shilin M.B., Leonteva E.O. Development of improved technologies for protecting fish from infections in aquaculture. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):64–82. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-64-82>

## Актуальность темы исследований

В условиях нарастающей антропогенной нагрузки на водные экосистемы роль аквакультуры как неотъемлемой части мирового хозяйства становится все более значимой. Традиционно велика и постоянно возрастает роль аквакультуры в странах, обладающих достаточным запасом морских и пресноводных водоемов, пригодных для ее развития, таких как Россия и Китай [1].

Известно, что физиология и экология морских и пресноводных гидробионтов резко различаются [2–5]. Соответственно, существенны различия организации аквакультуры в морских и пресных водоемах. Это позволяет в качестве двух основных направлений аквакультуры выделять марикультуру — выращивание гидробионтов в морских водах — и лимнокультуру — культивирование пресноводных гидробионтов [2].

С появлением интенсивных промышленных рыбных хозяйств появились и проблемы, связанные с инфекционными заболеваниями рыб, которые наносят существенный вред рыбным хозяйствам и аквакультурному сектору мировой экономики в целом [1].

В проведенном исследовании проблема рассмотрена на примере двух важных объектов культивирования в Евразийском регионе, в том числе в условиях Крайнего Севера и Арктики — большого желтого горбыля и радужной форели.

Большой желтый горбыль (*Larimichthys crocea*, *Sciaenidae*) — рыба семейства горбылевых, один из основных объектов марикультуры прибрежных вод Китая. По мере расширения масштабов выращивания большого желтого горбыля растет необходимость защиты этого объекта аквакультуры от инфекций. Для большого желтого горбыля в куль-

туре опасность представляют, в частности, бактериальные заболевания, возбудителями которых являются *Vibrio anguillarum* и *Vibrio harveyi*, в настоящее время серьезно ограничивающие развитие аквакультуры большого желтого горбыля.

Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmonidae*) — холодноводная рыба семейства лососевых, один из основных объектов лимнокультуры в России (преимущественно в северных регионах). Она также подвержена бактериальным, вирусным и паразитарным заболеваниям. Патогенная бактерия *Aeromonas salmonicida*, вызывающая аэромоноз, является для радужной форели наиболее распространенной инфекцией, которая может приводить к большим экономическим потерям.

Для эффективной борьбы против подобных патогенов в настоящее время широко применяются препараты с мощным противобактериальным действием, однако их постепенное накопление в водной среде и в объектах культивирования наносит вред водной среде и здоровью человека при употреблении в пищу рыбопродуктов, перенасыщенных антибиотиками.

Чтобы минимизировать этот вред, необходима разработка экологически безопасных методов профилактики и лечения бактериальных болезней рыб. Это, в свою очередь, требует расширения наших знаний о фундаментальных основах противобактериального иммунитета культивируемых видов.

Данные основы включают в себя изучение противовоспалительных белков иммунной системы рыб. В связи с малой изученностью белков иммунного ответа у рыб, особенно у аквакультурных видов, мы считаем, что исследования модели заражения типичными для аквакультурных объектов инфекциями являются одним из важных начальных шагов в разработке новых подходов к их лечению и профилактике. Такими белками, например, являются хемокины (CCL) и маннозные рецепторы (MRC). Эти белки играют центральную роль в организме рыб и выполняют ключевые функции: от связывания патогенов до клеточного сигналинга в различных провоспалительных процессах [6, 7].

В настоящем исследовании на основе собранных новых данных по изучению ак-

тивации этих генов у двух аквакультурных видов рыб в ответ на бактериальные инфекции мы разрабатываем преемственность моделей в обеспечении дальнейшего их тестирования для определения эффективности будущих новых биологически активных компонентов, укрепляющих их иммунитет [8]. Целью данного исследования является изучение на молекулярном уровне реакций специфического иммунного ответа важных аквакультурных видов рыб Китая и России *L. crocea* и *O. mykiss* в моделях их распространенных инфекционных заболеваний.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи: установить особенности и взаимосвязи «структура–функция» *in silico* первичных и пространственных структур хемокинов CCL2, CCL3, CCL4, а также маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 коммерчески важных промысловых и культивируемых видов рыб Китая (*L. crocea*) и России (*O. mykiss*); создать *in vivo* модели вибриоза *L. crocea* и аэромоноза *O. mykiss* в условиях аквакультуры; изучить уровни и локализацию экспрессии генов специфического иммунного ответа на примере хемокинов CCL2, CCL3, CCL4 в норме и в модели вибриоза *L. crocea*; соотнести локализацию и уровни экспрессии генов неспецифического иммунного ответа на примере маннозных рецепторов MRC1, MRC2 в созданных моделях патологий.

Для выполнения запланированного исследования использовали два взаимодополняющих методических подхода. С одной стороны, это фундаментальное изучение исследуемых белков иммунной системы рыб — хемокинов CCL2, CCL3 и CCL4, а также маннан-связывающих рецепторов MRC1 и MRC2: изучение особенностей их первичных и пространственных структур современными методами биоинформатики и 3D-моделирования. С другой — практическое изучение их уровней экспрессии в норме и патологии в моделях различных бактериальных инфекций на тепловодном промысловом виде водоемов Китая (*L. crocea*) и холодноводном виде водоемов России (*O. mykiss*). Применение комбинированных методов исследования позволяет комплексно рассмотреть ряд особенностей иммунологии рыб и, в частности, сравнить реакции белков иммунной системы холодноводных и тепловодных видов.

В результате выполненного исследования впервые установлены взаимосвязи между структурой-функцией белков иммунной системы ключевых аквакультурных видов рыб Китая и России; созданы действующие модели бактериальных инфекций в экспериментальных условиях; установлены фактические уровни экспрессии белков иммунной системы в норме и патологии в динамике.

## Материалы и методы исследования

Анализ первичных последовательностей исследуемых белков был произведен с помощью программ SMART; 3D-модели белков построили, используя онлайн-сервер SWISS-MODEL и Pymol.

Эксперименты проводили на рыбах *Larimichthys crocea* (Китай) и *Oncorhynchus mykiss* (Россия). Для заражения рыб модельными заболеваниями вибриоза и аэроманоза использовали бактериальные культуры *Vibrio anguillarum* (для *L. crocea*) и *Aeromonas salmonicida* (для *O. mykiss*) соответственно. Фиксирование тканей производили в растворе для консервирования образцов РНК (CW0592B, Kangwei Century, Китай). РНК из тканей и органов выделяли с помощью реагента TRIzol RNA Isolation Reagents (артикул: 9108-1, Takara, Япония); кДНК синтезировали с использованием набора для синтеза кДНК (cDNA Synthesis Kit) (H6110A, Takara, Япония); дизайн праймеров для ПЦР и ПЦР в реальном времени осуществляли с использованием программного обеспечения Primer 5.0 (<http://primer3.ut.ee/>); ПЦР в режиме реального времени (qRT-PCR) проводили с использованием набора премиксов SYBR ExTaq (Takara, Япония). Статистическую обработку осуществляли в программе амплификатора 7500 Real-Time PCR System (Prism® 7500, Американские прикладные биосистемы).

## Анализ первичных и пространственных структур целевых белков исследуемых рыб

### Организация первичной и пространственной структур хемокинов CCL2, CCL3, CCL4 *L. crocea*

Кодирующая последовательность (кДНК) CCL2 (GenBank ID: MN125657) состоит из 294 пар оснований (п. о.) и 97 аминокис-

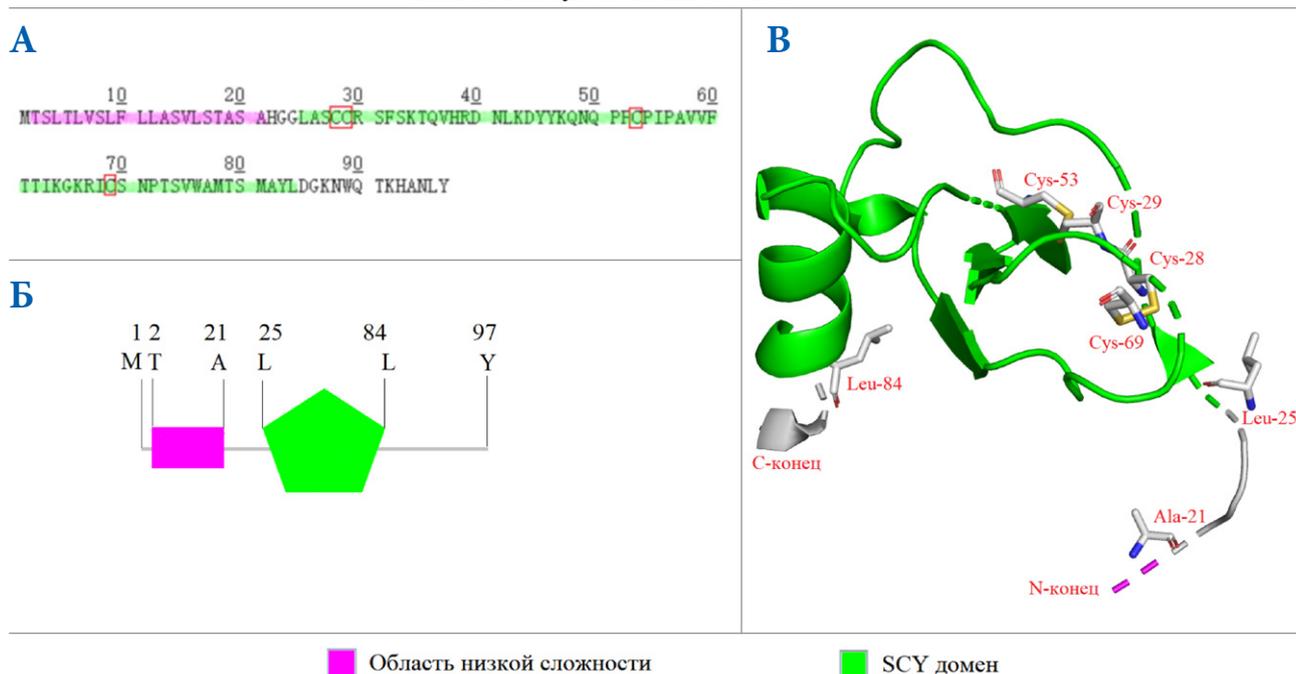
лотных остатков (а. о.) (рис. 1 А). Молекулярный вес: 10,7 кДа, теоретическое значение изоэлектрической точки (pI): 9,55. Теоретическая модель первичной последовательности показывает, что белок CCL2 имеет два домена: первый — область низкой сложности (2–21 а. о.), второй представляет собой домен SCY (25–84 а. о.) (рис. 1 Б). Согласно построенной теоретической трехмерной модели, структура включает в себя три антипараллельных  $\beta$ -листа и одну  $\alpha$ -спираль на С-конце (рис. 1 В). В SCY-домеене есть четыре остатка цистеинов, среди которых два последовательных (CC), идущих друг за другом в первичной последовательности (рис. 1 А, В). Эти четыре остатка цистеина образуют две внутренние дисульфидные связи и необходимы для поддержания биологической активности.

Второй охарактеризованный нами хемокин — CCL3. Его кДНК (GenBank ID: MN125658) состоит из 309 п. о. и 102 а. о. Как и в CCL2, в CCL3 тоже есть четыре остатка цистеина, из которых два являются смежными в первичной структуре (рис. 2 А). Его предсказанный молекулярный вес — 11,3 кДа, теоретическое значение pI: 9,08. В отличие от предыдущего хемокина, CCL3 имеет в своей структуре три домена: первый представляет собой область низкой сложности (1–7 а. о.), второй — трансмембранный домен (9–31 а. о.), третий — домен SCY (32–90 а. о.) (рис. 2 Б). Все четыре остатка цистеина находятся в домене SCY, которые также образуют внутримолекулярные дисульфидные связи, необходимые для нормального функционирования хемокина (рис. 2 А, В). CCL3 тоже имеет три антипараллельных  $\beta$ -листа и 1  $\alpha$ -спираль на С-конце (рис. 2 В).

CCL4 кДНК (GenBank ID: MN125659) которого состоит из 274 п. о., кодирующих 91 а. о. Его расчетный молекулярный вес — 10,3 кДа, значение pI: 9,17. В CCL4 тоже есть четыре остатка со схожими местоположениями (рис. 3 А). Как и CCL2, CCL4 имеет два домена: первый представляет собой трансмембранный домен (5–27 а. о.), второй — SCY домен (28–86 а. о.), в котором располагаются критически важные четыре остатка цистеина (рис. 3 Б, В).

Как и в предыдущих двух хемокинах, в CCL4 тоже имеется три антипараллельных  $\beta$ -листа и одна  $\alpha$ -спираль на С-конце (рис. 3 В).

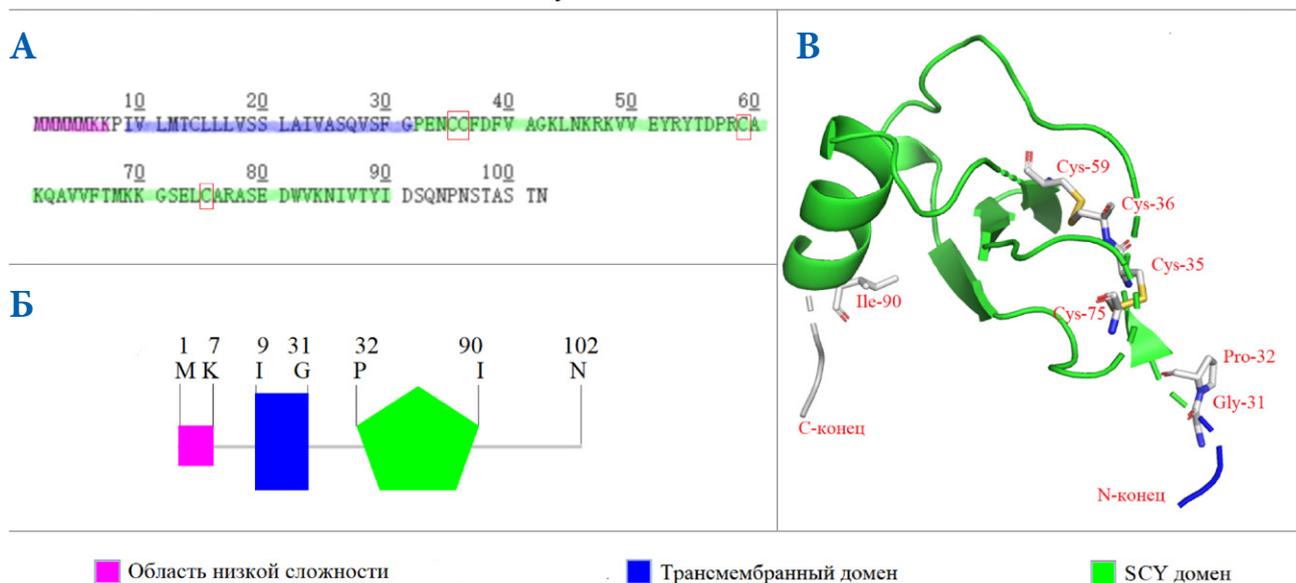
### *Larimichthys crocea*-CCL2



**Рис. 1.** Теоретические модели первичной и пространственной структур CCL2 *L. crocea*. Аминокислотная последовательность CCL2 *L. crocea* (А) и схема расположения доменов в структуре CCL2 (Б); С — трехмерная теоретическая модель CCL2 с обозначенными критически важными аминокислотами. Цветом обозначены структурные домены CCL2

**Fig. 1.** Theoretical models of the primary and spatial *L. crocea* CCL2 structures. Amino acid sequence of *L. crocea* CCL2 (А) and a scheme of domain location in the CCL2 structure (Б); С — 3D theoretical model of CCL2 with the labeled essential amino acids. The structural domains of CCL2 are indicated by a color.

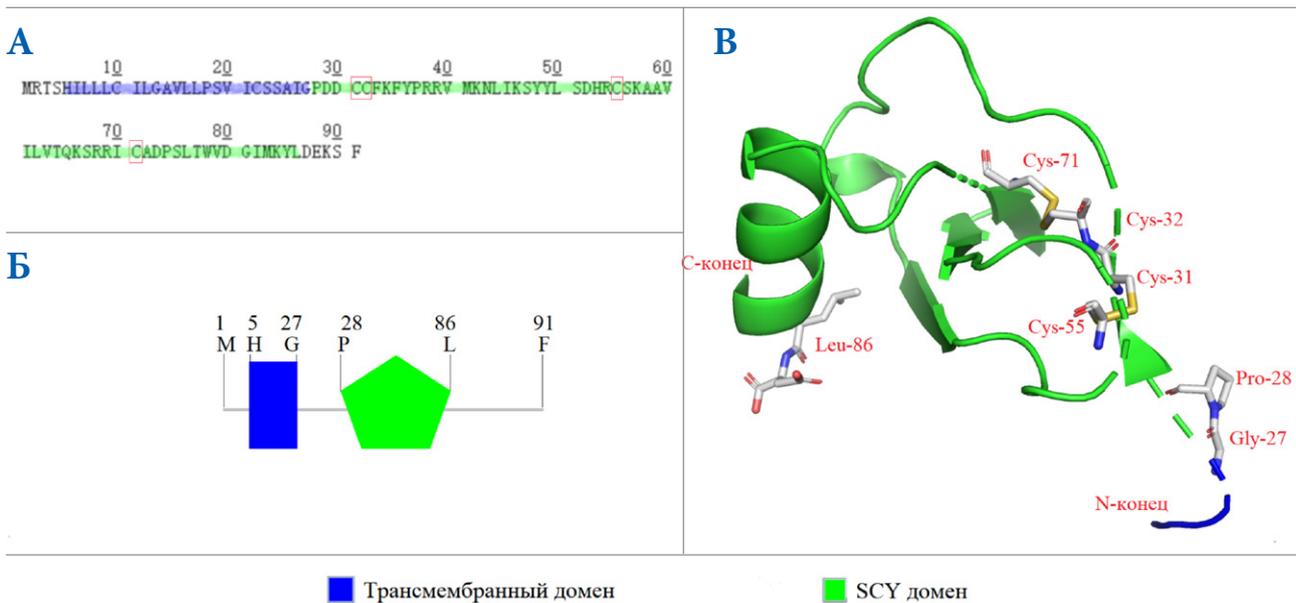
### *Larimichthys crocea*-CCL3



**Рис. 2.** Теоретические модели первичной и пространственной структур CCL3 *L. crocea*. Аминокислотная последовательность CCL3 *L. crocea* (А) и схема расположения доменов в структуре CCL3 (Б); С — трехмерная теоретическая модель CCL3 с обозначенными критически важными аминокислотами. Цветом обозначены структурные домены CCL3

**Fig. 2.** Theoretical models of the primary and spatial *L. crocea* CCL3 structures. Amino acid sequence of *L. crocea* CCL3 (А) and a scheme of domain location in the CCL3 structure (Б); С — 3D theoretical model of CCL3 with the labeled essential amino acids. Structural domains of CCL3 are indicated by a color.

### *Larimichthys crocea*-CCL4



**Рис. 3.** Теоретические модели первичной и пространственной структуры CCL4 *L. crocea*. Аминокислотная последовательность CCL4 *L. crocea* (А) и схема расположения доменов в структуре CCL4 (Б); С — трехмерная теоретическая модель CCL4 с обозначенными критически важными аминокислотами. Цветом обозначены структурные домены CCL4

**Fig. 3.** Theoretical models of the primary and spatial *L. crocea* CCL4 structures. Amino acid sequence of *L. crocea* CCL4 (А) and a scheme of domain location in the CCL4 structure (Б); С — 3D theoretical model of CCL4 with the labeled essential amino acids. The structural domains of CCL4 are indicated by a color.

В результате анализа первичных последовательностей и пространственных структур исследованных хемокинов *L. crocea* мы показали, что они имеют общий главный функциональный домен SCY, который содержит 4 остатка цистеина. Доменная структура остальных хемокинов имеет некоторые различия. Так, в отличие от CCL2, CCL3 и CCL4 имеют в своей структуре трансмембранный домен. Однако CCL2 обладает областью низкой сложности (Low complicity region), обычно эта область не несет значимых доменов.

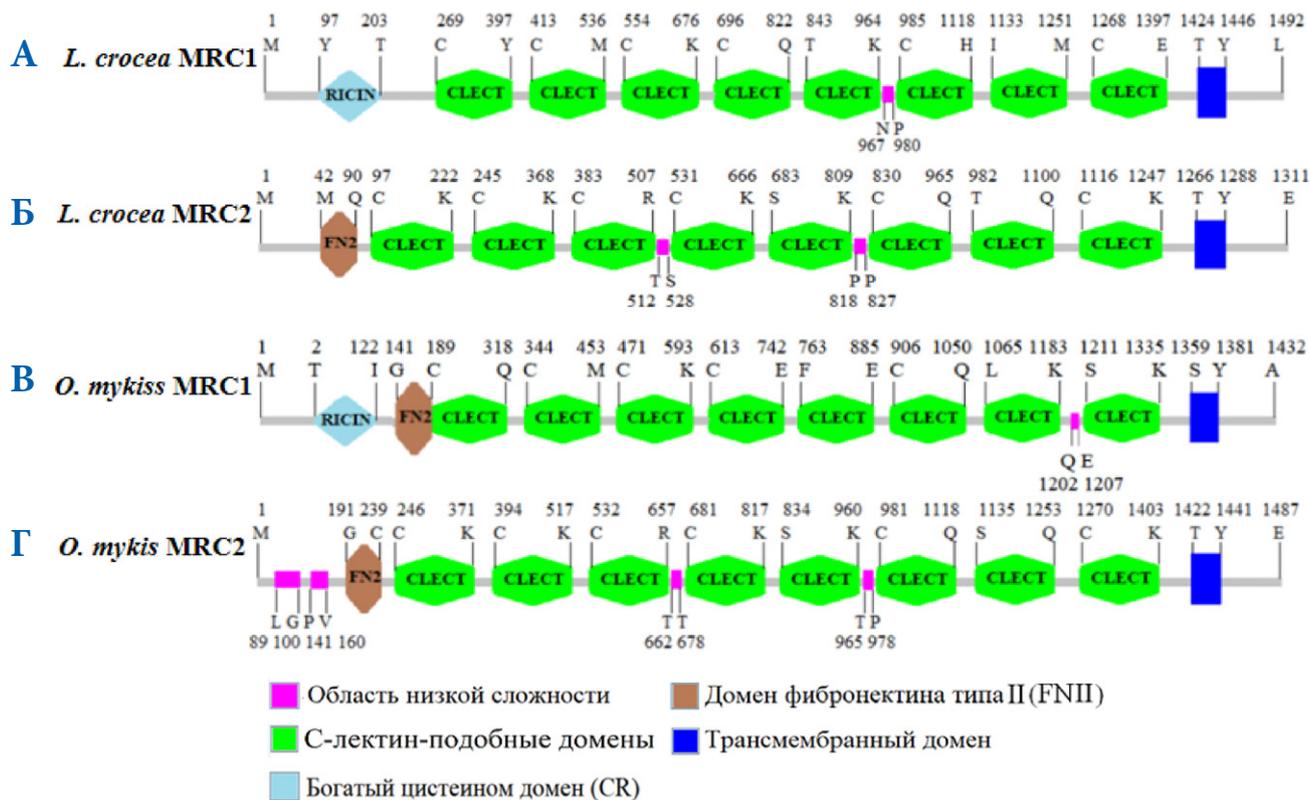
Путем анализа первичной и третичной структур их аминокислотных последовательностей было обнаружено, что они имеют аналогичные высокоуровневые структуры, обе из которых закреплены дисульфидной цепью, образованной цистеином на свободном N-конце на трех антипараллельных  $\beta$ -листах, а на С-конце есть спираль, почти перпендикулярная  $\alpha$ -листу.

N-конец СС-хемокина может активировать рецептор и оказывать хемотаксический эффект на моноциты, Т-клетки и т. д. Если N-конец удален, хемокин утратит свою способность связываться с рецептором.  $\alpha$ -спираль на С-конце также чрезвычайно важна, когда

хемокины связываются с рецепторами, поскольку  $\alpha$ -спираль может прочно связываться с мукополисахаридом на поверхности тканей или клеток и способствовать передаче сигнала.

#### Особенности строения маннозных рецепторов MRC1, MRC2 *L. crocea* и *O. mykiss*

Кодирующая последовательность MRC1 (кДНК) *L. crocea* (GenBank ID: AKH05366). Она кодирует 19 596 п. о., что соответствует 1492 а. о. Его предсказанный молекулярный вес — 63,5 кДа, теоретическое значение pI: 5,02. Структура белка MRC1 *L. crocea* от N-конца до С-конца соответственно содержит домен RICIN (богатый цистеином домен, CR) (97–203 а. о.), 8 доменов CTLD (С-лектин-подобные домены) (CTLD1 — 269–397 а. о., CTLD2 — 413–536 а. о., CTLD3 — 554–676 а. о., CTLD4 — 696–822 а. о., CTLD5 — 843–964 а. о., CTLD6 — 985–1118 а. о., CTLD7 — 1133–1251 а. о. и CTLD8 — 1268–1397 а. о.), а также трансмембранный домен (1424–1446 а. о.) (рис. 4 А). В последовательности белка MRC1 есть остаток триптофана в богатом цистеином домене (рис. 5 А). В домене CTLD обнаружены четыре двойных гидрофобных лейцина (LL) (рис. 5 А)



**Рис. 4.** Схема расположения доменов в структуре MRC1 (А, В) и MRC2 (Б, Г) *L. crocea* и *O. mykiss*. Цветом обозначены структурные домены MRC1 *L. crocea* и *O. mykiss*

**Fig. 4.** Domain location in the MRC1 (A, B) and MRC2 (Б, Г) structure of *L. crocea* and *O. mykiss*. The color indicates structural domains of MRC1 of *L. crocea* and *O. mykiss*

и остаток аспарагиновой кислоты (рис. 5 А). Также в каждом домене CTLD есть 4 цистеина. Также в CTLD4 был обнаружен критический домен распознавания углеводов (CRD) EPN (Glu-Pro-Asn) (рис. 5 А).

