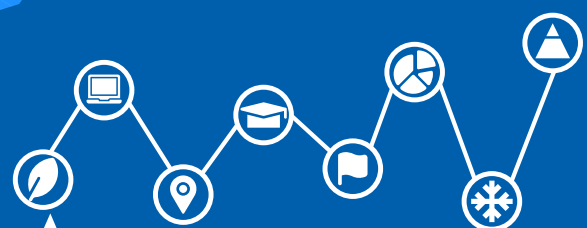


ISSN: 3034-1434

Том / Vol. **3**

№ / No. **3**

2 0 2 5



Арктика
и инновации

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

Научный журнал

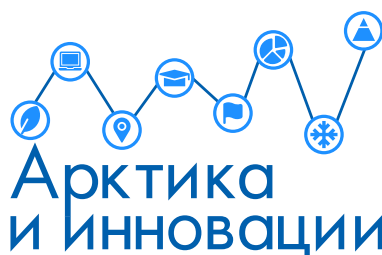
«Арктика и инновации»

Том 3 / № 3 / 2025

Scientific Journal

"Arctic and Innovations"

Vol. 3 / No. 3 / 2025



ФГАОУ ВО «МАУ»
FSAEI HE "MAU"



Том 3
№ 3
2 0 2 5

Периодичность

4 раза в год

Префикс DOI

<https://doi.org/10.21443>

ISSN

3034-1434

Учредитель, издатель, редакция

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет»

Адрес

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

Сайт

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

E-mail

arcainnov@mauniver.ru

Выход в свет

15 сентября 2025

Копирайт

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», оформление, 2025

Цена

Распространяется бесплатно

Условия распространения материалов

Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution
4.0 License.

Редакторы-корректоры

Пигулевская И.С., Зелексон Л.А.

Верстка

Храмова О.В.

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

Задачи журнала:

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

Главный редактор

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

Заместитель главного редактора

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

Редакционная коллегия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

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

Editorial board

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Vol. **3**
3
2 0 2 5

Frequency

quarterly

DOI Prefix

<https://doi.org/10.21443>

ISSN

3034-1434

Founder, publisher, editorial office

Murmansk Arctic University

Address

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

Website

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

E-mail

arcainnov@mauniver.ru

The publication

15 September 2025

Copyright

Murmansk Arctic University, layout, 2025

Price

free

Distribution

The content is distributed under the Creative Common License CC BY

Editors and proofreaders

Irina S. Pigulevskaya, Lev A. Zelexon

Вёрстка

Olga V. Khranova

- 6** Об истории появления термина «Арктика» в отечественной литературе и документах
Корнеев О.Ю.
- 18** Первый выпуск Гидрографического института Севморпути (1935–1939 гг.). Преподаватели и студенты
Рябчук Д.В.
- 38** Развитие исследований процессов старения населения северных территорий и создание фонда геронтологических материалов и публикаций
Бордовский Г.А., Финагентов А.В., Мартемьянова Ю.А.
- 49** Эколого-культурные основы социальной эволюции народов Севера
Сапунов В.Б.
- 54** Деятельность Морского института Российского государственного гидрометеорологического университета
Лукьянов С.В., Шилин М.Б., Агишев Ю.Г.
- 65** Оценка загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции в Арктике
Михеев П.Ю., Страхов А.С., Агафонов С.А.
- 79** Ландшафтно-биономический подход к районированию экорегионов северных морей на примере Японского моря
Ракитин Т.Д., Петров К.М.
- 90** Аддитивные технологии как инструмент устойчивого материально-технического обеспечения арктических нефтегазовых промыслов
Самойленко А.В., Фадеев А.М.

History of the term “Arctic” in Russian literature and documents <i>Oleg Yu. Korneev</i>	6
First graduates of the Hydrographic Institute (1935–1939). Professors and students <i>Daria V. Ryabchuk</i>	18
Evolution of research studies into the ageing processes of populations residing in northern regions and creation of a bank of gerontological materials and publications <i>Gennady A. Bordovskiy, Anatoly V. Finagentov, Yulia A. Martemianova</i>	38
Ecological and cultural foundations of social evolution of the peoples of the North <i>Valentin B. Sapunov</i>	49
Activities of the Maritime Institute of Russian State Hydrometeorological University <i>Sergey V. Lukyanov, Mikhail B. Shilin, Yuri G. Agishev</i>	54
Environmental pollution evaluation during the life cycle of an onshore wind farm in the Arctic <i>Pavel Yu. Mikheev, Aleksander S. Strakhov, Sergei A. Agafonov</i>	65
Landscape-bionomic approach to ecoregion zoning of northern seas on the example of the Sea of Japan <i>Tikhon D. Rakitin, Kirill M. Petrov</i>	79
Additive technologies as a tool for sustainable material and technical support of Arctic oil and gas fields <i>Artem V. Samoilenko, Alexey M. Fadeev</i>	90

УДК 930.25
ББК 63.3(0)61
<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-6-17>



Об истории появления термина «Арктика» в отечественной литературе и документах

Корнеев О.Ю.

ФГОУ ВПО «Морской корпус Петра Великого — Санкт-Петербургский военно-морской институт» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия
[✉ olegkorneev@yandex.ru](mailto:olegkorneev@yandex.ru)

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования о появлении термина «Арктика» в отечественной литературе и документах. Установлено, что впервые в научный оборот термин был введен в 1924 г. в тексте статьи и в 1928 г. в названии монографии известным в начале XX века ученым Л.Л. Брейтфусом, в 1902–1908 гг. возглавлявшим Мурманскую научно-промысловую экспедицию. В документах на государственном уровне термин появляется в 1928 году при создании Арктической комиссии.

Ключевые слова: Крайний Север, Русский Север, Север, Арктика, Арктическая область, Арктический круг, АЗРФ

Конфликт интересов: автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Корнеев О.Ю. Об истории появления термина «Арктика» в отечественной литературе и документах. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):6–17. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-6-17>

History of the term “Arctic” in Russian literature and documents

Oleg Yu. Korneev

Naval Corps of Peter the Great, Military Scientific-Education Center of the Navy, Saint Peterburg, Russia
[✉ olegkorneev@yandex.ru](mailto:olegkorneev@yandex.ru)

Abstract. The author investigates the evolution of the term “Arctic” in Russian literature and documents. The term first appeared in 1924 in a research article and later, in 1928, in the title of a monograph by L.L. Breitfus, a famous researcher. In 1902–1908, L.L. Breitfus headed a Murmansk scientific and fishing expedition. At the state level, the term appeared in the documents of 1928, when the Arctic Commission was established.

Keywords: Far North, Russian North, North, Arctic, Arctic region, Arctic Circle, AZRF

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

For citation: Korneev O.Yu. History of the term “Arctic” in Russian literature and documents. *Arctic and Innovation*. 2025;3(3):6–17. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-6-17>

В 2023 году при подготовке статьи об участии военных гидрографов в изучении Северного морского пути, вышедшей в журнале «Записки по гидрографии» в 2024 г. [1], автор задался вопросом — когда появился термин «Северный морской путь» в отечественной литературе и государственных документах. При проведении исследований было установлено, что термин (устойчивое понятие, а не случайное словосочетание) «Северный морской путь» (СМП) появился в конце XIX века и просуществовал до образования Главного управления Северного морского пути 17.12.1932 г., при этом географически он был четко привязан только к западной части современного СМП, то есть это был судоходный путь от европейских портов, включая Англию, через Баренцево и Карское моря в устья рек Обь и Енисей. 29 ноября 2024 г. автор с известным историком П.А. Филиным сделал доклад «История появления названия "Северный морской путь"» на конференции «Полярные чтения — 2024» в Санкт-Петербурге, в котором привел новые факты появления термина СМП: первое словосочетание СМП было обнаружено в тексте труда М.В. Ломоносова от 1764 г., первое употребление термина СМП было зафиксировано в «Записке об исследовании Северного морского пути», подготовленной Морским министерством (от авт.: военно-морским) к Третьему заседанию Комитета Сибирской железной дороги 24 февраля 1893 г. (презентация доступна в Интернете на сайте Конференции, в настоящее время завершается подготовка статьи для сборника трудов конференции).

После написания упомянутой выше статьи, в ходе которого был изучен большой объем исторических печатных источников по изучению побережья Северного Ледовитого океана и прилежащих к нему регионов (М.В. Ломоносов, В.Я. Чичагов, Ф.П. Литке, Ф.П. Врангель, М.К. Сидоров, А.М. Сибиряков, С.В. Востротин, Ф.Д. Студитский, А.И. и Б.А. Вилькицкие, В.Ю. Визе и др.), у автора возник следующий вопрос: когда появился в отечественной литературе и документах термин «Арктика»? Вопрос возник вследствие того, что у перечисленных выше авторов (до 1930 года) данный термин не использовался.

На государственном уровне также ныне повсеместно употребляемый термин «Арктика» до первой четверти XX века не исполь-

зовался. Например, в декабре 1894 года министр финансов С.Ю. Витте по результатам своей поездки вдоль мурманского побережья (от мыса Святой Нос до устья реки Паз в Печенге) представил императору Александру III «Доклад по вопросу о военном порте на Мурмане» [2], в котором использовал для названия осмотренных территорий термины «Север» [2, стр. 2] и «Крайний Север» [2, стр. 5].

1 декабря 1914 г. в Императорской Академии наук по результатам неудачных арктических экспедиций Э.В. Толя, Г.Я. Седова, В.А. Русанова и Г.Л. Брусилова, а также открытия архипелага Императора Николая II (Северная Земля с 1926 г.) в сентябре 1913 г. была образована Постоянная полярная комиссия, которая имела «своей целью организацию всестороннего изучения полярных стран вообще и северных полярных стран в частности» [3]. Как следует из названия комиссии и цели ее создания, термин «Арктика» также не использовался.

После Октябрьской революции, в марте 1918 года Главное гидрографическое управление республики представило доклад (исх. № 1142 от 23.03.1918) в Коллегию Народного комиссариата по морским делам о необходимости продолжения гидрографических работ на окраинных морях страны и, в частности, «на Севере» [4, л. 1]. При этом под термином «Север» понималась вся современная трасса Северного морского пути, для чего предлагалось организовать две гидрографические экспедиции: Западно-Сибирского (от Белого моря до м. Челюскин в проливе Вилькицкого между Карским морем и морем Лаптевых) и Восточно-Сибирского (от м. Челюскин на восток до м. Дежнева в Беринговом проливе) районов Северного Ледовитого океана [4, л. 3].

Отсутствие употребления термина «Арктика» фиксируется и в Положении о Северной научно-промысловой экспедиции (Севэкспедиции), образованной 4 марта 1920 г. Президиумом ВСНХ при Научно-техническом отделе (в 1925 г. была преобразована в Институт по изучению Севера, а в 1930 г. — во Всесоюзный арктический институт). Так, согласно Положению основная задача Севэкспедиции состояла в производстве «научно-технических исследований естественных производительных сил Русского Севера (к северу от 60-й параллели)

в целях наилучшего их практического использования...» [5, л. 1].

15 апреля 1926 г., после принятия соответствующего документа правительством Канады по объявлению в одностороннем порядке своего сектора в Арктике в 1906 и 1925 гг., было принято Постановление № 130 Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане». Постановлением был определен советский сектор в Северном Ледовитом океане с открытыми и пока не открытыми островами к северу от побережья Союза ССР до Северного полюса в пределах между меридианом тридцать два градуса четыре минуты тридцать пять секунд восточной долготы и меридианом сто шестьдесят восемь градусов сорок девять минут тридцать секунд западной долготы [6]. Необходимо подчеркнуть, что в Постановлении не использовались термины: «Север», «Крайний Север», «Полярные страны» и «Арктика».

Отсутствие термина «Арктика» в отечественной литературе и документах до 1928 года также показалось странным, потому что в зарубежной европейской печати данный термин использовался чуть ли не с XVI века. Не задаваясь целью более подробного изучения вопроса о времени появлении термина «Арктика» за рубежом, можно привести известную голландскую карту 1598 г. (Нидерланды, 1598 г.), подготовленную по результатам трех экспедиций к Новой Земле В. Баренца для поиска прохода в Ост-Индию (1594–1596), на которой в центре у полюса подписано «Arcticus», монографию известного полярного исследователя Джона Барроу от 1818 г. об истории путешествий в Арктический регион (“Arctic Regions”) [7], а также название северного приполярного водного бассейна — Арктический океан (Arctic ocean, назван в 1845 г. Лондонским географическим обществом).

Задавшись вопросом появления термина «Арктика» в России (СССР), пришлось еще раз, но более внимательно обратиться к ранее изученным источникам. Большим подспорьем в этой задаче оказалось второе, дополненное издание монографии М.Я. Дьяконова «Путешествия в полярные страны» под редакцией В.Ю. Визе [8], подготовленное в 1933 г.

В конце монографии приведен «Библиографический указатель главнейшей литературы по исследованию полярных стран на русском языке», составленный А.Ф. Шидловским [8, с. 189–207] по различным блокам полярной истории (*анализ публикаций, изданных в России и СССР*). Во всех блоках было найдено первое употребление термина «Арктика» только в публикации 1929 г. А.И. Лебедева «К ледяному сердцу Арктики. Путешествие на далекий север (с XVI в.)» (М.–Л.: «Молодая гвардия», 1929), следующей публикацией за 1930 г. явилась монография Р.Л. Самойловича «Во льдах Арктики. Поход “Красина” летом 1928 г.» и за 1931 г. приведена монография Б.Г. Островского «Советская Арктика».

Необходимо отметить, что в блоке, посвященном плаваниям Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана в 1910–1915 гг., бросается в глаза отсутствие в названиях публикаций терминов «Северный морской путь» и «Арктика». При этом, указывая труды участников экспедиции Б.А. Вилькицкого, Л.М. Старокадомского, Т.А. Новопашенного и Э.Е. Арнгольда, составитель из-за того, что анализировал только отечественную литературу, не указал статью еще одного участника — Н.А. Транзе, изданную в Нью-Йорке в 1925 г. на английском языке, в которой на зарубежный манер использован термин «Arctic» [9]. Примечательно также, что в названии также использован не термин СМП, а «Сибирский морской путь».