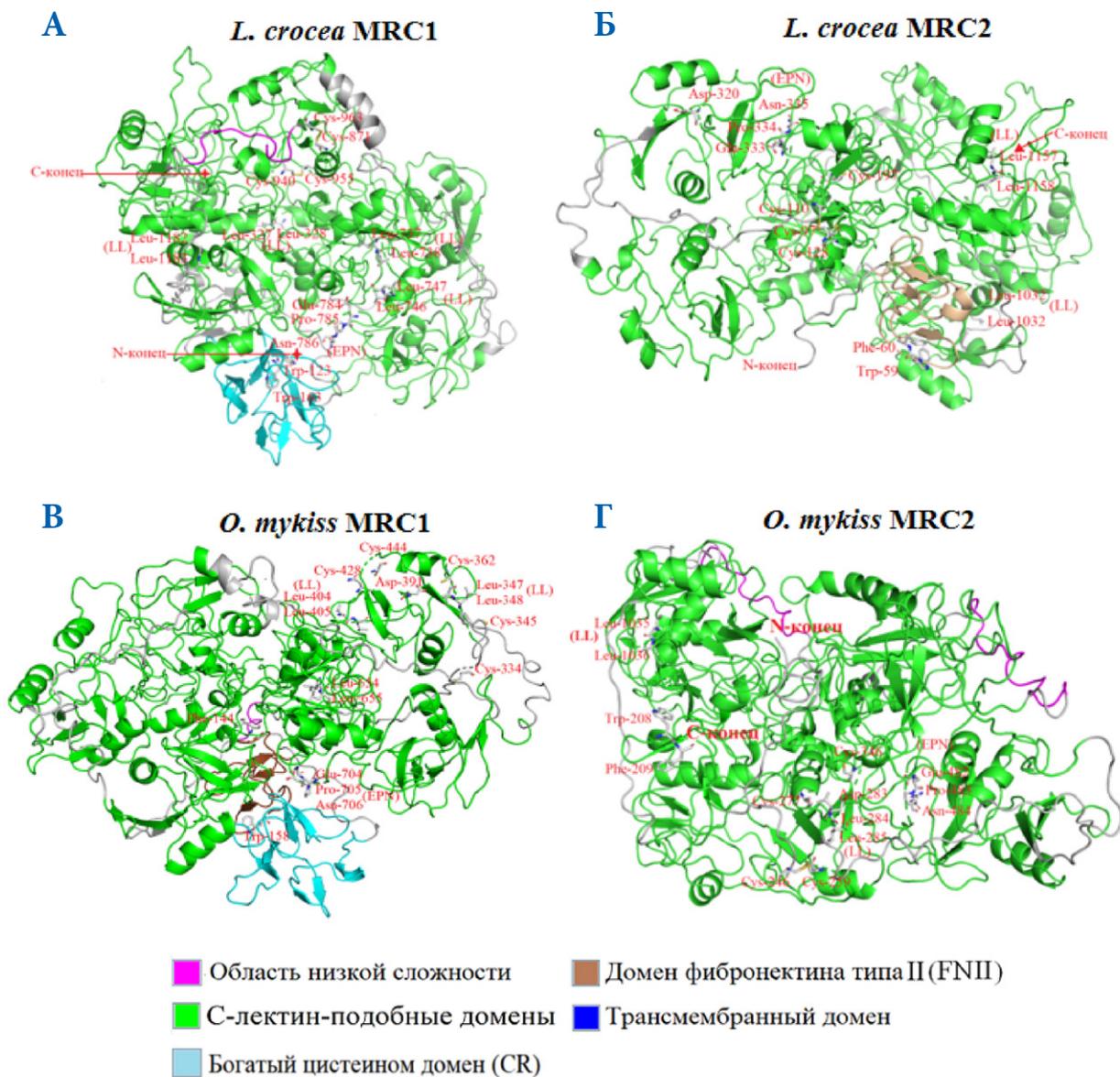
Второй охарактеризованный нами рецептор маннозы — MRC2 *L. crocea*. Его кДНК (GenBank ID: AKH05367) состоит из 1331 а. о. и 17 679 п. о. Его предсказанный молекулярный вес — 168,09 кДа, теоретическое значение pI: 5,83. Основные функциональные домены его белковой структуры отличаются от таковых у *L. crocea* MRC1. Его белковая структура содержит домен FNII (домен фибронектина типа II) (42–90 а. о., 8 доменов CTLD (CTLD1 — 97–222 а. о., CTLD2 — 245~368 а. о., CTLD3 — 383–507 а. о., CTLD4 — 531–666 а. о., CTLD5 — 683~809 а. о., CTLD6 — 830–965 а. о., CTLD7 — 982–1110 а. о., CTLD8 — 116–1247 а. о.) и трансмембранный домен (1266–1288 а. о.) (рис. 4 Б). В последовательности MRC2 связующий участок коллагена — домен FNII содержит ароматические 4 остатка фенилаланина и 3 остатка триптофана (рис. 5 Б). Область CTLD аминокис-

лотной последовательности MRC2 имеет два CRD домена для узнавания углеводов (рис. 5 Б). Кроме того, в аминокислотной последовательности MRC2 были обнаружены два двойных гидрофобных лейцинов (LL) и большое количество а. о. аспарагиновой кислоты (D) (рис. 5 Б). Также в домене CTLD есть 4 цистеина.

Кодирующая последовательность (кДНК) MRC1 *O. mykiss* (GenBank ID: 110508267) состоит из 4408 п. о. и 1432 а. о. Через онлайн-сервер ExPASy ProtParam tool (<https://web.expasy.org/protparam/>) спрогнозированы следующие параметры: молекулярный вес (162,4 кДа) и теоретическое значение pI (5,61). Анализ первичной последовательности показывает, что белок MRC1 имеет один RICIN (домен богатый цистеином) (2–122 а. о.), один домен FNII (домен фибронектина типа II) (141–189 а. о.), 8 лектиновых доменов С-типа (CTLD1 — 189–318 а. о., CTLD2 — 344–453 а. о., CTLD3 — 471–593 а. о., CTLD4 — 613–742 а. о., CTLD5 — 763–885 а. о., CTLD6 — 906–1050 а. о., CTLD7 — 1065–11183 а. о., CTLD8 — 1211–1335 а. о.) (рис. 4 В). В последовательности

MRC2 связующий участок коллагена — домен FNII содержит ароматические 3 остатка фенилаланина и 3 остатка триптофана (рис. 5 В). Область CTLD4 аминокислотной последовательности MRC2 имеет один CRD домена для узнавания углеводов (рис. 5 В). Кроме того, в аминокислотной последовательности MRC2 были обнаружены три полностью консервативных двойных гидрофобных лейцина (LL) и большое количество консервативных а. о. аспарагиновой кислоты (D) (рис. 5 В). Также в каждом домене CTLD есть 4 или 5 полностью консервативных цистеина (рис. 5 В).

Второй охарактеризованный нами рецептор маннозы — MRC2 *O. mykiss*. Его кДНК (GenBank ID: XP\_021480466.1) состоит из 5568 п. о. и соответствующих им 1487 а. о. В последовательности *O. mykiss* есть три основных консервативных функциональных домена: фибронектина типа II (191–239 а. о.), 8 С-лектин-подобных доменов (CTLD1 — 246–371 а. о., CTLD2 — 394–517 а. о., CTLD3 — 532–647 а. о., CTLD4 — 681–817 а. о., CTLD5 — 834–960 а. о., CTLD6 — 981–1118 а. о., CTLD7 — 1135–1253 а. о., CTLD8 — 1270–1403 а. о.) (рис. 4 Г) и один трансмембранный домен



**Рис. 5.** Трехмерная теоретическая модель MRC1 (А, В) и MRC2 (Б, Г) *L. crocea* и *O. mykiss* с обозначенными критически важными аминокислотами. Цветом обозначены структурные домены MRC1 *L. crocea* и *O. mykiss*

**Fig. 5.** 3D theoretical model of MRC1 (A, B) and MRC2 (Б, Г) of *L. crocea* and *O. mykiss* with the labeled essential amino acids. The structural domains of MRC1 of *L. crocea* and *O. mykiss* are indicated by a color.

(1422–1441 а. о.). Предсказанный молекулярный вес белка — 168,1 кДа, а теоретическое значение  $pI$  — 5,83. В аминокислотной последовательности MRC2 *O. mykiss* в сайте связывания коллагена имеются остатки ароматических аминокислот: 4 фенилаланина и 3 триптофана. С-лектиновая область (CTLD), MRC2 содержит домен распознавания углеводов (CRD) (EPN — Glu-Pro-Asn) (рис. 5 Г). Кроме того, в аминокислотной последовательности MRC2 были обнаружены двойной гидрофобный лейцин (LL) и кислый аминокислотный остаток аспарагиновой кислоты, также как и в предыдущем охарактеризованном нами MRC1 (рис. 5 Г).

В данном исследовании мы провели анализ последовательностей и структур кДНК MRC1 и MRC2 у *L. crocea* и *O. mykiss*. Аминокислотные последовательности MRC1 и MRC2, как и рецепторы маннозы других видов, имеют высококонсервативные структурные области, типичные характеристики семейства рецепторов маннозы, что указывает на то, что MRC1 и MRC2 являются членами суперсемейства лектинов С-типа. Лектины С-типа — это один из классов лектинов со специфическим углевод-связывающим белковым доменом. Особенностью лектинов этого класса является необходимость присутствия кальция для их связывания с лигандом. Белки, содержащие лектиновые домены С-типа, выполняют широкий спектр функций, включая клеточную адгезию, иммунный ответ на патогены и апоптоз.

У всех исследованных последовательностей MRC есть общий важный структурных домен — CTLD. В этом домене у белка MRC1 имеется богатый цистеином регион (CR) в отличие от остальных трех исследованных белков. Домен CR ассоциирован с процессом связывания углеводов благодаря способности активного центра к их распознаванию. Также в MRC2 *L. crocea* и *O. mykiss* есть FNII домен. Такой домен является наиболее консервативным доменом в семействе MRC и обладает свойством связываться с коллагеном. MRC1 и MRC2 имеют некоторые структурные различия. Это можно увидеть из схемы структуры белка. Например, у MRC1 отсутствует N-концевой участок, богатый цистеином, а имеется только участок фибронектина FNII и 8 лектин-подобных участков

CTLD и цитоплазматических доменов. Стоит отметить, что оба маннозных рецепторов имеют схожие домены, но играют в клетках разные роли. MRC1 в основном участвует в врожденном иммунном ответе, а MRC2 также участвует в иммунном ответе, но согласно данным и предположениям этого исследования, его главная функция может заключаться в основном в опосредованной деградации лизосомного коллагена.

В последовательностях MRC1 и MRC2 *O. mykiss* и *L. crocea* есть похожие функциональные остатки аминокислот. Так, есть консервативный кислотный аминокислотный остаток аспарагиновой кислоты. При интернализации лиганда и миграции ранних эндосом в клетке играет роль именно этот остаток, без которого этот функциональный сайт молекулы инертен. Кроме того, у *O. mykiss* и *L. crocea* MRC1 и MRC2 были обнаружены спаренные гидрофобные остатки лейцина (LL) и консервативный аминокислотный остаток аспарагиновой кислоты, необходимый для интернализации лиганда, а также для миграции ранних эндосом внутри клетки для функционирования необходимы два вышеуказанных функциональных сайта. Присутствие триптофанов (рис. 5 А, Б, В, Г) в сайте связывания коллагена аминокислотной последовательности MRC1 и MRC2 *L. crocea* и MRC2 *O. mykiss* позволяет белкам обладать способностью к связыванию коллагена. В последовательности MRC2 обеих рыб в сайте связывания коллагена содержится фенилаланин, отсутствующий в обеих последовательностях MRC1. Область CTLD аминокислотных последовательностей MRC1 и MRC2 имеет консервативный домен распознавания углеводов (CRD) (EPN Glu-Pro-Asn), который специфически связывается с маннозой, что указывает на то, что он может обладать активностью связывания углеводов. Приведенные выше результаты показывают, что сходство последовательностей MRC2 *O. mykiss* и *L. crocea* является относительно высоким, а функциональные аминокислотные остатки относительно схожи, поэтому можно сделать вывод, что биологические функции двух белков относительно схожи. Однако эти активные сайты нуждаются в дальнейших экспериментах для проверки в будущем.

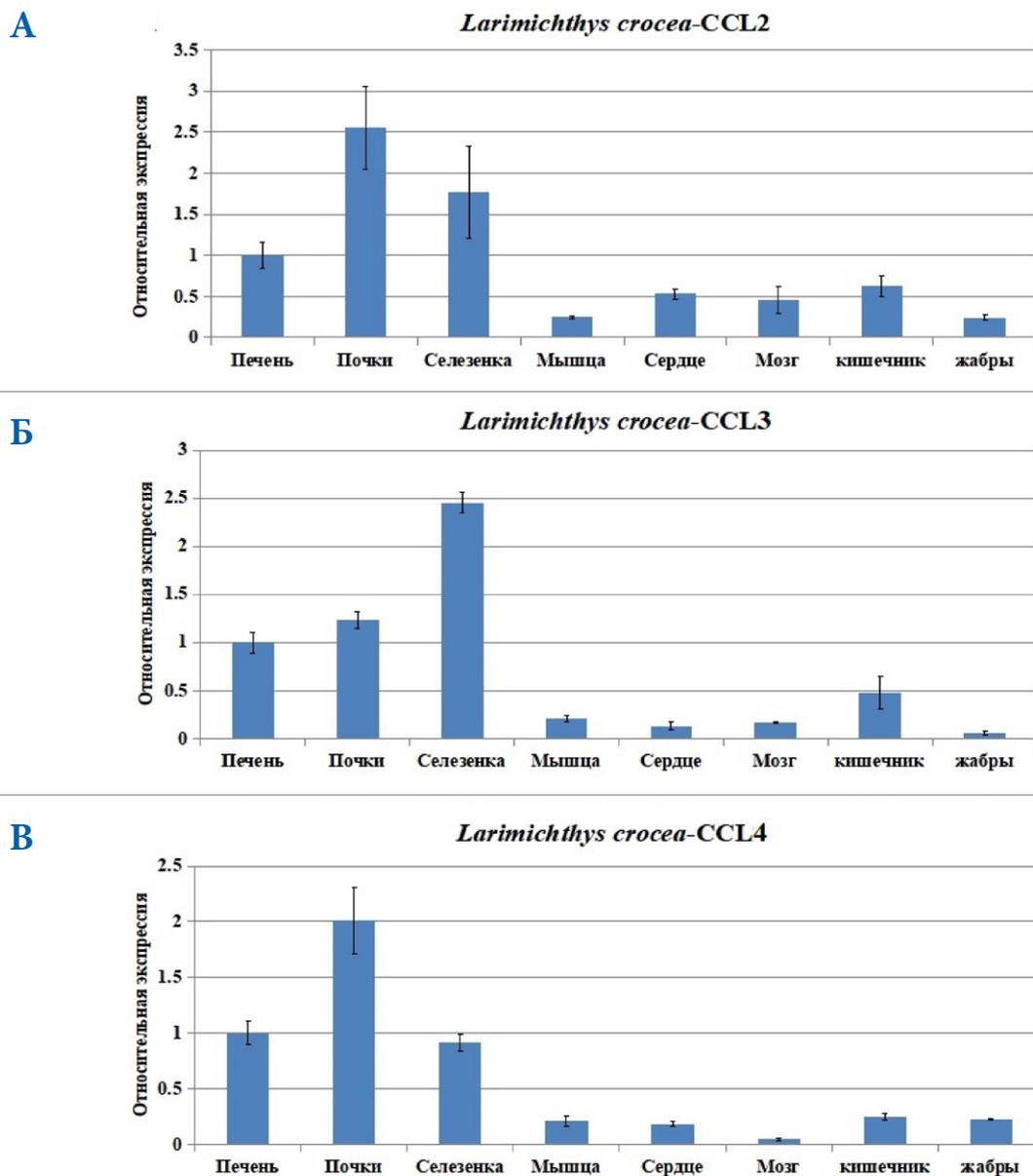
## Паттерны экспрессии генов иммунных белков *L. crocea*

### Распределение уровней мРНК хемокинов CCL2, CCL3, CCL4 в норме

Экспрессия мРНК CCL2, CCL3 и CCL4 была обнаружена во всех восьми проанализированных органах: печени, почках, селезенке, мышцах, сердце, мозге, кишечнике и жабрах.

рах перед заражением *Vibrio anguillarum*. Экспрессия мРНК CCL2, CCL3 и CCL4 в печени, почках и селезенке была значительно выше, чем в других органах (рис. 6 А, Б, В).

В этом эксперименте CCL2, CCL3 и CCL4 *L. crocea* также были обнаружены в печени, почках, селезенке, сердце, мышцах, кишечнике, мозге и жабрах. Показано, что большинство хемокинов рыб экспрессируются в широком



**Рис. 6.** Распределение уровней экспрессии мРНК CCL2 (А), CCL3 (Б) и CCL4 (В) перед заражением *V. anguillarum* в печени, почках, селезенке, мышцах, сердце, мозге, кишечнике и жабрах, полученное методом ПЦР в реальном времени. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторностям;  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 6.** Distribution of CCL2 (A), CCL3 (B), and CCL4 (B) mRNA expression levels prior to *V. anguillarum* infection in the liver, kidney, spleen, muscle, heart, brain, intestine, and gills obtained by real-time PCR. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions;  $n = 3$  / group / time period

спектре. Результаты исследований указывают на то, что хемокины рыб не только играют важную роль в процессах, связанных с иммунитетом, но также могут участвовать в других физиологических процессах в организме.

Распределение хемокинов в разных тканях в норме различно. Однако большинство хемокинов в основном экспрессируются в тканях, связанных с иммунитетом (печень, почки и селезенка). То же самое наблюдали и для CCL2, CCL3 и CCL4 в органах у большого желтого горбыля в этом эксперименте. Поскольку в печени, почках и селезенке рыб содержится большое количество иммунных клеток, таких как макрофаги и лимфоциты, экспрессия хемокинов в печени, почках и селезенке ожидаемо высока.

### **Анализ уровней мРНК CCL2, CCL3 и CCL4 в модели вибриоза**

Для выяснения распространения воспаления среди разных органов и тканей в динамике на примере иммунных белков хемокинов была построена модель вибриоза у промыслового вида Китая — большого желтого горбыля с помощью патогенной бактерии *V. anguillarum*. В качестве контроля наличия воспаления был введен препарат Poly I:C, вызывающий неспецифическое воспаление.

После заражения патогеном были проанализированы уровни экспрессии CCL2, CCL3 и CCL4 в динамике от начала эксперимента до 72 часов (рис. 7). В результате проведения ПЦР в реальном времени исследованных органов (печень, почки, селезенка) в различных временных точках было обнаружено, что острая фаза воспаления была уже спустя 6 часов после начала эксперимента: экспрессия всех трех хемокинов была существенно повышена по сравнению с контролем. Исключением оказался CCL4: накопление продуктов экспрессии его гена в селезенке достигло своего максимума только спустя 12–24 часа, что, видимо, связано с особенностями экспрессии этого хемокина при системном воспалении. Спустя 36 часов и до конца эксперимента наблюдалось общее снижение уровней мРНК хемокинов и стабилизация степени их экспрессии практически на одном уровне.

После экспериментального заражения бактерией *V. anguillarum* в органах *L. crocea*

мы обнаружили, что экспрессия мРНК генов CCL2, CCL3 и CCL4 была тесно связана с процессом заражения патогеном, что позволяет утверждать, что эти хемокины участвуют в иммунитете рыб против бактериальной инфекции, что согласуется с общемировой литературой. Показано, что иммунологические эффекты CCL у *L. crocea* слабее, чем у других рыб, что может быть механизмом повышенной инфекционности *L. crocea*.

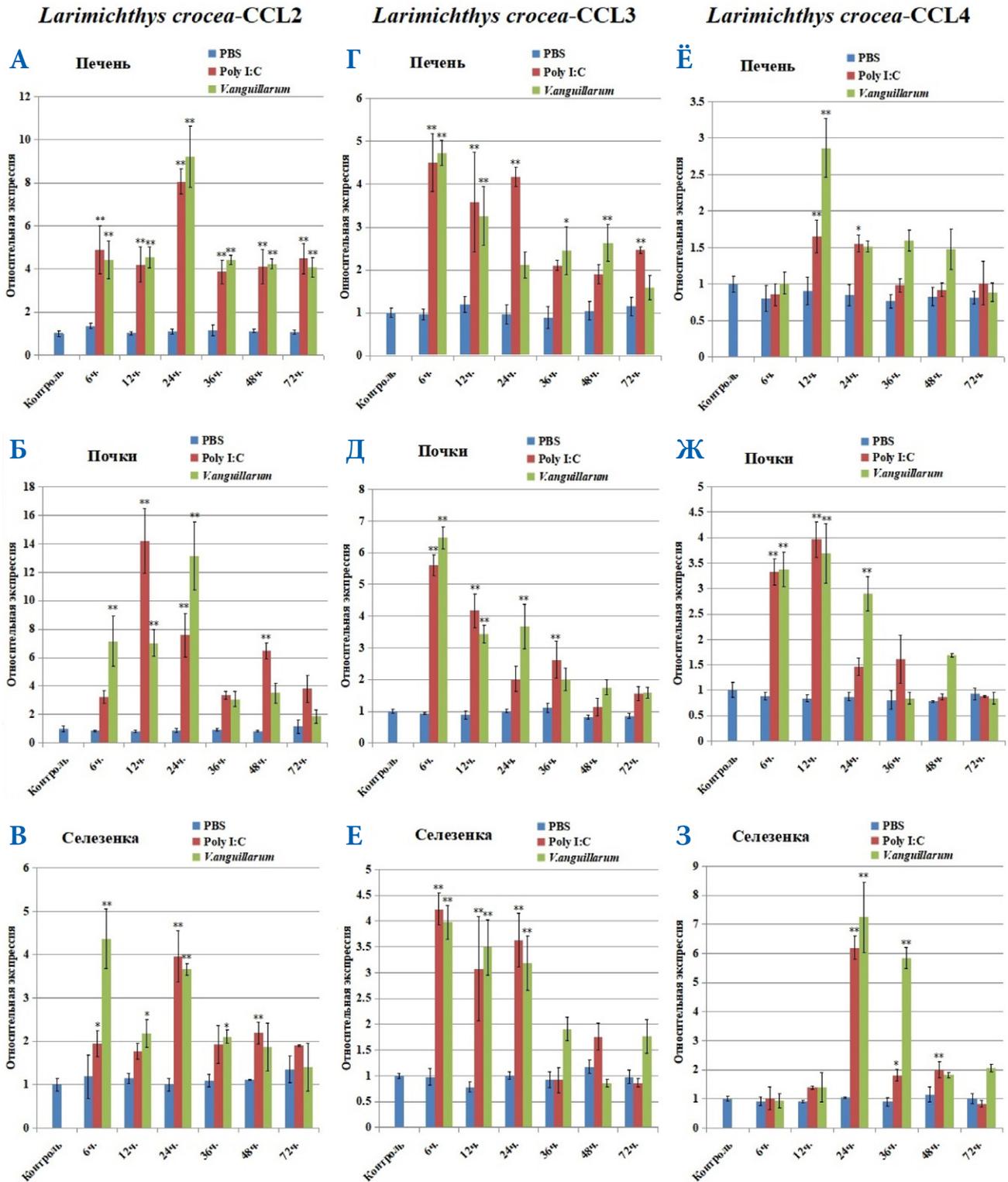
Эти результаты показали, что хемокины CCL2, CCL3, CCL4 оказывают регулирующее действие на воспалительный ответ. Как было показано нами ранее, другая группа хемокинов CCL17, CCL21 и CCL24 экспрессируется в тех же органах иначе. Их экспрессия слабее, чем у CCL2, CCL3 и CCL4, что связано с их функциями. Они являются провоспалительными хемокинами, а их рецепторами являются CCR1, CCR2 и CCR5 соответственно.

Организм выполняет функцию презентации антигена, и он легко накапливается в очаге воспаления и поглощает антиген, который играет роль в воспалительной реакции и сопротивляется инфекции патогена в патологическом процессе. И CCL17, CCL21 и CCL24 считаются двойными хемокинами, а также гомеостатическими хемокинами. Так, изменения экспрессии CCL21 в печени, почках и селезенке после заражения *V. anguillarum* не были очевидны. На основании этого предполагается, что это связано с его гомеостатическим эффектом. Из приведенного выше анализа можно сделать вывод, что не все хемокины у *L. crocea* могут играть воспалительную роль в отношении вибриоза и не все хемокины обладают функцией подавления бактериальных инфекций, а также, вероятно, могут усугублять бактериальные инфекции:

### **Распределение уровней мРНК маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 в норме**

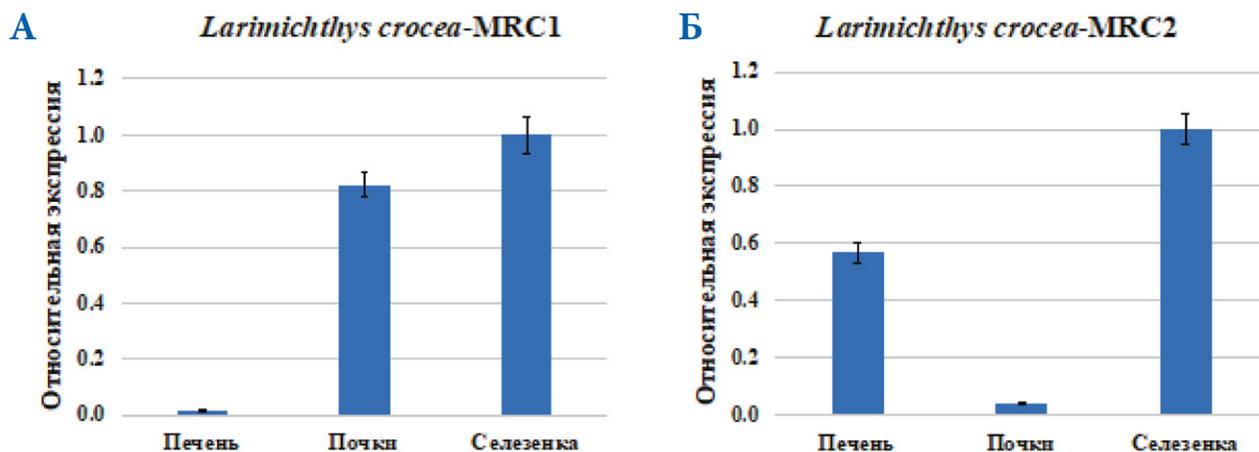
Предварительная оценка уровней экспрессии генов рецепторов маннозы была проведена для понимания общих нормальных (фоновых) уровней экспрессии рецепторов маннозы в печени, почках и селезенке большого желтого горбыля.

Экспрессия мРНК MRC1 и MRC2 была обнаружена во трех проанализированных органах: печени, почках и селезенке перед заражением *V. anguillarum*. Экспрессия мРНК



**Рис. 7.** Результаты ПЦР в реальном времени экспрессии в динамике хемокинов *L. crocea* в печени, почках и селезенке после введения PBS (отрицательный контроль), Poly I:C (положительный контроль наличия воспаления) и *V. anguillarum*. А, Б, В — CCL2; Г, Д, Е — CCL3; Е, Ж, З — CCL4 в тканях печени, почек и селезенки после заражения *V. anguillarum*, Poly I: C и PBS. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторениям; звездочки над полосами представляют собой статистически значимые отличия от контрольных образцов; \* — при  $p < 0,05$ , \*\* — при  $p < 0,01$ ,  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 7.** Real-time PCR of dynamic expression of *L. crocea* chemokines in the liver, kidney, and spleen after administration of PBS (negative control), Poly I:C (positive control for the presence of inflammation), and *V. anguillarum*. А, Б, В — CCL2; Г, Д, Е — CCL3; Е, Ж, З — CCL4 in the liver, kidney, and spleen tissues after infection with *V. anguillarum*, Poly I:C, and PBS. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions; asterisks above bars represent statistically significant differences from control samples; \* — at  $p < 0.05$ , \*\* — at  $p < 0.01$ ,  $n = 3$  / group / time period



**Рис. 8.** Результат RT-PCR экспрессии мРНК MRC1 (А) и MRC2 (Б) перед заражением *V. anguillarum* в ткани печени, почек, селезенки у *L. crocea*. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторностям;  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 8.** RT-PCR result of MRC1 (A) and MRC2 (B) mRNA expression prior to *V. anguillarum* infection in the liver, kidney, and spleen tissue in *L. crocea*. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions;  $n = 3$  / group / time period

MRC1 и MRC2 в печени, почках и селезенке была значительно выше нормы (рис. 8 А, Б).

Показано, что для разных генов максимальные значения экспрессии появляются в разных органах в зависимости от основных биологических функций генов.