В блоках, посвященных путешествиям Ф. Нансена и Р. Амундсена в полярный регион, приведены переводы их трудов на русский язык (6 и 8 единиц соответственно), в которых термин «Арктика» не использован. Вместе с тем необходимо отметить, что у Ф. Нансена есть статьи с переводом с норвежского на английский язык, где используется данный термин, например «Hunting and Adventure in the Arctic» (1925 г.).

Также была изучена библиография к большому четырехтомному изданию «Проблема Северного морского пути в эпоху капитализма» под руководством Д.М. Пинхенсона [10]. В томе 1 «История открытия и освоения Северного морского пути» (XV — первая половина XIX в.), подготовленном М.И. Беловым и изданном в 1956 г., самая ранняя публикация

в библиографии (с. 534–548) с термином «Арктика» датируется 1935 г. в монографии А.И. Лебедева «К ледяному сердцу Арктики. Путешествия на далекий север (с XVI века)» (М., 1935) (в Библиографии Шидловского А.Ф. эта монография указана за 1929 г. в другом издательстве — «Молодая гвардия»). В томе 2 (вторая половина XIX — первое пятидесятилетие XX века), подготовленном Д.М. Пинхенсоном и изданном в 1962 г., самая ранняя публикация в библиографии (с. 700–722) датируется 1933 г. в монографии Р.Л. Самойловича «История полетов в Арктике и Антарктике» (Сб. «Воздушные пути Севера», М., 1933). В томе 3 с подзаголовком «Советское арктическое мореплавание 1917–1932 гг.», подготовленном М.И. Беловым и изданном в 1959 г., в библиографии (с. 470–482) самая ранняя публикация датируется 1928 г. в статье Н.И. Евгенова «К предстоящим полетам в Арктике» («Метеорологический вестник», 1928, № 4, с. 110–114), в 1930 г. вышла статья Р.Л. Самойловича «Изучение Арктики» (Журнал «Советский Север», 1930, № 5). Библиография тома 4 «Научное и хозяйственное освоение Советского Севера. 1933–1945 гг.», подготовленного М.И. Беловым и изданного в 1969 г., не изучалась, так как с 1930 года стал широко использоваться термин «Арктика», но примечательно, что в названии тома (1969 г.) использован термин «Север». Таким образом, можно зафиксировать, что наиболее раннее употребление термина «Арктика» в названии статьи было у известнейшего полярного исследователя, военного гидрографа, открывателя архипелага Северная Земля в составе легендарной ГЭСЛО (Гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана от Берингова пролива до устьев реки Лена, 1910–1915) в 1913 г., многолетнего руководителя Карских товарообменных операций (1924–1931 гг.) Евгенова Николая Ивановича (незаконно репрессирован в 1938–1944 гг., реабилитирован в 1958 г.).

Статья Н.И. Евгенова 1928 г. [11] на пяти страницах посвящена анализу метеорологических и ледовых условий в районах Таймырского полуострова и архипелага Северная Земля для их учета в объявленной в то время итальянской экспедиции Нобиле на воздушном корабле «Италия» со Шпицбергена в апреле — мае, а также при трансполярном перелете самолета

«Осо-Авиахим» [11, с. 110] из Петропавловска в указанные районы. В статье приводятся таблицы метеорологических данных с о. Диксон, а также данные, полученные в период ГЭСЛО в 1914–1915 гг. [11, с. 111–112], в получении которых Н.И. Евгенов принимал личное участие. Также Николай Иванович ссылается на свое участие в первом в отечественной истории полете для проведения ледовой разведки в районе архипелага Новая Земля вместе с легендарным летчиком Б.Г. Чухновским в августе 1924 г., будучи в должности начальника Морского отряда Северной гидрографической экспедиции (СГЭ) Гидрографического управления ВМС (13 мая 2024 г. исполнилось 100 лет данной экспедиции, которая ныне существует в Мурманске под названием «4-я Арктическая океанографическая экспедиция Северного флота»). В статье сделаны выводы о возможности упоминаемых экспедиций и возможности посадки самолета на припай [11, с. 113–114] в мае и первой половине июня. Автору довелось также служить в СГЭ (г. Архангельск), но в 1981–1984 гг. и также принимать участие и в производстве ледовой разведки, и в дрейфе ледовых баз Воздушных высокоширотных экспедиций «Север» в центральных частях Северного Ледовитого океана. В тот период наиболее благоприятными условиями для производства ледовой разведки и посадки самолетов Ан-2 и вертолетов Ми-4, Ми-8 на необорудованный ледяной покров был конец марта — апрель — период с минимальным количеством облачности [12]. Необходимо отметить, что в тексте статьи термин «Арктика» не использовался, хотя Николай Иванович, будучи на тот момент одним из крупнейших исследователей Севера (Заполярья), наверное, знал, что употребляет данный термин в названии своей статьи одним из первых. В связи с этим логично было бы ожидать описания в статье, что под этим термином понимается, но этого сделано не было. Из этого факта логично было сделать предположение, что сущность данного термина уже была раскрыта в предыдущей публикации какого-либо автора. В связи с этим логичным было продолжить поиски факта появления термина «Арктика» в отечественной печати.

Составитель упоминаемой выше Библиографии А.Ф. Шидловский, в отличие от М.И. Белова в вышеупомянутом томе 1, почему-то не включил в нее труды М.В. Ломоносова,

в которых также есть анализ предпринятых плаваний зарубежными путешественниками в приполярный океан для поиска Северо-Западного и Северо-Восточного проходов из Атлантического в Тихий океан. Изучая труды М.В. Ломоносова по географии, в документе «Примерная инструкция морским командующим офицерам, отправляющимся к поисканию пути на Восток северным Сибирским океаном» [13], в п. 13 удалось найти: «Совершенно увериться могут мореплаватели, что они опасность от льдов и от стужи совсем миновали, когда, прошед далече за Баффинское море, достигнут на широту Арктического круга около 66 градусов, а долготы от острова Ферро около 240 градусов» [13, стр. 528]. Вполне логично предположить, что пространства севернее Арктического круга можно было бы назвать Арктикой, однако Михаил Васильевич этот термин не использовал.

Таким образом, Михаил Васильевич знал понятие «Арктический круг», который первым ввел в оборот Евдокс Книдский (ок. 408–355 гг. до н. э.), труды которого до нас не дошли, но на них ссылался и Гипарх Никейский (ок. 190–120 гг. до н. э.) в своем трактате «Комментарий к Явлениям Евдокса и Арата», и Гемин (ок. 10 г. до н. э. — ок. 60 н. э.) в своем труде «Введение в небесные явления» [14]. Так, в трактате Гемина в главе 15 «О земных поясах» говорится: «Поверхность всей Земли — шаровидная, и она делится на 5 поясов. Два из них, лежащие около полюсов, дальше всего от прохода Солнца, называются холодными; они необитаемы из-за холода и ограничены арктическими [кругами] около полюсов» [14, с. 221].

Правда, в п. 15 Михаил Васильевич Арктический круг уже называет Полярным, так: если корабли окажутся севернее 66 гр. с. ш., то «стараться идти всячески к зюйду, к Полярному кругу» [14, с. 530]. Таким образом, Михаил Васильевич использовал производную от термина «Арктика» в своем сочинении, но не сам термин.

В названии статьи Н.И. Евгенова [11] термин «Арктика» использовался в контексте воздушных перелетов и, в частности, воздушного корабля. Данное обстоятельство подвигнуло автора продолжить поиски среди отечественной литературы, посвященной полетам дирижаблей, в период 1924–1928 гг.

Результаты поисков оказались успешными. Выяснилось, что составители библиографии по северным полярным исследованиям А.Ф. Шидловский, а также М.И. Белов и Д.М. Пинхенсон почему-то не включили в свой перечень очень важную монографию известного полярного исследователя и историка Л.Л. Брейтфуса «Арктическая область. Ее природа, задачи и цели изучения с рисунками, картою и таблицей главнейших этапов завоевания Арктики» [15], опубликованную в Ленинграде в 1928 г. и в которой впервые в названии отечественной не статьи, а монографии встречается термин «Арктика». Станным является то, что другие произведения данного автора составители в своих библиографиях указывали, но до момента его эмиграции в Германию в 1921 г., хотя тот оставался членом Полярной комиссии Академии наук СССР и продолжал публиковаться в советской печати, по крайней мере до 1928 г.

Л.Л. Брейтфус с 1902 по 1908 г., родившись в Санкт-Петербурге и окончив там полный курс лютеранской гимназии, но будучи подданным Германии, возглавлял Мурманскую научно-промысловую экспедицию с 1902 по 1908 г., начав там работать в 1898 г. по приглашению известного ученого Н.М. Книповича. С 1912 по 1918 г. возглавлял Гидрометеорологическую часть Главного гидрографического управления (ГГУ) Морского министерства, приняв в 1914 г. российское подданство. С 1914 г. — член Постоянной полярной комиссии Императорской Академии наук, включая в советский период [16].

Из титула монографии следует, что она была подготовлена под эгидой Группы СССР Международного общества по изучению Арктики при помощи воздушного корабля («Аэроарктик»). Содержание монографии было предназначено для объяснения, как с помощью воздушного корабля (дирижабля) можно было бы исследовать Арктическую область.

Во введении к монографии было указано, что идея использовать дирижабль в полярных странах зародилась еще в 1907 г., после его успешного полета над сушей. 7 октября 1924 г. в Берлине состоялось заседание с участием Ф. Нансена и председателя Общества вспомоществования германской науке О. Шмидта-Отта. На данном заседании

ранее существовавшая Комиссия по рассмотрению возможности полета дирижабля через Арктическую область была преобразована в «Международное общество по изучению Арктики при помощи воздушного корабля» («Аэроарктик») под председательством Ф. Нансена [15, с. 5]. Далее указано, что 9–13 ноября 1926 г. в Берлине прошло первое собрание Общества, на котором присутствовало до 300 человек, «из коих 54 члена от германской стороны и 18 членов от иностранных групп». Далее в Введении приводится состав Общества на момент написания монографии (1927–1928 гг.) — 271 член (260 лиц и 11 Обществ) от 20 государств. Максимальное количество членов было от Германии — 102, на втором месте представители СССР — 49, на третьем месте — Австрии (11) и на четвертом — США (10) [15, с. 6]. Однако из содержания введения к монографии остался неясным вопрос, когда же в СССР была образована группа «Аэроарктик»: то ли в 1926, то ли в 1927, то ли в 1928 г. Во многих источниках в Интернете указывается, что Группа СССР была образована в 1928 г. при Институте изучения Севера.

Точный ответ на данный вопрос удалось найти в интересной и детальной статье доктора юридических наук О.Д. Максимовой (*Московский гуманитарный университет*) по организации участия советских ученых в работе первого собрания общества «Аэроарктик» в ноябре 1926 г. [17].

Согласно статье О.Д. Максимовой, в сентябре 1926 г. Ф. Нансен направил письмо управляющему делами Совнаркома СССР Н.П. Горбунову с приглашением советских ученых для участия в Первом заседании [18, л. 45], на что получил ответ от него в октябре, что СССР «будет представлен наиболее полным образом в работе съезда» [18, л. 146]. 16 октября в Комиссию по содействию работам Академии наук при НК СССР поступило письмо от Академии наук, в котором были приведены кандидатуры для участия в работе первого заседания Международного общества «Аэроарктик: вице-президент АН СССР академик А.Е. Ферсман, Р.Л. Сомойлович (*директор НИИ по изучению Севера*) и В.Б. Шостакович (*директор Иркутской геофизической обсерватории*) [18, л. 155–156].

3 ноября 1926 г. состоялось собрание советской группы «Аэроарктик», в котором

приняли участие 30 чел. В результате заседания был избран президиум советской группы: председатель Б.Л. Исаченко (*директор Ботанического сада*), члены: В.Ю. Визе, Р.Л. Сомойлович, А.Е. Ферсман, Н.М. Книпович и член-корреспондент АН СССР Бялыницкий-Бируля [19, л. 42, 42 об., 43].

16 декабря 1926 г., после возвращения советской делегации с первого заседания «Аэроарктик», состоялось заседание Комиссии СНК СССР по содействию работам АН СССР. В п. 3 Решения по результатам заседания было указано: «Осуществление дальнейшей организационной связи ученых СССР с этим обществом считать целесообразным через Институт по изучению Севера». В п. 4 было зафиксировано, что оформление советской Группы поручается А.Е. Ферсману путем созыва общего собрания участников [18, л. 104]. В Уставе Группы СССР, принятом 9 сентября 1928 г., в параграфе 3 указывалось, что она является юридическим лицом и имеет печать со своим наименованием [19, л. 45, 45 об.]. Таким образом с декабря 1926 г. в СССР стала официально существовать организация, имеющая в своем названии термин «Арктика», после чего, логично предположить, и началось его распространение в СССР и, в частности, упоминание в статье Н.И. Евгенова в 1928 г.

Возвращаясь к монографии Л.Л. Брейтфуса, необходимо указать, что глава 1 носит название «Арктика и что представляет она собою? Зачем и как ее изучать?», глава 2 называется «Всестороннее изучение Арктики и последующее систематическое наблюдение за ее режимом» (*первый подраздел в главе — «Практическое применение воздухоплавания»*), глава 3 — «Воздушное сообщение через Северную полярную область» (*непонятно, почему автор не использовал в данном названии термин «Арктическая область», вынесенный в название монографии*). Большим положительным моментом является приведение в Приложении к монографии детальной таблицы «Главнейшие этапы завоевания Арктической области» по подразделам: с судов, на картах (*так указано в таблице*), с дрейфующих во льдах судов, с аэропланов и воздушных кораблей, на станциях «Полярного года» (Первый Международный полярный год в 1882–1883 гг.).

Особый интерес для темы статьи представляет первый подраздел главы 1 «Арктика»,

в котором автор задается вопросом: что считать границами Арктики? С точки зрения математической географии, указывает автор, «область эту следует ограничить окружностью северного полярного круга» ($66\frac{1}{2}^\circ$) [15, с. 8]. Но далее автор указывает, что при таком подходе в Арктику войдут достаточно теплые районы Атлантического океана и его островов, в связи с этим он предложил выбрать в качестве критерия среднюю температуру июля, равную 10°C , характеризующую границу произрастания лесов. Отмечается, что данная граница отчасти совпадает с границей вечной мерзлоты, не оттаивающей в летнее время «глубже самых поверхностных слоев» [15, с. 8]. С учетом данных критериев «полярная территория Евразии значительно сокращается, в пределах же Гренландии, Канады и Аляски значительно углубляется к югу, достигая в восточной Канаде, в Лабрадоре, 54° сев. широты; при этом Гренландия попадает целиком в полярную область, что вполне соответствует ее почвенно-климатическим условиям». В этих пределах Арктика представляется нам состоящей из внутреннего глубокого Полярного бассейна с глубинами в 3000–3500 метров и окаймляющих его континентов с довольно широкой материковой отмелью до 600–700 километров около сибирских берегов, где глубины колеблются от 40 до 50 метров, и менее широкою, до 100–200 км, около берегов Аляски» [15, с. 9]. Далее автор указывает: «Заливами этого глубоководного бассейна являются сравнительно мелководные моря: Баренцево (до 300–350 метр.), Карское (до 300–600 метр.), Лаптевых (40–60 метр.), Восточно-Сибирское (40–60 метр.), Бофорта (до 100–600 метр.) и Гренландское море» [15, с. 10].

Дальнейший обзор содержания монографии не соответствует цели написания данной статьи, поэтому на первом подразделе главы 1 мы и остановимся.

Таким образом, можно констатировать, что монография Л.Л. Брейтфуса не только является первым опубликованным в российской печати трудом с употреблением термина «Арктика», но и содержит географическое описание данного термина, которое во многом совпадает с существующим в настоящее время почвенно-климатическим критерием для определения границ Арктики.

Дальнейшие поиски позволили более раннюю статью Л.Л. Брейтфуса, предваряющую

монографию и посвященную анализу проекта капитана В. Брунса о трансарктическом перелете на дирижабле из Европы на Тихий океан и организации гидрометеорологической службы России на Севере, изданную в 1924 г. в журнале «Природа» в Ленинграде [20]. Примечательно, что в статье автор указывает, что России необходимо включиться в раздел: «последних свободных еще пространств на нашей планете — стран арктических и антарктических, ..., закрепив за собою свои арктические границы...» [20, с. 77]. Важным для цели настоящей статьи является то обстоятельство, что в статье в подразделе «Погода» был использован термин «Арктика», правда, написанный с маленькой буквы: «На первый взгляд обыкновенно кажется, что главными препятствиями воздушным сообщениям через арктику должны явиться низкие температуры воздуха» [20, стр. 79]. В статье также встречаются термины: «арктическая область», «арктическая обстановка», «арктические границы» и «арктида» (в сноске в статье указано, что это «область к Северу от Америки...», которая на тот момент была полностью не изведена). Таким образом, в 1924 г. в отечественной печати в тексте статьи, по всей видимости, впервые был использован термин «Арктика», который автор применил с учетом широкого использования данного термина за рубежом, где он к тому времени уже 3 года успешно работал в Берлинском зоологическом музее. В 1923 г. Л.Л. Брейтфус активно сотрудничал с Ф. Нансеном по созданию международного общества «Аэроарктик» [16].

Необходимо отметить, что после выхода Постановления СНК СССР от 1926 г. о советском секторе в Северном Ледовитом океане [6] в журнале «Морской сборник» за 1927 г. была найдена статья Л.Л. Брейтфуса «О разграничении северной полярной области», в которой он, в частности, указал: «Стр. 5 Мы уже упоминали, что до настоящего времени для нас та часть арктики, куда или совершенно нельзя было проникнуть ...имела так сказать, главным образом, академическое значение...» [21, с. 5]. Далее: «От целесообразной постановки радио-службы будет в высокой степени зависеть весь успех воздушных сообщений через арктику...» [21, с. 8]. Таким образом, и в статье 1927 г. Л.Л. Брейтфус использовал термин «Арктика».

Участие СССР в работе международного общества «Аэроарктик» и подготовка к участию

советских представителей в полете дирижабля «Граф Цеппелин» над своей территорией (осуществлен 26–30 июля 1931 г.) привело к тому, что 31 июля 1928 г. было принято Постановление Совета Народных Комиссаров Союза ССР № 464 «Об усилении научно-исследовательской работы в арктических владениях Союза ССР» [22]. Так впервые в государственных документах появился термин не «Арктика», но «Арктические владения».

Согласно Постановлению: «В связи с ходатайствами ряда научных учреждений Союза ССР об усилении научно-исследовательской работы в арктических владениях Союза ССР, Совет Народных Комиссаров Союза ССР постановляет: 1. Образовать при Совете Народных Комиссаров Союза ССР комиссию для организационной и финансовой проработки пятилетнего плана научно-исследовательской работы в арктических владениях Союза ССР, указанных в постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета Союза ССР от 15 апреля 1926 года». В этом же пункте был указан состав комиссии, состоявшей из «членов, делегированных Ассоциацией по изучению северных морей, Академией Наук Союза ССР, советской группой Международного Общества по изучению Арктики при помощи воздушного корабля, Народным Комиссариатом по Военным и Морским Дела́м (по Управлению Военных Воздушных Сил), Высшим Советом Народного Хозяйства Союза ССР, Союзом Обществ Друзей Оборона́ и Авиационно-Химического Строительства "Осоавиахим" СССР и Советским Торговым Флотом («Совторгфлотом») — по одному от каждого учреждения или организации» [22, пункт 1].

Приведение в составе комиссии члена от Группы СССР международного общества «Аэроарктик», а также указание в п. 2 Постановления всего двух пунктов для первоочередных работ: а) организации на Земле Франца-Иосифа, Новой Земле и Северной Земле геофизических обсерваторий с соответствующими при них радиоустановками и необходимыми плавучими средствами и б) сооружения на территории Союза ССР причальных мачт в качестве баз для научных арктических экспедиций на воздушных кораблях; свидетельствует о большом влиянии «Аэроарктик» на создание комиссии и ее плана работ в преддверии намеченного на 1931 год трансарктического перелета на дирижабле.

Необходимо отметить, что после выхода указанного выше постановления Научно-исследовательский институт по изучению Севера (образован Приказом по ВСНХ СССР от 2 марта 1925 г.) 22 ноября 1930 г. в соответствии с Постановлением Президиума ЦИК СССР был преобразован во Всесоюзный арктический институт (ВАИ). 29 ноября 1930 г. ЦИК СССР утвердил Положение о ВАИ, согласно которому институт являлся «центральным организующим и руководящим научно-исследовательским учреждением для всестороннего изучения полярных стран Союза ССР». Также в Положении было указано, что одной из задач института является «исследовать пути и способы сообщения (воздушные и водные) в Арктике» [23]. Удивляет, что хотя институт был назван арктическим, но основной целью его деятельности было указано «изучение полярных стран Союза СССР». Что это за полярные страны в единой стране СССР?

Относительно участия Полярной комиссии АН СССР в использовании термина «Арктика» необходимо отметить, что в 1930 г. секретарь Комиссии А.И. Толмачев опубликовал в первом номере журнала «Советский Север»: «Задачи Полярной комиссии в настоящее время сводятся к следующему: комиссия организует непосредственно исследовательские работы в полярных и приполярных странах, в первую очередь, естественно, на севере СССР... Далее комиссия ведет работы по согласованию исследовательской деятельности различных учреждений, работающих в Арктике...» [24, с. 137]. Так, в 1930 г. в Полярной комиссии уже использовался термин «Арктика» наряду с традиционными «Полярные страны» и «Север», что можно объяснить продолжением участия в работе комиссии Л.Л. Брейтфуса.

В 1933 г., после трех лет выпуска Трудов института и Бюллетеня, ВАИ организовал выпуск неперiodического сборника «Arctica». В первом номере сборника директор института Р.Л. Самойлович в разделе «От редакции» указал, что наряду с публикацией материалов по освоению Северного морского пути «Редакция предполагает дать на страницах «Arctica» по возможности исчерпывающее освещение научно-исследовательской деятельности в Арктике за пределами СССР» [25, с. 4]. Предполагалось, что в сборнике будут печататься статьи также на немецком, французском, английском языках

и по желанию авторов на эсперанто с резюме на русском языке. В первом номере была опубликована статья представителя Полярного института им. Скотта в Англии Ф. Дебенхэма об истории возникновения института и его деятельности [25, с. 67–72]. Представляется логичным предположить, что название сборника на английском языке «Arctica» показывало, что это иностранный термин, который должен привлечь ученых из-за рубежа.

Впервые термин «Арктика» появляется не в названии государственного документа, а в его тексте, в 1934 г. Так, в Постановлении СНК и ЦК ВКП(б) «О мероприятиях по развитию Северного морского пути и северного хозяйства» от 20.07.1934 г. в главе V «О расширении функций Главного управления Северного морского пути» в п. 1 указано: «Возложить на Главное управление Северного морского пути изыскания и эксплуатацию естественных производительных сил в Советской Арктике» [26]. Анализ текста Постановления показывает, что на государственном уровне сохранялось использование термина «Крайний Север» (как и в настоящее время) и появился термин «Арктика».

Тем не менее также необходимо отметить, что даже в Постановлении ЦИК СССР от 27.06.1935 г. «Об единых географических наименованиях частей Северного Ледовитого океана, прилегающих к побережью Союза ССР» термин «Арктика» не использовался [27].

10 августа 1935 г. вышло Постановление ВЦИК о ликвидации Комитета содействия народностям северных окраин Президиума ВЦИК (*Комитет Севера, был образован 20.06.1924*) [28]. Согласно п. 3 Постановления функции Комитета по хозяйственному и культурному обслуживанию районов Крайнего Севера предлагалось передать ГУСМП. Согласно п. 5 журнал Комитета «Советский Север», выходящий с 1930 г., должен быть объединен с журналом ГУСМП «Советская Арктика». Первый выпуск журнала «Советская Арктика» произошел в августе 1935 года, в котором вышла обобщающая статья директора ВАИ Р.Л. Самойловича «Пятнадцать лет научной работы в Арктике» [29, с. 36–39].

Таким образом, можно констатировать, что и в 1935 году в СССР продолжалось использование термина «Крайний Север»,

привязывая его к побережью Северного Ледовитого океана и прилежащим сухопутным районам СССР с их населением. К термину «Арктика» относили сам Северный Ледовитый океан с его окраинными морями, островами и архипелагами.

В целом же, подводя итоги исследования, можно констатировать, что термин «Арктика» в научный оборот ввел в 1924 г. известный полярный отечественный исследователь Л.Л. Брейтфус, раскрыв его географию в монографии 1928 г., на основе его тесного общения с зарубежными учеными, давно использующими этот термин. С 1930 г. термин стал широко использоваться в отечественной научной и научно-популярной литературе, а также в средствах массовой информации, что продолжается и в настоящее время. На государственном уровне термин появился в 1926 г. после создания Группы СССР Международного общества по изучению Арктики при помощи воздушного корабля» («Аэроарктик»), упомянутого затем в Постановлении СНК Союза СССР от 1928 г. о создании Арктической комиссии.

В настоящее время на законодательном уровне термин «Арктика» не используется, а применяется термин «Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ)». Согласно «Основам государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденным 18 сентября 2008 г., под АЗРФ понимается часть Арктики, в которую входят: сухопутные территории, включая острова, и водные акватории территориального моря, исключительной экономической зоны и континентального шельфа (в феврале 2023 г. Комиссия ООН по границам континентального шельфа одобрила Заявку России на расширение континентального шельфа до Северного полюса).

Перечень сухопутных территорий АЗРФ (131 населенный пункт) определены Указами Президента РФ: от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» и № 220 от 13 мая 2019 г.) [30].

Термин «Крайний Север» продолжает существовать и в настоящее время. Так, в 2021 г. было принято Постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2021 года № 1946 «Об утверждении

перечня районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, в целях предоставления го-

сударственных гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих в этих районах и местностях».

Литература

1. Кorneев О.Ю. Военные гидрографы и Севморпуть. Записки по гидрографии. 2024;(315): 73–86.
2. РГИА. Ф. 1622. Оп. 1. Ед. хр. 294. Витте С.Ю. (1849–1915).
3. Красникова О.А. Полярная комиссия Академии наук (1914–1936 г.). В: Комиссия Академии наук в XVIII–XX веках: Исторические очерки. СПб.: Нестор-История; 2013, с. 383–449.
4. РГА ВМФ. Ф. Р-180. Оп. 1. Ед. хр. 7. Л. 1–6.
5. ЦГАНТД СПб. Ф. 369. Оп. 1–1. Д. 1.
6. Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане: Постановление Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15.04.1926 г. Собрание законодательства СССР. 1926. № 32, ст. 203.
7. Barrow J. A chronological history of voyages into the Arctic regions; undertaken chiefly for the purpose of discovering a north-east, north-west, or polar passage between the Atlantic and Pacific. London: John Murray; 1818. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.6240>
8. Дьяконов М.А. Путешествия в полярные страны. Ленинград: Изд-во Всесоюзного арктического института; 1933.
9. Transehe N.A. The Siberian Sea Road: The Work of the Russian Hydrographical Expedition to the Arctic 1910–1915. Geographical Review. 1925;15(3):367–398. <https://doi.org/10.2307/208561>
10. Пинхенсон Д.М. Проблема Северного морского пути в эпоху капитализма. Ленинград: Морской транспорт; 1969.
11. Евсенов Н.И. К предстоящим полетам в Арктике. Метеорологический вестник. 1928;(4):110–114.
12. Кorneев О.Ю. Северная Атлантика, Северный полюс и Гидрографическая экспедиция Северного флота. Малоизвестные факты. Москва: Издательские решения; 2022.
13. Ломоносов М.В. Примерная инструкция морским командующим офицерам, отправляющимся к поисканию пути на Восток северным Сибирским океаном. В: Том 6 Труды по русской истории, общественно-экономическим вопросам и географии (1747–1765 гг.). Т. 6. Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР; 1952, с. 519–538.
14. Щетников А.И. (пер.). Гемин. Введение в явления. Scholae. Философское антиковедение и классическая традиция. 2011;5(2):174–233. <https://classics.nsu.ru/schola/5/5-2-gemin.pdf>
15. Брейтфус Л.Л. Арктическая область. Ее природа, задачи и цели изучения: с рисунками, картой и таблицей главнейших этапов завоевания Арктики. Ленинград: Об-во «Аэроарктик», тип. Гидрографического управления Управления Военно-морских сил РККА; 1928.
16. Шрадер Т.А. Полярный исследователь Л. Брейтфус. В: Немцы в России. Проблемы культурного взаимодействия: Сб. ст. СПб.: Дмитрий Буланин; 1998, с. 293–297.
17. Максимова О.Д. Деятельность Совета народных комиссаров СССР по организации участия делегации советских ученых в работе Первого пленума Международного общества по исследованию Арктики с помощью воздушного корабля («Аэроарктик») и некоторые ее результаты. Международное право и международные организации. 2021;(4):53–62.
18. ГАРФ. Ф. 5446. Оп. 37. Д. № 48.
19. ЦГАНТД. Ф. Р-369. Оп. 11. Д. № 45.
20. Брейтфус Л.Л. Проект капитана Брунса Трансарктического воздухоплавания из Европы в страны, лежащие к югу от Берингова пролива, а также организации с помощью воздушного корабля гидрометеорологической службы в Северной России и Сибири. Природа. 1924;(7–12):71–88. https://sergeyhry.narod.ru/priroda/priroda1924_07_12_05.htm
21. Брейтфус Л.Л. О разграничении северной полярной области. Морской сборник. 1927;(1):3–13.
22. Об усилении научно-исследовательской работы в арктических владениях СССР: Постановление СНК СССР от 31.07.1928 г. Собрание законодательства СССР. 1928;(52): ст. 464.