#### Анализ уровней мРНК MRC1 и MRC2 в модели вибриоза

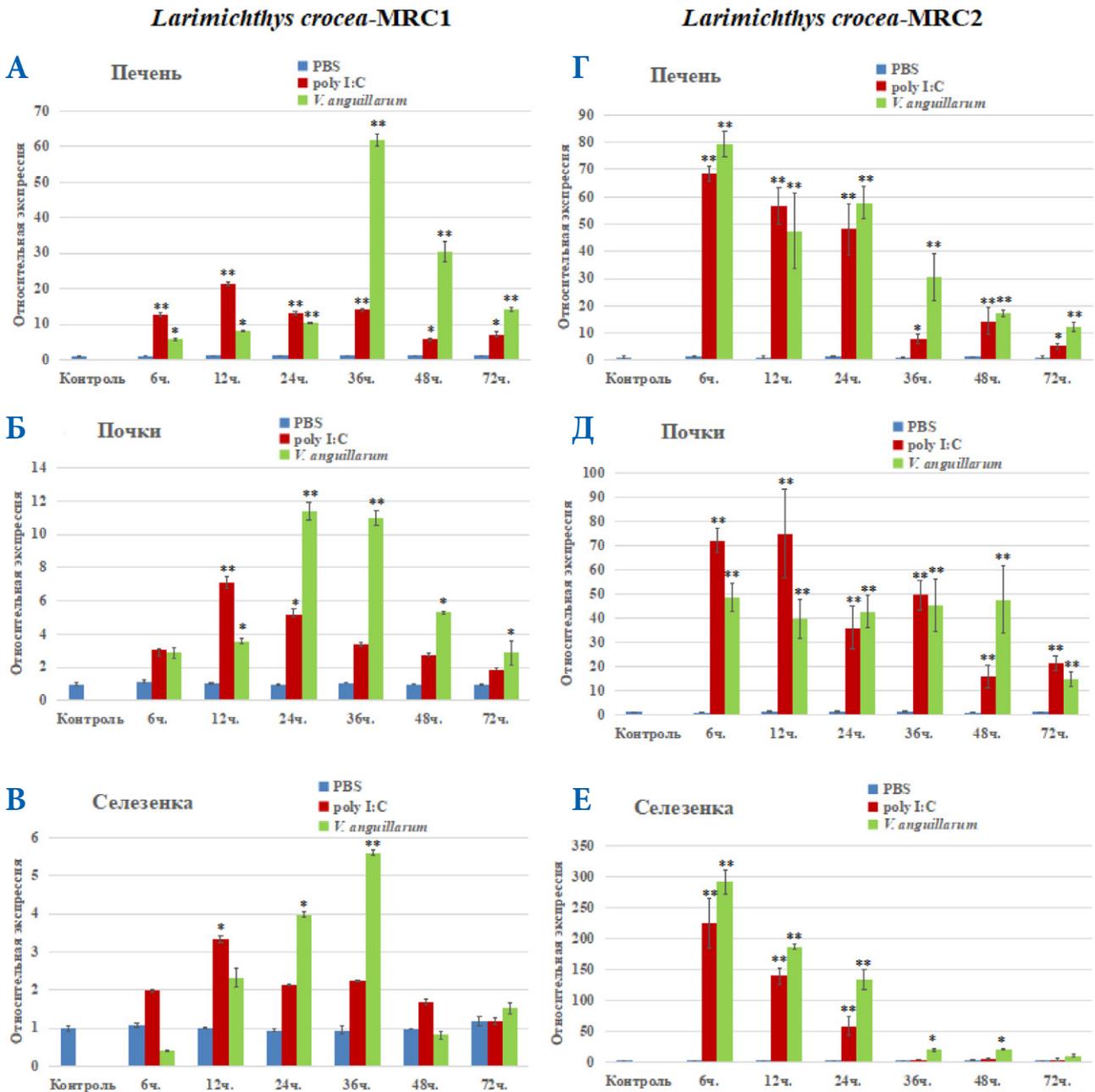
После заражения патогеном были проанализированы уровни экспрессии MRC1 и MRC2 в динамике от начала эксперимента до 72 часов (рис. 9 А, Б, В, Г, Д, Е). В результате проведения ПЦР в реальном времени исследованных органов (печень, почки, селезенка) для мРНК MRC1 в различных временных точках было обнаружено, что острая фаза воспаления была спустя 24–36 часов после начала эксперимента: экспрессия обоих рецепторов маннозы была существенно повышена по сравнению с контролем, в 24–36 часов относительная экспрессия достигла максимальных значений (рис. 9 А, Б, В). Но уровни экспрессии мРНК MRC2 разнятся с мРНК MRC1: накопление продуктов экспрессии MRC2 происходит только спустя 24–36 часов после заражения (рис. 9 Г, Д, Е), а MRC1 экспрессировался уже спустя 6 часов во всех исследованных органах (рис. 9 А, Б, В). Очевидно, это связано с особенностями экспрессии этого рецептора при системном воспалении. В промежутке между 36 и 48 часами и до конца

эксперимента наблюдалось общее снижение уровней мРНК рецепторов маннозы (рис. 9 А, Б, В, Г, Д, Е). Что касается введенного неспецифического агента Poly I:C, для мРНК MRC1 за 12 часов в трех органах относительная экспрессия достигла максимальных значений, а для мРНК MRC2, как после заражения *V. anguillarum*, за 6 часов в трех органах острая фаза воспаления была уже пройдена и экспрессия всех трех рецепторов маннозы была существенно повышена по сравнению с контролем (рис. 9 Г, Д, Е).

В этом исследовании после искусственного заражения бактерией *V. anguillarum* в органах *L. crocea* мы обнаружили, что экспрессия мРНК генов MRC1 и MRC2 была тесно связана с процессом заражения патогеном, что позволяет утверждать, что эти рецепторы маннозы участвуют в иммунитете рыб против бактериальной инфекции, что согласуется с общемировой литературой.

Таким образом, можно сделать вывод, что мРНК MRC1 и MRC2 *L. crocea* в основном экспрессируются в печени, почках и селезенке, а уровни их экспрессии в этих органах различаются, а уровни экспрессии MRC1 и MRC2 в одном и том же органе также значительно различаются.

На основе полученных данных, уровни экспрессии в печени, почках и селезенке в органах *L. crocea* после заражения *V. anguillarum* были значительно увеличены,



**Рис. 9.** Экспрессия мРНК MRC1 (А, Б, В) и MRC2 (Г, Д, Е) у *L. crocea* в печени, почках и селезенке после заражения *V. anguillarum*, Poly I: C и PBS. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторностям; звездочки над полосами представляют собой статистически значимые отличия от контрольных образцов; \* — при  $p < 0,05$ , \*\* — при  $p < 0,01$ ;  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 9.** MRC1 (A, B, B) and MRC2 (Г, Д, E) mRNA expression in *L. crocea* liver, kidney, and spleen after infection with *V. anguillarum*, Poly I: C and PBS. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions; asterisks above bars represent statistically significant differences from control samples; \* — at  $p < 0.05$ , \*\* — at  $p < 0.01$ ;  $n = 3$  / group / time period

что указывает на то, что гены рецепторов маннозы MRC1 и MRC2 оказывают регулирующее влияние на вибриоз желтого горбыля. Этот результат может иметь значение для изучения генов MRC и их экспрессии в большом желтом горбыле, для понимания механизма противoinфекционного иммунного ответа рыб и для контроля болезни большого желтого горбыля.

Анализ экспрессии мРНК MRC1 и MRC2 в печени, почках и селезенке у *L. crocea* после заражения *V. anguillarum* показал, что кривая экспрессии MRC1 отличается от кривой экспрессии MRC2. Для мРНК MRC1 относительная экспрессия в печени, почках и селезенке сначала медленно увеличивалась в течение 24 и 48 часов, изменение относительной экспрессии достигло максимального значения,

а затем экспрессия медленно снижалась. Но для мРНК MRC2 относительное изменение экспрессии в печени, почках и селезенке в течение 6 часов уже сразу достигло максимального значения, а затем постепенно снижалось до конечной точки эксперимента. Это также указывает на то, что основные функции MRC1 и MRC2 могут быть разными, на что также указывают литературные данные.

## Паттерны экспрессии генов иммунных белков *O. mykiss*

### Распределение уровней мРНК маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 в норме

Предварительная оценка уровней экспрессии генов рецепторов маннозы была проведена для понимания общих нормальных (фоновых) уровней экспрессии рецепторов маннозы в печени, почках и селезенке радужной форели. Экспрессия мРНК MRC1 и MRC2 была обнаружена во всех трех проанализированных органах: печени, почках и селезенке перед заражением *Aeromonas salmonicida* ssp. Экспрессия мРНК MRC1 была самой высокой в селезенке, а экспрессия мРНК MRC2 — в печени (рис. 10 А, Б).

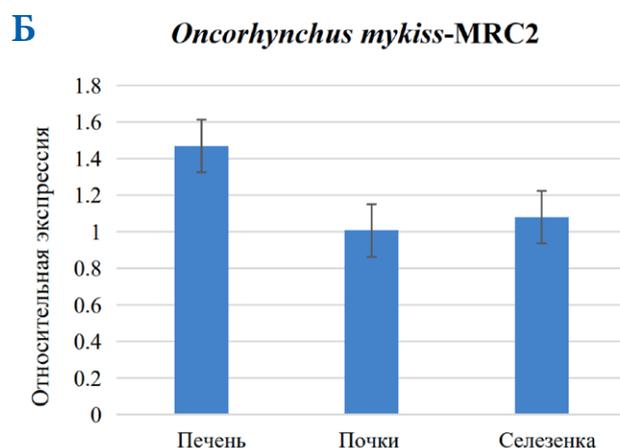
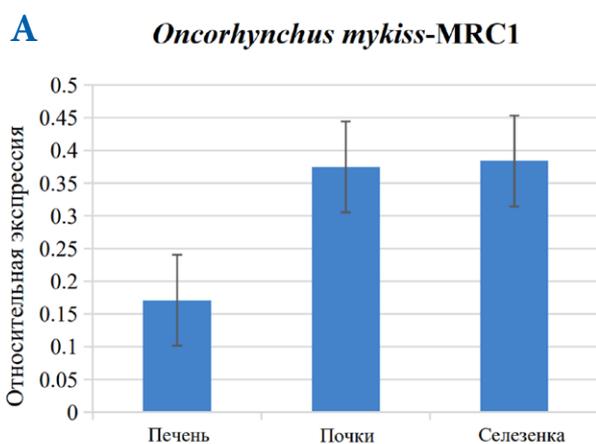
мРНК MRC рыб широко экспрессируется во многих органах, особенно в почках и селезенке, и играет важную роль в бактериальном иммунном ответе [1–9].

### Анализ уровней мРНК MRC1 и MRC2 в модели аэромоноза

Во время вскрытия рыб в конечных точках эксперимента была проведена морфологическая оценка их состояния в сравнении с контролем. После заражения *A. salmonicida* ssp. изменение поверхности тела *O. mykiss* было неочевидно, но объем печени у зараженных рыб был больше, чем у здоровой рыбы.

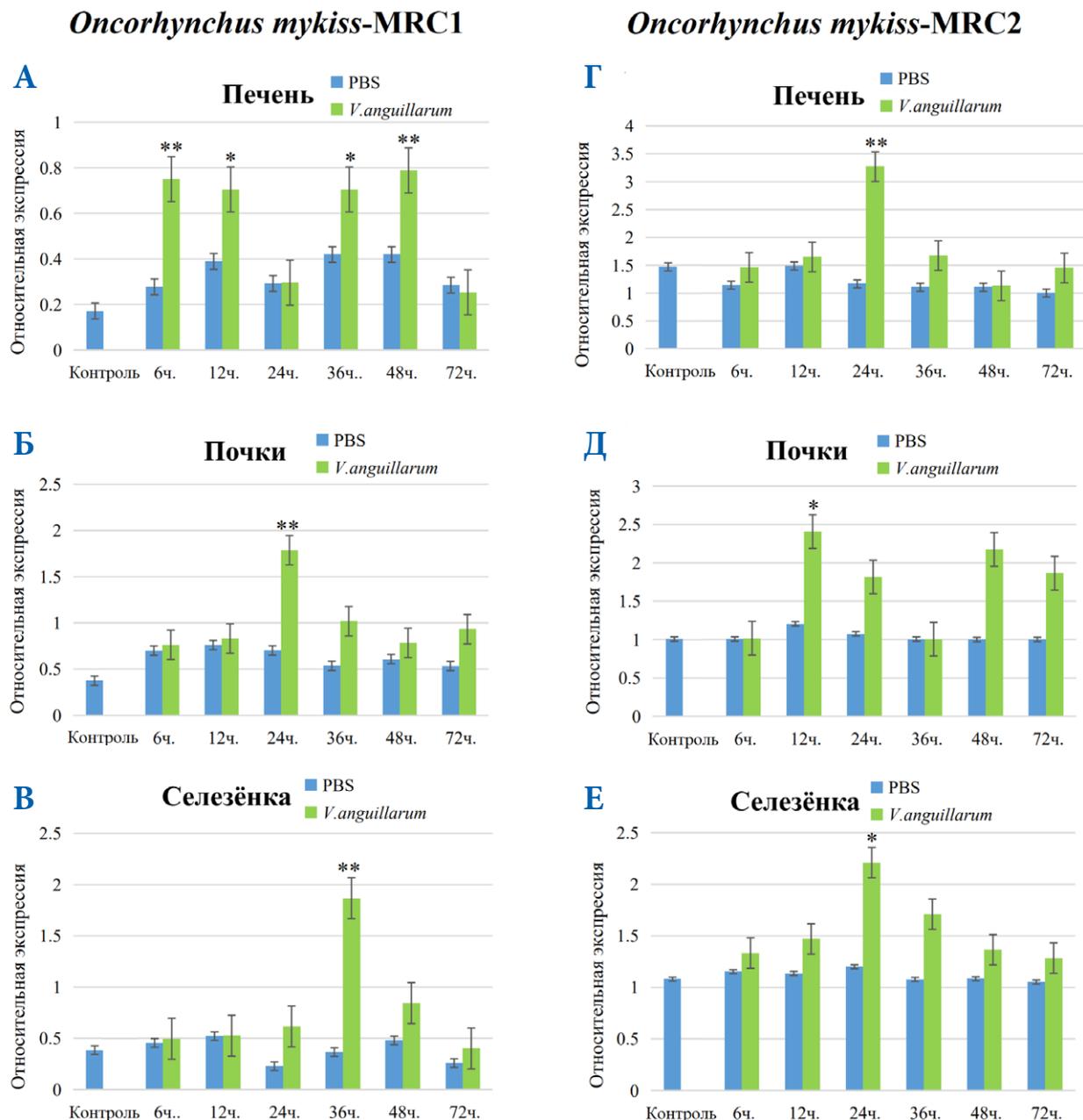
После заражения патогеном были проанализированы уровни экспрессии MRC1 и MRC2 *O. mykiss* в динамике от начала эксперимента до 72 часов (рис. 11 А, Б, В, Г, Д, Е). Проведена ПЦР в реальном времени исследованных органов (печень, почки, селезенка) для мРНК MRC1 *O. mykiss* в различных временных точках. Для MRC1 в почках и селезенке (рис. 11 Б, В) и для MRC2 в печени и селезенке было обнаружено (рис. 11 Г, Е), что острая фаза воспаления наступала спустя 24–36 часов после начала эксперимента: экспрессия рецепторов маннозы была существенно повышена по сравнению с контролем, в 24–36 часов относительная экспрессия достигла максимальных значений (рис. 11 Б, В, Г, Е).

Спустя 24 часа от начала заражения наблюдалось временное повышение экспрессии MRC1 в почках (рис. 11 Б), в то время как в печени его экспрессия снизилась (рис. 11 А). После этой переломной точки в экспрессии наблюдалась вторая волна экспрессии MRC1 в печени в точках 36 и 48 ч (рис. 11 А). Этот феномен требует



**Рис. 10.** Экспрессия мРНК MRC1 (А) и MRC2 (Б) в печени, почках и селезенке здоровых образцов у *O. mykiss*. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторностям;  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 10.** MRC1 (A) and MRC2 (B) mRNA expression in the liver, kidney, and spleen of healthy *O. mykiss* specimens. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions;  $n = 3$  / group / time period



**Рис. 11.** Экспрессия мРНК MRC1 (А, Б, В) и MRC2 (Г, Д, Е) у *O. mykiss* в печени, почках и селезенке после заражения *A. salmonicida* ssp. и PBS. Стандартное отклонение ( $\pm$  SD) представлено по пяти техническим повторностям; звездочки над столбцами представляют статистически значимые отличия от контрольных образцов; \* — при  $p < 0,05$ , \*\* — при  $p < 0,01$ ;  $n = 3$  / группа / период времени

**Fig. 11.** MRC1 (A, B, B) and MRC2 (Г, Д, E) mRNA expression in the *O. mykiss* liver, kidney, and spleen after infection with *A. salmonicida* ssp. and PBS. Standard deviation ( $\pm$  SD) is presented across five technical repetitions; asterisks above bars represent statistically significant differences from control samples; \* — at  $p < 0.05$ , \*\* — at  $p < 0.01$ ;  $n = 3$  / group / time period

дополнительных экспериментов и подтверждений перед достоверными выводами и предположениями.

В результате изучения уровней экспрессии маннозных рецепторов у форели и большого желтого горбыля можно заключить, что уровни их экспрессии не были равны до и после заражения. Это исследование показывает,

что накопление мРНК при заражении осуществляется в одних и тех же органах. Важно, что относительные уровни экспрессии генов в печени после заражения *V. anguillarum* у *L. crocea* в 60 (MRC1) (рис. 9 А) и 70 раз (MRC2) (рис. 9 Г) выше, чем у контрольной группы, и даже относительные уровни экспрессии мРНК MRC2 в селезенке после заражения *V. anguillarum* в 250 раз больше

(рис. 9 В), чем в контрольной группе. С другой стороны, в печени *O. mykiss* после заражения *A. salmonicida* ssp. относительная экспрессия мРНК MRC1 (рис. 11 А) и MRC2 (рис. 11 Г) была всего в 4 и 2 раза выше, чем у контрольной группы. Это показывает, что, хотя мРНК MRC1 и MRC2 широко экспрессируются в тканях *L. crocea* и *O. mykiss*, ее специфическая экспрессия отличается, что связано с температурой, размером рыбы и типом инфицированных бактерий, иммунным статусом рыб.

Проанализированный иммунный ответ генов хемокинов *L. crocea* и маннозных рецепторов *O. mykiss* в моделях вибриоза и аэромороза соответственно дополнит имеющиеся знания о развитии заболеваний промысловых видов рыб в динамике и поможет осуществить дальнейшие исследования в области их иммунитета и механизмов общей иммунной регуляции.

## Выводы

1. Впервые построены теоретические пространственные структуры хемокинов CCL2, CCL3, CCL4, а также маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 двух промысловых и выращиваемых в условиях аквакультуры видов рыб Китая (*L. crocea*) и России (*O. mykiss*). Установлено, что CCL3 и CCL4 являются структурно гомологичными белками, а в структуре CCL2 отсутствует трансмембранный домен. Подтвержден факт высоких идентичностей первичных последовательностей маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 у обоих видов рыб, достигающих 84 %, а также

и 3D-моделей, что подтверждает высокую консервативность этих белков вне зависимости от вида и среды их обитания.

2. Созданы *in vivo* модели двух типичных заболеваний аквакультурных видов рыб — вибриоз на примере *L. crocea* и аэромороз на примере *O. mykiss* с помощью инъекций культур патогенных бактерий *V. anguillarum* и *A. salmonicida* spp. Подтверждена эффективность заражения визуальными морфологическими изменениями внутренних органов рыб.

3. Установлено, что хемокины CCL2, CCL3 и CCL4 распределены в норме по всем органам рыбы, а наибольшая их экспрессия наблюдается в печени, почках и селезенке. В модели вибриоза их относительные уровни экспрессии генов в печени, почках и селезенке схожи. Гены CCL2 и CCL3 реагируют на инфекцию значительно быстрее, проявляя максимум активности спустя 6 часов, а экспрессия CCL4 достигает своего максимума лишь спустя 12 часов.

4. Исследованы паттерны экспрессии маннозных рецепторов MRC1 и MRC2 в различных органах и тканях у тепловодного и холодноводного промыслово-аквакультурных видов рыб Китая и России в моделях вибриоза и аэромороза соответственно. Установлено, что при схожих локализациях их экспрессии (печень, почки, селезенка) у тепловодного *L. crocea* иммунный ответ на заражение в созданных моделях наступит быстрее и проявляется интенсивнее, чем у холодноводного *O. mykiss*.

## Список литературы

1. Dong X., Li J., He J., Liu W., Jiang L., Ye Y., Wu C. Anti-infective mannose receptor immune mechanism in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). Fish & Shellfish Immunology. 2016;54:257–265. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.04.006>
2. Liu W., Jiang L., Dong X., Liu X., Kang L., Wu C. Molecular characterization and expression analysis of the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) complement component C6 after bacteria challenge. Aquaculture. 2016;458:107–112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.003>
3. He J., Liu H., Yang J., Dong X., Wu C. Abundant members of Scavenger receptors family and their identification, characterization and expression against *Vibrio alginolyticus* infection in juvenile *Larimichthys crocea*. Fish & Shellfish Immunology. 2016;50:297–309. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.02.009>
4. Li J., Zu T., Dong X., Yang X., Liu W., Wu C. Characterization of Dual and Homeostatic Chemokine Expression and Response to Bacterial Infection in Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*). Pakistan Journal of Zoology. 2018;50(4):1199–1600. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.4.1373.1380>

5. Шилин М.Б., Жигульский В.А., Бобылев Н.Г., Ахмад Алаа, Леднова Ю.А., Дун С. Развитие комплекса компенсационных мероприятий по снижению негативного воздействия строительства аванпорта Бронка на Южном берегу Невской губы. Естественные и технические науки. 2020;(3):178–188.
6. Дун С., Шилин М.Б., Апаликова О.В., Лукина Ю.Н. Исследование молекулярных механизмов иммунитета для борьбы с инфекциями в аквакультуре. В: География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам ежегод. междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22–25 апр. 2020 г. Т. 2. Санкт-Петербург: Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена; 2020, с. 48–52.
7. Дун С., Шилин М.Б., Лукина Ю.Н. Исследование механизмов иммунного ответа для разработки новой технологии защиты рыб от инфекций в условиях аквакультуры. В: Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ. Сб. тезисов Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 22–24 окт. 2020 г. Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет; 2020, с. 497–498.
8. Дун С., Шилин М.Б. Текущее состояние аквакультуры и методы защиты аквакультуры в Китае. В: Гидрометеорология и Экология: Достижения и перспективы развития / МГО 2020 им. Л. Н. Карлина: тр. IV Всерос. конф., Санкт-Петербург, 16–17 дек. 2020 г. Санкт-Петербург: Химиздат; 2020, с. 131–134.
9. Дун С., Шилин М.Б. Современное состояние и задачи развития аквакультуры в Китае. В: Экологическая деятельность и экологическое просвещение: региональный аспект. Материалы Всерос. науч. конф., Санкт-Петербург, 16 дек. 2020 г. Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина; 2020, с. 255–258.
10. Дун С. Обеспечение устойчивого развития аквакультуры путем повышения естественного иммунитета культивируемых рыб. В: XXV юбилейные Царскосельские чтения. Материалы междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 20–21 апр. 2021 г. Т. I. Санкт-Петербург: Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина; 2021, с. 77–82.

## References

1. Dong X., Li J., He J., Liu W., Jiang L., Ye Y., Wu C. Anti-infective mannose receptor immune mechanism in large yellow croaker (*Larimichthys crocea*). Fish & Shellfish Immunology. 2016;54:257–265. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.04.006>
2. Liu W., Jiang L., Dong X., Liu X., Kang L., Wu C. Molecular characterization and expression analysis of the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) complement component C6 after bacteria challenge. Aquaculture. 2016;458:107–112. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.03.003>
3. He J., Liu H., Yang J., Dong X., Wu C. Abundant members of Scavenger receptors family and their identification, characterization and expression against *Vibrio alginolyticus* infection in juvenile *Larimichthys crocea*. Fish & Shellfish Immunology. 2016;50:297–309. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2016.02.009>
4. Li J., Zu T., Dong X., Yang X., Liu W., Wu C. Characterization of Dual and Homeostatic Chemokine Expression and Response to Bacterial Infection in Large Yellow Croaker (*Larimichthys crocea*). Pakistan Journal of Zoology. 2018;50(4):1199–1600. <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.4.1373.1380>
5. Shilin M.B., Zhigulsky V.A., Bobilev N.G., Ahmad A., Lednova J.A., Don S. Development a complex of compensation measures to reduce the negative impact of Port Bronka construction on the South Coast of Nevskaya Lip. Natural and technical sciences. 2020;(3):178–188. (In Russ.).
6. Dong X., Shilin M.B., Apalikova O.V., Lukina Yu.N. Study on the molecular mechanisms of anti-infection in aquaculture. Geography: Development of Science and Education. Collective monograph on the materials of Scientific-Practical Conference LXXIII Herzen readings 22–25 April 2020. Vol. 2. Saint Petersburg: Russian State Pedagogical University named after A. I. Herzen; 2020, p. 48–52. (In Russ.).
7. Dong X., Shilin M.B., Lukina J.N. Investigation of the mechanisms of the immune response to develop a new technology for protecting fish from infections in aquaculture. In: Modern problems of hydrometeorology and environmental monitoring in the CIS. Collection of abstracts of the International scientific and practical conference, Saint Petersburg, October 22–24, 2020. Saint Petersburg: Russian State Hydrometeorological University; 2020, p. 497–498. (In Russ.).

8. Dong X., Shilin M.B. Chinese Aquaculture. In: Proceedings of the IV Russian national conference "Hydrometeorology and ecology: scientific and educational achievements and perspectives" / MGO 2020 named after L. N. Karlin. Saint Petersburg: Himizdat Publ.; 2020, p. 131–134. (In Russ.).
9. Dong X., Shilin M.B. Current status and development objectives of aquaculture in China. In: Environmental activities and environmental education: regional aspect. Proc. of the All-Russian scientific conf., Saint Petersburg, December 16, 2020. Saint Petersburg: A.S. Pushkin Leningrad State University; 2020, p. 255–258. (In Russ.).
10. Dong X. Ensuring sustainable development of aquaculture by enhancing the natural immunity of cultured fish. In: XXV anniversary Tsarskoye Selo readings. Proc. int. scientific conf., Saint Petersburg, April 20–21, 2021. Saint Petersburg: A.S. Pushkin Leningrad State University; 2021, p. 77–82. (In Russ.).