23. ЦГАНТД СПб. Ф. 369. Оп. 1–1. Д. 48. Л. 1.
24. Толмачев А.И. Полярная комиссия Академии наук СССР. Советский Север. 1930;(1): 137–140.
25. Визе В.Ю., Самойлович Р.Л. (ред). *Arctica*. Кн. 1. Ленинград: Всесоюзный арктический институт; 1933.
26. ЦПАИМЛ. Ф.17. Оп. 3. Д. 949. Л. 72–81.
27. Постановление ЦИК СССР об единых географических наименованиях частей Северного Ледовитого океана, прилегающих к побережью Союза ССР. Советская Арктика. 1935;(3):92–93.
28. Собрание узаконений и распоряжений Рабоче-Крестьянского правительства РСФСР за 1936 г. № 1–23. Москва: ГИЗ Советское законодательство; 1936, с. 42–43.
29. Журнал «Советская Арктика». Изд-во Главсевморпути (Ленинград), вып. 1, август 1935 г., 85 стр.
30. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации: Указ Президента РФ от 02.05.2014 г. № 296 // Собрание законодательства РФ. 2014. № 18 (часть I), ст. 2136.

References

1. Korneyev O.Yu. Military Hydrographers and the Northern Sea Route. Notes on Hydrography. 2024;(315):73–86. (In Russ.).
2. RGIA. F. 1622. Op. 1. Unit. 294. Witte S.Yu. (1849–1915). (In Russ.).
3. Krasnikova O.A. The Polar Commission of the Academy of Sciences (1914–1936). In: The Commission of the Academy of Sciences in the 18th–20th Centuries: Historical Essays. St. Petersburg: Nestor-Istoriya Publ.; 2013, pp. 383–449. (In Russ.).
4. RGA of the Navy. F. R-180. Op. 1. Ed. hr. 7. L. 1–6. (In Russ.).
5. CGANTD SPb. F. 369. Op. 1–1. D. 1. (In Russ.).
6. On the declaration of lands and islands as the territory of the USSR located in the Arctic Ocean: Resolution of the Presidium of the Central Executive Committee of the USSR dated 04/15/1926. Collection of Legislation of the USSR. 1926;(32): Art. 203. (In Russ.).
7. Barrow J. A chronological history of voyages into the Arctic regions; undertaken chiefly for the purpose of discovering a north-east, north-west, or polar passage between the Atlantic and Pacific. London: John Murray; 1818. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.6240>
8. Dyakonov M.A. Travels to the Polar Regions. Leningrad: Publishing House of the All-Union Arctic Institute; 1933. (In Russ.).
9. Transehe N.A. The Siberian Sea Road: The Work of the Russian Hydrographical Expedition to the Arctic 1910–1915. Geographical Review. 1925;15(3):367–398. <https://doi.org/10.2307/208561>
10. Pinchenson D.M. The Problem of the Northern Sea Route in the Era of Capitalism. Leningrad: Morskoi Transport Publ.; 1969. (In Russ.).
11. Evgenov N.I. To the Upcoming Flights in the Arctic. Meteorological Bulletin. 1928;(4):110–114. (In Russ.).
12. Korneev O.Yu. The North Atlantic, the North Pole, and the Hydrographic Expedition of the Northern Fleet. Little-Known Facts. Moscow: Izdatel'skie resheniya Publ.; 2022. (In Russ.).
13. Lomonosov M.V. Approximate Instructions for Naval Commanding Officers Going to Search for a Way to the East by the Northern Siberian Ocean. In: Works on Russian History, Social and Economic Issues, and Geography (1747–1765). Vol. 6. Moscow, Leningrad: USSR Academy of Sciences Publishing House; 1952, pp. 519–538. (In Russ.).
14. Shchetnikov A.I. (trans.). Geminus. Introduction to Phenomena. Scholae. Ancient Philosophy and the Classical Tradition. 2011;5(2):174–233. <https://classics.nsu.ru/schola/5/5-2-gemin.pdf>. (In Russ.).
15. Breitfus L.L. The Arctic region. Its nature, objectives and goals of study: with drawings, maps and a table of the main stages of the conquest of the Arctic. Leningrad: Aeroarctic Publishing House, type. Hydrographic Directorate of the Red Army Naval Forces Directorate; 1928. (In Russ.).
16. Schrader T.A. Polar explorer L. Breitfuss. Q: Germans in Russia. Problems of Cultural Interaction: Collection of Articles. St. Petersburg: Dmitry Bulanin; 1998, pp. 293–297. (In Russ.).
17. Maksimova O.D. The Activities of the Council of People's Commissars of the USSR in Organizing the Participation of a Delegation of Soviet Scientists in the First Plenum

- of the International Society for the Exploration of the Arctic by Airship (Aeroarctic) and Some of Its Results. International Law and International Organizations. 2021;(4):53–62. (In Russ.).
18. GARF. F. 5446. Op. 37. D. No. 48. (In Russ.).
 19. TsGANTD. F. R-369. Op. 11. D. No. 45. (In Russ.).
 20. Breitfus L.L. Captain Bruks's project of Transarctic aeronautics from Europe to the countries lying south of the Bering Strait, as well as the organization of a hydrometeorological service in Northern Russia and Siberia using an airship. Nature. 1924;(7–12):71–88. https://sergeyhry.narod.ru/priroda/priroda1924_07_12_05.htm. (In Russ.).
 21. Breitfus L.L. On the delineation of the northern polar region. Morskoi sbornik. 1927;(1):3–13. (In Russ.).
 22. On Strengthening Research Activities in the Arctic Territories of the USSR: Resolution of the Council of People's Commissars of the USSR dated July 31, 1928. Collection of Laws of the USSR. 1928;(52): Art. 464. (In Russ.).
 23. Central State Archive of Scientific and Technical Documentation of St. Petersburg. F. 369. Op. 1–1. D. 48. L. 1. (In Russ.).
 24. Tolmachev A.I. The Polar Commission of the USSR Academy of Sciences. The Soviet North. 1930;(1):137–140. (In Russ.).
 25. Vize V.Yu., Samoilovich R.L. (eds). Arctica. Book 1. Leningrad: All-Union Arctic Institute; 1933. (In Russ.).
 26. TsPAIML. F.17. Op. 3. D. 949. L. 72–81. (In Russ.).
 27. Resolution of the Central Executive Committee of the USSR on the unified geographical names of the parts of the Arctic Ocean adjacent to the coast of the Union of Soviet Socialist Republics. Soviet Arctic. 1935;(3):92–93. (In Russ.).
 28. Collection of Laws and Regulations of the Workers' and Peasants' Government of the RSFSR for 1936, No. 1–23. Moscow: GIZ Soviet Legislation; 1936, pp. 42–43. (In Russ.).
 29. The Soviet Arctic Magazine. Leningrad: Published by Glavsevmorput; 1935, Iss. 1, August. (In Russ.).
 30. On the Land Territories of the Arctic Zone of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation No. 296 dated May 2, 2014. Collection of Laws of the Russian Federation. 2014;(18 (Part I)): Art. 2136. (In Russ.).

Сведения об авторе

Корнеев Олег Юрьевич — заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник ФГОУ ВПО «Морской корпус Петра Великого — Санкт-Петербургский военно-морской институт» Министерства обороны Российской Федерации Россия, 199162, Санкт-Петербург, Наб. Лейтенанта Шмидта, д. 17
Author ID: 703900
SPIN-код: 8905-0439
Тел.: +7 (904) 604-21-51,
E-mail: olegkorneev@yandex.ru

Author information

Oleg Yu. Korneev — Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Dr. Sci. (Engineering), Prof., Senior Researcher Saint Petersburg Military Institute (Naval) of the Military Educational and Scientific Center of the Navy — Peter the Great Naval Corps Russia, 199162, Saint Petersburg, Nab. Lieutenant Schmidt, 17
Author ID: 703900
SPIN-code: 8905-0439
Tel.: +7 (904) 604-21-51,
E-mail: olegkorneev@yandex.ru

Вклад автора

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

Author contribution statement

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

УДК 556:001.89:005.71(470.23-25)

ББК 63.3(2)6

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-18-37>

Первый выпуск Гидрографического института Севморпути (1935–1939 гг.). Преподаватели и студенты

Рябчук Д.В.

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.А. Карпинского», Санкт-Петербург, Россия

✉ Daria_Ryabchuk@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья открывает цикл публикаций, посвященных молодым людям, поступившим в 1935 г. в только что созданный Гидрографический институт Севморпути и получившим дипломы инженеров-гидрографов в 1938–1940 гг. Первые выпускники Гидрографического института внесли огромный вклад в исследование Арктики, сражались на фронтах Великой Отечественной войны, преподавали в вузах и вели научную работу. В литературных источниках, за редким исключением, упоминаются «студенты-практиканты Гидрографического института». Основной задачей данной статьи является «возвращение имен», многие из которых сегодня можно найти на географической карте Северного Ледовитого океана. Первая статья рассказывает о профессорско-преподавательском составе, студентах и первых годах учебы в институте.

Ключевые слова: Арктика, Гидрографический институт, Северный морской путь

Конфликт интересов: автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Рябчук Д.В. Первый выпуск Гидрографического института Севморпути (1935–1939 гг.). Преподаватели и студенты. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):18–37. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-18-37>

First graduates of the Hydrographic Institute (1935–1939). Professors and students

Daria V. Ryabchuk

A.P. Karpinsky Russian Research Geological Institute, Saint Petersburg, Russia

✉ Daria_Ryabchuk@mail.ru

Abstract. This article opens a series of publications dedicated to the young people who entered the newly created Hydrographic Institute of the Northern Sea Route in 1935 and received diplomas as hydrographic engineers in 1938–1940. The first graduates of the Hydrographic Institute made a significant contribution to the study of the Arctic, fought on the fronts of the Great Patriotic War, taught at universities, and conducted research work. In literary sources, with rare exceptions, “students-interns of the Hydrographic Institute” are mentioned. The main objective of this article is to “return names”, many of which can be found today on the geographical map of the Arctic

Ocean. This article presents professors and their students, as well as describes the process of studying at the Institute during first years of its operation.

Keywords: Arctic, Hydrographic Institute, Northern Sea Route

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

For citation: Ryabchuk D.V. First graduates of the Hydrographic Institute (1935–1939). Professors and students. *Arctic and Innovation*. 2025;3(3):18–37.

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-18-37>

Введение

Первые поиски информации о студентах, поступивших в 1935 г. в только что созданный Гидрографический институт Севморпути и получивших дипломы инженеров-гидрографов в 1938–1940 гг., были связаны с интересом автора статьи к биографии деда, Николая Дмитриевича Дмитриева. На его книжной полке всегда стояла наклеенная на плотный картон фотография с надписью: «Первый выпуск инженеров-гидрографов. 1938 год» (рис. 1).

Н.Д. Дмитриев (1915–1992 гг.) прожил долгую жизнь. После окончания Института до 1941 г. он работал гидрографом в Арктике. Начал войну артиллеристом, после тяже-

лой контузии под Кингисеппом попал в Гидрографический отдел Балтийского флота. После войны окончил Высшие офицерские курсы и до выхода в отставку в 1964 г. в звании капитана 1-го ранга преподавал гидрографию, теорию магнитных компасов, позже — автоматику в различных высших военно-морских училищах. В 1964–1988 гг. читал лекции по автоматике, информатике и программированию (ЭВМ) в гражданских вузах.

О своих преподавателях и однокурсниках по Гидрографическому институту Н.Д. Дмитриев отзывался с огромным уважением и теплотой, с профессорами и однокурсниками долгое время поддерживал дружеские



Рис. 1. Выпускная фотография первого выпуска Гидрографического института (лето 1938 года). Из семейного архива автора

Fig. 1. Graduation photo of the first graduating class of the Hydrographic Institute (summer 1938). From the author's family archive

отношения и переписку, однако, как и многие, чья молодость пришлась на сложные 1930–1940-е годы, в воспоминаниях был немногословен.

На первых же этапах поиска информации возникли многочисленные вопросы. В 1935 году был произведен набор на два первых курса — по 25 человек. А на выпускной фотографии 1938 года — одиннадцать человек. Почему? Довольно быстро удалось выяснить, что для части студентов летняя производственная практика 1937 года сильно затянулась. Они остались на вынужденную зимовку, участвовали в дрейфе ледокольных пароходов «Садко», «Г. Седов» и «Малыгин» и были эвакуированы на Большую землю только в апреле 1938 г. Практически во всех публикациях, посвященных этой зимовке, упоминаются «22 студента Гидрографического института», но их фамилии (за исключением В.Х. Буйницкого) не называются. Позже удалось выяснить, что в Музее Арктики и Антарктики существует вторая фотография, датируемая январем 1939 г. и также озаглавленная «Первый выпуск инженеров-гидрографов». На ней еще 10 выпускников. В.Х. Буйницкий защитил диплом по результатам 812-дневного дрейфа на л/п «Г. Седов» сразу после его завершения, в марте 1940 г. [1].

Уже с самого начала поиска информации в открытых источниках стало ясно, насколько необычным учебным заведением был Гидрографический институт Главного управления Северного морского пути (ГУСМП). Преподавательский состав института, особенно учитывая «прикладной» характер гидрографии¹ как науки, был, без преувеличения, «звездным», а его первые выпускники

внесли огромный вклад в исследование Арктики, сражались на фронтах Великой Отечественной войны, обеспечивали проводку полярных конвоев. Весной 1935 года в Гидрографический институт пришли будущие заслуженные деятели науки — выдающийся ученый, доктор географических наук, директор Института Арктики и Антарктики (ААНИИ) В.Х. Буйницкий и заслуженный деятель науки, профессор, доктор технических наук В.П. Кожухов. Многие их однокурсники вели преподавательскую деятельность, несколько человек защитили кандидатские диссертации. Именами преподавателей и выпускников названы проливы, острова, бухты, мысы, подводные горы на географической карте Арктики и Антарктики [3], а также целая «флотилия» гидрографических судов.

Начало трудовой биографии первых выпускников Гидрографического института было невероятно сложным. С одной стороны, потребность в специалистах для Главного управления Северного морского пути была очень высокой, каждая новая экспедиция приносила с собой научные открытия, значительно расширяла объем знаний о рельефе, ледовом режиме, течениях, характере донных отложений. С другой стороны, работа велась в невероятно сложных условиях: кроме льдов, непогоды и материальных лишений, не всегда надежных судов и необходимости работать в совершенно не изученных с точки зрения картографии и судовождения районах гидрографам угрожали и другие опасности. В истории политических репрессий 1938–1939 годы известны «делом полярных гидрографов» [4]. А всего через три года после окончания института почти все его выпускники стали участниками Великой Отечественной войны.

В литературе можно найти многочисленные разрозненные упоминания о выпускниках Гидрографического института 1938–1940 гг. Задачей настоящего цикла статей является попытка собрать воедино имеющуюся информацию о них именно как об однокурсниках, судьбы которых были во многом определены учебой в Гидрографическом институте ГУСМП.

Использованные материалы

Истории изучения и освоения Арктики в 1930-х годах посвящено большое количество литературы. С августа 1935 по июнь

¹ Представляется уместным привести здесь определение гидрографии, содержащееся в словаре 1941 года издания: «(Hydrography) — в переводе с греческого — описание вод земной поверхности, обыкновенно же под этим словом разумеется совокупность вопросов по изучению океанов, морей, озер и рек, особенно для целей мореплавания. У нас же под гидрографией понимают совокупность мероприятий, направленных к обеспечению мореплавания и кораблевождения на морях СССР. Таким образом, в сферу гидрографии входит съемка берегов островов и рельефа дна (промер), составление карт, устройство маяков и различных береговых знаков, ограждение банок, мелей, затонувших судов, обозначение фарватеров, наряду с этим — изучение мореходной астрономии, навигации, метеорологии, а также собирание сведений о портах, издание лоций и руководств для плавания и оповещение мореплавателей о текущих переменах в лоции» [2].

1941 года ежемесячно выходил журнал «Советская Арктика», на страницах которого печатались, в частности, материалы о планах и результатах экспедиций, отчеты о деятельности полярных станций и зимовок, написанные их участниками. Наряду с научными статьями (например, публиковавшимися в регулярных выпусках Трудов Арктического института) и монографиями о результатах работ — в разные годы изданы воспоминания их участников, подробные биографии исследователей и полярных капитанов [5–11 и др.], труды по истории институтов и организаций, сыгравших определяющую роль в получении первых данных по гидрографии, гидрологии, геологии Северного Ледовитого океана [4].

В последние годы существенным источником информации стали интернет-форумы (в частности, портал «Полярная почта» [<http://www.polarpost.ru>]), на которых наряду с данными, публиковавшимися ранее в открытой печати, можно найти воспоминания и фотографии из семейных архивов участников событий.

Существует обширная открытая база данных об участниках Великой Отечественной войны. На сайте www.poisik.re приводятся данные о времени и месте призыва, частях и родах войск, званиях и наградах участников боевых действий. Скан-копии приказов о награждении размещены на сайте <https://podvignaroda.ru>.

Наряду с данными, полученными из открытых источников, в основу статьи положены материалы российских государственных архивов (Российский государственный архив экономики (РГАЭ), Ф. 9570, Учреждения Северного морского пути; Архив Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова; Центральный государственный архив Санкт-Петербурга (ЦГА СПб), Ф. Р-3365, а также семейного архива автора. Бесценным источником информации об учебе в Гидрографическом институте являются воспоминания выпускника 1942 г. В.В. Дремлюга, а также документальная проза В.В. Вейхмана, который был аспирантом одного из первых выпускников Гидрографического института, В.П. Кожухова.

Основание Гидрографического института

Исследования Арктики советского периода, начавшиеся в 1920-х гг. с работы Северной научно-промысловой экспедиции (1920–1924 гг.) и Научно-исследовательского института по изучению Севера (1924–1929 гг.), в 1930-х гг. постоянно расширялись как с географической, так и тематической точек зрения. В 1930 гг. был создан Всесоюзный Арктический институт. В 1932 году были выполнены исследования в рамках программы Второго международного полярного года [4]. В том же году экспедиция под руководством О.Ю. Шмидта осуществила первое в истории сквозное плавание из Белого моря в Берингово за одну навигацию на ледокольном пароходе (л/п) «Александр Сибиряков» [12]. В том же году было образовано Главное управление Севморпути (Главсевморпуть, ГУСМП) [13], задача которого определялась следующим образом: «...*положить окончательно Северный морской путь от Белого моря до Берингова пролива, оборудовать этот путь, держать его в исправном состоянии и обеспечить безопасность плавания по этому пути*» [14]. Постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б)² от 20 июля 1934 г. «О мероприятиях по развитию Северного морского пути и северного хозяйства» была намечена программа освоения Арктики, согласно которой ГУСМП должен был организовать строительство морских портов на Диксоне, в Тикси, Провидении, Игарке, создать к 1937 г. сеть из 89 постоянно действующих полярных станций, организовать и контролировать работу разнообразных хозяйственных предприятий в Арктической зоне, которая включала в себя в европейской части страны моря и острова Северного Ледовитого океана, а в азиатской — всю материковую территорию к северу от 62-й параллели [13]. Реализация столь масштабных планов требовала срочной подготовки специалистов-гидрографов, дефицит которых остро ощущался при организации экспедиционной деятельности.

Для решения проблемы Постановлением СНК СССР и ЦК ВКП(б) № 1726 от 20 июля 1934 года в Ленинграде 25 апреля 1935 года был открыт Гидрографический институт Главного управления Северного морского

² Совета народных комиссаров СССР и Всесоюзной коммунистической партии (большевиков).

пути при СНК СССР. Разработкой программ дисциплин и учебных планов института вместе с его будущим директором, профессором математики Петром Дмитриевичем Белоновским (1885–1947) занимались крупнейшие специалисты того времени в области гидрографии, геодезии, астрономии, математики и судовождения: академик А.Н. Крылов, профессора Ю.М. Шокальский, Н.Н. Матусевич, Б.П. Хлюстин, А.П. Ющенко. Первым заведующим учебной частью, также активно принимавшим участие в организации Гидрографического института, был инженер-гидрограф, геодезист Сергей Сергеевич Рузов (1894–1972).

Учебный план Гидрографического института был необычным. Для ускорения подготовки специалистов в мае–июне 1935 года был осуществлен прием студентов, ранее обучавшихся в других вузах, сразу на первый и второй курсы, чтобы весной начать учиться, летом пройти первую практику, а уже осенью сдать экзаменационную сессию и перейти на следующий, второй и третий курсы соответственно. Студенты этих двух первых курсов проводили много времени вместе, особенно во время учебных и производственных практик.

Преподаватели Гидрографического института 1935–1939 гг.

К преподаванию в Гидрографическом институте были привлечены крупнейшие специалисты в области математики, астрономии, картографии и судовождения.

Согласно приказу № 12 от 19 апреля 1935 года [15. Л. 18], первыми преподавателями института, «допущенными к исполнению обязанностей заведующих кафедр», были: Максимов Г.С. — по кафедре гидрологии; Ющенко А.П. — по кафедре геодезии; Матусевич Н.Н. — по кафедре астрономии; Сакеллари Н.А. — по кафедре кораблевождения. На должность профессора кафедры математики был принят В.В. Серафимов, на должность доцента по кафедре гидрографии — А.П. Белобров.

Георгий Сергеевич Максимов (1876–1955) — профессор, доктор технических наук. В 1896 г. Г.С. Максимов окончил Морской корпус и начал карьеру гидрографа на Дальнем Востоке. В 1898 году Г.С. Мак-

симов стал помощником начальника Гидрологической экспедиции Восточного океана. В 1905–1914 гг. он возглавлял экспедиционные гидрографические работы в Балтийском море и у Мурманского побережья. В годы Первой мировой войны Г.С. Максимов занимал пост начальника геодезического отдела Главного Гидрографического управления. С начала 1930-х гг. работал в ГУСМП [3].

В.В. Вейхман пишет о профессоре Максимове, который преподавал у него через много лет (Владимир Вейхман родился в 1934 году, то есть был на целое поколение младше первых выпускников Гидрографического института): «*Георгий Сергеевич Максимов был училищной достопримечательностью. Пока еще существовали персональные звания Главсевморпути, он носил китель с нашивками, соответствующими званию генерал-директор второго ранга — самому высокому из всех преподавателей и сотрудников училища. Профессор, похожий на грузного моржа, крохотными шажками семенил вдоль коридора, вызывая почтительный шепот старшекурсников: «Отец русской гидрографии...». Конечно, у него были основания по праву носить этот негласный титул*» [16].

Артемий Павлович Ющенко (1895–1968) — доктор технических и военно-морских наук, профессор, выдающийся гидрограф-геодезист, автор более 60 печатных работ. В 1917 г. А.П. Ющенко окончил физико-математический факультет Петербургского университета, еще студентом участвовал в знаменитом семинаре А.Ф. Иоффе, среди участников которого было несколько будущих Нобелевских лауреатов. После окончания университета А.П. Ющенко резко изменил свою научную судьбу, поступив в Гардемарины, а осенью 1918 г. был направлен на стажировку в Пулковскую обсерваторию. Как инженер-гидрограф участвовал в гидрографических работах на Неве, на Каспийском море, на Новой Земле и на побережье Кольского полуострова.

«*Штурману, гидрографу, физику, геодезисту Ющенко было свойственно обостренное чувство нового. <...> Ющенко разработал метод построения навигационных карт, заметно упростивший процедуру определения местоположения судна. Но особенно непревзойденным специалистом Ющенко был в разработке таблиц, предназначенных*

для обеспечения мореплавания. Под его руководством были созданы Картографические таблицы, изданные Главным управлением Военно-морского флота. Таблицы «Азимуты светил», более известные как «Таблицы Ющенко», несомненно, превосходили все другие известные в мире таблицы того же назначения по удобству пользования, полноте и точности. Не было штурмана, не оценившего их по достоинству» [17, с. 92].

С 1930-х гг. А.П. Ющенко начал преподавательскую карьеру. В 1935–1941 гг. преподавал в Гидрографическом институте, в 1944–1947 гг. — в Военно-морской академии (ВМА), в 1952–1955 гг. заведовал кафедрой картографии Ленинградского университета (ЛГУ). По воспоминаниям В.В. Дремлюга, «профессор А.П. Ющенко читал курс геодезии, поражая студентов своей эрудицией и неожиданными рекомендациями по более углубленному изучению курса лекций. Бывали случаи, когда он рекомендовал прочитать литературу на английском и французском языках. «А кто их не знает, — говорил он, — рекомендую немецкий учебник, он проще». Сам Ющенко этими языками владел свободно» [18].

В записной книжке Н.Д. Дмитриева есть такая запись:

«1 марта 1954 года в актовом зале Ленинградского университета состоялась гражданская панихида по Владимиру Владимировичу Каврайскому. Доклад сделал Артем Павлович Ющенко. Язык Артема Павловича прост, красив, а мысли глубокие и содержательные. Мы, его ученики, испытывали истинное удовольствие при каждой встрече с Артемом Павловичем. Беседы с ним постоянно побуждали к творческим мыслям. Артем Павлович является широко эрудированным человеком, сердечной теплоты и человеческого участия» [из семейного архива автора].

Без преувеличения легендой российской гидрографии был **Николай Николаевич Матусевич** (1879–1950) — инженер — вице-адмирал, советский гидрограф-геодезист, исследователь Арктики, профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки и техники. Окончив сначала Морской корпус, а потом Петербург-

ский университет, плавал в Черном море и Тихом океане, участвовал в Русско-японской войне. После окончания университета прикомандирован к Пулковской обсерватории для усовершенствования в геодезии и астрономии. С 1911 г. в течение двадцати лет руководил гидрографическими работами по изучению Белого и Карского морей и Мурманского побережья, изучал течения в Горле Белого моря. В 1923 г. стал начальником Северного гидрографического отряда; в том же году под его руководством была открыта полярная станция в проливе Маточкин Шар на Новой Земле. В 1924 г. на этой станции была создана самая северная в то время геофизическая обсерватория. Н.Н. Матусевич был одновременно теоретиком и практиком. За свою жизнь он прошел более 160 морских миль. В разные годы преподавал в Штурманских классах, в Военно-морском гидрографическом училище, в Гидрографическом институте и в ЛГУ. В 1931 г. Н.Н. Матусевич стал профессором ВМА с присвоением 31 мая 1936 года звания инженер-флагман 2-го ранга. 10 мая 1935 года Н.Н. Матусевич был избран на пост председателя Отделения математической и физической географии Географического общества СССР. К 1935 г. он был автором большого количества статей и нескольких учебников, среди которых «Пособие по астрономии» (1915), «Записки по мореходной астрономии» (1917), «Мореходная астрономия» (1922), «Записки по теории картографических проекций, читанные в Военно-морском гидрографическом Училище» (1925), «Учение об ошибках и метод наименьших квадратов» (1926) [19, с. 499; 17].

Николай Александрович Сакеллари (1880–1936), возглавивший кафедру кораблеводства, преподавал первым студентам всего около года — он умер весной 1936 г. от болезни сердца. Во всех доступных источниках его называют ни больше ни меньше как «основателем советской школы штурманов», «штурманским богом» и «великим педагогом». На его книгах выросло не одно поколение квалифицированных штурманов и гидрографов. Николай Александрович окончил Новороссийский университет, Николаевскую морскую академию. Жизнь Н.А. Сакеллари тоже могла бы стать сюжетом приключенческого романа. Во время Русско-японской войны участвовал в Цусимском сражении и принял командование

батареей 75-миллиметровых орудий левого борта «Орла» у выбывшего по ранению мичмана Туманова, попал в японский плен. Преподавать начал в 1913 году в гидрографическом классе Морского корпуса, продолжив работу на той же должности после революции, с 1920 года — в ВМА, с 1935 года — в Гидрографическом институте. Служил на крейсере «Аврора» и ледоколе «Красин», участвовал в работе Военно-морского клуба и Дома занимательной науки [20, с. 288–289].