## Сведения об авторах

**Дун Сянли** — старший преподаватель, Чжэцзянский океанический университет, Национальный инженерный исследовательский центр морской аквакультуры, провинция Чжэцзян, г. Чжоушань, южная дорога Хайда № 1, 316022. Web of Science ResearcherID: LFT-8047-2024 Scopus Author ID: 57118590900 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1217-2013> e-mail: [dongxiangli@zjou.edu.cn](mailto:dongxiangli@zjou.edu.cn)

**Шилин Михаил Борисович** — доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», 195027, Санкт-Петербург, пр. Металлистов, 3 Scopus Author ID: 6603362644 ORCID: 0000-0002-1388-8649 SPIN-код: 1926-8802 Author ID: 77284 e-mail: [shilin@rshu.ru](mailto:shilin@rshu.ru)

**Леонтьева Екатерина Олеговна** — аспирант, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251 Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29 SPIN-код: 3709-2980 Author ID: 1203809 e-mail: [katerina.leonteva.ol@gmail.com](mailto:katerina.leonteva.ol@gmail.com)

## Вклад авторов

**Дун Сянли** — разработка концепции исследования, проведение экспериментов, подготовка иллюстративного материала;

**Шилин Михаил Борисович** — разработка концепции исследования, обработка материалов экспериментов;

**Леонтьева Екатерина Олеговна** — обработка статистического материала, подготовка статьи к публикации.

## Information about the authors

**Dong Xiangli** — Lecturer, National Engineering Research Center for Marine Aquaculture, Zhejiang Ocean University, Haida South Road 1, Zhoushan 316022, China. Zhejiang Ocean University. Web of Science ResearcherID: LFT-8047-2024 Scopus Author ID: 57118590900 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1217-2013> e-mail: [dongxiangli@zjou.edu.cn](mailto:dongxiangli@zjou.edu.cn)

**Mikhail B. Shilin** — Professor, Russian State Hydrometeorological University of St. Petersburg, St Petersburg, Russia Scopus Author ID: 6603362644 ORCID: 0000-0002-1388-8649 SPIN-code: 1926-8802 Author ID: 77284 e-mail: [shilin@rshu.ru](mailto:shilin@rshu.ru)

**Ekaterina O. Leonteva** — Postgraduate Researcher, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St Petersburg, Russia SPIN-code: 3709-2980 Author ID: 1203809 e-mail: [katerina.leonteva.ol@gmail.com](mailto:katerina.leonteva.ol@gmail.com)

## Authors' contributions

**Dong Xiangli** — development of the research concept, conducting experiments, preparation of illustrative material;

**Mikhail B. Shilin** — development of the research concept, processing of experimental materials;

**Ekaterina O. Leonteva** — processing of statistical material, preparation of the article for publication.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 379.85:551.2

ББК 65.43

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-83-91>



## Развитие туризма в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью в Скандинавии и Мурманской области

Хубер М.<sup>1</sup>, Яковлева О.А.<sup>1</sup>, Жигунова Г.В.<sup>2</sup>, ✉

<sup>1</sup> Университет Марии Кюри-Склодовской, Люблин, Польша

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», Мурманск, Россия

✉ [galina-zhigunova@yandex.ru](mailto:galina-zhigunova@yandex.ru)

**Аннотация.** Цель данного исследования — оценка возможностей развития туризма в регионах с горнодобывающей промышленностью на территории Скандинавского и Кольского полуостровов, а также выявление возможностей и угроз, возникающих в результате этой деятельности, в сравнении с известными примерами. Предполагается, что Арктическая зона может стать перспективным местом для развития туризма и урбанизации в будущем.

**Ключевые слова:** туризм, горнодобывающая промышленность, устойчивое развитие, Скандинавия, Мурманская область

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

**Для цитирования:** Хубер М., Яковлева О.А., Жигунова Г.В. Развитие туризма в регионах с развитой горнодобывающей промышленностью в Скандинавии и Мурманской области. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):83–93. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-83-91>

## Development of tourism in the mining areas of Scandinavia and Murmansk region

Miłosz Huber<sup>1</sup>, Olga A. Yakovleva<sup>1</sup>, Galina V. Zhigunova<sup>2</sup>, ✉

<sup>1</sup> Marie Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland

<sup>2</sup> Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

✉ [galina-zhigunova@yandex.ru](mailto:galina-zhigunova@yandex.ru)

**Abstract.** In this article, we set out to assess opportunities for the development of tourism in mining regions in the Scandinavian and Kola Peninsulas, as well as to identify threats arising from these activities in comparison with known examples. It is assumed that the Arctic zone can become a promising place for the development of tourism and urbanization in the future.

**Keywords:** tourism, mining industry, sustainable development, Scandinavia, Murmansk region

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

**For citation:** Huber M., Yakovleva O.A., Zhigunova G.V. Development of tourism in the mining areas of Scandinavia and Murmansk region. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):83–93. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-83-91>

## Введение

Скандинавский и Кольский полуострова представляют собой очень интересный регион, богатый необыкновенной природой, культурными и историческими ценностями, которые носят надрегиональный характер. Ожидаемые изменения климата могут смягчить там условия наряду с участвовавшими случаями высоких температур, регистрируемых в настоящее время в Европейской Арктике [1–3]. Вместе с проблемами, связанными с изменением климата на юге Европы [4–5], Арктическая зона может стать перспективным местом для развития туризма и урбанизации в будущем. Это также приведет к увеличению инфраструктуры и росту интереса к поиску сырьевой базы, необходимой для жизни в рассматриваемом регионе. Авторы предполагают, что в ближайшем будущем эта сфера будет активно развиваться. Это существенно повлияет на экологический аспект окружающей среды и увеличение присутствия человека.

## Материалы и методы

Данное исследование создано в результате полевых работ, проведенных в 1999–2022 гг. Тогда же были осуществлены инвентаризации объектов, имеющих туристическую ценность, посещены бывшие горнодобывающие заводы и проанализирована их рекультивация [6–8]. Также было рассмотрено состояние туристической инфраструктуры. Эти исследования проводились в Мурманской области (Российская Федерация), а также в северном регионе Норвегии, Финляндии и Швеции [9–11]. Полученные результаты сравнивались с опубликованными данными.

## Результаты

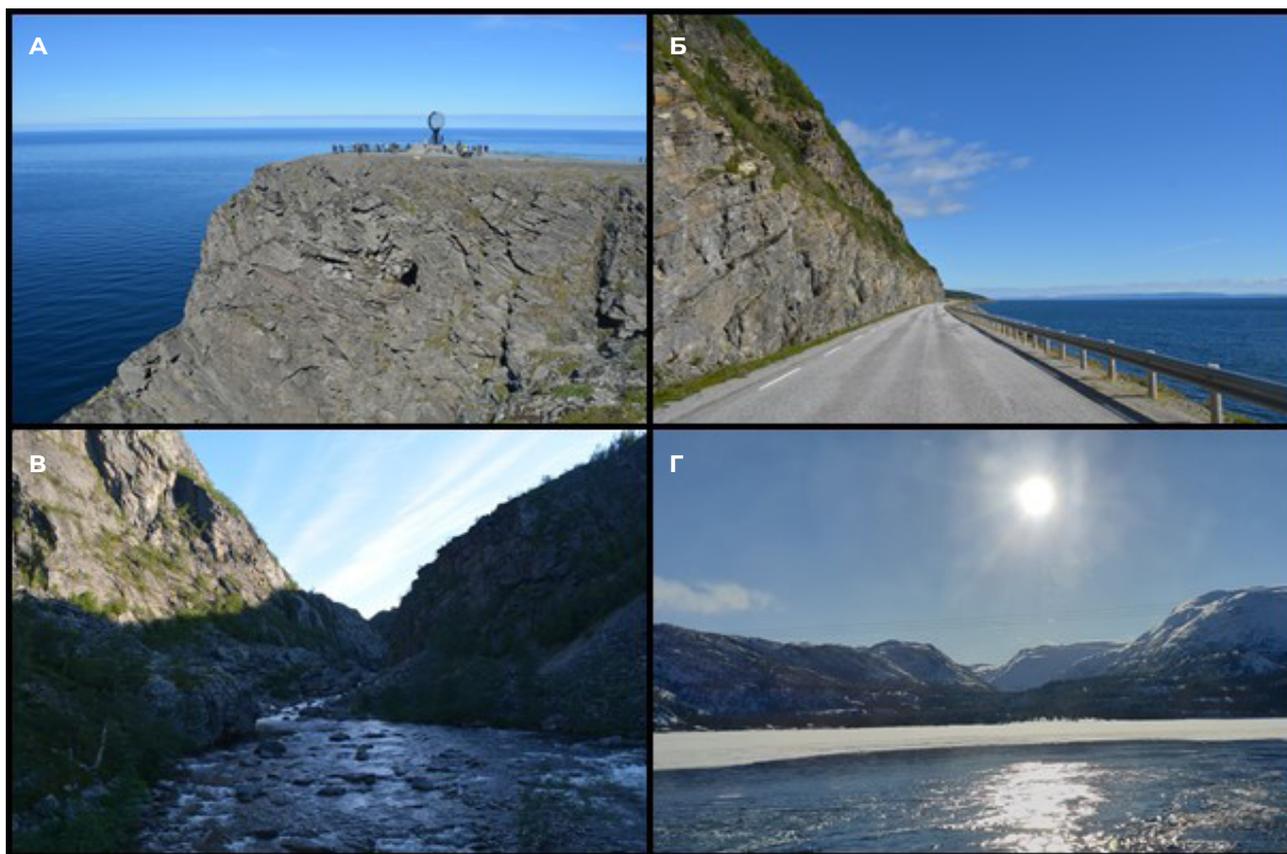
На территории Фенноскандии проживает более 30 млн человек, из них в северной части общая численность составляет более 1,5 млн человек (5,1 % от общей численности населения всей Фенноскандии). Из них в Мурманской области — 0,659 млн, в Карелии — 0,528 млн, Ленинградской области — 1,876 млн, Санкт-Петербурге — 5,600 млн, Финляндии — 5,541 (в арктической части — 0,179) млн, Швеции — 10,42 (0,091) млн, Норвегии — 5,408 (0,075) [12–17].

Рассматриваемое население проживает в таких городах, как Мурманск, Мончегорск, Апатиты Мурманской области; Альта, Хаммерфест на севере Норвегии; Рованиemi, Ивало на севере Финляндии и Кируна на севере Швеции. Среди этих городов крупнейшим является Мурманск с населением более 350 000 человек. В остальных городах проживает менее 100 000 человек. В этом районе расположено множество объектов выдающейся туристической ценности: Нордкап на севере Норвегии, Рованиemi в Финляндии, заповедник Абиско в Швеции. Это также регион, богатый многочисленными месторождениями, разрабатываемыми в обсуждаемых странах. Возросший интерес к этой области приводит к усилению антропогенного давления на природную среду. Это видно по увеличению количества посетителей туристических объектов, а также по повышению интереса к сырьевой базе, необходимой для поддержания инфраструктуры и урбанизации. Деятельность по добыче полезных ископаемых и урбанизации осуществлялась или осуществляется во всех обсуждавшихся областях. Сравнение их друг с другом может позволить нам разработать новые методы устойчивого развития. Ниже описаны регионы Северной Норвегии, Северной Швеции, Северной Финляндии и Мурманской области.

### *Северная Норвегия*

В провинции Финнмарк находятся такие города, как Альта (менее 18 000 жителей), Хаммерфест (около 7000 жителей), Лаксэльв (около 2000 жителей). [18]. В Альтинском районе есть музей, посвященный петрографам, обнаруженным здесь в 1970-х годах и датируемым 2000–7000 лет назад [19]. В соседнем Хаммерфесте находится пристань, от которой отходят корабли в район Шпицбергена и к другим северным территориям Норвегии. Более того, в окрестностях города расположен остров, на котором расположены заводы по сжижению природного газа. К острову ведет автомобильный туннель (рис. 1).

Недалеко к югу (около 20 км) от упомянутого города расположены лососевые фермы, а в районе Квалсунда планируется разработка Нуссиром медных руд в сульфидных [20]. Серьезные опасения вызывает планируемый сброс пустых пород



**Рис. 1.** Пейзаж Норвегии: Нордкап (А), дорога из Лаксэльва в Хоннингсвог (Б), Скандинавские горы возле Кауткейоно (В), зимний пейзаж Альты (Г). (Здесь и далее — фото из архива М. Хубера.)

**Fig. 1.** Landscape of Norway: North Cape (A), road from Lakselv to Honningsvåg (B), Scandinavian mountains near Kautokeyno (B), winter landscape of Alta (Г). (Here and further — a photo from the archive of M. Huber.)

непосредственно в море, что может вызвать закисление вод [21]. Эта деятельность вызывает протесты местного сообщества [22]. Район Лаксэльв — это место, где дорога ведет в Нордкап, расположенный на острове Магероя. Прямо на берегу моря к острову ведет дорога с многочисленными туннелями. На острове имеется инфраструктура, связанная с разработкой основных пород интрузивной свиты Хоннингсвог, обнаруженных на рассматриваемом острове. Эти скалы обнажены прямо на дороге в городе Хоннингсвог. За сезон Нордкап посещают до 8000 человек в день (200 тыс в год) [23]. Это видно по очень сложным условиям подъезда к острову через автодорожный тоннель, по которому наряду с автобусами и кемперами туристы едут на автомобилях, мотоциклах и велосипедах по двум полосам движения, по одной в каждую сторону, что создает высокий риск аварий. Столь большой поток туристов оказывает негативное влияние на природу региона, что проявляется в вытаптывании троп и обнаружении мусора в кемпингах.

### **Северная Швеция**

На севере Швеции в городе Кируна с населением 18 000 человек [24] есть крупный горнодобывающий завод с шахтой и несколькими карьерами, видимыми с подъездной дороги. Горнодобывающие предприятия возвышаются над городом, негативно влияя на городской ландшафт. Особую тревогу вызывают многочисленные свалки отходов и бывшие карьеры Рудник был открыт на рубеже XIX и XX веков [25]. В настоящее время благодаря многочисленным открытиям эта шахта увеличит добычу, что окажет еще большее влияние на ландшафт города. Чуть западнее города находится заповедник Абиско, который был открыт в 1909 году и занимает площадь 77 км<sup>2</sup> [26]. В его районе есть и железнодорожный вокзал, и автобусная остановка. На гору Нуоля можно подняться на кресельном подъемнике. Парк предлагает туристам возможность познакомиться с полярной природой как летом (полярный день), так и зимой (полярная ночь), предоставляя место для наблюдения за северным



**Рис. 2.** Пейзаж на севере Швеции: река Мунионйоки (А), лес в районе Мертаярви (Б), лес в районе Кируны (В), холмы в районе Кируны (Д)

**Fig. 2.** Landscape in northern Sweden: Munionjoki River (А), forest in the Mertajärvi area (Б), forest in the Kiruna area (В), hills in the Kiruna area (Г)

сиянием, свободным от светового загрязнения. В границах парка находится берег озера Торнетраск и близлежащие холмы (рис. 2). Здесь обитает множество представителей флоры и фауны.

### **Северная Финляндия**

Северные районы Финляндии расположены в районе Лапландии, главный город — Рованиеми, с населением около 60 000 человек [27]. Город известен деревней Святого Николая, построенной в 1980-х годах. Деревню Санта-Клауса ежегодно посещают около полумиллиона туристов [28]. Расположение рядом с городом и аэропортом означает, что данный район имеет развитую инфраструктуру, позволяющую принять такой большой поток туристов. Рядом расположены многочисленные отели и рестораны, а рядом с дорогой проложены безаварийные дороги для велосипедов и снегоходов (велосипедные и пешеходные дорожки имеют подземные переходы). Кроме того, в районе Рованиеми есть неболь-

шой трамплин и парк с обозначенными пешеходными тропами и смотровыми вышками, позволяющими полюбоваться пейзажем (рис. 3).

Дальше на север расположен город Ивало, в котором проживает около 4000 человек, и село Инари (менее 1 тыс. жителей) [29]. Рядом находится озеро Инари, площадь которого составляет 17 333,65 км<sup>2</sup> [30]. Это озеро живописно расположено в Лапландском гранулитовом поясе, внутри которого расположены многочисленные холмы и острова (рис. 3). В этом районе есть множество обозначенных троп и хижин для туристов. Есть также места, отведенные под стоянки для туристов, желающих воспользоваться собственным транспортом. В Северной Финляндии в районе Кеми находится крупный горнодобывающий комбинат, где добывают среди прочего хромовую руду. Этот завод вместе с отстойниками занимает площадь 10 км<sup>2</sup> [31]. Видимая инфраструктура шахты возвышается над городом с многочисленными отвалами.



**Рис. 3.** Ландшафт Северной Финляндии: вокруг Рованиеми (А), озеро Инари (Б), многочисленные поля ледниковых валунов (В), регион Лапландии (Г)

**Fig. 3.** Landscape of Northern Finland: around Rovaniemi (A), Lake Inari (B), numerous fields of glacial boulders (B), Lapland region (Г)

### **Мурманская область**

В Мурманской области много городов, крупнейшим из которых является Мурманск — город-порт, центр управления, образования и промышленности региона, крупнейший город, расположенный в Арктике. Здесь расположены многочисленные причалы, используемые для транспортных целей и так называемого северного маршрута. Однако жителям доступен небольшой участок набережной в районе Морского вокзала, где стоит атомный ледокол «Ленин» — судно-музей. В центре города, на холме возле памятника Неизвестному солдату, находится смотровая аллея, дающая возможность полюбоваться городом и Кольским заливом Баренцева моря, а также набережная с точками общественного питания у близлежащей искусственно запруженной дамбы озера Семеновское. В центре города развита инфраструктура гостиниц и общепита. Интенсивно развиваются прогулочные зоны, тропы, треккинг и лыжная инфраструктура.

Компактная застройка в виде высоких кварталов благоприятствует организации городского озеленения, которую берут на себя городские власти (упомянутый променад), а также жители, которые самостоятельно организуют озеленение и цветочные клумбы. Город и область посещают более 450 тысяч туристов ежегодно [32].

Значимую роль в привлечении туристов в Мурманскую область играет город Кировск — развитый туристический центр с многочисленными горнолыжными трассами, гондольными и кресельными подъемниками. Рядом с городом расположена туристическая база, а в центре Кировска — Музей Земли — бесплатное интерактивное место, предлагающее туристам информацию о геологии местности [6].

В меньших масштабах туризм развит в Кандалакшском районе, где возле Белого моря расположены живописные холмы и многочисленные острова. Здесь находятся



**Рис. 4.** Пейзаж Мурманской области: окрестности озера. Малый Вудьявр Хибин (А), Беломорское водохранилище в районе Колвицы (Б), Мончетундра (вид с горы Сопча, В), район Териберки (Г)

**Fig. 4.** Landscape of the Murmansk region: surroundings of a lake. Maly Vudyavr Khibiny (A), White Sea reservoir in the Kolvitsa area (B), Monchetundra (view from Mount Sopcha, B), Teriberka area (Г)

птичьи заповедники, обнажения скальных лабиринтов и выраженная многослойность природы [33], а в Кандалакшских горах — горнолыжные трассы и аренда коттеджей. В Западных Хибинах расположены многочисленные холмы с уникальным рельефом, в том числе самая высокая вершина региона (рис. 4).

Многочисленные геоморфологические формы, обнаруженные здесь, в сочетании с уникальной геологией местности и слоистой природой способствуют пешим прогулкам. Аналогичные ценности представляют массив Мончетундра с водопадом Вайкис, Ловозерские горы и окрестности полуострова Рыбачий. Все эти территории пока слабо развиты для туризма, на них нет баз и приютов, нет хороших подъездных дорог и другой туристической инфраструктуры. Эти территории часто посещаются незапланированно, «в дикой природе», зачастую с использованием неподходящих для этих территорий видов транспорта (квадроциклы, внедорож-

ники и т. п.), что способствует разрушению окружающей среды и засорению.

В области много горнодобывающих предприятий, некоторые из них закрыты (в районе Мончегорска). Выработки и карьеры видны с автомобильной дороги Санкт-Петербург — Мурманск, они не охраняются и могут представлять угрозу для посещающих их туристов. Однако самыми зрелищными являются карьеры, расположенные на южных склонах Хибин.

### Обсуждение

Развитие туризма в северном регионе Скандинавии (включая Мурманскую область) представляет большие перспективы. В этих районах много интересных геоморфологических форм, привлекательных форм неживой природы (горы, реки, озера, море) и кроме того, очень интересная природа и геология. По мере потепления климата и роста занятости в регионе количество посетителей будет

увеличиваться. Это также связано с большой популярностью социальных сетей и интернет-кампаний в сочетании с многочисленными материалами влиятельных лиц, которые охотно посещают различные уголки земного шара, рассказывая миру об исключительно привлекательных местах. Этот шаг может создать возможность увеличить доходы от туризма. Однако для этого необходимо построить туристическую инфраструктуру и адаптировать ее для посетителей. Это касается всех вышеперечисленных стран. Основные угрозы — сложности в обеспечении безопасности туристов и чрезмерное вытаптывание и засорение природы, что является неизбежным в случае растущего числа посетителей. Единственное решение — систематизировать туристический поток, обозначив соответствующие маршруты и построив или улучшив туристическую инфраструктуру, иначе изменения в природе могут оказаться необратимыми или очень дорогими для оживления. В этом случае важно надрегionalное сотрудничество, направленное на повышение качества туристического сервиса в регионе.

С развитием разработки месторождений и транспорта так называемого северного маршрута возрастет потребность в транспортной инфраструктуре и урбанизация региона. Проблема проходимости автомобильных дорог, железнодорожных линий и строительства новых связей с соблюдением требований к окружающей среде — задача, которая будет непростой. В этом случае опыт мурманских градостроителей может быть полезен во многих других регионах Северной Скандинавии при проектировании городов и их окрестностей. В свою очередь, норвежский опыт может оказаться незаменимым при проектировании транспортных дорог, построенных с уважением к окружающей среде. Распространение информации в этой области должно быть ограниченным.

Самой сложной задачей является вопрос разработки месторождений. Опыт массива Мончеплутон может оказаться очень важным для мелиоративных процессов в других регионах Скандинавии. Это также предостережение против слишком поспешного



**Рис. 5.** Горнодобывающие районы: Квалсунд в Норвегии (А), Кируна в Швеции (Б), Кемь в Финляндии (В), Кировск в Мурманской области (Г)

**Fig. 5.** Mining areas: Kvalsund in Norway (A), Kiruna in Sweden (B), Kemi in Finland (B), Kirovsk in the Murmansk region (G)

планирования строительства новых горнодобывающих предприятий. Особенно это касается планируемого рудника в районе Квалсунд (рис. 5).

В процессе разработки месторождений и рекультивации постгорных территорий необходимо межрегиональное сотрудничество, а также разработка методов добычи, которые как можно меньше наносят вреда природной среде. Горнодобывающие предприятия, эксплуатирующие недра, могут влиять на развитие экономики и поддерживать проэкологические инициативы (примером является сотрудничество АО «Апатит» в Апатитах и строящейся туристической базы и музея в Кировске). Важным элементом является усиление заботы об окружающей среде на этих предприятиях и внедрение проэкологических инноваций. Процесс модернизации может оказаться утомительным, но он необходим для минимизации антропогенного давления на природную среду. Только так возможно устойчивое развитие рассматриваемого региона.

## Заключение

Развитие туризма и урбанизация наряду с добычей сырья в Северной Скандинавии, представленные в этой статье, представляют как возможность, так и угрозу для региона. Потепление климата, вероятно, повысит интерес к этому региону как к сфере перспективного развития. Это вызовет прогнозируемый приток рабочей силы и вместе с этим заставит активизировать поиск сырьевой базы, что приведет к увеличению добычи. Туристический интерес уже на протяжении многих лет демонстрирует тенденцию к росту. В результате активность человека увеличится. Эти факторы могут стать возможностью для развития экономики рассматриваемого региона, что может способствовать повышению качества жизни, а также улучшению туристической и транспортной инфраструктуры. Однако неправильное управление этими ресурсами может привести к полной деградации окружающей среды и, как следствие, необратимому разрушению этих ценных территорий. Нерациональное управление может сделать данный регион, несмотря на оптимальные климатические особенности (гораздо более мягкий климат по сравнению с Азиатской

Арктикой), неспособным принимать новых посетителей (как туристов, так и рабочую силу) из-за неподходящей инфраструктуры и, как следствие, быть уничтоженным чрезмерной эксплуатацией и долговременной дорожной рекультивацией этой территории с необратимой утратой ее первоначальных особенностей. Подводя итог, можно сказать следующее.

- Наряду с положительными эффектами в результате увеличения населения, открытия новых шахт (Норвегия), развития дорог (в Северной Скандинавии, соединяющей порт Киркенес и Хельсинки и далее через Финляндию или Швецию в России это проект ЛАВНА, соединяющий Мурманск с Москвой и Санкт-Петербургом) существует и негативный эффект, связанный с загрязнением окружающей среды.
- В Мурманской области имеется множество территорий в состоянии после добычи полезных ископаемых, и в настоящее время важную роль играют рекультивация и строительство необходимой инфраструктуры (например, Апатиты, Канда-лакша, Териберка). Этот опыт может стать важным ориентиром для Швеции и Норвегии. Однако чрезмерное управление месторождениями и необратимые изменения окружающей среды могут стать серьезной проблемой рассматриваемых территорий.
- Чрезмерный и неконтролируемый туризм разрушает природу. Такая ситуация наблюдается как в Норвегии (из-за слишком большого количества туристов), так и в Мурманской области (из-за отсутствия инфраструктуры).
- На территории Фенноскандии имеются необходимые ресурсы для обеспечения чистой энергией, что может стать важной особенностью ее регионов (гидроэлектростанции, приливные электростанции, волны, фотоэлектрические станции, ветряные электростанции).
- Необходимо нормализовать международные отношения, чтобы разработать общую стратегию защиты окружающей среды и эксплуатации Скандинавии.