О Н.А. Сакеллари как преподавателе писал А.П. Рундан в статье 1936 г. *«Вспоминаются незабываемые дни, когда вся страна была охвачена пожаром Гражданской войны. В одном из домов на 8-й линии Васильевского острова на пятом этаже, в полуразрушенной квартире, собирались слушатели вечерних рабочих курсов для подготовки судоводителей морских торговых судов. С каким вдохновением и знаниями читал Николай Александрович свои интересные лекции! С каким вниманием слушали мы его, часто в потемках, забывая и голод, и холод!»* [21].

Борис Павлович Хлюстин (1884–1949) сменил Н.А. Сакеллари на посту заведующего кафедрой кораблевождения. Борис Павлович родился в 1884 г. в дворянской семье. В 1904 г. окончил Морской кадетский корпус «по первому разряду» (первым из числа 128 гардемарин, с занесением на мраморную доску почета). Во время русско-японской войны был среди защитников Порт-Артура, командуя миноносцем «Статный», куда были погружены секретные документы крепости, вырвался из блокированного города. В 1910 г. окончил гидрографический факультет Николаевской морской академии — снова «по первому классу с занесением на мраморную доску почета», уже с присвоением звания «инженер-гидрограф». В конце 1912 г. Б.П. Хлюстин стал штатным преподавателем астрономии и девиации в Морском кадетском корпусе. После революции, осенью 1918 г., его пригласили работать на Курсы командного состава Флота, в 1921 г. он стал начальником учебного отдела и помощником по учебной работе начальника Военно-морского училища им. Фрунзе, где в 1932–1939 гг. возглавил кафедру кораблевождения. В 1938 году Борису Павловичу было присвоено ученое звание профессора [22].

Заведующим кафедрой астрономии и геодезии Гидрографического института был назначен **Александр Александрович Иванов** — известный ученый-астроном Пулковской обсерватории, член-корреспондент Академии наук СССР, один из основателей (в 1890 году) и почетный член (с 1910 года) Русского астрономического общества, автор учебников по общей, сферической, практической, описательной и теоретической астрономии.

А.А. Иванов (1867–1939) родился в Санкт-Петербурге в семье рабочего, в 1885 г. окончил с золотой медалью гимназию, в 1889 г. — математическое отделение Физико-математического факультета Императорского Санкт-Петербургского университета. На основании анализа определений силы тяжести во многих пунктах земной поверхности Александр Александрович Иванов пришел к выводу о несимметричности северного и южного полушарий Земли. По наблюдениям в Пулковской обсерватории А.А. Иванов в 1894 г. сделал доклад «Изменения широты Пулковской обсерватории по наблюдениям, произведенным большим вертикальным кругом в 1863–1875 гг.» и составил три каталога абсолютных склонений звезд. В 1895 г. он защитил магистерскую диссертацию по теме «Вращательное движение Земли» (о перемещении полюсов оси вращения по поверхности земного сфероид) и получил ученую степень магистра астрономии и геодезии, а уже в 1899 г., продолжая работать в Пулковской обсерватории, подготовил и защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по теме «Теория прецессии» [23].

С 1896 по 1929 г. читал лекции на кафедре астрономии и геодезии Физико-математического факультета, был секретарем Ученого совета, заведовал вычислительной лабораторией при Астрономической обсерватории, преподавал на Петербургских Высших женских курсах. С 1902 по 1911 г. по предложению Д.И. Менделеева Александр Александрович работал в Главной палате мер и весов, в 1919–1930 гг. был директором Пулковской обсерватории (избирался на эту должность три раза: в 1919, 1922 и 1927 гг.), с 1930 г. — заместителем директора Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии имени Д.И. Менделеева (ВНИИМ). В 1926 г.

А.А. Ивановым было выполнено непосредственное определение разности долгот Пулково — Гринвич [23].

Таким был научный и педагогический опыт академика Иванова к тому моменту, когда он начал читать лекции студентам-гидрографам. Одновременно с преподаванием в Гидрографическом институте он состоял Председателем Комитета физико-химических констант при Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии имени Д.И. Менделеева (с 1 мая 1936 года), был заместителем директора по научной части Главной Палаты мер и весов (с 1932 по 1938 г.), в 1936 г. был назначен председателем комиссии по технике Службы времени при группе технической физики Отделения технических наук АН СССР. В 1937 г. он стал Председателем квалификационной комиссии в Институте точной механики и оптики.

Борис Михайлович Яновский (1894–1967) — физик и геолог, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, глава советской школы геомагнетизма. После ареста С.С. Рузова в 1937 г. сменил его в должности заведующего учебной частью. Б.М. Яновский в 1916 г. окончил физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета и был оставлен при нем в качестве преподавателя, но вскоре был призван на военную службу. В 1918 г. окончил краткосрочные курсы гардемарин флота, после чего был направлен Главным гидрографическим управлением в Павловскую магнитную обсерваторию для подготовки экспедиции по магнитной съемке Ладожского и Онежского озер. В 1919–1926 гг. принимал участие в исследовании Курской магнитной аномалии, в 1930 г. — в генеральной магнитной съемке территории СССР. В 1930–1938 гг. руководил исследованиями геомагнитного поля в районе Западного Урала, левобережья Волги и Прибайкалья, проводимыми Московским нефтяным институтом. С 1934 г. был преподавателем физического факультета ЛГУ, читал курс лекций «Магнитные измерения», создал лабораторию магнитных свойств горных пород [23].

Еще об одном преподавателе, поступавшем на работу в Гидрографический институт в 1935 году, на сайте Университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова говорится: «Теперешним курсантам

Арктического факультета А.П. Белобров известен в основном как автор классического учебника по гидрографии, который в наши дни стал библиографической редкостью, но до сих пор не потерял своего значения. Гидрографы старшего поколения хорошо помнят своего учителя — Андрея Павловича Белоброва, который внес большой вклад в становление и развитие отечественной гидрографии» [https://arf.gumrf.ru/laureati_belobrov.html].

Андрей Павлович Белобров (1894–1981) родился в семье военного моряка, в 1914 г. окончил курс Морского корпуса и в течение трех лет служил на кораблях Балтийского флота, принимая участие в боевых действиях Первой мировой войны. В годы Гражданской войны командовал эсминцем «Амурец» в боях против белофиннов, служил флагманским штурманом Действующего отряда судов Балтийского моря. В 1921 г. Белобров поступил в ВМА, которую, несмотря на гонения как на «бывшего царского офицера» и полугодовое заключение в Бутырской тюрьме и Владимирском центральном, откуда освобожден в декабре 1921 г., успешно окончил в 1924 г. с отличием и с занесением его имени на мраморную доску. В последующие годы в должности старшего картографа в Главном Гидрографическом управлении А.П. Белобров провел обследование устья реки Пайндте на Ямале. В 1928 году, пройдя адъюнктуру под руководством В.В. Каврайского, защитил диссертацию в Главной астрономической обсерватории в Пулково. С 1932 г. Андрей Павлович начал педагогическую работу [25]. В его послужном списке преподавание геодезии, мореходной астрономии, гидрографии на курсах Главсевморпути, в Гидрографическом институте, в ВМА, ЛГУ, Ленинградском гидрометеорологическом институте (ЛГМИ). По воспоминаниям В.В. Дремлюга, профессор А.П. Белобров «в процессе занятий, для небольшого отдыха студентов, позволял отвлекаться на шутки, а на экзаменах был одновременно строг и доброжелателен» [18]. Среди основных научных трудов и учебников А.П. Белоброва «Инструкции по промеру» (1937); «Гидрографические работы» (1948, 1951); «Мореходная астрономия» (1953, 1954); «Фазовые радионавигационные системы в гидрографии и океанологии» (1961); «Гидрография моря» (1964).

Сергей Александрович Советов (1873–1942) — географ, гидролог и метеоролог,

действительный член Русского географического общества (1897–1924 гг.). Окончив физико-математический факультет СПбГУ, с 1896 г. возглавлял кафедру гидрологии суши и моря Ленинградского географического института; после преобразования института в географический факультет ЛГУ в 1925 г. читал там курс гидрологии. С 1920 г. руководил работами гидрологии Невы, Ковды, Кеми, Сунны, которыми предполагалось воспользоваться для электрификации промышленности Северо-Запада России и Мурманской железной дороги, был организатором гидрометеорологических станций на Балтийском море. Автор научных трудов «Два тайфуна Восточного океана в сентябре 1897 г.» (1901), «Краткая метеорология» (1925), «Курс общей гидрологии» (1929), «Защита Ленинграда от наводнений» (1934), «Онежское озеро: опыт физико-географической монографии» (1917) [<https://bioslovhist.spbu.ru/person/722-sovetov-sergey-aleksandrovich.html>].

Всеволод Всеволодович Тимонов — один из плеяды создателей отечественной океанологии, выдающийся ученый и крупный организатор науки и талантливый педагог [26], будущий основатель (1946 г.) и руководитель кафедры океанологии Ленинградского гидрометеорологического института — преподавал и вел научную работу в Гидрографическом институте в 1937–1938 гг. Именно в это время (в 1937 г.) ему без защиты диссертации присвоена ученая степень кандидата технических наук, а в 1938 году — звание старшего научного сотрудника.

Студентам, обучавшимся в институте с 1935 по 1939 г., преподавали **Н.Н. Урванцев** — исследователь Арктики, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, автор многих научных трудов, главные из которых посвящены исследованию геологии Таймыра, Северной Земли и севера Сибирской плат-

формы [27. Л. 28]; **А.М. Жирмунский** — геолог и палеонтолог, выпускник естественного факультета Парижского университета (Сорбонны) и естественного отделения физико-математического факультета Московского университета, ученик И.П. Павлова [15. Л. 55]; **Е.С. Гернет** — выдающийся ученый, гидрограф, гляциолог, автор гипотезы взаимодействия суши и моря, материковых и морских льдов, существенно продвинувшей понимание процессов оледенения и дегляциации Земли [15. Л. 28]; внештатными сотрудниками кафедры топографии были выдающиеся гидрографы **В.И. Воробьев** и **И.А. Киреев** [27. Л. 76].

Студенты

20 марта 1935 года П.Д. Белоновский издает приказ «назначить комиссию под моим председательством для рассмотрения заявлений и отбора кандидатов в число студентов» [15. Л. 6], 17 апреля — медкомиссию «для освидетельствования кандидатов» [15. Л. 15]. Предстояло отобрать по 25 студентов на первый и второй курсы. Первый приказ о приеме студентов датируется 23 апреля, последний — 5 июня 1935 года [15. Л. 17, 48]. В Институт принимались студенты, обучавшиеся ранее в других вузах (ЛГУ, Горный институт, Ленинградский институт инженеров водного транспорта (ЛИИВТ), Ленинградский институт механизации социалистического земледелия, Институт инженеров механизации, Ленинградская лесотехническая академия). В отличие от следующего периода работы вуза (с 1939 г.), девушек в первые годы среди абитуриентов не было.

В статье С.С. Рузова, опубликованной в декабрьском номере журнала «Советская Арктика» 1937 года [28], приводится отражающая «дух времени» таблица о результатах набора студентов в институт.

Молодые люди (при поступлении будущим студентам было от 20 до 29 лет), поступившие

Таблица 1. Статистические показатели набора студентов в Гидрографический институт весной 1935 г. [28]

Table 1. Statistical indicators of student enrollment at the Hydrographic Institute in the spring of 1935 [29]

Курсы	Происхождение			Партийность			Итого
	рабоч.	крест.	служ.	ВКП(б)	ВЛКСМ	бесп.	
I	11	7	4	5	16	1	22
II	11	9	5	6	14	5	25

в Гидрографический институт, были, что называется, «уроженцами» самых разных уголков страны — Белоруссия, Украина, Северная Осетия, Орловская, Читинская, Горьковская, Саратовская, Ярославская, Архангельская, Ивановская, Оренбургская области, города Кострома и Ленинград.

Учеба в Гидрографическом институте была непростой. Согласно годовому отчету Гидрографического управления ГУСМП по учебным заведениям за 1935 год [29] и годовому отчету Гидрографического института за 1936 год [30], в первом учебном году «из состава студентов, перешедших с 1935 года, выбыло 12 человек по личным причинам, кроме отсева по неуспеваемости в количестве пяти человек».

Сведений о жизни студентов «до Гидрографического», к сожалению, удалось найти немного.

Одним из самых старших был **Г.С. Крутов**. Его биографии посвящена книга В.В. Смильцева «Маяк в океане». «Григорий Крутов родился 5 января 1906 года на берегу Волги в селе Золотое Саратовской губернии в семье крестьянина. Родители: отец Степан (Стефан) Андреевич Крутов (уроженец с. Золотое), мать — Ольга Егоровна Крутова (Карелина), 1878 г.р., из хутора между деревнями Морозово и Шилово. В 1921 в пятнадцатилетнем возрасте Григорий Крутов устроился работать на текстильную фабрику «Саратовская мануфактура». Работа была нелегкая и вредная. Отец его погиб в 1921 году во время Гражданской войны. В 1927 г. Г. Крутов переехал в Астрахань. Уволившись по болезни, Григорий на одном из пароходов, устроившись временно матросом, убыл вниз по течению в город Астрахань. Его цель была устроиться на работу в судостроительно-судоремонтный завод братьев Нобель (имени Урицкого). В 1930 г. по путевке Райкомвода Г.С. Крутов поступил учиться на рабфак³ Сталинградского тракторного завода. В 1932–1933 гг. был секретарем партбюро завода. В 1933 году Г.С. Крутов переехал в Ленинград и по «комсомольской путевке» и поступил на учебу в ЛИИВТ» [31, с. 5, 24, 35, 45].

Борис Малютин родился в селе Нижние Деревеньки Курской области в 1907 году. После

окончания школы работал в г. Таганроге — в 1926–1927 гг. на фабрике пчеловодческого инвентаря, в 1927–1928 гг. — в Паровозоремонтных мастерских. В 1928–1929 гг. уехал на Дальний Восток, на Харбинские прииски. В 1929–1931 гг. служил в армии, после чего переехал в Ленинград, где три года проработал слесарем на заводе им. Ленина, после чего поступил в ЛГУ [32].