## Список литературы

1. Lukovich J.V., McBean G.A. Addressing human security in the Arctic in the context of climate change through science and technology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2009;14:697–710. <https://doi.org/10.1007/s11027-009-9191-8>
2. Aune S., Hofgaard A., Lars Söderström L. Contrasting climate — and land-use-driven tree encroachment patterns of subarctic tundra in northern Norway and the Kola Peninsula. *Canadian Journal of Forest Research*. 2011;41:437–449. <https://doi.org/10.1139/x10-086>
3. Callaghan T., Velichko A., Borisova O. Tundra in a changing climate. *Geography, Environment, Sustainability*. 2011;4(3):4–18. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2011-4-3-4-18>
4. Vicente-Serrano S.M., Lopez-Moreno J.I., Beguería S., Lorenzo-Lacru, J., Sanchez-Lorenzo A., García-Rui J.M., Azorin-Molina C., Morán-Tejeda E., Revuelto J., Trigo R. Evidence of increasing drought severity caused by temperature rise in southern Europe. *Environmental Research Letters*. 2014;9(4):044001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/4/044001>
5. Map of the N Europe. Available at: <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/gltiles.html> (accessed 10 December 2023).
6. Huber M., Zhigunova G., Menshakova M., Gainanova R., Iakovleva O. Geoheritage of the Kandalaksha region (Kola Peninsula, White Sea, Arctic Russia), Evaluation, and Geotourism Opportunities. *Geoheritage*. 2022;14:112. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00726-4>
7. Huber M., Iakovleva O., Zhigunova G., Menshakova M., Gainanova R., Moroniak M. Geoheritage of the Western Khibiny Ingenious Alkaline Rocks Intrusion (Kola Peninsula, Arctic Russia): Evaluation and Geotourism opportunities. *Geoheritage*. 2021;13:72. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00592-6>
8. Huber M., Iakovleva O., Zhigunova G., Menshakova M., Gainanova R. Can the Arctic be saved for the next generations? Study of examples and internships in Murmansk District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;678(1):012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/678/1/012031>
9. Huber M., Rusek A., Menshakova M., Zhigunova G., Chmiel S., Iakovleva O. Possibilities of Sustainable Development including Improvement in Air Quality for the City of Murmansk-Examples of Best Practice from Scandinavia. *Climate*. 2022;10(2):15. <https://doi.org/10.3390/cli10020015>
10. Huber M. Sustainable development opportunities for the Kiruna Area (N Sweden). *Aspects in Mining & Mineral Science*. 2023;10(4):000741. <https://doi.org/10.31031/amms.2023.10.000741>
11. Huber M., Alenga D., Kamiński D., Maciołek U., Iakovleva O. Mining in the Arctic, environmental and ecological problems on the example of N Scandinavia (Kvalsund, Norway, Monchegorsk, Russia). *Przegląd Geologiczny = Geological Survey*. 2023;71(5):279–285. (In Polish).
12. Finland population. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/finland-population/> (accessed 10 December 2023).
13. Sweden population. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/sweden-population/> (accessed 10 December 2023).
14. Norway population. Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/norway-population/> (accessed 10 December 2023).
15. Murmansk District population. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Murmansk\\_Oblast](https://en.wikipedia.org/wiki/Murmansk_Oblast) (accessed 10 December 2023).
16. Population of Karelia. Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Republic\\_of\\_Karelia](https://en.wikipedia.org/wiki/Republic_of_Karelia) (accessed 10 December 2023).
17. Population of the Leningrad District. Available at: [https://www.citypopulation.de/en/russia/admin/severo\\_zapadnyj\\_federaln/41\\_\\_leningrad\\_oblast/](https://www.citypopulation.de/en/russia/admin/severo_zapadnyj_federaln/41__leningrad_oblast/) (accessed 10 December 2023).
18. Troms og finnmark population. Available at: [https://www.citypopulation.de/en/norway/admin/54\\_\\_troms\\_og\\_finnmark/](https://www.citypopulation.de/en/norway/admin/54__troms_og_finnmark/) (accessed 10 December 2023).
19. Kolpakov E.M. Economic activities in the petroglyphs of fennoscandia. *Quaternary International*. 2020;541:63–73. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.10.011>
20. Nusir Kvalsund mine. Available at: <https://arcticinfrastructure.wilsoncenter.org/project/nussir-kvalsund-copper-mine> (accessed 10 December 2023).
21. Mun Y., Strmic Palinkas S., Forwick M., Junntila J., Pedersen K.B., Sternal B., Neufeld K., Tibljaš D., Kullerud K. Stability of Cu-Sulfides in Submarine Tailing Disposals: A Case Study from Repparfjorden, Northern Norway. *Minerals*. 2020;10(2): 169. <https://doi.org/10.3390/min10020169>

22. Social protests in Kvalsund. Available at: <https://Thebarentsobserver.com/en/industry-and-energy/2019/02/tailings-be-dumped-sea-copper-minegets-approval> (accessed 10 December 2023).
23. Population of the Kiruna area. Available at: [https://www.citypopulation.de/en/sweden/norrbotten/2584\\_\\_kiruna/](https://www.citypopulation.de/en/sweden/norrbotten/2584__kiruna/) (accessed 10 December 2023).
24. Krolop P., Jantschke A., Gilbricht S., Niiranen K., Seifert T. Mineralogical Imaging for Characterization of the Per Geijer Apatite Iron Ores in the Kiruna District, Northern Sweden: A Comparative Study of Mineral Liberation Analysis and Raman Imaging. *Minerals*. 2019;9(9):544. <https://doi.org/10.3390/min9090544>
25. Rundqvist S., Hedenäs H., Sandström A., Emanuelsson U., Eriksson H., Jonasson C., Callaghan T.V. Tree and Shrub Expansion Over the Past 34 Years at the Tree-Line Near Abisko, Sweden. *AMBIO*. 2011;40:683–692. <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0174-0>
26. Population of Rovaniemi. Available at: [https://www.citypopulation.de/en/finland/lappi/698\\_\\_rovaniemi/](https://www.citypopulation.de/en/finland/lappi/698__rovaniemi/) (accessed 10 December 2023).
27. Santa Claus Village visitors center. Available at: <https://www.visitrovaniemi.fi/love/santa-claus-magic-of-christmas/> (accessed 10 December 2023).
28. Population of Inari. Available at: [https://www.citypopulation.de/en/finland/lappi/148\\_\\_inari/](https://www.citypopulation.de/en/finland/lappi/148__inari/) (accessed 10 December 2023).
29. Lapland Reserve Finland. Available at: <https://www.getyourguide.pl/laponia-12652/-tc172> (accessed 01 October 2022).
30. Huber M. Kemi mine (N Finland) and prospects for its future reclamation. *Environmental and Geoanalysis Journal*. 2022;13(2):1–14. Available at: [http://scipubl.com/EaG2022\\_2\(13\)\\_Full.pdf](http://scipubl.com/EaG2022_2(13)_Full.pdf) (accessed 01 October 2023).
31. Murmansk Visitor center. Available at: <https://visitmurmansk.info/en/> (accessed 01 October 2023).
32. Koryakin A.S., Boyko N.S. The White tailed Sea Eagle *Haliaeetus albicilla* and the Common Eider *Somateria mollissima* in the Gulf of Kandalaksha, White Sea. In: Status of Raptor Populations in Eastern Fennoscandia. Proceedings of the Workshop, Kostomuksha, Karelia, Russia, November 8–10, 2005, p. 49–55.
33. Huber M., Zhigunova G., Menshakova M., Iakovleva O., Karimova M. Geoheritage of the Monchegorsk Igneous Layered Paleoproterozoic Intrusion (Kola Peninsula, Arctic Russia): Evaluation and Geotourism Opportunities. *Heritage*. 2021;4:3583–3610. <https://doi.org/10.3390/heritage4040198>

## Сведения об авторах

**Хубер Милош** — кафедра геологии, почвоведения и геоинформации, Университет Марии Кюри-Скłodовской, Люблин, Польша

ORCID: 0000-0001-7583-6230

Researcher ID: AAJ-5167-2020

Scopus Author ID: 26433500100

[e-mail: mhuber@poczta.umcs.pl](mailto:mhuber@poczta.umcs.pl)

**Яковлева Ольга Александровна** — кафедра прикладной лингвистики, Университет Марии Кюри-Скłodовской, Люблин, Польша

ORCID 0000-0001-5124-6412

ResearcherID: ACQ-2704-2022

[e-mail: yko2004@mail.ru](mailto:yko2004@mail.ru)

## Information about the authors

**Miłosz Huber** — Department of Geology, Soil Science and Geoinformacy, Faculty of Earth Science and Spatial Management, Maria Curie-Skłodowska University, 2d/107 Kraśnickie Rd, 20-718 Lublin, Poland

ORCID: 0000-0001-7583-6230

Researcher ID: AAJ-5167-2020

Scopus Author ID: 26433500100

[e-mail: mhuber@poczta.umcs.pl](mailto:mhuber@poczta.umcs.pl)

**Olga A. Iakovleva** — Department of Applied Linguistics, Faculty of Humanity, Maria Curie-Skłodowska University, 5 Maria Curie-Skłodowska Sq, 20-031 Lublin, Poland

ORCID 0000-0001-5124-6412

ResearcherID: ACQ-2704-2022

[e-mail: yko2004@mail.ru](mailto:yko2004@mail.ru)

**Жигунова Галина Владимировна** — кафедра философии и социальных наук, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», Мурманск, Россия  
ORCID: 0000-0001-7981-9278  
ID РИНЦ: 321778  
SPIN-код: 4554-0448  
183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, д. 13  
Тел.: +7 (921) 273-73-78  
[e-mail: Galina-zhigunova@yandex.ru](mailto:Galina-zhigunova@yandex.ru)

**Galina V. Zhigunova** — Department of Philosophy and Social Sciences, Murmansk Arctic University, Russia, 183010, Murmansk, st. Sportivnaya, 13  
Researcher ID: D-6997-2014  
Scopus Author ID: 57217131539  
[e-mail: Galina-zhigunova@yandex.ru](mailto:Galina-zhigunova@yandex.ru)

### Вклад авторов

**М. Хубер** — сбор, анализ, интерпретация полученных данных; написание статьи;  
**О.А. Яковлева** — редактирование статьи с целью повышения ее научной значимости;  
**Г. В. Жигунова** — окончательная доработка версии работы, которая будет направлена на рассмотрение возможности опубликования.

### Authors' contributions

**Miłosz Huber** — collection, analysis, interpretation of the data obtained; writing the article;  
**Olga A. Yakovleva** — editing the article in order to increase its scientific significance;  
**Galina V. Zhigunova** — final revision of the version of the work, which will be aimed at considering the possibility of publication.

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 378

ББК 74.484

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-92-99>



## Об особенностях внедрения программ магистратуры по языкам народов Арктики в образовательных организациях высшего образования (на примере саамского языка)

Бакула В.Б. ✉, Пастушкова М.А., Саватеева О.В.

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск,  
Россия

✉ [museum-vs@yandex.ru](mailto:museum-vs@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье освещаются особенности внедрения программы магистратуры «Технологии преподавания саамского языка», открытой в Мурманском арктическом университете при кафедре филологии, межкультурной коммуникации и журналистики в 2022/2023 учебном году. Дается краткая характеристика блоков дисциплин и практик, более подробно представлена дисциплина методической направленности «Обучение саамскому языку (начальный этап, школа)». Показана актуальность внедрения магистратуры указанного профиля для ревитализации саамского языка, находящегося на грани исчезновения. Представлены проблемы, способствующие угасанию языка коренного народа Кольского Севера, предложены шаги для возрождения саамского языка.

**Ключевые слова:** кильдинский саамский язык, межпоколенческая передача, ревитализация

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

**Для цитирования:** Бакула В.Б., Пастушкова М.А., Саватеева О.В. Об особенностях внедрения программ магистратуры по языкам народов Арктики в образовательных организациях высшего образования (на примере саамского языка). *Арктика и инновации*. 2024;2(3):94–101. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-92-99>

## Implementation of Master's degree programs in Arctic indigenous languages in the higher education system (on the example of the Sámi language)

Bakula V.B. ✉, Pastushkova M.A., Savateeva O.V.

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск,  
Россия

✉ [museum-vs@yandex.ru](mailto:museum-vs@yandex.ru)

**Abstract.** In this article, we discuss the specifics of implementing the Master's degree program entitled "Technologies of teaching the Sámi language" launched at the Department of Philology, Intercultural Communication,

and Journalism of the Murmansk Arctic University during the 2022–23 academic year. The lectures and practical sessions included in the program are briefly described. The methodological aspects of the discipline “Teaching the Sámi language (initial stage, school)” are presented in greater detail. The relevance of introducing a Master's degree in this profile for reviving the Sámi language, which is on the verge of extinction, is shown. The factors leading to extinction of the indigenous language of the Kola North are outlined; measures for preserving and reviving the Sámi language are proposed.

**Keywords:** Kildin Sámi language, intergenerational transmission, revitalization

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

**For citation:** Bakula V.B., Pastushkova M.A., Savateeva O.V. On the specifics of the implementation of Master's degree programs in the languages of the peoples of the Arctic in educational institutions of higher education (on the example of the Sami language). *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):94–101. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-92-99>

## Введение

По данным Информационных материалов об окончательных итогах Всероссийской переписи населения 2010 г., в России на Кольском полуострове численность саамов — коренного народа Мурманской области — составляла 1771 человек [1].

До недавнего времени в языке кольских саамов насчитывалось 4 диалекта, степень сохранности и статус которых были неоднородны: уже в 2010 году носителей бабинского диалекта саамского языка оставалось 1–2, йоканьгским диалектом владели около 20 человек, нотозерским диалектом — столько же [2, с. 20]. Единственным диалектом, на котором была издана учебно-методическая и художественная литература и который является языком письменности саамов Кольского полуострова, является кильдинский<sup>1</sup>. Более свежих социолингвистических исследований саамских диалектов с точными цифровыми данными с 2010 года не проводилось. Кильдинским языком в 2010 году владели около 700 носителей, сегодня эта цифра значительно меньше, по подсчетам может составлять менее 100 человек, а активных носителей, которые пользуются языком на всех уровнях, до 20. По данным пе-

<sup>1</sup> В западной практике все саамские диалекты называют языками, в российской до недавнего времени они назывались диалектами (традиция ведущего саамоведа Г.М. Керта), в настоящее время по аналогии эту терминологию стали использовать и российские ученые, однако, думается, вопрос о языке или диалекте относительно российских (восточных) саамов все еще является открытым. В отношении кильдинского, который имеет письменность и достаточно большой пласт художественной литературы, мы также употребляем название «язык».

реписи 2020 года, численность российских саамов составила 1530 чел.<sup>2</sup>

Основные характеристики ситуации для саамского языка в Мурманском регионе России были отмечены еще в Трудах Карельского научного центра РАН: «малочисленность этноса, отсутствие статуса титульного языка, незначительная или отставшая во времени активность языковой и образовательной политики в отношении этноса» [3, с. 153].

Проведенные за последние годы исследования позволили прийти к следующим выводам: язык саамов Кольского полуострова относится к постепенно угасающим, что связано со многими причинами, в числе которых проблема его межпоколенческой передачи, невостребованность в среде саамов, отход саамов от традиционных промыслов и традиционного образа жизни, функционирование двух орфографических систем, длительность воздействия на саамский язык русского языка, дисперсность проживания коренного народа, на сегодня еще и отсутствие образовательной среды [4–9].

## Основная часть

По мнению лингвиста А. Кибрика, процесс искоренения языков в России, который происходил не столь интенсивно, «дает исторический шанс затормозить этот процесс, если российское общество и сами этнические группы будут готовы приложить необходимые усилия и предпринять определенные шаги» [10, с. 17]. «Там, где процесс

<sup>2</sup> [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5\\_Nacionalnyj\\_sostav\\_i\\_vladenie\\_yazykami](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami)

межпоколенческой передачи прервался, его нужно восстанавливать, в противном случае ни о каком возрождении языков всерьез говорить не приходится. Направлять все усилия исключительно на сферу школьного образования непродуктивно» [10, с. 22].

С 2004 года саамский язык преподается в школе факультативно и в основном в устной форме, поскольку существует проблема с учебно-методической литературой, которая не соответствует современным требованиям, кроме того, в ней используются разные графические системы. Однако и преподавание саамского языка еще в школе-интернате как предмета не было достаточно эффективным, так как проходило на фоне постоянного снижения мотивации к изучению языка, неостребованности его на всех уровнях жизни саамов. Кроме того, всё более остро заявляла о себе проблема преподавательских кадров, которым негде было повышать квалификацию и которые недостаточно знали грамматику родного языка.

Таким образом, был выявлен ряд проблем, в результате которых вопрос возрождения саамского языка стал актуальным.

О положении его за последние 40 лет написано немало статей, в которых рассматриваются причины угасания языка. В основном говорится о проблемах его преподавания, существовании разных графических систем, качестве учебно-методического материала. Однако только длительный анализ сложившейся ситуации не давал конструктивного результата, для которого требовались решительные и безотлагательные меры.

Мурманский университет не оставался в стороне от проблем саамского языка.

В 2011 г. на базе университета была организована международная конференция «Саамская идентичность: проблемы сохранения языка и культуры на Севере», в ходе которой работала секция «Саамский язык: проблемы сохранения и возрождения», что позволило познакомиться с докладами ученых о способах ревитализации саамского языка [11, 12].

В 2012 г. в Мурманском университете прошел Международный научно-практический семинар «Модель мира коренных малочисленных народов Арктического региона:

динамика взаимодействия языка и культуры в условиях глобализации и регионализации», в рамках которого были подняты вопросы совершенствования образовательных программ для коренного населения, обсуждены проблемы подготовки учебников для малочисленных народов Севера в условиях новых образовательных стандартов, а также проблемы изучения саамского языка в средней школе.

В рамках семинара 30 октября в Ловозере прошел круглый стол «Этнокультурологический контекст преподавания родного языка и литературы в полиэтничной школе», на котором участников познакомили с современным функционированием и преподаванием саамского языка.

Продолжающиеся в течение последующего периода социолингвистические исследования саамского языка позволили наметить перспективу его сохранения.

В сентябре 2021 года в Мурманском арктическом государственном университете была проведена Международная научно-практическая конференция «Сохранение саамского языка в современных условиях» и в ее рамках — международный семинар «Опыт преподавания саамского языка в России и Скандинавских странах». В ходе мероприятий участники рассмотрели перспективы развития саамского языка в России.

В резолюции конференции было сказано, что для сохранения саамского языка необходимо его незамедлительное преподавание в детском саду как обязательного предмета в общеобразовательной средней школе, подготовка кадров высшей квалификации на базе МАГУ.

Самым доступным для высшей школы оказалась подготовка кадров высшей квалификации. С этой целью решено было на базе университета открыть магистратуру «Технологии преподавания саамского языка» по направлению подготовки 45.04.01 Филология. Целью магистратуры стала подготовка квалифицированных кадров в области исследования языка, технологий его передачи и ревитализации.

Несомненно, к этому времени МАГУ обладал необходимыми ресурсами для реализации такой магистратуры. Во-первых, еще

в 2009 и 2010 годах в университете началась подготовка магистров филологического образования по направлению «Языковое образование», «Теория и практика межкультурной коммуникации в полиэтнической и поликультурной среде», «Обучение русскому языку в полиэтнической и поликультурной среде». Во-вторых, с 2008 года в течение нескольких лет при кафедре культурологии и межкультурных коммуникаций, теории языка и журналистики тогда еще Мурманского государственного гуманитарного университета функционировала лаборатория саамского языка, целью которой было проведение научных исследований лексики саамского языка. Все члены лаборатории являлись профессиональными филологами, изучающими кильдинский диалект в рамках задачи лаборатории — иметь знания, умения и навыки прежде всего в области фонетики, лексики и социолингвистики. В-третьих, с 2021 года при кафедре филологии и медиакоммуникаций была открыта магистратура по направлению 44.04.01 — Педагогическое образование, направленность (профиль) — Образование в области родного языка и литературы. Опыт подготовки специалистов в этой области показал, что саамскому языку уделяется недостаточно внимания в рамках такой магистратуры, кроме того, положение саамского языка таково, что требует его незамедлительной ревитализации путем применения специальных технологий и методик.

На магистратуру «Технологии преподавания саамского языка» выделили четыре бюджетных места. В приоритете было знание саамского языка, хотя заявления подали и абитуриенты даже без его минимального знания. В результате поступили пять человек: четыре на бюджет и один на платной основе. Все магистранты имели разный уровень владения языком и опыт работы с ним: один магистрант преподавал саамский язык в колледже, другой — в Национальном культурном центре, третий прекрасно владел кильдинским диалектом и занимался переводческой деятельностью, четвертый — языковыми технологиями, наконец, пятый магистрант имел опыт работы с колтта саамским языком (нотозерский диалект), что оказалось немаловажно, так как этот диалект, по классификации А. Кибрика, находится на грани исчезновения (сегодня осталось только два носителя, оба пожилого возраста). Все магистранты были достаточно мо-

тивированы, что внушало надежду на освоение технологий ревитализации языка, хотя понимали, что только желания будущих магистров будет мало. Необходимо, чтобы и российское общество, и сами этнические группы приложили необходимые усилия и предприняли определенные шаги. Магистратура — только один из этих шагов.

Дисциплины магистратуры были подобраны таким образом, чтобы подготовить специалистов в области ревитализации саамского языка. В программу входили:

1) дисциплины теоретического цикла: саамская этнолингвистика; введение в финно-угорское языкознание; филологические исследования саамского языка — история и перспективы;

2) дисциплины социолингвистической направленности: введение в социолингвистику; положение языков мира и саамского языка; знакомство с мировым опытом и программами ревитализации языков под угрозой исчезновения; языковой сдвиг: мировой опыт, программы ревитализации;

3) дисциплины методической направленности: современные методы и технологии обучения (передачи) саамскому языку; обучение саамскому языку (начальный этап, школа); языковые технологии; грамматика и орфография саамского языка; практика устной и письменной саамской речи; дидактические свойства сети Интернет и методика ее использования в обучении саамскому языку; методика разработки учебников по саамскому языку;

4) дисциплина переводческой направленности — основы подготовки и редактирования саамских текстов.

Важным блоком дисциплин в подготовке специалистов по саамскому языку являлись практики, которых было пять, что соответствовало образовательному стандарту магистратуры по направлению филология. Практики были направлены на закрепление знаний, полученных в ходе изучения теоретических дисциплин, и напрямую связаны с ними. Поскольку основными при передаче саамского языка являются технологии «мастер — ученик» и «языковое гнездо (языковое погружение)», то на практики, направленные на усвоение этих технологий,

отводилось максимальное количество времени, кроме того, они являлись рассредоточенными. Так, отработка технологии «мастер — ученик» проводилась в течение всего времени обучения в магистратуре еженедельно по 3 часа.

Таким образом, для выработки оптимальных методик и технологий передачи/обучения саамскому языку были использованы как традиционные, так и новаторские идеи.

Важным условием сохранения языкового разнообразия России является усвоение языков в раннем детстве [10, с. 23].

Поскольку сегодня процесс межпоколенческой передачи саамского языка прервался, актуальной задачей в рамках ревитализации является его восстановление. В основном носителями языка являются представители старшего поколения, и не все из них обладают знаниями методики преподавания родного языка. Между тем систематическая работа с детьми по обучению саамскому языку требует именно знаний методики преподавания, начиная с дошкольного возраста. Эту задачу выполняла одна из дисциплин методического цикла — «Обучение саамскому языку (начальный этап, школа)».

Сложность заключалась в том, что начинать систематическую работу по обучению языку необходимо с дошкольного возраста, а соответствующей методики для саамского языка не существовало. Есть практика работы с дошкольниками, которая включает знакомство с фольклором, традициями саамов, организацию и проведение праздников, однако практики систематических занятий с дошкольниками по изучению языка до настоящего времени не было.

Данная проблема требовала нестандартного решения, поэтому в качестве базы для методики раннего обучения саамскому языку было решено использовать работы лингвистов, занимающихся методикой преподавания иностранных языков (Е.Н. Соловова, Д.Н. Гальскова, И.В. Вронская, А.И. Иванченко).

Дошкольники, воспитывающиеся в семьях саамов в настоящее время, не воспринимают саамский язык как родной, что является следствием разрыва передачи знаний языка между поколениями. Данный печальный факт дал возможность воспользоваться ме-

тодикой раннего обучения иностранным языкам как базой для создания методики раннего обучения саамскому языку.

Слушатели программы магистратуры знакомились с теоретическими аспектами методики обучения фонетике, лексике, грамматике иностранного языка. Следующим этапом решения задачи было практическое применение методики к саамскому языку, и для этого бесценным ресурсом стали сами магистранты как носители языка, в процессе обучения получившие знания методики.

На практических занятиях магистранты составляли систему упражнений для изучения различных аспектов саамского языка. Результаты данной работы представлены в статьях и выступлениях на конференциях [13, 14].

В настоящее время продолжается совместная работа методистов и носителей языка по созданию практической методики раннего обучения саамскому языку.

Получение степени магистра предполагало написание магистерской диссертации — научной работы по выбранной магистрантом теме: педагогико-методической, социолингвистической, теоретической в области исследования языка или переводческой. Для написания магистерских диссертаций студенты были вооружены необходимыми для этого знаниями, полученными в ходе изучения таких дисциплин, как методология научно-исследовательской деятельности в области филологического образования, филологические основы преподавания родного языка.

Особенностью внедрения программы магистратуры по языку коренного малочисленного народа Севера явилась ее реализация в сетевой форме и привлечение высококлассных специалистов из филиала Федерального института родных языков народов Российской Федерации (г. Якутск), Института лингвистических исследований РАН; Института народов Севера РГПУ им. А.И. Герцена; сектора языкознания Института языка, литературы и истории КарНЦ РАН. Кроме того, было организовано сотрудничество с Карельской региональной общественной организацией «Дом карельского языка» в лице Натальи Антоновой — методиста Дома карельского языка, специалиста по технологии передачи языка «Языковое гнездо», которая предоставила

необходимые методические материалы для работы по технологии «Языковое гнездо», а также щедро поделилась опытом.

## Заключение

Таким образом, магистр филологического образования — выпускник магистратуры по направлению «Технология преподавания саамского языка» — овладел навыками теоретического исследования саамского языка в области грамматики, языковыми технологиями, методикой разработки учебников по саамскому языку, технологиями межпоколенческой передачи родного языка, письменной саамской речью, переводами.

Результатом исследований в рамках магистратуры стали магистерские диссертации «Преподавание саамского языка на Кольском Севере», «Современные технологии в преподавании кильдин-саамского языка», «Технология передачи саамского языка “мастер — ученик”», «Приобщение обучающихся к родному (саамскому) языку в Национальном культурном центре с. Ловозеро», «Обучение колтта-саамскому языку на Кольском Севере». Все эти работы, несомненно, вносят неоценимый вклад в ревитализацию кильдинского и колтта-саамского языков, являясь необходимым условием ее успешности, одним из трех китов языкового возрождения [10, с. 24].

## Список литературы

1. Информационные материалы об окончательных итогах Всероссийской переписи населения 2010 года [интернет]. Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/perepis\\_itogi1612.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/perepis_itogi1612.htm)
2. Шеллер Э. Ситуация саамских языков в России. Наука и бизнес на Мурмане. 2010;(2):15–27.
3. Костина Г.В. Этнокультурные аспекты функционирования саамского языка на Кольском полуострове. Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2012;(4):153–157.
4. Бакула В.Б. Несколько письменных традиций кильдин-саамского языка как основная проблема его сохранения и преподавания. Педагогический ИМИДЖ. 2020;14(2):146–160. <https://doi.org/10.32343/2409-5052-2020-14-2-146-160>
5. Бакула В.Б. Проблемы методического обеспечения преподавания саамского языка. В: Обучение языкам в полиэтнической среде региона : сб. науч. ст. по итогам Всероссийского с междунар. участием науч.-практ. семинара «Обучение языкам в полиэтнической среде региона», Мурманск, 8 апр. 2022 г. Москва: РУСАЙНС; 2022, с. 20–25.
6. Бакула В.Б. Ревитализация саамского языка: языковая среда села Ловозеро. Вестник угроведения. 2023;13(3):571–579. <https://doi.org/10.30624/2220-4156-2023-13-3-571-579>
7. Бакула В.Б., Коренева А.В., Рычкова Т.А. Отношение российских саами к изучению родного языка. Современные наукоемкие технологии. 2022;(8):109–114. <https://doi.org/10.17513/snt.39275>
8. Иванищева О.Н. Саамский язык: проблемы выживаемости в эпоху глобализации // Языковая политика и языковые конфликты в современном мире: Междунар. конф., Москва, 16–19 сент. 2014: Доклады и сообщения. Москва; 2014, с. 444–450.
9. Иванищева О.Н. Сохранять или не сохранять? Проблемы преподавания языка малого этноса (на материале саамского языка). Russian Journal of Education and Psychology. 2015;(4):389–397. <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2015-4-35>
10. Кибрик А.А. Сохранение языкового разнообразия России: контуры программы. Социоллингвистика. 2020;(1):17–28. <https://doi.org/10.37892/2713-2951-2020-1-1-17-28>
11. Тростеруд Т. Роль языковой технологии в сохранении и ревитализации языка. В: Саамская идентичность: проблемы сохранения языка и культуры на Севере: Материалы междунар. науч. конф., г. Мурманск, 10–11 марта 2011 г. Мурманск: МГГУ; 2012, с. 4–12.
12. Шеллер Э. Ревитализация кильдинского языка? Неиспользованные ресурсы. В: Саамская идентичность: проблемы сохранения языка и культуры на Севере: Материалы междунар. науч. конф., г. Мурманск, 10–11 марта 2011 г. Мурманск: МГГУ; 2012, с. 38–47.
13. Пастушкова М.А., Бакула В.Б., Галкина Э.А., Антонова А.И. Начальный этап формирования лексических навыков при изучении саамского языка. В: Обучение языкам в полиэтнической среде региона: сб. науч. ст. по итогам Всероссийского с междунар.

- участием науч.-практ. «Обучение языкам в полиэтнической среде региона» (Мурманск, 5 апреля 2024 года). Москва: РУСАЙНС; 2024, с. 231–237.
14. Пастушкова М.А., Бакула В.Б., Галкина Э.А., Васькова Н.А. Формирование фонематического навыка в дошкольном возрасте как фактор успешного овладения саамским языком. В: Обучение языкам в полиэтнической среде региона: сб. науч. ст. по итогам работы Всероссийского науч.-практ. семинара с международным участием, Мурманск, 7 апр. 2023. Москва: РУСАЙНС; 2023, с. 238–246.

## References

1. Information materials on the final results of the All-Russian Population Census of 2010 [internet]. Available at: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/perepis2010/perepis\\_itogi1612.htm](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/perepis2010/perepis_itogi1612.htm). (In Russ.).
2. Scheller E. The situation of the Sami languages in Russia. *Nauka i biznes na Murmane*. 2010;(2):15–27. (In Russ.).
3. Kostina G.V. Ethnocultural aspects of the functioning of the Sami language on the Kola Peninsula. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences*. 2012;(4):153–157. (In Russ.).
4. Bakula V.B. Several written traditions of the Kildin-Sami language as the main problem of its preservation and teaching. *Pedagogical IMAGE*. 2020;14(2):146–160. (In Russ.). <https://doi.org/10.32343/2409-5052-2020-14-2-146-160>
5. Bakula V.B. Problems of methodological support for teaching the Sami language. In: Teaching languages in a multiethnic environment of the region: a collection of scientific articles based on the results of the All-Russian scientific and practical seminar with international participation “Teaching languages in a multiethnic environment of the region”, Murmansk, April 8, 2022. Moscow: RUSAINS; 2022, p. 20–25. (In Russ.).
6. Bakula V.B. Revitalization of the Sami language: the linguistic environment of the village of Lovozero. *Bulletin of Ugric Studies*. 2023;13(3):571–579. (In Russ.). <https://doi.org/10.30624/2220-4156-2023-13-3-571-579>
7. Bakula V.B., Koreneva A.V., Rychkova T.A. The attitude of Russian Sami to the study of their native language. *Modern high technologies*. 2022;(8):109–114. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/snt.39275>
8. Ivanishcheva O.N. The Kola Saami languages: survival problems during a globalization era. In: Language policy and language conflicts in contemporary world: International Conference, Moscow, 16–19 September 2014: Reports and communications. Moscow; 2014, p. 444–450. (In Russ.).
9. Ivanishcheva O.N. To save or not to save? Problems of teaching the language of a small ethnic group (based on the material of the Sami language). *Russian Journal of Education and Psychology*. 2015;(4):389–397. (In Russ.). <https://doi.org/10.12731/2218-7405-2015-4-35>
10. Kibrik A.A. Preservation of the linguistic diversity of Russia: contours of the program. *Sociolinguistics*. 2020;(1):17–28. (In Russ.). <https://doi.org/10.37892/2713-2951-2020-1-1-17-28>
11. Trosterud T. The role of language technology in the preservation and revitalization of language. In: Sami identity: problems of preserving language and culture in the North: Materials of the international scientific conference, Murmansk, March 10–11, 2011). Murmansk: Murmansk Arctic University; 2012, p. 4–12. (In Russ.).
12. Scheller E. Revitalization of the Kilda language? unused resources. In: Sami identity: problems of preserving language and culture in the North: Materials of the international scientific conference, Murmansk, March 10–11, 2011. Murmansk: Murmansk Arctic University; 2012, p. 38–47. (In Russ.).
13. Pastushkova M.A., Bakula V.B., Galkina E.A., Antonova A.I. The initial stage of formation of lexical skills in the study of the Sami language. In: Teaching languages in a multiethnic environment of the region: a collection of scientific articles based on the results of the All-Russian scientific and practical seminar with international participation “Teaching languages in a multiethnic environment of the region”, Murmansk, 5 April 2024. Moscow: RUSAINS; 2024, p. 231–237. (In Russ.).
14. Pastushkova M.A., Bakula V.B., Galkina E.A., Vaskova N.A. Formation of phonemic skill in preschool age as a factor of successful mastery of the Sami language. In: Teaching languages in the multiethnic environment of the region: a collection of scientific articles based on the results of the All-Russian Scientific-a practical seminar with international participation, Murmansk, April 7, 2023. Moscow: RUSAINS; 2023, p. 238–246. (In Russ.).

## Сведения об авторах

**Бакула Виктория Борисовна** — профессор кафедры филологии, межкультурной коммуникации и журналистики, доцент, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»,  
183010, Россия, Мурманск, пр. Ленина, д. 22, кв. 6  
ORCID 0000-0002-4038-7946;  
ID Web Of Science AAY-8797-2021;  
ID Scopus 57192977256;  
ID РИНЦ 624475  
тел.: +7 (921) 281-65-15  
[e-mail: museum-vs@yandex.ru](mailto:museum-vs@yandex.ru)

**Пастушкова Марина Анатольевна** — доцент кафедры филологии, межкультурной коммуникации и журналистики, доцент, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»,  
г. Мурманск, Россия  
ORCID 0000-0002-2206-5994,  
ID Web Of Science ABA-2374-2021;  
ID Scopus 57209467427;  
ID РИНЦ 736271  
тел.: +7 (909) 561-55-69  
[e-mail: pastushkovamarina@mail.ru](mailto:pastushkovamarina@mail.ru)

**Саватеева Оксана Викторовна** — заведующий кафедрой филологии, межкультурной коммуникации и журналистики, доцент, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»,  
г. Мурманск, Россия  
ORCID 0000-0001-9049-3280;  
ID Web Of Science W-3979-2018;  
ID Scopus 57209477816;  
ID РИНЦ 312481  
тел.: +7 (921) 709-88-14  
[e-mail: ovsavateeva@mail.ru](mailto:ovsavateeva@mail.ru)

## Information about the authors

**Victoria B. Bakula** — Professor of the Department of Philology, Intercultural Communication and Journalism, Associate Professor,  
Murmansk Arctic University  
Murmansk, 22 Lenin Ave., sq. 6, 183010, Russia  
ORCID 0000-0002-4038-7946;  
ID Web Of Science AAY-8797-2021;  
ID Scopus 57192977256;  
ID РИНЦ 624475  
tel.: +7 (921) 281-65-15  
[e-mail: museum-vs@yandex.ru](mailto:museum-vs@yandex.ru)

**Marina A. Pastushkova** — Associate Professor of the Department of Philology, Intercultural Communication and Journalism, Associate Professor,  
Murmansk Arctic University,  
Murmansk, Russia  
ORCID 0000-0002-2206-5994,  
ID Web Of Science ABA-2374-2021;  
ID Scopus 57209467427;  
ID РИНЦ 736271  
tel.: +7 (909) 561-55-69  
[e-mail: pastushkovamarina@mail.ru](mailto:pastushkovamarina@mail.ru)

**Oksana V. Savateeva** — Head of the Department of Philology, Intercultural Communication and Journalism, Associate Professor, Murmansk Arctic University,  
Murmansk, Russia  
ORCID 0000-0001-9049-3280;  
ID Web Of Science W-3979-2018;  
ID Scopus 57209477816; ID РИНЦ 312481  
tel.: +7 (921) 709-88-14  
[e-mail: ovsavateeva@mail.ru](mailto:ovsavateeva@mail.ru)

## Вклад авторов

**Бакула В.Б.** — написание статьи, оформление библиографического списка;  
**Пастушкова М.А.** — написание раздела о дисциплине «Обучение саамскому языку (начальный этап, школа)»;  
**Саватеева О.В.** — корректура статьи, проверка References.

## Authors' contributions

**Victoria B. Bakula** — writing an article, making a bibliographic list;  
**Marina A. Pastushkova** — writing a section on the discipline «Teaching the Sami language (initial stage, school)»;  
**Oksana V. Savateeva** — proofreading the article, checking the References.

## Благодарности

Исследование выполнено в рамках инициативной НИОКР № 124041100057-3.

## Acknowledgements

The reported study was conducted within the independent research and development project No 124041100057-3.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 376.1:364.614.21

ББК 74.202.42+74.247.1

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-100-114>



# Образовательные сообщества сельских школ Арктики (на примере Мурманской области): взгляд на инклюзию в контексте социальной справедливости

Афонькина Ю.А., Кузьмичева Т.В. ✉

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», Мурманск,  
Россия

✉ [kuzmichevatv@mauniver.ru](mailto:kuzmichevatv@mauniver.ru)

**Аннотация.** Статья отражает современную проблему поиска и обоснования механизмов развития инклюзивного образования. Актуальность исследованию придает также арктический контекст, что соответствует гносеологической потребности современного научного междисциплинарного знания в развитии проблемного поля инклюзивного образования, приоритетам государственной политики, ожиданиям и запросам региональных сообществ. Целью исследования выступило изучение социального взаимодействия субъектов сельских школ Арктики с позиции включенности как показателя социальной справедливости (на примере Мурманской области). Предмет изложения материала статьи раскрывается через построение конфигурации и описание моделей сельских школ на основе разработанных критериев, типологизации трудностей педагогов в социальном взаимодействии в ходе инклюзивного образовательного процесса, в том числе в процессе использования дистанционных технологий. Основные результаты исследования показали, что типичными моделями сельских школ в Мурманской области выступают: «пригородная школа» и «удаленная школа», включающая варианты: «школа — территориальная кооперация», «приграничная школа», «изолированная школа», «школа коренного населения». Во всех моделях сельских школ при успешном формировании внешних и внутренних социальных связей отражается кадровый дефицит специалистов дефектологического профиля, проявляются трудности педагогов методического, организационного и социального характера; имеется недостаточная физическая доступность образовательной среды, что служит барьером достижения социальной справедливости. Выявленная региональная специфика моделей сельских школ выступает обоснованием для проблематизации, понятийной и содержательной разработки арктической педагогики. Полученные результаты применимы для дальнейших теоретико-эмпирических изысканий в области инклюзивного образования, а также для разработки региональных программ развития инклюзивных образовательных практик с учетом дифференциации социальных условий.

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья, обучающиеся с инвалидностью, социальная справедливость, социальное доверие, взаимодействие

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

**Для цитирования:** Афонькина Ю.А., Кузьмичева Т.В. Образовательные сообщества сельских школ Арктики (на примере Мурманской области): взгляд на инклюзию в контексте социальной справедливости. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):102–116. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-100-114>

# Educational communities of rural schools in the arctic (on the example of the Murmansk oblast): A social justice perspective on inclusion

Yulia A. Afonkina, Tatyana V. Kuzmicheva

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

✉ [kuzmichevatv@mauniver.ru](mailto:kuzmichevatv@mauniver.ru)

**Abstract.** The article addresses the current problem of searching and substantiating mechanisms for the development of inclusive education. The research relevance is also determined by the Arctic context, which corresponds to the epistemological need of modern interdisciplinary knowledge in the development of inclusive education, the priorities of state policy, as well as to the expectations and demands of regional communities. The authors aim to study social interactions within rural schools in the Arctic from the standpoint of inclusion as an indicator of social justice (on the example of the Murmansk Oblast). To that end, rural schools are modelled and described based on the developed criteria. Difficulties experienced by the teachers in the course of inclusive educational process, including when using distance technologies, are typified. According to the results obtained, typical models of rural schools in the Murmansk Oblast include suburban schools and remote schools and their following variants: the school as a territorial cooperation, a border school, an isolated school, and an indigenous school. In all rural school models, under successful formation of external and internal social ties, a shortage of special education teachers is observed. The teachers face methodological, organizational, and social difficulties. In addition, the educational environment is not sufficiently accessible, which forms barriers to social justice. The revealed regional specificity of rural schools serves as a justification for a conceptual and substantive development of Arctic pedagogy. The results obtained are useful for further theoretical and empirical research in the field of inclusive education, as well as for the development of regional programs of inclusive educational practices, taking the differentiation of social conditions into account.

**Keywords:** inclusive education, students with disabilities, disability, social justice, social trust, interaction

**Conflict of interest:** the authors report that there is no conflict of interest.

**For citation:** Afonkina Yu.A., Kuzmicheva T.V. Educational communities of rural schools in the Arctic (on the example of the Murmansk region): A look at inclusion in the context of social justice. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):102–116. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-100-114>

## Введение

Идея инклюзивного образования получила распространение в современной российской действительности, однако ее развитие происходит с разной степенью успешности. Опыт инклюзии складывается в разных школах неравномерно, что зависит, во-первых, от тех ресурсов, которые школа аккумулирует для создания специальных условий, учитывающих разные образовательные потребности обучающихся, а во-вторых, от социально-образовательных барьеров, препятствующих использованию этих ресурсов, многие из которых имеют региональную специфику.

Необходимость поиска механизмов развития инклюзивных образовательных практик, которые учитывали бы современную социальную ситуацию развития взрослого человека, ориентирует на теоретико-эмпирическое осмысление имеющегося опыта инклюзии исходя из принципов инклюзии. Среди таковых выделим принцип социальной справедливости, который рассматривается исследователями, педагогическим сообществом, представителями общественных движений по всему миру как средство построения более справедливого общества в широком смысле, а в узком — как общая нравственная характеристика совместной жизни людей [6].

В целом социальная справедливость есть обеспечение равного доступа ко всем благам, накопленным обществом, всех людей, независимо от места их проживания и особенностей: национальных, языковых, социальных, религиозных, состояния здоровья и других, раскрывающих разнообразие современного общества в целом и детской популяции в частности. В психолого-педагогическом ключе мы понимаем социальную справедливость как включенность, взаимозаинтересованность и взаимную поддержку, возникающие во взаимодействии субъектов инклюзивного образовательного процесса: педагогов разного профиля, обучающихся и их родителей.

Различные аспекты профессионального взаимодействия субъектов в инклюзивном образовании стали предметом широкого круга научных исследований (О.И. Кукушкина, Е.Л. Гончарова, Н.Н. Малофеев [16], С.Б. Лазуренко, Т.А. Соловьева, Ю.О. Филатова [17] и др.). Вовлечение ребенка в образовательную деятельность, проявление его активности позволяет ему быть успешным, накапливать позитивный социальный опыт для выработки своей жизненной стратегии, позволяющей ему максимально реализовать себя как личность. И здесь важным является то, насколько каждый педагог способен распознать особенности индивидуального развития ребенка, проявляющиеся в разных образовательных ситуациях, объективирующихся в его поведении, и предложить эффективные психолого-педагогические инструменты их преодоления. Следует подчеркнуть, что роль специалистов (дефектологов, психологов, педагогов) при установлении иерархии имеющихся у ребенка проблем не может быть сведена к формальному подключению клинического диагноза данными, полученными на основе эмпирического использования разрозненных диагностических проб и произвольной интерпретации их результатов. Лишь на основе взаимного и осмысленного обмена информацией об особенностях индивидуального развития ребенка возможно полноценное сотрудничество специалистов, имеющее не иерархический, а паритетный характер (И.А. Коробейников [12]). Одним из эффективных инструментов организации взаимодействия педагогов, дефектологов и психологов является мониторинг индивидуального развития ребенка с ОВЗ,

позволяющий специалистам не только получить объективные данные об особенностях развития ребенка, осуществить обмен диагностической информацией, но и своевременно внести коррективы, обновить формы, методы, приемы и содержание образовательного процесса детей с ОВЗ, с инвалидностью, тем самым максимально раскрыть образовательный потенциал каждого ребенка (Т.В. Кузьмичева [13, 15]).

Особое значение изучение инклюзивного образования в контексте социальной справедливости имеет на арктических территориях, которые при их высоком геополитическом и промышленном значении характеризуются, как показывают исследования, большой техногенно и климатически обусловленной нагрузкой на организм человека, сложной социально-демографической динамикой, недостаточно высоким качеством жизни, и как следствие — низкой стрессоустойчивостью и повышенной заболеваемостью населения, в том числе детского (Л.Н. Белоножко [4], А.Б. Гудков, Г.Н. Дегтева, О.А. Шепелева [7], В.В. Пожарская [21], А.А. Проворова, Е.В. Смиреникова, А.В. Уханова [22]).

В сложившемся научном дискурсе арктическая школа понимается и исследуется преимущественно как школа коренных народов Севера, в том числе с точки зрения ее институциональных функций по сохранению родного языка и культуры, повышения доступности образования [5, 11, 18, 19, 20 и др.]. При всей значимости такого подхода следует отметить, что уязвимых групп детей на арктических территориях представлено гораздо больше. Таковыми являются группы детей с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ), инвалидностью, что определяется высокими рисками нарушений детского здоровья в Арктике.

Необходимо также отметить неблагоприятное социальное положение детей с инвалидностью и их семей в арктическом городе, обусловленное в большей степени социально-психологическими барьерами и низкой адаптированностью городского пространства к их потребностям, что приводит к нарушению территориального поведения и психологического комфорта, а также наличие социальных и иных барьеров в образовательной среде (Ю.А. Афонькина [1, 2, 3]).

Между тем, несмотря на очевидную актуальность исследований инклюзивного образования детей с ОВЗ, инвалидностью с точки зрения обеспечения социальной справедливости на арктических территориях, на сегодня она не нашла своего выражения в психолого-педагогической парадигме, что определило актуальность и новизну проведенного исследования.

В нашем исследовании теоретический базис составляет социокультурный подход, согласно которому категория «разнообразия» (разнообразия образовательных потребностей, разнообразия языка и культуры, разнообразия социальных условий и др.) признается основой развития инклюзивной образовательной практики. Данный подход раскрывается в научных положениях Л.С. Выготского [5] и его учеников через идею культурного посредничества, связанного с пониманием межличностных взаимодействий как инструмента освоения культуры. Также важен акцент на социальной ситуации развития в качестве исходного момента всех изменений в личности ребенка и на определении ведущей роли его творческой активности в качестве субъекта инклюзивного образования.

В современной отечественной науке социокультурный подход к изучению проблем инклюзивного образования представлен в двух основных аспектах. Во-первых, с позиции создания специальных условий он раскрыт в работах С.В. Алехиной, Е.В. Самсоновой, А.Ю. Шеманова и соавторов [23], Т.А. Соловьевой [24] и др. Ученые рассматривают современную школу в качестве одного из ведущих социальных институтов, который обеспечивает защиту права любого ученика на образование, создавая условия для активного развития личности, в том числе в аспекте позитивной саморегуляции. Во-вторых, достаточно широко в исследовательском поле отражена проблематика инклюзивной культуры, которая анализируется как в качестве научного концепта (Н.В. Старовойт [25] и др.), так и в системе взаимосвязей концептов «инклюзивная культура», «инклюзивная педагогика», «инклюзивная дидактика» (Д.А. Шевелева [26]). Особый интерес представляют исследования О.А. Денисовой и О.Л. Лехановой [9], раскрывающие вопрос инклюзивной культуры с позиции сетевого взаимодействия партнеров в практике инклюзивного высшего образования и формирования инклюзивной политики вуза.

Социокультурный подход отражен как важное методологическое основание инклюзивного образования в ряде зарубежных исследованиях. Причем наиболее существенное место уделяется его социальным аспектам, отражающим разнообразные практики взаимодействия. В образовательном контексте он раскрывается через изучение социальных навыков педагогов (E. Kesalaht, S. Uayrynen [33]), принципов выбора и использовании разных моделей взаимодействий в образовательных организациях (C. Forlin, M.G. John Lian [29], L. Goe, A. Croft, D.J. Reschly [30]); кооперативного обучения через развитие академических и социальных навыков учащихся с ОВЗ в условиях командной работы при непосредственном контроле педагога и способов встраивания социальных навыков в общий перечень планируемых результатов обучения способствует, по мнению исследователя, эффективному управлению классом (E. Jensen, S. Ncube [31, 32]); позиции педагога (K.F. Poon-McBrayer [34]). В исследовании S. Dukuzumuremyi, P. Siklander [28] обоснованы вариативные модели взаимодействия учителя с учениками в разных образовательных ситуациях, которые дают понимание важности таких качеств педагога как гибкость и эмпатичность для решения задач инклюзивного образования.

При всем разнообразии фокусов зарубежных исследований инклюзии в образовании как проявления социальной справедливости и масштабности практического воплощения идеи образовательной инклюзии отмечают его риски, а именно через анализ социального поля образовательной деятельности, понимание которых важно для подготовки педагогов (M. Ben-Peretz, M.A. Flores [27]).

Подчеркнем, что особое значение для научного осмысления проблем инклюзивного образования, теоретического обоснования и практической разработки ресурсов и инструментов его развития имеют компаративные исследования, раскрывающие его смысловые и практические аспекты и связывающие специфику его рисков и возможностей с социокультурным полем (S. Väyrynen, E. Kesälähti, T. Pynninen, J. Siivola, N. Flotskaya, S. Bulanova, O. Volskaya, Z. Usova, T. Kuzmicheva, Y. Afonkina [35]).

С целью изучения социального взаимодействия субъектов сельских школ Арктики

на основе социокультурного подхода с позиции включенности как показателя социальной справедливости нами было проведено в 2021–2023 годах экспериментальное исследование на базе школ Мурманской области. Задачами исследовательской работы выступили изучение особенностей социального взаимодействия в инклюзивном образовательном пространстве сельской школы; разработка критериев систематизации эмпирических фактов, отражающих инклюзивные процессы в сельской школе Арктике, структурирование и описание сложившихся в инклюзивной практике моделей сельских школ, характерных для Мурманской области, а также выделение факторов, влияющих на социальное взаимодействие в школьном сообществе.

В качестве гипотезы выдвинуто предположение о том, что сельская школа в Арктике выступает как особый социальный организм, влияющий на формирование саморазвивающейся личности детей-северян как представителей арктического сообщества, а также на содействие развитию самой сельской территории. Мы исходим из того, что отсутствие учета специфики сельской школы арктического региона затрудняет выбор оптимальных способов управления развитием школьной инклюзивной среды в арктическом регионе.

В исследовании нами использовались методы наблюдения, анализа сайтов школ, опрос, а также предложенный нами авторский метод педагогического диалога с экспертом, который предполагает максимально свободное изложение педагогом ситуации своих профессиональных затруднений на основе рефлексии собственного опыта и осмысления имеющихся знаний [14]. Всего в исследовании на его разных этапах приняли участие 123 учителя и 41 ученик.

## Результаты исследования

На основе предложенных для систематизации эмпирических результатов исследования критериев, среди которых территориальная расположенность школы (близость/удаленность от городских поселений); количество обучающихся, их национальный состав и территория проживания; характеристика кадров, особенности организации образовательного процесса (наличие разновозрастных классов в школе, количество

классов; их наполняемость, профилизация; наличие индивидуальных образовательных маршрутов, учитывающих разнообразие образовательных потребностей; структура социокультурной среды школы), нами выделены дифференцированные модели сельских школ на территории Мурманской области: «пригородная школа» и «удаленная школа», вторая из которых представлена несколькими вариантами.

## Модель «пригородная школа»

Сельская школа расположена в непосредственной близости от городских поселений и связана с городом хорошей логистикой. Многие занятия в свободное время дети по желанию их самих и их родителей проводят в городе, например занятия по интересам и/или дополнительные занятия по учебным предметам. По этой причине нередко значимые социальные взаимодействия с другими детьми аккумулируются вне школы.

Для детей с ОВЗ реализуются индивидуальные образовательные маршруты, основанные на гибких учебных планах. В школе для преодоления трудностей в освоении языка и коммуникации дети с ОВЗ кроме уроков занимаются с логопедом, психологом, которые входят в состав педагогического коллектива школы.

Количество обучающихся в школе превышает 300 человек. Их национальный состав разнообразен: в школе обучаются дети из семей, приехавших на Север из других регионов России от нескольких лет до нескольких десятилетий назад, дети из семей мигрантов из стран СНГ. Однако все они проживают в настоящее время в компактной близости от школы.

Состав педагогов разновозрастной, есть молодые педагоги и педагоги с большим стажем работы, не менее половины из которых имеют высокую профессиональную категорию. Однако большинство педагогов проживают в близлежащих городских поселениях и не принадлежат к местному сообществу, проживающему на территории, где расположена школа. Такая ситуация способствует определенной разобщенности педагогов и учеников, так как учителя в большинстве не принадлежат к сообществу сельской территории.

В школе представлены классы с большой наполняемостью — до 30 учеников и обеспечивается полный цикл основного общего образования с 1-й по 11-й класс. 10-й и 11-й классы являются профильными, где учебные предметы дифференцированы по областям науки — гуманитарные, физико-математические, химико-биологические и т. д.

## Модель «удаленная школа»

«Удаленная школа» расположена вне близости к тому или иному городскому поселению и имеет разную логистическую доступность.

*Вариант 1. «Школа — территориальная ко-операция».* Она может быть расположена с разной удаленностью от города, однако школы данного типа объединяет тот факт, что в ней обучаются дети из разных прилегающих к территории школы сельских поселений. Ученик с ОВЗ получает специальную помощь логопеда и психолога в школе, а при необходимости обращается в Ресурсные центры Мурманской области. Их национальный состав представлен разными народностями России, более или менее длительно проживающих на Севере. Средний педагогический стаж учителей — около 30–35 лет, недостаточно молодых кадров. Классы, как правило, имеют хорошую наполняемость — от 20 до 30 учеников. Школа обеспечивает полный цикл основного общего образования и дает профилизацию.

*Вариант 2. «Приграничная школа».* Школа расположена удаленно от городских поселений, однако сельская территория имеет хорошее транспортное сообщение с городом. Ученики с ОВЗ получают в школе всю необходимую образовательную поддержку, согласно индивидуальным образовательным маршрутам. Национальный состав учеников разнообразен и представляет разные регионы России. Многие из семей недавно проживают на севере. Средний педагогический стаж учителей — около 25 лет, есть молодые кадры. Более чем у половины учителей высшая квалификационная категория. Классы (с 1-го по 11-й) имеют высокую наполняемость. Школа обеспечивает полный цикл основного общего образования и дает профилизацию.

*Вариант 3. «Изолированная школа».* Школа находится удаленно от городских поселений

и логистически изолирована от других территорий по климатогеографическим причинам. Это малокомплектная школа с неполным циклом обучения — с 1-го по 9-й класс. Педагогический стаж учителей — 30 лет и более. Кадровый состав практически не обновляется. Формируются небольшие по количеству учеников разновозрастные классы. Ученики с ОВЗ, инвалидностью включены в школьную среду, но есть проблемы с оказанием им систематической специальной помощи в плане преодоления трудностей в их развитии из-за отсутствия в школе специалистов — логопедов, психологов, дефектологов. Данная проблема решается путем выезда из городского центра бригады специалистов для оказания помощи учителям в разработке индивидуальных образовательных маршрутов. Практикуется онлайн-консультирование учителей специалистами Региональных ресурсных центров сопровождения детей с ОВЗ, инвалидностью.