Хаджи-Умар Илаев родился в 1908 г. в селе Ардон Ардонского района Северо-Осетинской АССР. С 1920 г. был сельскохозяйственным рабочим в родном селе, в 1925 г. переехал в г. Алаир. В конце 1928 г. Илаев по комсомольской путевке уехал в Ленинград и поступил на учебу в Горный рабфак при ЛГУ [<http://www.gpavet.narod.ru/Names1/ilaev.htm>].

Василий Оглоблин родился в поселке при заводе Тирлян 1909 г. в Верхнеуральском уезде Оренбургской губернии в семье рабочего. В 1924 г. окончил семилетнюю школу, затем работал электромонтером на заводе, а в 1928 г. поступил учиться на рабфак в Уфе. В 1931 г. В.А. Оглоблин уехал в Ленинград, поступил в училище промышленного строительства, учился в нем два года, в 1933 г. зимовал на полярной станции Югорский Шар, где работал метеорологом от Всероссийского Арктического института (ВАИ). Возвратившись через год, Василий Оглоблин продолжил работу в ВАИ и поступил в Гидрографический институт [www.gpavet.narod.ru/Names3/ogloblin.htm].

Виктор Буйницкий родился 31 декабря 1911 года в городе Чите в семье служащего. В 1930 г. окончил Читинский лесотехнический техникум и начал работу по специальности в Хабаровском крае. По комсомольской путевке в 1932 г. приехал в Ленинград, где поступил в Горный институт, а затем перевелся в Гидрографический. В статье И.Д. Жонголовича о Буйницком в книге «Двадцать семь месяцев на дрейфующем корабле «Георгий Седов»» приводятся такие подробности: «Виктору Буйницкому было 6 лет, когда его отец вернулся инвалидом с фронта первой империалистической войны. Детство Виктора протекало серо, бесцветно. Но отец и мать стремились дать сыну образование. В 1927 году Виктор Буйницкий окончил школу-семилетку и поступил в Читинский лесотехнический институт. Зимой он учился, летом проходил производственную практику:

³ Рабочий факультет.

в экспедиции Забайкальского геофизического общества у истоков реки Витим, на сплаве по рекам Восточной Сибири и Дальнего Востока. Так — в упорных занятиях и труде — проходили юношеские годы. Окончив институт, он поступил в один из леспромхозов Дальнего Востока. Здесь Виктор Буйницкий совершал увлекательные путешествия, обследуя лесные массивы богатого края. Решив продолжить свое образование, Виктор Харлампиевич осенью 1932 года переехал в Ленинград. В Горном институте он прошел трехгодичный курс, практиковался на рудниках Кольского полуострова. В 1935 году Буйницкий перевелся в только что организованный Гидрографический институт» [33, с.72].

Иван Долотов родился в 1911 в г. Костроме в семье рабочего. В 1932–1935 гг. обучался на Гидротехническом факультете Ленинградского индустриального института [34].

Исаак Школьников родился в 1912 г. в г. Бобруйске Могилевской области в семье рабочего лесозаготовок. Когда Исааку исполнилось 8 лет, умер его отец. Мать Школьниковой подрабатывала няней, но денег не хватало, жили бедно. В 1929 г. он окончил шестилетнюю среднюю школу и поступил в фабрично-заводское училище при лесокомбинате. Окончив училище, Исаак устроился работать наладчиком станков. В 1931 г. он переехал жить в Москву, где работал на заводе. В 1932 г. поступил в Московский лесотехнический институт, откуда перевелся в Ленинградскую лесотехническую академию [www.gpavet.narod.ru/Names4/shkolnikov.htm].

Борис Екатеринин родился в 1913 г. в Томске в семье врача. В 1929 г. окончил девять классов в Верхнеудинске (ныне Улан-Удэ) и поступил в Томский музыкальный техникум, в котором проучился, однако, всего три месяца. В 1931 г. Екатеринин стал студентом Томского сибирского горного института, окончил 4 курса и переехал в Ленинград [www.gpavet.narod.ru/Names1/ekaterinin.htm].

Николай Мальцев родился в 1913 г. в селе Богоявленском Вельского уезда Вологодской губернии в семье сельских учителей. В 1925 году семья переехала в Вельск, где окончил семилетнюю школу, сельскохозяйственный техникум и начал работать техникум-полеводом в совхозе. В 1932 г. Мальцева командировали на учебу в Ле-

нинградский институт механизации социалистического земледелия [www.gpavet.narod.ru/Names2/maltsev.htm].

Владимир Калинин родился в 1913 г. в городе Гадяч Полтавской губернии в семье крестьян, в 1927 г. окончил школу-семилетку и до 1930 г. работал в Сталино в гараже. В 1931 г. он переехал в Ленинград, работал на заводе «Красный путиловец». В 1932 г. поступил в Институт инженеров механизации [www.gpavet.narod.ru/Names2/kalin.htm].

Валентин Юнок родился в 1913 г. в Могилеве, в семье служащих. После окончания школы в 1931–1932 гг. преподавал в школе ФЗС при фабрике «Красный Перекоп» г. Ярославля, в 1932–1933 гг. учился в Московском полиграфическом институте, в 1933–1934 гг. работал конструктором на заводе «Пролетарская свобода» в Ярославле, последний год перед поступлением в Гидрографический был студентом Ленинградского технологического института [35].

Николай Дмитриев родился в 1915 г. в г. Николаеве, куда его отец был направлен из Петрограда для работы на судостроительной верфи. В 1923 г. семья вернулась в Петроград, Николай окончил 21-ю советскую школу и три курса Гидротехнического (в 1933–1935 гг. — подразделение Политехнического) института [36].

Учеба в Гидрографическом институте (1935–1939)

В Гидрографическом институте были организованы кафедры математики, географии, гидрографии, гидрологии, геодезии, астрономии, геофизики и кораблевождения. Учебный план института подробно изложен в статье С.С. Рузова [28].

«В состав курса Института входят следующие циклы предметов: общеобразовательный, физико-математический и общетехнический, специальный и военной подготовки. Первый цикл, на прохождение которого уделяется 538 часов, обнимает собой предметы: политэкономия, экономполитику, ленинизм, истмат⁴ с основами диамата⁵ и английский язык.

⁴ Исторический материализм.

⁵ Диалектический материализм.

Ко второму циклу, на который уделяется 1765 часов, относятся предметы: высшая математика, теоретическая механика, начертательная геометрия, физика, фотография, рисование, электротехника и радиотехника, топография и топографическое черчение и земной магнетизм. Изучение этих предметов необходимо как основа к изучению дисциплин специального цикла.

К циклу специальному, на который уделяется 1674 часа, относятся предметы: геодезия с картографией, гидрография, астрономия, кораблевождение, гидрология с метеорологией и теория и устройство корабля. Так как специальный цикл является основным в учебном плане института, то я укажу на характер изучения каждого из них в отдельности.

1. Гидрография состоит из отдельных частей, имеющих целью изучение той внешней обстановки, в которой протекает плавание судна. К числу этих частей относятся: приемы морской описи, занимающиеся исследованием морфологии морского ложа для целей навигации и составления морских карт; общая геология, дающая основные знания по генезису и структуре ложа водных объектов; отдел ограждения морей, изучающий технику создания на берегах искусственной обстановки, улучшающей и облегчающей условия плавания судов.

2. Астрономия так же, как и гидрография, является ведущей дисциплиной института. Из этого обширного предмета выделяются те части, которые обеспечивают твердое знание приемов геодезической (полевой) и мореходной астрономии.

Назначением курса геодезии является изучение методов полевых и камеральных работ по созданию опорных пунктов для гидрографических, топографических и картографических работ.

3. Кораблевождение охватывает цикл дисциплин, дающих студентам теоретическую и практическую подготовку к производству на корабле всех работ, связанных с проведением корабля из одного места в другое. Отдельными частями курса кораблевождения являются: навигация, дающая указания, как направить корабль по выбранному пути и как во время плавания следить за тем, следует ли корабль по этому пути

или он уклоняется в стороны; лощия, знающая мореплавателя со всеми средствами, обеспечивающими безопасность кораблевождения; мореходная астрономия, указывающая средства и методы работы при плавании корабля в открытом море, когда единственными опорными точками для определения места судна являются небесные светила; девиация магнитного компаса, изучающая вопрос о магнитном состоянии железного корпуса корабля, его влияние на магнитный компас и средства и способы уничтожения этого вредного влияния и, наконец, электронавигационные приборы, где изучаются все новейшие электромеханические средства, служащие для безопасности кораблевождения.

К положительным моментам плана следует отнести то обстоятельство, что факультативные предметы: история исследования и география полярных стран, ледовая навигация, методы геофизической разведки, дополнительные главы из геодезии и астрономии и энциклопедия водного транспорта — входят в учебный план и на прохождение их выделены 256 часов» [28, с. 37–38].

В первые годы работы институт еще не имел собственного здания. Занятия со студентами проводились в арендованных у ЛИИВТа помещениях (до 1937 года — по адресу: наб. реки Фонтанки, д. 117, с 1937 по 1940 г. — по адресу наб. реки Фонтанки, д. 76). Для иногородних студентов было организовано общежитие, сначала также арендовавшееся у ЛИИВТа [15. Л. 16], а затем располагавшееся в знаменитом «доме полярников» по адресу: ул. Восстания, 53 [37]. В 1940 г. специально для Гидрографического института было построено здание по адресу: Заневский пр., д. 5 [<https://ma.gumrf.ru>], однако в новом здании первым студентам Гидрографического института учиться не пришлось, за исключением тех, кто позже поступил в аспирантуру.

Студентам в 1935–1939 гг. выплачивалась стипендия и «хлебная надбавка», выдавалась форменная одежда согласно разработанным для ГУСМП правилам, во время сессий «в целях повышения калорийности питания» полагалась доплата [15. Л. 22, 54]. Директор Гидрографического института Петр Дмитриевич Белоновский старался обеспечить студентам наилучшие условия

для учебы и отдыха. По итогам сессии отличникам и хорошистам назначались персональные надбавки к стипендии, иногда во время каникул оплачивались билеты для поездки домой, а ленинградцам предоставлялись путевки в дома отдыха и санатории. Например, с 6 по 31 октября 1935 года «в связи с окончанием топографических, геодезических, гидрографических и морских практических занятий» студентов второго курса «полагали в отпуск» с размещением ленинградцев в домах отдыха на станции Курорт (Сестрорецк) и на острове Трудящихся [15. Л. 93].

О педагогических методах П.Д. Белоновского пишет и В.В. Дремлюг:

«Особо хочется отметить административную и воспитательную работу П.Д. Белоновского. По отношению к студентам он сочетал два качества. Во-первых, был строг и требователен к учебе. Во-вторых, был обязательным человеком. Каждого студента он старался называть по имени и отчеству. Он обращал внимание на поведение студентов не только по отношению к преподавательскому составу, но и ко всему обслуживающему персоналу. Позорным считалось не поздороваться или не уступить дорогу любому работнику института.

С первых курсов студентов приучали к хорошему морскому традициям. Уже на первом курсе на столы, покрытые белоснежной скатертью, еду в студенческой столовой подавали в фарфоровой посуде, рядом лежали в порядке сервировки ножи, вилки, ложки. Во время приема пищи дежурные преподаватели деликатно подсказывали студентам, как сидеть за столом, держать вилку, ложку, пользоваться ножом. И по нынешним временам совсем необычная вещь. В субботу и воскресенье на столе появлялись бутылки с легким вином из расчета одна бутылка на четырех студентов.

В учебно-воспитательной работе П.Д. Белоновский принимал неординарные решения. Так, отправляя студентов на практику на Север с Московского вокзала, он лично вручал проездные документы уезжающим студентам: отличникам — в купейные вагоны, остальным — в общие плацкартные...» [18].

В приказах по институту П.Д. Белоновский скрупулезно анализирует академические

успехи и неудачи своих воспитанников. Сквозь строгий стиль сложно не почувствовать глубоко личное, отеческое отношение директора к студентам. Такое ощущение, что и успехи, и неудачи он воспринимает очень близко к сердцу. Первый из таких приказов (№ 53) датируется 10 августа 1935 года:

«Теоретическая учеба текущего учебного года в Гидрографическом институте закончилась. Учебный план и программы выполнены, зачетные комиссии I и II курсов окончили свою работу. Студенты Института приступили к выполнению программ практики.

Итоги учебы II курса стоят выше соответствующих итогов по I курсу. Средняя оценка успеваемости студента II курса равна 4 (а по I курсу — 3,7) при минимальной средней в 3,8 (навигация и топографическое черчение) и максимальной — 4,1 (топография, геодезия и гидрография).

Подавляющее число студентов II курса дало достаточно высокие показатели успеваемости, доказав тем самым, что большевистской настойчивостью и честным отношением к своим обязанностям всегда можно преодолеть встречающиеся затруднения» [15. Л. 76].

После окончания осеннего семестра директор, напротив, не вполне доволен своими студентами (приказ № 16 от 2 февраля 1936 г.) [15. Л. 21]. «Результаты январской зачетной сессии и полугодовые оценки успеваемости дают возможность констатировать заметное улучшение качества учебы по сравнению с положением дела, имевшим место в середине декабря». Однако «полученные результаты ни в какой мере не могут считать удовлетворительными». Далее идет анализ — средний балл I курса колеблется между 3,5 и 4,2; «наивысший средний балл отдельного студента II курса равен всего 4,4; пять студентов имеют неудовлетворительные оценки». «Количество отличников учебы — всего три студента — очень мало. Почти две трети (60 %) студентов не могут перешагнуть скольконибудь далеко за «уды» и «неуды»... Дисциплина среди студентов Института стоит еще далеко не на должной высоте: прогулы и опоздания все еще не изжиты». И вывод: «Ни студенческая масса института, ни его

кафедры не оказались еще в состоянии широко развернуть в Институте борьбу за качество, за высокую трудовую дисциплину, за повышение культурности, т. е. за развитие стахановских форм движения в условиях вузовской работы» [27. Л. 21].

В приказе № 31 от 10 марта 1937 г. отмечается «общее по Институту улучшение положения дела с академической успеваемостью студентов (35 % ударников учебы, неудовлетворительных оценок — 4 %, удовлетворительных — 55 %, отличных — 38 %)» [38. Л. 34].