*Вариант 4. «Школа коренного населения».* Школа находится удаленно от городских поселений, но налажена логистика с другими территориями, в том числе городскими. Дети коренного народа — саами — обучаются вместе с другими детьми. Поддержка родного языка обеспечивается в процессе внеурочной деятельности — через занятия в кружках по интересам, участие в творческих мероприятиях (фестивалях, конкурсах). Это школа с полным циклом обучения — с 1-го по 11-й класс. Педагогический стаж учителей — 30 лет и более. Формируются разновозрастные классы по количеству учеников. Обучающиеся с ОВЗ, инвалидностью включены в школьную среду, но остро стоит проблема оказания им систематической специальной помощи в плане преодоления трудностей в их развитии из-за отсутствия в школе специалистов дефектологического профиля. Практикуется онлайн-консультирование учителей специалистами Региональных ресурсных центров сопровождения детей с ОВЗ, инвалидностью, а также социальноориентированных некоммерческих организаций, например Социальный центр — SOS Мурманск.

Важно отметить, что во всех сельских школах независимо от модели организации созданы следующие условия: обучение протекает в очной форме с элементами дистанционного формата; разработаны и реализуются адаптированные образовательные

программы; обеспечен доступ к интернету, что значительно расширяет информационное пространство; созданы компьютерные классы; педагоги раз в три года повышают свою квалификацию; созданы условия для участия всех учеников в социокультурной деятельности — волонтерстве и социальных акциях, ученическом самоуправлении, праздничных мероприятиях, фестивалях; много внимания уделяется региональному компоненту образования, краеведческим знаниям, социально значимым для территории проживания делам и традициям. Такие общие дела значительно повышают сплоченность, позволяя осваивать детям с разными образовательными потребностями разные способы и формы взаимодействия в школьном сообществе, формируя социальное доверие.

Далее в логике исследования представим результаты изучения профессиональных затруднений педагогов сельских школ Мурманской области в сфере социального взаимодействия с обучающимися, имеющими особые образовательные потребности в условиях инклюзии, которые были выявлены с помощью авторского метода педагогического диалога с экспертом. Эти затруднения, как показало проведенное исследование, образуют социально-образовательные барьеры, препятствующие развитию социального доверия в школьном сообществе.

У 96,7 % педагогов отмечены **методические затруднения (первый тип)**, которые подразделяются на несколько разновидностей — диагностического и коррекционно-развивающего и информационного характера.

*Затруднения диагностического характера* присущи 82,9 % педагогов. Они выражаются в трудностях распознавать индивидуальные психосоциальные особенности ребенка с ОВЗ, инвалидностью, определять специфику его социального взаимодействия, а также адаптационных и компенсаторных ресурсов обучающегося, которые позволили бы ему органично влиться в сообщество школы. Педагоги фиксируют отдельные факты, указывающие на несформированность мотивации ребенка, его эмоциональную нестабильность, малую общительность, низкую работоспособность, но при этом не устанавливают во многих случаях содержательных связей между эти-

ми особенностями и достаточно редко говорят о его «сильных сторонах развития». Сами учителя объясняли свои затруднения диагностического характера недостатками профессиональной коммуникации с такими специалистами, как психологи, логопеды, дефектологи, или отсутствием данных специалистов в штате школы.

88,6 % педагогов отметили *затруднения в сфере решения коррекционно-развивающих задач в контексте социального взаимодействия* как с обучающимися, так и с их родителями; констатировали отсутствие или недостаточность доверия и взаимопонимания, что безусловно затрудняет партнерские отношения с семьей ученика. При этом, как отметили педагоги, вне школьной среды, в личном общении, взаимодействие может быть достаточно продуктивным. Учителя отмечали, что испытывают потребность в освоении приемов коррекции и развития у ребенка вербальной коммуникации, регуляции эмоциональных состояний, учебной мотивации, повышения познавательной активности, целенаправленности и результативности действий учеников с ОВЗ как на уроке, так и вне его.

*Затруднения информационного характера* (доступ к цифровым учебно-методическим комплексам, информационно-образовательным порталам профессиональной направленности, электронным библиотекам и другим источникам необходимой информации, которая могла бы помочь педагогу эффективно взаимодействовать с субъектами инклюзивного образовательного процесса) проявились у 78,8 % педагогов. При этом они отмечали, что в школе создана информационная среда, есть доступ к интернет-ресурсам.

**Организационные затруднения (второй тип)** проявились у 93,5 % учителей. К ним мы отнесли нормативно-правовые, инфраструктурные и дисциплинарные затруднения.

*Нормативно-правовые затруднения* обозначили 65,8 % учителей. Им сложно было определить зону ответственности, права и обязанности всех субъектов школы. Не владея в необходимой степени содержанием нормативно-правовых документов, они пытались рассмотреть многие проблемные, актуально или потенциально

конфликтные ситуации исходя из собственного мнения, нередко не соответствующего законодательно закрепленным правилам.

Затруднения, связанные с инфраструктурными и материально-техническими факторами, а именно необходимость дополнительного мультимедийного оборудования, его программного обеспечения, наличия специально оборудованных помещений (игровой комнаты, комнаты психологической разгрузки, помещений для проведения досуга и кружковой работы, отдельной раздевальной комнаты и пр.), расширения библиотечного фонда, адаптированного с учетом особенностей восприятия детей с ОВЗ, развитие пространственной доступности, безопасной и комфортной логистики внутри школы и на пришкольной территории отметили 82,1 % педагогов.

Затруднения, связанные с руководством деятельностью обучающихся и ее регламентацией, в том числе с организацией активности ребенка с ОВЗ в общем темпе и ритме урока, стимулированием и поддержанием его инициативы и самостоятельности, оказанием помощи ребенку в освоении правил школьной жизни, имеют 72,3 % педагогов. Они отмечали, что ребенок с ОВЗ на уроке ведет себя иначе, чем другие дети, что дезориентирует самого педагога.

**Социальные затруднения (третий тип) проявились** у 65,8 % учителей. Данные затруднения мы разделили на *смысловые* и *операциональные*.

*Смысловые* затруднения определяются пониманием социальных принципов инклюзии. Отметим, что 100 % педагогов, участвующих в исследовании, поддерживают идею инклюзивного образования. В то же время 41,5 % считают, что для детей с ОВЗ наиболее эффективны индивидуальные формы обучения, объясняя это тем, что им трудно усваивать материал одновременно с другими детьми. То есть имеет место ориентация не на поиск способов вовлечения и удержания ребенка в коллективных форматах обучения, а акценте на его дефицитах в учебном взаимодействии и на этой основе дистанцирование ученика с ОВЗ от остальных детей.

*Операциональные* затруднения, которые связаны с социальными навыками, обеспечивающими взаимодействие с детьми, их

родителями, другими педагогами, а также оказание помощи разным детям в общении друг с другом, формирования детского коллектива, поддержания благоприятного психологического климата и эмоционального комфорта всех детей, выделили 34,9 % учителей.

Важно подчеркнуть, что существенной зависимости выделенных затруднений первого (методических) и второго типа (организационных), ориентируясь на модель сельской школы, не выявлено. Социальные затруднения (третий тип) наиболее характерны для таких моделей сельских школ, как «пригородная школа» и «школа — территориальная кооперация», что, по нашему мнению, объясняется принадлежностью педагогов и/или учеников к разным территориальным сообществам, а также преобладанием значимых социальных контактов вне школы над контактами в школьном социуме.

Отдельным направлением исследования выступило изучение социального взаимодействия учителя и ученика при использовании дистанционных технологий обучения.

Среди своих профессиональных трудностей педагоги отмечали, что сложно удерживать внимание конкретного ученика (74,7 %), заметить его затруднения в освоении материала (70,7 %), побудить к активному погружению в материал (88,6 %), к самостоятельности (87,0 %), вызвать ответственность за результат (85,4 %).

Большинство обучающихся указали на повышенные к ним требования (89,2 %); большой объем самостоятельной работы (92,7 %); сложность контактов с педагогами из-за технических и других проблем (92,7 %); влияние отвлекающих раздражителей домашней обстановки, снижающих внимание (73,2 %); сужение сферы общения со сверстниками (51,2 %).

Таким образом, применение дистанционных технологий выявило проблемы в самоорганизации учеником учебной деятельности, неготовность эффективно действовать в отсутствие прямого контроля учителя, рационально распределять свое время. Со стороны учителя выявлены дефициты, связанные с поддержанием социальных интеракций с учениками в ходе дистанционного обучения, что определило

трудности индивидуализации обучения детей с ограниченными возможностями здоровья.

Большинство учителей считают ответственными за налаживание социальных взаимодействий в дистанционной образовательной ситуации самого ребенка (82,9 %) и/или его родителей (86,2 %). В ряде случаев они объясняли свои трудности во взаимодействии с учеником и техническими сложностями (48,0 %). Ученики преимущественно возлагают ответственность на учителя (87,8 %) и несколько реже — на родителей (31,7 %). Таким образом, локус контроля участники социального взаимодействия смещают на партнера по общению, что снижает их собственную активность и мотивацию.

## Выводы

Проведенное исследование позволило прийти к ряду выводов.

1. Инклюзивное образование в сельской школе Арктики может быть содержательно охарактеризовано с позиции ряда разработанных критериев, раскрывающих ресурсы и барьеры обеспечения социальной справедливости. К ним мы относим территориальную близость школы к городским поселениям и логистическую доступность городских поселений. Важной сферой эмпирического анализа выступает наличие индивидуальных образовательных маршрутов, учитывающих разнообразие образовательных потребностей обучающихся и достаточность специальных условий для их реализации. Рассматриваются способы компенсации кадрового дефицита в аспекте оказания обучающимся с ОВЗ, инвалидностью специальной помощи по месту получения образования. Также следует обращать внимание на количество обучающихся в школе и в классах, их национальный состав для создания инклюзивного («принимающего») микроклимата в школе. Важным критерием выступает характеристика кадрового состава школы с позиции профиля, квалификации, соотношения молодых и опытных педагогических кадров. Рассматриваются особенности организации образовательного процесса через наличие разновозрастных классов, общего количества классов, их наполняемости; уделяется внимание формам и психолого-педагогическим средствам профилизации, а также содержа-

нию и формам реализации регионального компонента образования. Особое внимание уделяется структуре социокультурной среды школы. Также выявляются внешние связи школы с социумом на территории ее расположения, в том числе через добровольческую и иную социальную активность обучающихся.

2. Типичными моделями сельских школ Мурманской области выступают «пригородная школа» и «удаленная школа», вторая из которых представлена несколькими вариантами в зависимости от количества и этнического состава контингента, наполняемости классов, соотношения количества молодых и опытных педагогов, особенностей логистики и степени удаленности от областного центра: это «школа — территориальная кооперация», «приграничная школа», «изолированная школа», «школа коренного населения». Модель «удаленная школа» характеризуется опосредованным оказанием специальной помощи детям с ОВЗ, инвалидностью, а также эпизодическим сопровождением педагогов в вопросах инклюзии, в то же время большей вовлеченностью родителей в инклюзивный образовательный процесс, более доверительными, принимающими, отношениями субъектов образовательного процесса.

3. Во всех моделях сельских школ Мурманской области имеет место кадровый дефицит специалистов дефектологического профиля, недостаточная физическая доступность образовательной среды. В то же время успешно формируются внутренние и внешние социальные связи обучающихся с ОВЗ, инвалидностью, осваивается содержание региональной направленности, формируется принадлежность к малой родине. Причем модель «пригородная школа», с одной стороны, дает возможность восполнения необходимых, но недостаточных ресурсов, прежде всего дефицита специальной помощи специалистов разного профиля (логопедов, психологов, дефектологов), а с другой стороны, препятствует созданию устойчивого образовательного сообщества, поскольку многие его представители проживают не на территории, к которой относится школа.

4. Педагоги сельских школ демонстрируют ряд затруднений в осуществлении инклюзивного образовательного процесса.

Существенной зависимости выделенных затруднений первого типа (методических) и второго типа (организационных) относительно модели сельской школы не выявлено. Социальные затруднения (третий тип) наиболее характерны для таких моделей сельских школ, как «пригородная школа» и «школа — территориальная кооперация», что, по нашему мнению, объясняется принадлежностью педагогов и/или учеников к разным территориальным сообществам, а также преобладанием значимых социальных контактов вне школы над контактами в школьном социуме.

5. Педагогам сельских школ присущи методические, организационные и социальные затруднения в инклюзивном образовательном процессе, причем наиболее распространены затруднения первой и второй групп и проявляются у около 90 % участников исследования. Педагоги нуждаются в постоянном взаимодействии со специалистами дефектологического профиля для распознавания особенностей обучающихся с ОВЗ, отбора приемов управления их активностью на уроке и вне его, организации взаимодействия в детской группе, партнерства с родителями. Им нужна помощь в поиске и обработке необходимой для решения конкретных проблемных ситуаций информации. Около трети педагогов требуются обучающие форматы для освоения навыков эффективной коммуникации. Кроме того, важным является обсуждение в педагогическом коллективе в разных интерактивных форматах способов реализации социальных принципов инклюзии в образовательном процессе.

6. Требуется развития образовательная среда сельских школ с точки зрения доступности, безопасности и комфортности для обучающихся с ОВЗ, а также совершенствования материально-технического обеспечения образовательного процесса с учетом особых образовательных потребностей детей.

7. Использование дистанционных технологий в инклюзивном образовании как для обучающегося, так и для педагога представляет собой выход за пределы привычной ситуации, «зоны комфорта», в ситуацию неопределенности, что нарушает их социальное взаимодействие. Ребенку с ОВЗ трудно поддерживать свою активность и регулировать учебную работу, а педагог испытывает трудности в адаптации учебного материала

к дистанционной подаче, руководстве деятельностью ученика, что дополняется психологическим дискомфортом из-за низкой результативности такого обучения и сложности распределения ответственности за процесс и результат обучения между ним самими, ребенком и его родителями.

Полученные результаты демонстрируют с целью учета выраженной региональной специфики в решении образовательных задач *необходимость проблематизации и развития такой области научного знания, как **арктическая педагогика***. В ее предметное поле может войти разработка организационных форм и содержания взаимодействия педагогов по удовлетворению разных образовательных потребностей обучающихся, поддерживающих арктическую идентичность с учетом совокупности социокультурных, климатогеографических, антропогенных и иных факторов жизни на арктических территориях.

## Заключение

Итак, социальная справедливость в образовании, согласно авторской интерпретации, предполагает включенность, взаимозаинтересованность и взаимную поддержку, возникающие в социальном взаимодействии субъектов инклюзивного образовательного процесса. Проведенное исследование показало, что выработанные критерии анализа инклюзивного образования в сельских школах Арктики достаточны для понимания того, как обеспечивается социальная справедливость во взаимодействии участников инклюзивного образовательного процесса. С данной точки зрения сложившиеся модели сельских школ имеют специфические ресурсы и риски для социальных взаимодействий субъектов образования. В качестве факторов, влияющих на социальное взаимодействие в школьном сообществе, выделены наличие специалистов дефектологического профиля и систематичность профессиональных контактов с ними учителей, место дистанционных технологий в образовательном процессе и целесообразность их применения, удаленность/близость школы к городу, удобство логистики и транспортная доступность городских поселений.

Теоретическая значимость результатов исследования определяется тем, что впервые была предложена психолого-педагогическая интерпретация концепта социальной

справедливости, комплексно изучен инклюзивный образовательный процесс в сельских школах Арктики с позиции социальной справедливости, раскрыты возможности социокультурного подхода как методологической базы для исследования данной проблематики, получены современные данные о состоянии инклюзивных процессов в арктической сельской школе. В практическом ключе результаты исследования будут

полезны для разработки программ, дорожных карт для развития инклюзивного образования с учетом региональной специфики.

Разработанные критерии анализа инклюзивного образовательного процесса с точки зрения социальной справедливости могут быть использованы как диагностический инструмент для дальнейших эмпирических исследований.

## Список литературы

1. Афонькина Ю.А. Инклюзивный ландшафт социальных сред современного российского общества в контексте независимой жизни людей с инвалидностью [диссертация]. Мурманск; 2022.
2. Афонькина Ю.А. Семья ребенка с инвалидностью в современном арктическом городе. Социальная политика и социология. 2024;23(2):15–21.
3. Афонькина Ю.А. Стиль жизни детей с инвалидностью в современном арктическом городе. Россия: общество, политика, история. 2024;(1(10)):70–90. [https://doi.org/10.56654/ROPI-2024-1\(10\)-70-90](https://doi.org/10.56654/ROPI-2024-1(10)-70-90)
4. Белоножко Л.Н. Особенности социального здоровья населения Арктического региона. Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2021;14(3):24–44. <http://doi.org/10.31660/1993-1824-2021-3-24-44>
5. Выготский Л.С. Собрание сочинений. Т.3. Проблемы развития психики. Москва: Педагогика; 1983.
6. Горшков М.К. Социальная справедливость и неравенства как объект социологической диагностики. Россия реформирующаяся. Ежегодник. Вып. 21. Москва: ФНИСЦ РАН; 2023, с. 150–172. <https://doi.org/10.19181/ezheg.2023.6>
7. Гудков А.Б., Дегтева Г.Н., Шепелева О.А. Эколого-гигиенические проблемы на Арктических территориях интенсивной промышленной деятельности (обзор). Общественное здоровье. 2021;1(4):49–55. <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55>
8. Давиденко В., Колчинская Е., Яковлева П. Доступность образования для коренных малочисленных народов Севера. Образовательная политика. 2022;(3(91)):34–48.
9. Денисова О.А., Леханова О.Л. Проектирование инклюзивной политики университета: опыт федерального ресурсного центра высшего образования. В: Образование лиц с особыми образовательными потребностями: методология, теория, практика: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 окт. 2022 г. Минск; 2022, с. 73–77.
10. Кантор В.З., Проект Ю.Л., Кошелева А.Н., Луговая В.Ф., Хороших В.В. Инклюзивные диспозиции как профессионально значимые характеристики будущих педагогов: типологический аспект. Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2023;(210):217–229. <https://doi.org/10.33910/1992-6464-2023-210-217-229>
11. Кобрин Л.М., Косинова Е.П. К вопросу интегрированного обучения и воспитания детей с ограниченными возможностями здоровья в условиях школы Крайнего Севера. Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2011;3(3):94–107.
12. Коробейников И.А., Кузьмичева Т.В. Освоение профессиональных компетенций будущими педагогами и психологами в ходе совместной подготовки в вузе. Высшее образование в России. 2019;28(6):97–106. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-6-97-106>
13. Кузьмичева Т.В. Интегративный подход к подготовке педагогов и психологов для работы с младшими школьниками с ЗПР в условиях инклюзивного образования [диссертация]. Москва; 2020.
14. Кузьмичева Т.В., Афонькина Ю.А., Морозова Д.А. Психолого-педагогическая оценка индивидуализации образовательной среды в условиях инклюзивного образования.

- Красноярск: Научно-инновационный центр; 2021. <https://doi.org/10.12731/978-5-907208-80-3>
15. Кузьмичева Т.В. Проблемы реализации запроса педагога на основе междисциплинарного мониторинга психосоциального развития младшего школьника с задержкой психического развития. Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2024;(211):140–149. <https://doi.org/10.33910/1992-6464-2024-211-140-149>
  16. Кукушкина О.И., Гончарова Е.Л., Малофеев Н.Н. Инклюзивное образование: взгляд дефектологов отечественной научной школы. Альманах Института коррекционной педагогики. 2023;(52):34–42.
  17. Лазуренко С.Б., Соловьева Т.А., Филатова Ю.О. Результаты обсуждения современного состояния теории и практики российского образования детей с особыми образовательными потребностями: информационно-аналитический обзор II Всероссийской научно-практической конференции «Инклюзия XXI века». Дефектология. 2023;(5):74–79.
  18. Малышева Е.В., Набок И.Л. Образование коренных малочисленных народов Арктики: проблемы и перспективы развития. Общество. Среда. Развитие. 2015;(1):139–144.
  19. Марфусалова В.П., Сакердонова А.С. Значение институтов образования в сохранении и развитии языков и культуры коренных народов Арктики. Вестник СВФУ. Серия Педагогика. Психология. Философия. 2017;(1):38–43.
  20. Николаева А.Д. Образование в условиях кочевья (научный обзор). Вестник СВФУ. Серия Педагогика. Психология. Философия. 2021;(2):5–13.
  21. Пожарская В.В. Некоторые факторы, оказывающие влияние на заболеваемость ОРВИ детей (10–18 лет), проживающих на территории Мурманской области. Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2024;3(1):170–178. <https://doi.org/10.37614/2949-1185.2024.3.1.020>
  22. Проворова А.А., Смиреникова Е.В., Уханова А.В. Здоровье населения российской Арктики: проблемы, вызовы и пути их решения. Арктика и Север. 2024;(55):161–181. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.55.16>
  23. Алехина С.В., Самсонова Е.В., ред. Создание инклюзивной образовательной среды в образовательных организациях: методические рекомендации для руководящих и педагогических работников общеобразовательных организаций. Москва: МГППУ; 2022.
  24. Соловьева Т.А. Системный подход к организации процесса включения младших школьников с ограниченными возможностями здоровья в общеобразовательную среду. Москва: МПГУ; 2018.
  25. Старовойт Н.В. Инклюзивная культура образовательной организации: подходы к пониманию и формированию. Концепт [интернет]. 2016;8:31–35. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/56117.htm>
  26. Шевелева Д.Е. Понятия «инклюзивная культура», «инклюзивная педагогика» и «инклюзивная дидактика» в современной педагогике и школьной практике. Коррекционно-педагогическое образование. 2023;(2):5–18.
  27. Ben-Peretz M., Flores M.A. Tensions and paradoxes in teaching: implications for teacher education. European Journal of Teacher Education. 2018;41(2):202–213. <https://doi.org/10.1080/02619768.2018.1431216>
  28. Dukuzumuremyi S., Siklander P. Interactions between pupils and their teacher in collaborative and technology-enhanced learning settings in the inclusive classroom. Teaching and Teacher Education. 2018;76:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.08.010>
  29. Forlin C., John Lian M.G. Reform, Inclusion and Teacher Education: towards a new era of special education in Asia-Pacific regions. Hong-Kong; 2008. <https://doi.org/10.4324/9780203895313>
  30. Goe L., Croft A., Reschly D.J. Challenges in Evaluating Special Education Teachers and English Language Learner Specialists. USA: National Comprehensive Center for Teacher Quality; 2010.
  31. Jensen E., Ncube S. Peer-collaboration: An effective teaching strategy for inclusive classrooms. The Journal of International Association of Special Education. 2011;12(1):79–81.
  32. Jensen E. Teaching with the brain in mind. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development; 2005.
  33. Kesalaht E., Uayrynen S. Learning from Our Neighbours: Inclusive Education in the Making [internet]. Rovaniemi; 2013. Available at: <https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/59480/Learning%20from%20Our%20Neighbours%20-%20Inclusive%20Education%20in%20the%20Making.pdf?sequence=4>

34. Poon-McBrayer K.F. To integrate or not to integrate: Systemic dilemmas in Hong Kong. *The Journal of Special Education*. 2004;37(4):249–256. <https://doi.org/10.1177/00224669040370040401>
35. Väyrynen S., Kesälahti E., Pynninen T., Siivola J., Flotskaya N., Bulanova S., Volskaya O., Usova Z., Kuzmicheva T., Afonkina Y. Finnish and Russian teachers supporting the development of social skills. *European Journal of Teacher Education*. 2016;39(4):437–451. <https://doi.org/10.1080/02619768.2016.1216543>

## References

1. Afon'kina Yu.A. Inclusive landscape of social environments of modern Russian society in the context of independent life of people with disabilities [dissertation]Murmansk; 2022. (In Russ.).
2. Afon'kina Yu.A. Family of a child with disabilities in a modern arctic city. *Social policy and sociology*. 2024;23(2):15–21. (In Russ.).
3. Afonkina Yu.A. Lifestyle of Children with Disabilities in a Modern Arctic City. *Russia: Society, Politics, History*. 2024;(1(10)):70–90. (In Russ.). [https://doi.org/10.56654/ROPI-2024-1\(10\)-70-90](https://doi.org/10.56654/ROPI-2024-1(10)-70-90)
4. Belonozhko L.N. Features of social health of the population in the Arctic region. *Proceedings from Higher Educational Institutions Sociology Economics Politics*. 2021;14(3):24–44. (In Russ.). <http://doi.org/10.31660/1993-1824-2021-3-24-44>
5. Vygotskii L.S. *Collected Works. Vol. 3. Problems of Psychic Development*. Moscow: Pedagogika Publ.; 1983. (In Russ.).
6. Gorshkov M.K. Social justice and inequalities as an object of sociological diagnostics. *Russia in Reform: Year-Book. Issue 21*. Moscow: 2023, p. 150–172. (In Russ.). <http://doi.org/10.19181/czhcg.2023.6>
7. Gudkov A.B., Degteva G.N., Shepeleva O.A. Ecological and hygienic problems in the Arctic territories of intensive industrial activity (review). *Public Health*. 2021;1(4):49–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.21045/2782-1676-2021-1-4-49-55>
8. Davidenko V., Kolchinskaya E., Yakovleva P. Availability of education for the small indigenous peoples of the North. *Educational Policy*. 2022;(3(91)):34–48. (In Russ.).
9. Denisova O., Lekhanova O. Designing the inclusive policy of the university: the experience of the federal resource center for higher education. In: *Education of individuals with special educational needs: methodology, theory, practice: Proc. of the International scientific and practical conf. Minsk, 6 Okt. 2022*. Minsk; 2022, p. 73–77. (In Russ.).
10. Kantor V.Z., Proekt Y.L., Kosheleva A.N., Lugovaya V.F., Khoroshikh V.V. Inclusive dispositions as a professionally significant feature in pre-service teachers: A typological focus. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2023;(210):217–229. (In Russ.). <http://doi.org/10.33910/1992-6464-2023-210-217-229>
11. Kobrina L.M., Kosinova E.P. On the issue of integrated education and upbringing of children with disabilities in the conditions of schools in the Far North. *Pushkin Leningrad State University Journal*. 2011;3(3):94–107. (In Russ.).
12. Korobeinikov I.A., Kuzmicheva T.V. Development of Professional Competences of teachers and Psychologists in the Conditions of Joint training. *Higher Education in Russia*. 2019;28(6):97–106. (In Russ.). <http://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-6-97-106>
13. Kuz'micheva T.V. An integrative approach to training teachers and psychologists to work with primary school students with developmental delays in the context of inclusive education [dissertation]. Moscow; 2020. (In Russ.).
14. Kuzmicheva T., Afonkina Y., Morozova D. Psychological and pedagogical assessment of individualization of the educational environment in the context of inclusive education. *Krasnoyarsk: Scientific and Innovation Center*; 2021. (In Russ.). <https://doi.org/10.12731/978-5-907208-80-3>
15. Kuzmicheva T.V. Addressing a teacher's request to psychologist regarding a primary school child with mental retardation using interdisciplinary monitoring of the child's psychosocial development. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences*. 2024;(211):140–149. (In Russ.). <http://doi.org/10.33910/1992-6464-2024-211-140-149>
16. Kukushkina O.I., Goncharova E.L., Malofeev N. Inclusive education: the view of defectologists of the Russian scientific school. *Almanac Institute of Special Education*. 2023;(52):34–42. (In Russ.).

17. Lazurenko S.B., Solov'eva T.A., Filatova Yu.O. Results of the discussion of the current state of theory and practice of Russian education of children with special educational needs: information and analytical review of the II All-Russian scientific and practical conference «Inclusion of the 21st century». *Defectology*. 2023;(5):74–79. (In Russ.).
18. Malysheva E.V., Nabok I.L. Education of indigenous peoples of the Arctic: problems and development prospects. *Society. Environment. Development*. 2015;(1):139–144. (In Russ.).
19. Marfusalova V.P., Sakerdonova A.S. The Role of Educational Institutions in Preservation and Development of Languages and Cultures of Indigenous Peoples of the Arctic. *Vestnik of NorthEastern Federal University. Pedagogics. Psychology. Philosophy*. 2017;(1):38–43. (In Russ.).
20. Nikolaeva A.D. Education in nomadic conditions (academic review). *Vestnik of North-Eastern Federal University. Pedagogics. Psychology. Philosophy*. 2021;(2):5–13. (In Russ.).
21. Pozharskaya V.V. Some factors of affecting the incidence of cold diseases in children (10–18 years old) living in the Murmansk region. *Proceedings of the Kola Science Center. Series: Natural Sciences and Humanities*. 2024;3(1):170–178. (In Russ.). <http://doi.org/10.37614/2949-1185.2024.3.1.020>
22. Provorova A.A., Smirennikova E.V., Ukhanova A.V. Population Health in the Russian Arctic: Problems, Challenges, Solutions. *Arctic and North*. 2024;(55):161–181. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.55.161>
23. Alekhina S.V., Samsonova E.V., eds. Creating an inclusive educational environment in educational organizations: methodological recommendations for management and teaching staff of general education organizations. Moscow: MGPPU; 2022. (In Russ.).
24. Solov'eva T.A. A systematic approach to organizing the process of including primary school students with disabilities into the general educational environment. Moscow: MPGU; 2018. (In Russ.).
25. Starovoit N.V. Inclusive culture of an educational organization: approaches to understanding and formation. *Koncept* [internet]. 2016;8:31–35. (In Russ.). Available at: <http://e-koncept.ru/2016/56117.htm>
26. Sheveleva D.E. The concepts of “inclusive culture”, “inclusive pedagogy” and “inclusive didactics” in modern pedagogy and school practice. *Pedagogic Correction Education Journal*. 2023;(2):5–18. (In Russ.).
27. Ben-Peretz M., Flores M.A. Tensions and paradoxes in teaching: implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*. 2018;41(2):202–213. <https://doi.org/10.1080/02619768.2018.1431216>
28. Dukuzumuremyi S., Siklander P. Interactions between pupils and their teacher in collaborative and technology-enhanced learning settings in the inclusive classroom. *Teaching and Teacher Education*. 2018;76:165–174. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.08.010>
29. Forlin N., John Lian M.G. Reform, Inclusion and Teacher Education: towards a new era of special education in Asia-Pacific regions. Hong-Kong; 2008. <https://doi.org/10.4324/9780203895313>
30. Goe L., Croft A., Reschly D.J. Challenges in Evaluating Special Education Teachers and English Language Learner Specialists. USA: National Comprehensive Center for Teacher Quality; 2010.
31. Jensen E., Ncube S. Peer-collaboration: An effective teaching strategy for inclusive classrooms. *The Journal of International Association of Special Education*. 2011;12(1):79–81.
32. Jensen E. *Teaching with the brain in mind*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development; 2005.
33. Kesalahti E., Uayrynen S. Learning from Our Neighbours: Inclusive Education in the Making [internet]. Rovaniemi; 2013. Available at: <https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/59480/Learning%20from%20Our%20Neighbours%20-%20Inclusive%20Education%20in%20the%20Making.pdf?sequence=4>
34. Poon-McBrayer K.F. To integrate or not to integrate: Systemic dilemmas in Hong Kong. *The Journal of Special Education*. 2004;37(4):249–256. <https://doi.org/10.1177/00224669040370040401>
35. Väyrynen S., Kesälähti E., Pynninen T., Siivola J., Flotskaya N., Bulanova S., Volskaya O., Usova Z., Kuzmicheva T., Afonkina Y. Finnish and Russian teachers supporting the development of social skills. *European Journal of Teacher Education*. 2016;39(4):437–451. <https://doi.org/10.1080/02619768.2016.1216543>

## Сведения об авторах

**Афонькина Юлия Александровна** — доктор социологических наук, кандидат психологических наук, доцент, заведующий кафедрой психологии и коррекционной педагогики, профессор кафедры психологии и коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, 183038, Россия  
ORCID: 0000-0003-4147-0634  
Researcher ID: G-8843-2015  
Scopus ID: 57190568228  
РИНЦ ID: 264414  
Тел.: +7 (921) 287-75-35  
e-mail: [julia3141@rambler.ru](mailto:julia3141@rambler.ru)

**Кузьмичева Татьяна Викторовна** — доктор педагогических наук, доцент, директор института педагогики и психологии, профессор кафедры психологии и коррекционной педагогики, ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, 183038, Россия  
ORCID: 0000-0003-0210-798X  
Researcher ID: G-9091-2015  
Scopus ID: 57190570162  
РИНЦ ID: 792664  
Тел.: +7 (921) 725-81-80  
e-mail: [kuzmichevatv@mauniver.ru](mailto:kuzmichevatv@mauniver.ru)

## Вклад авторов

**Афонькина Юлия Александровна** — разработка концепции и дизайна работы; сбор, анализ и интерпретация полученных данных; написание статьи, окончательная доработка версии работы; формулирование выводов и перспектив дальнейшей разработки проблематики исследования;  
**Кузьмичева Татьяна Викторовна** — разработка концепции и дизайна работы; сбор, анализ и интерпретация полученных данных; написание статьи, окончательная доработка версии работы; формулирование выводов и перспектив дальнейшей разработки проблематики исследования.

## Information about the authors

**Yulia A. Afonkina** — Dr. Sci. (Sociology), Cand. Sci. (Psychology), Associate Professor, Head of the Department of Psychology and Correctional Pedagogy, Professor of the Department of Psychology and Correctional Pedagogy  
ORCID: 0000-0003-4147-0634  
Researcher ID: G-8843-2015  
Scopus ID: 57190568228  
RSCI ID: 264414  
tel.: +7 (921) 287-75-35  
e-mail: [julia3141@rambler.ru](mailto:julia3141@rambler.ru)

**Tatyana V. Kuzmicheva** — Dr. Sci. (Education), Associate Professor, Director of the Institute of Pedagogy and Psychology, Professor of the Department of Psychology and Correctional Pedagogy  
ORCID: 0000-0003-0210-798X  
Researcher ID: G-9091-2015  
Scopus ID: 57190570162  
RSCI ID: 792664  
tel.: +7 (921) 725-81-80  
e-mail: [kuzmichevatv@mauniver.ru](mailto:kuzmichevatv@mauniver.ru)

## Authors' contributions

**Yulia A. Afonkina** — development of the concept and design of the work; collection, analysis and interpretation of the data obtained; writing an article, finalizing the version of the work; formulation of conclusions and prospects for further development of the research issues;  
**Tatyana V. Kuzmicheva** — obtained; writing an article, finalizing the version of the work; formulation of conclusions and prospects for further development of the research issues.

УДК 3+502.52  
ББК 6/8 + 26.221  
<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-115-120>



# Неизвестные страницы биографии великого помора Михайло Ломоносова

**Сапунов Б.В.**<sup>1</sup>, Сапунов В.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Государственный Эрмитаж, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт»,  
Санкт-Петербург, Россия

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

**Аннотация.** Цель статьи — связать малоизвестные и нераскрытые страницы биографии М.В. Ломоносова с той исключительной ролью, которую он сыграл в становлении отечественной науки и высшего образования. Огромное положительное значение сыграл факт его рождения в северной части Российской империи, где не было крепостного права и формировался свободололюбивый менталитет поморов как субэтноса русского народа. Делается предположение о генетической и социальной связи Ломоносова с семьей известных общественных деятелей Шуваловых. Дается анализ научных идей Ломоносова в свете ситуации в мировой науке XVIII века.

**Ключевые слова:** Ломоносов, поморы, Архангельская губерния

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

**Для цитирования:** Сапунов Б.В., Сапунов В.Б. Неизвестные страницы биографии великого помора Михайло Ломоносова. *Арктика и инновации*. 2024;2(3):117–122. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-115-120>

## Hidden pages of Mikhail Lomonosov's biography

**Boris V. Sapunov**<sup>1</sup>, Valentin B. Sapunov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> State Hermitage Museum, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> St. Petersburg Medical and Social Institute

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

**Abstract.** This article connects the unknown and hidden pages of M.V. Lomonosov's biography with the exceptional role that this great polymath played in the development of Russian national science and higher education. Mikhail Lomonosov was born in the northern part of the Russian Empire, which fact had a significant influence on his personality. There, in the absence of serfdom, the “pomors” (“near sea”) — a subethnic group of the Russian people — acquired a freedom-loving mentality. An assumption is made about the genetic and social connection of Lomonosov with the Shuvalov family, who were famous public figures. An analysis of Lomonosov's scientific ideas is carried out in the historical context of the world's science in the 18th century.

**Keywords:** Lomonosov, pomors, Arkhangelsk region

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

**For citation:** Sapunov B.V., Sapunov V.B. Hidden pages of Mikhail Lomonosov's biography. *Arctic and Innovations*. 2024;2(3):117–122. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-3-115-120>

## Введение

*Ломоносов был великий человек.  
Он создал первый университет.  
Он, лучше сказать, сам был  
нашим первым университетом.*

А.С. Пушкин

ПСС, т. 7, М., 1978, с. 19.

Михаил (по-старому — Михайло) Васильевич Ломоносов (1711–1765) родился в Архангельской губернии Российской империи. Это географическое, казалось бы, частное обстоятельство имело большое значение в его биографии и исключительной роли, которую ему было суждено сыграть в становлении и истории отечественной науки и высшего образования. На той территории, откуда он родом, не было такого негативного социального явления, как крепостное право. Благодаря этому население эффективно работало на себя, уровень жизни был сравнительно высок несмотря на суровые условия Арктики. Сформировался определенный менталитет поморского этноса как свобододлюбивых людей, умевших бороться и побеждать трудности северного края. Жизненный путь М.В. Ломоносова уже не раз привлекал внимание ученых разных специальностей. Не все работы Ломоносова были поняты современниками, т. к. они далеко опередили свое время. У него, как у многих выдающихся личностей, была трудная судьба. Некоторые моменты его жизни продолжают ставить перед исследователями вопросы, не решенные до наших дней [1]. Вопросы начинают возникать с обстоятельств рождения М.В. Ломоносова. По официальной версии, Ломоносов родился 8 ноября 1711 г. в деревне Даниловка, что против Холмогор, в семье богатого крестьянина-помора, владельца рыболовецкой артели, Василия Дорофеевича Ломоносова. Существует и другая версия: Михаил Ломоносов появился на свет в деревне Мещанинской, которая находилась на Куроострове против г. Холмогоры, в дельте Северной Двины, в 140 км от ее впадения в Белое море. В какой из деревень на самом деле родился Ломоносов, точного ответа нет.

С раннего детства он проявил тягу к знаниям и учебе, которая сразу натолкнулась на серьезные трудности. В 1723 г. молодого Мишу Ломоносова не приняли в славяно-латинскую школу, открытую тогда

в Холмогорах, из-за его недворянского происхождения. Несколько позже, в 1730 г., он отправляется с обозом в Москву, где, по его мнению, могли не знать о его социальном статусе. Прибыв в Москву в январе 1731 г., он выдал себя за дворянского сына из Холмогор и благодаря этому поступил в еще только создаваемый университет (точнее, это были курсы повышения квалификации, окончательно университет сформировался много лет спустя благодаря усилиям самого Ломоносова), а затем был послан на стажировку в Германию. По какой причине легко прошла фальсификация сведений о рождении — не совсем понятно.

По возвращении он сразу стал признанным ученым, общественным деятелем и технологом-практиком. Благодаря его усилиям Московский университет стал в полном смысле храмом науки. Такая биография, очень нетипичная для русской истории, наводит на мысль, что у Ломоносова были серьезные покровители [2]. Кто же они?

## Научные идеи Ломоносова

Перейдем к рассмотрению научных взглядов этого великого ученого, опираясь на академическое издание его сочинений [3]. Ломоносов был в полной мере ученым-энциклопедистом, основные же его заслуги относятся к теоретической и прикладной химии.

Основной вопрос философии Ломоносов решал материалистически. «Материя есть то, из чего состоит тело и от чего зависит его сущность... Идеями называются представления вещей в уме нашем». Ломоносов, подхватив идеи античных мыслителей Гераклита и Демокрита, фактически был создателем строго научного атомно-молекулярного учения, необходимого для дальнейшего развития естественных наук. Он писал: «Во тьме должны находиться физики и особливо химии, не зная внутреннего частиц строения». Материя, по Ломоносову, состоит из мельчайших абсолютно твердых неделимых частиц — «нечувствительных физических частичек», или «физических монад», т. е. неделимых физических единиц.

Основными свойствами материи Ломоносов считал протяженность, непроницаемость, а также способность сопротивляться изменению своего движения (сила инерции, по тог-

дашной терминологии). Материя, по Ломоносову, находится в непрерывном движении; под движением он понимал перемещение в пространстве мельчайших частиц и видимых тел, состоящих из этих частиц. «Первичное движение, — писал Ломоносов, — не может иметь начала, но должно существовать извечно». Материя и ее движение неуничтожимы и несотворимы, полагал он.

В письме к петербургскому ученому немецких корней Леонарду Эйлеру, написанном в 1748 г., Ломоносов сформулировал это положение в виде всеобщего естественнонаучного закона, касающегося всех перемен, происходящих в природе. «Все встречающиеся в природе изменения, — писал Ломоносов, — происходят так, что если к чему-либо нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется какому-либо телу, столько же теряется у другого, сколько часов я затрачиваю на сон, столько же отнимаю от бодрствования, и т. д. Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому».

В этом положении содержится дальнейшее развитие идей, высказанных еще древними мыслителями, о неуничтожимости и несотворимости материи и движения в природе. Ломоносов был противником признания существования дальнедействующих сил в природе. Он высказывался против «ньютоновских притягательных сил» и подчеркивал, что всякое взаимодействие между телами невозможно через пустое пространство, не наполненное материей. Здесь мы добавим, что в некотором роде Ломоносов предвосхитил положение в физике нашего времени. Хотя уравнения Ньютона, описывающие механические и гравитационные процессы, наука приняла безоговорочно, но сама природа гравитации неизвестна до сих пор. В некоторой мере он предвосхищал гипотезу «мирового эфира», популярную в первой половине XX в. Хотя она впоследствии была отвергнута, но наука конца XX — начала XXI вв. уже на новом уровне к ней стала возвращаться [4, 5].

В 1760 г. Ломоносов задумал изложить свою философию в большом сочинении под названием «Согласие причин»; в основу этого

сочинения он собирался положить принцип материального единства природы. Ломоносов набросал план этого сочинения, который включал и рисунок на титульном листе. Этот рисунок имел девиз: «Всё согласуется». В самом плане мы читаем: «Согласие всех причин есть самый постоянный закон природы».

Ломоносов представлял себе природу как единое целое. Все процессы в природе происходят так, что изменение в одном месте связано с обязательными изменениями в другом. При этом ничто не пропадает бесследно и не возникает из ничего: «Ежели в одном месте чего убудет, в другом месте столько же присовокупится». Это положение и получило свое выражение в законе сохранения вещества и энергии. В своей теории познания Ломоносов также выступает как материалист. Задача познания заключается, по его мнению, в познании материальных вещей и материальных явлений природы. Ломоносов очень резко, часто в насмешливой форме возражает против вмешательства религии в область науки: «Оным умникам не трудно быть философами, заучив три слова — Бог так сотворил». Основой познания, по Ломоносову, является опыт, одновременно он же является и единственным критерием правильности этого познания.

Говоря об истории науки и отмечая тот факт, что после «варварских» лет Средневековья науки в новое время «столько возросли, что не токмо за тысячу, но и за сто лет жившие едва ли могли того надеяться», Ломоносов объясняет причину этого успеха наук тем, что «ныне ученые люди, а особливо испытатели натуральных вещей, мало взирают на родившиеся в одной голове вымыслы и пустые речи, но больше утверждают на достоверном искусстве. Главнейшая часть натуральной науки физика ныне уже только на одном оном свое основание имеет. Мысленные рассуждения произведены бывают из надежных и много раз повторенных опытов».

Считая опыт единственной основой нашего познания о естественных вещах и ставя успехи наук в непосредственную связь с успехами опытных исследований, Ломоносов выступает при этом против рационализма Декарта и его учения. «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением». Однако, выступая против рационализма, Ломоносов нигде не дает никакого повода для обвинения его хоть

сколько-нибудь в грубом эмпиризме. И здесь он выступает как реалист. Он писал: «Опыт я считаю нужным направлять на пользу физики. Те, кто приносит с собой одни лишь (органы) чувства, если хотят из опытов заключать истины, должны большей частью отказаться от изучения, так как они либо проходят мимо лучшего и важнейшего, либо не успевают использовать то, что они видят, или познают другими чувствами». Если он выступает против рационализма, против тех, кто думает достигнуть познания естественных вещей единственно воображением, то он в гораздо более резкой форме протестует против простого собирания фактов и их констатации. «Для чего толь великих мужей были труды и жизни опасные испытания? — пишет Ломоносов. — Для того ли только, чтобы, собрав великое множество разных вещей и материй в беспорядочную кучу, глядеть и удивляться их множеству, не размышляя о их расположении и приведении в порядок».

Ломоносов требует в научном исследовании неразрывной связи теории и практики, понимая под последней наблюдение и опыт. О необходимости единства теории и эксперимента Ломоносов говорит неоднократно во многих своих исследованиях, статьях и речах. Теория познания Ломоносова лишена агностицизма. «Науки подают ясное о вещах понятие и открывают потаенные действия и свойств причины». Наши чувства, по его мнению, нас не обманывают, а правильно представляют в ощущении предметы материального мира. Но мы должны познавать не только то, что непосредственно воздействует на наши чувства, но и то, что лежит за их пределами. Физика, по Ломоносову, кроме познания непосредственно наблюдаемых нами естественных вещей «в уме воображает, что от чувств наших долгою времени, дальностью расстояния или дебелистью великих тел закрыто, или для безмерной тонкости оным не подвержено».

Ломоносов не ограничивал познавательные возможности науки одним только экспериментом. Как он полагал, в ненаблюдаемых, в недоступных нашим чувствам, «нечувствительных частичках» лежат причины множества наблюдаемых явлений, свойств и качеств вещей («частичные качества»). Ломоносов требует не простого описательного познания этих явлений, а познания их «оснований», причин и сущностей и счи-

тает совершенно необходимым познание тех «нечувствительных частичек», которые лежат за пределами наших чувств. Эти частицы, в отличие от видимых тел, познаются только размышлением, воображением, а не чувствами, «...должно разумом достигать потаенного безмерною малостию виду, меры, движения и положения первоначальных частиц, смешанные тела составляющих», — пишет Ломоносов, рассуждая о познании этих частиц. Познание частиц достигается косвенными методами, и заключения, полученные при этом, могут быть также только косвенным образом проверены на опыте. Здесь мы доверяемся не только нашим чувствам, но и нашей способности делать выводы, умозаключения, проводить убедительнейшие рассуждения и доказательства. В этом случае мы полагаемся не только на наши чувства, но и на силу нашего ума. И здесь, следовательно, нужно допустить в область физики, химии и вообще естествознания гипотезу, правда, не вымышленную, а гипотезу научную, которая опирается на наблюдение и опыт и которая проверяется наблюдением и опытом.

Метод познания, который предлагает Ломоносов, очень хорошо выражен в следующем его положении: «Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения — есть лучший всех способ к изысканию правды». Познание, по Ломоносову, представляется как процесс обобщения материалов наблюдений и экспериментов, построения на основе этой теории и проверки следствий из этой теории на новом опытном экспериментальном материале. «Я при объяснении явлений буду поступать так, — пишет Ломоносов, — чтобы не только они легко объяснялись из основного положения, но и доказывали самое это положение» [3].

## Проблематичные аспекты биографии Ломоносова

В заключение статьи — несколько неясных моментов биографии этого гения. Как выше отмечалось, он, будучи низкого по понятиям того времени происхождения, все же сделал блестящую карьеру, оказался вхож в высшие эшелоны власти. Занимал высокие государственные посты. Его должность можно перевести на современный язык как «заместитель министра науки и образования». Должность министра в это время занимал его соратник и друг граф Иван

Иванович Шувалов. Эта ситуация для истории России того времени беспрецедентна. Ходили слухи, что Ломоносов — незаконный сын Петра Великого. Первый соавтор — Борис Викторович Сапунов, изучив биографию царя Петра, хорошо описанную географию и сроки поездок, отверг версию о его отцовстве Ломоносова. Но возникла другая версия. Незадолго до рождения Миши Ломоносова в тех краях гостил один из графов Шуваловых [1, 2]. Внешнее сходство Ивана Шувалова и Михайло Ломоносова заметно. Известно и то, что графы Шуваловы, будучи богатыми и влиятельными людьми, всю жизнь поддерживали Михаила Васильевича. Со своим официальным отцом Ломоносов в зрелые годы не общался. Более серьезной информации о предках Ломоносова нет и, скорее всего, не появится.

В отношении личной семейной жизни Ломоносова сведений тоже мало. У него была жена немецкой национальности и дочка, но на официальных приемах и мероприятиях он обычно появлялся один. Это тоже характерно. В завершение статьи — еще один штрих. Как ни странно, мы слабо знаем облик Ломоносова, хотя современных портретов и памятников много. Он не относился к высшей знати, и его редко изображали художники того времени. Фотографии, как известно, тогда не было. Был сделан один прижизненный портрет и очень условный мозаичный автопортрет. Дальнейшие биографы ученого смотрели на прижизненный портрет придворного художника, возможно, не вполне достоверный. Ломоносов на нем выглядит сытым праздным мечтателем. Черты и пропорции лица, безусловно, переданы правильно и соответствуют условному мозаичному автопортрету. Но выражение, скорее всего, не соответст-

вует истине. На самом деле это был умный, властный, решительный, подчас грубоватый человек. Бывало, доходил до рукоприкладства. Кстати, известен случай, когда на него вечером на Васильевском острове напали три бандита и ученый, обладая недюжей силой и мужеством, одолел всех и даже отнял награбленное. Эти факты позволяют дополнить канонический, но не совсем достоверный облик великого сына земли Русской.

## Заключение

Заслуги Михаила Васильевича Ломоносова как ведущего ученого XVIII века и основателя Московского университета достаточно известны. Однако факты биографии, позволившие в полной мере раскрыться его научному и организаторскому таланту, требуют дополнительного рассмотрения. Известно, что далеко не каждый потенциальный гений имеет возможность реализоваться и занять достойное место в истории. Ломоносов не имел дворянского происхождения, что по законам того времени было серьезным препятствием для успешной карьеры. Однако он имел социальную, а возможно, и биологическую связь с семьей графов Шуваловых, которые входили в правящую элиту и вошли в историю со знаком «плюс». К числу причин, определивших яркую судьбу Ломоносова, следует отнести менталитет свобододолюбивых и мужественных северян-поморов, который он впитал в себя с раннего детства. Безусловно, большую роль сыграло и блестящее образование, которое он получил в одной из самых передовых стран того времени — в Германии. Весь этот набор положительных моментов, помноженный на личный талант и кипучую энергию, и определил то выдающееся место, которое занял Ломоносов в истории России.

## Список литературы

1. Сапунов Б.В. Избранное. Санкт-Петербург: Химиздат; 2014.
2. Сапунов В.Б., Ермилова М.В., Колесов В.И. Мудрецы России. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; 2023.
3. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Москва — Ленинград: Изд-во АН СССР; 1955.
4. Козырев Н.А. Избранные труды. Ленинград: Изд-во ЛГУ; 1991.
5. Сапунов В.Б. В дебрях времени. Санкт-Петербург: Гамма; 2021.

## References

1. Sapunov B.V. *Selected works*. Saint Petersburg: Khimisdats Publ.; 2014. (In Russ.).
2. Sapunov V.B., Ermilova M.V., Kolesov V.I. *Russian sages*. Saint Petersburg: St. Petersburg State Agrarian University; 2023. (In Russ.).
3. Lomonosov M.V. *Whole collection of works*. Moscow — Leningrad: Academy of Sciences of the USSR; 1955. (In Russ.).
4. Kozyrev N.A. *Selected works*. Leningrad: Publishing house of Leningrad State University; 1991. (In Russ.).
5. Sapunov V.B. *In the time forest*. Saint Petersburg: Gamma Publ.; 2021. (In Russ.).

## Сведения об авторах

**Сапунов Борис Викторович** (1922–2013) — доктор исторических наук, академик Петровской академии наук и искусств, главный научный сотрудник Государственного Эрмитажа.

**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 authors

**Boris V. Sapunov** (1922–2013) — Dr. Sci. (History), member of Peter Academy of Sciences and Art, leading researches worker of State Hermitage Museum.

**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 авторов

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

## Authors' contributions

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

## О книге «Управление природными рисками»

**Лисовский С. А.**

Газета «Общество и Экология», Россия, Санкт-Петербург

✉ [sergei\\_lisovskii@mail.ru](mailto:sergei_lisovskii@mail.ru)

## On the book "Natural Risk Management"

**Sergei A. Lisovskii**

The "Society and Ecology" newspaper, St Petersburg, Russian Federation

✉ [sergei\\_lisovskii@mail.ru](mailto:sergei_lisovskii@mail.ru)

В 2024 году в издательстве Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого вышла монография «Управление природными рисками». В издании последовательно излагаются основные природные опасности, описываются угрозы и риски в биосфере, приводится теория рисков, дается описание природных явлений в литосфере, гидросфере и атмосфере, детализируется специфика техногенных рисков в техноэкосистемах (имеющих антропогенное происхождение), приводятся описания энвиронментальных рисков и предлагаются способы их минимизации. Многие природные риски рассматриваются на примерах арктических экосистем.

Объем книги составляет 400 страниц, которые разбиты на семь глав.

1. Опасности, угрозы, риски.
2. Теория рисков.
3. Опасные природные явления.
4. Техногенные риски в техноэкосистемах.
5. Энвиронментальные риски.
6. Экологические риски.
7. Минимизация и контроль антропогенного пресса на водные экосистемы.

Авторы книги, А.Н. Чусов, М.Б. Шилин, В.М. Абрамов, В.А. Жигульский, преподаватели ведущих университетов Санкт-Петербурга, одни из основателей нового научного направления — рискология, анализируя



социальные и экономические процессы, показывают в монографии важность научного подхода в оценке рисков в жизни людей в целом и в их экономической деятельности в частности.

В монографии приводится много различных примеров техногенных и природных катастроф из истории человечества и России, а также действенных способов решения вопросов, направленных на упреждение негативного воздействия.

В 21-м веке экологические угрозы для всего человечества усиливаются. Их нужно минимизировать и преодолевать. Для этого следует их осознать и подготовить специалистов, которые профессионально могли бы этим заниматься на различных предпри-

ятиях, в органах государственной власти, средствах массовой информации.

Монография является образцом современного научного издания, рассчитанного на самую широкую аудиторию. Рассматриваемые в монографии вопросы являются актуальными и имеют ярко выраженную практическую направленность.

Содержание монографии может быть интересно для специалистов всех уровней — от бакалавров до состоявшихся профессионалов.

### Сведения об авторе

Лисовский Сергей Анатольевич — главный редактор газеты «Общество и Экология», член Экологического совета при губернаторе Санкт-Петербурга, Россия

### Information about the author

Sergei A. Lisovskii — Editor-in-Chief, the “Society and Ecology” newspaper, Member of the Ecological Council under the Governor of St Petersburg, Russian Federation