По итогам сессий следует назначение хорошистам и отличникам дифференцированных персональных надбавок. Кроме того, например, для трех упомянутых выше отличников П.Д. Белоновский приказывает «обеспечить на время летних каникул путевками в лучшие санаторно-курортные учреждения, а также предоставить им 100 %-ю оплату железнодорожных билетов» и «право пользоваться каждому два раза в месяц билетами в Филармонию или в Выборгском доме культуры в дни по их выбору». Административно-хозяйственной части рекомендовано «представить свои соображения о конкретном улучшении жилищно-бытовых условий каждого из трех вышепоименованных студентов» [27. Л. 22]. Нужно сказать, что как бы ни изменялся состав «отличников учебы» за три года обучения старшего курса, одним из отличников всегда был Виктор Буйницкий.

В целом для обучения первых студентов Гидрографического института его руководством при поддержке ГУСМП были созданы максимально благоприятные условия. Интересно отметить, насколько изменилось положение в 1940 г., когда в соответствии с Постановлением СНК СССР от 3 октября 1940 г. «О введении платы за обучение в высших учебных заведениях» в Гидрографическом институте Главсевморпути была введена плата за обучение — 200 рублей в семестр. Среди приказов по институту стали появляться приказы об отчислении студентов за «невзнос платы за обучение» [39. Л. 67].

Кроме учебы студенты-гидрографы принимали активное участие в празднованиях государственных праздников — 1 Мая и годовщин Октябрьской революции. А в связи с исполнявшимся в феврале 1937 г. «столетием со дня смерти великого русского по-

эта А.С. Пушкина» под председательством П.Д. Белоновского была «назначена юбилейная комиссия, в которую вошли от студентов В. Буйницкий и Б. Малютин (IV курс), Корнеев (II курс), а от преподавателей академик А.А. Иванов, проф. Г.С. Максимов, В.В. Серафимов и Н.А. Маньков и ассистент Н.П. Вагнер». Комиссии предлагалось «составить план мероприятий по ознаменованию памяти А.С. Пушкина» [27. Л. 175].

В первую зиму работы института возникла традиция проведения лыжных походов. 25 января 1936 года, во время каникул, начался лыжный переход Сорока (побережье Белого моря) — Ленинград. «Командором перехода» назначался Виктор Буйницкий [27. Л. 12]. В ЦГАКФФД⁶ Санкт-Петербурга хранится фотография из этого похода (рис. 2) [40]. «Трудный лыжный поход» завершился благополучно, и его участникам была объявлена благодарность [27. Л. 29].

Важнейшим компонентом учебы в Гидрографическом институте было участие студентов в учебных, учебно-производственных, а на старших курсах — производственной практике. Летом 1935 г. была организована первая учебная практика. Второкурсникам, которые, как мы помним, начали учебу в институте всего несколько месяцев назад, предстояло пройти ее в ускоренном режиме. В статье С.С. Рузова говорится:

«Наиболее правильная постановка практических занятий состоит в проведении на первых двух курсах учебной практики. По окончании первого теоретического курса первая практика должна заключаться в: а) ознакомлении студентов с морским делом — терминология, гребное и парусное учение; б) работах по топографии — угломерная и углоначертательная съемка крупных масштабов; в) работах по гидрографии — всевозможные виды шлюпочного промера.

Практические занятия студентов 2-го курса должны состоять из: работ по топографии — все виды мелкомасштабных съемок, работ по геодезии — триангуляция, работ по гидрографии — судовой промер, по кораблеводству — изучение навигационного инструментария и прокладка в порядке несения штурманской вахты» [28].

⁶ Центральный государственный архив кинофотофонодокументов Санкт-Петербурга.



Рис. 2. Лыжный переход Белое море — Ленинград. Участники перехода на последнем пункте — ст. Званка — изучают карту перехода. Группа студентов Гидрографического института: Буйницкий — командор, Долотов — пом. полит., Калинин, Постников, Кожухов, Крониковский. Автор съемки: Григориани [40].

Fig. 2. Ski crossing "White Sea — Leningrad". Participants of the crossing at the final point — Zvanka station — study the map of the crossing. Group of students of the Hydrographic Institute: Buinitsky — commander, Dolotov — assistant political officer, Kalin, Postnikov, Kozhukhov, Kronikovsky. Author of the photo: Grigoriani [40].

Первой практике посвящена короткая заметка ее руководителя Г.С. Максимова, опубликованная на страницах журнала «Советская Арктика»:

«Учебный план существующего второй год Гидрографического института Главсевморпути предусматривает ежегодные плавания студентов на учебных судах и участие их в гидрографических экспедициях. Первое плавание студентов происходило в Балтийских водах на парусно-моторной шхуне "Ганс" водоизмещением 120 тонн и парусно-моторном боте "Профинтерн" (35 тонн). С 1 августа по 1 октября 1935 года 22 студента первого и 24 студента второго курса провели в две смены учебную кампанию.

Предварительно были проведены береговые геодезические работы. В лагере, разбитом у с. Парголово, под руководством преподавателя института Н.М. Гришкевича проводились занятия по топографии: измерение топографических базисов, мензульная съемка в масштабе 1:10 000 со сложным рельефом, включая проложение геометрической сети и съемку подробностей, и глазомерная съемка. По окончании месячной геодезической практики студенты переходили на корабли.

В занятиях по морской практике и навигации под руководством А.Н. Минина, преподавателя Военно-политической академии РККА имени Толмачева, студенты знакомились с устройством корабля, морской терминологией, сигнализацией, парусным и такелажным делом, обучались управлению шлюпками на веслах и под парусами.

Ежедневно судно "Ганс" выходило в море; плавали под мотором и под парусами, причем студенты участвовали во всех судовых работах и практически изучали прокладку, определение девиации и навигационные инструменты. Занятия морским делом чередовались с занятиями по гидрографии под руководством проф. Максимова. Студенты изучили: употребление секстана на гидрографических работах, как ставить вехи и опорные береговые знаки, бросать лот, промер по береговым створам, промер квадратами и французский способ промера» [41].

В ЦГА СПб хранится первоначальный, расширенный вариант статьи, направленной в редакцию. Профессор Г.С. Максимов обосновывает важность практических работ в обучении «молодых инженеров, полярных гидрографов», подробно останавливается на методах топографических и гидрографических работ, которыми им удалось овладеть в ходе практики. «По отзывам самих студентов, — пишет Г.С. Максимов, — эти занятия дали очень много в деле укрепления

⁷ Помощник (командира, начальника военной или воензированной части) по политическим вопросам (в СССР до 1942 года).

теоретических познаний, приобретенных на лекциях. В заключение каждому студенту было предложено составить самостоятельно полный отчет о своей практике, что являлось введением к изучению искусства составлять научно-технические отчеты» [42. Л. 4].

Интересно отметить, что капитаном учебной яхты «Ганс» тоже был необычный человек — Иван Петрович Матвеев, статья о котором на сайте Санкт-Петербургского парусного союза Федерации парусного спорта озаглавлена: «Легенда на все времена». И.П. Матвеев родился в 1914 г., то есть был младше многих тогдашних студентов Гидрографического института, окончил мореходные курсы при Военно-морской академии и экстерном сдал экзамен на диплом штурмана торгового

флота в Ленинградском мореходном училище. О будущей биографии молодого капитана в статье говорится: «Имя Ивана Петровича Матвеева по праву значит первым в почетном ряду лучших ленинградских яхтсменов всех времен. Десятки лет личность заслуженного мастера спорта, многократного чемпиона СССР была культовой в советском парусном спорте. О его прирожденном даровании моряка и яхтсмена-гонщика, о его дерзких рейдах под вражеским огнем в годы блокады ходили легенды» [<https://sailingunion.ru/news/191>].

В ходе следующих учебно-производственных практик — в 1936 и 1937 гг. — студентам предстояло принять непосредственное участие в работе в Арктике. Этим экспедициям будет посвящена следующая статья.

Литература

1. ЦГА СПб. Ф. Р-3071. Оп. 1. Д. 82. Стенографический отчет заседания Ученого Совета института совместно с государственной экзаменационной комиссией по докладу Буйницкого В.Х. «Результаты научных работ во время дрейфа орденосного ледокольного судна «Седов». 34 л.
2. Самойлов К.И. Морской словарь. Москва, Ленинград: Государственное Военно-морское Издательство НКВМФ Союза ССР; 1941.
3. Попов С.В. Автографы на картах. Архангельск: Северо-Западное книжное издательство; 1990.
4. Емелина М.А., Савинов М.А., Филин П.А. Летопись Арктического института: от Севэкспедиции до ГНЦ РА АНИИ, 1920–2020 гг. История полярных исследований. Том I. Москва: Паулсен; 2020.
5. Бадин К.С. Три зимовки во льдах Арктики. Москва: Молодая гвардия; 1950.
6. Буйницкий В.Х. 812 дней в дрейфующих льдах: Дневник. Москва, Ленинград: Изд-во Главсевморпути; 1945.
7. Буйницкий В.Х. Основные итоги и перспективы научно-исследовательских работ Арктического института. Доклады юбилейной сессии. Москва, Ленинград: Изд-во Главсевморпути; 1945.
8. Двадцать семь месяцев на дрейфующем корабле «Георгий Седов»: материалы о героической экспедиции пятнадцати полярных моряков на борту ледокольного корабля «Георгий Седов» (1937–1940). Ленинград: Изд-во Главсевморпути; 1940.
9. Николаева А.Г., Хромцова М.С. Ледовыми трассами. Ленинград: Гидрометеиздат; 1980.
10. Корельский В.П. На моем веку: Воспоминания, предания рода, размышления [старейшего сев. капитана]. Архангельск: Правда Севера; 1996.
11. Евгенова Н.Н. Студеные вахты: воспоминания об исследователе Арктики. СПб.: Нестор-История; 2006.
12. Семенов С.А. Экспедиция на «Сибирякове». Ленинград: ОГИЗ Ленгиз; 1933.
13. Филин П.А. Главное управление Северного морского пути в истории управления Арктикой. В: Полярные чтения — 2019. Арктика: вопросы управления. Материалы седьмой науч.-практ. конф. «Полярные чтения — 2019. Государственные и общественные организации в управлении Арктикой: прошлое, настоящее, будущее», Санкт-Петербург, 29–30 апр. 2019 г. Санкт-Петербург: Паулсен; 2020, с. 237–261.
14. Об организации при Совете народных комиссаров Союза ССР Главного управления Северного морского пути: постановление СНК СССР от 17.12.1932 № 1873. В: Собрание

- законов и распоряжений Рабоче-Крестьянского Правительства СССР (СЗ СССР). 1932. Отд. 1. № 84. Ст. 522.
15. Архив ГУРМФ. Ф. 1. Оп. 1. Архив 1. Гидрографический институт Главсевморпути при СНК СССР. Управление делами. Приказы директора института за 1935 г. 146 л.
 16. Вейхман В.В. Пятый знак логарифма. Проза.ру [интернет]. Режим доступа: <https://proza.ru/2009/05/10/765> 31.03.2024
 17. Вейхман В.В. Держи на норд. СПб.: Изд-во СПбГУ; 2007.
 18. Дремлюг В.В. Морские дороги. От Чукотки до Канарских островов. СПб.: ГеоГраф; 2006.
 19. Лукин Ю.Ф. (ред.). Матусевич Николай Николаевич. В: Арктическая энциклопедия. Т. 2. Москва: Паулсен; 2017, с. 499.
 20. История Гидрографической службы Российского флота. Т. 4. СПб.: Гл. упр. навигации и океанографии МО РФ; 1997, с. 288–289.
 21. Рундан А.П. Н. А. Сакеллари. Бюллетень Арктического института СССР. 1936;(4):175.
 22. Глушенко В.А. Профессор Борис Павлович Хлюстин (1884–1949). Корттик. 2003;(1):55–61.
 23. Колчинский И.Г., Корсунь А.А., Родригес М.Г. Астрономы: Биографический справочник. 2-е изд. Киев: Наукова думка; 1986.
 24. Металова В.В. Борис Михайлович Яновский [интернет]. Режим доступа: <http://geo.phys.spbu.ru/MagnetismRus/Staff/yanovsky.htm> 01.01.2025
 25. Ганелин Р.Ш. Андрей Павлович Белобров. Воспоминания военного моряка. 1984–1979/ Изд. подг. О.А. Белоброва, В.А. Ромодановская; отв. ред. Б.В. Ананич. М.; СПб.: Индрик. 2008. 912 с. Вестник Российского гуманитарного научного фонда. 2009;3(56):252–255.
 26. Всеволод Всеволодович Тимонов: сб. ст. СПб.: Гидрометеиздат; 1991.
 27. Архив ГУРМФ. Ф. 1. Оп. 1. Архив 2. Гидрографический институт Главсевморпути при СНК СССР. Управление делами. Приказы директора института за 1936 г. 205 л.
 28. Рузов С.С. Готовим гидрографов-полярников. Советская Арктика. 1935;(2, сентябрь):36–39.
 29. РГАЭ. Ф. 9570. Оп. 2. Д. 1998. Годовой отчет ГУ ГСМП по учебным заведениям. 1935 г. 63 с.
 30. РГАЭ. Ф. 9570. Оп. 2. Д. 2509. Годовой отчет Гидрографического института Главсевморпути. 1936 г. 52 с.
 31. Смиливец И.Д. Маяк в океане. Саратов: Приволжское из-во; 2020.
 32. ЦГА СПб. Ф. Р-3365. Оп. 6. Д. 304. Личное дело работника Малютин Борис Григорьевич. 9 л.
 33. Жонголович И.Д. Виктор Харлампьевич Буйницкий. В: Двадцать семь месяцев на дрейфующем корабле «Георгий Седов». Ленинград: Изд-во Главсевморпути; 1940, с. 64–72.
 34. ЦГА СПб. Ф. Р-3365. Оп. 6. Д. 42. Личное дело работника Долотов Иван Иванович. 10 л.
 35. ЦГА СПб. Ф. Р-3365. Оп. 6. Д. 101. Личное дело работника Юнок Валентин Петрович. 8 л.
 36. ЦГА СПб. Ф. Р-3365. Оп. 6. Д. 10. Личное дело работника Дмитриев Николай Дмитриевич. 6 л.
 37. Филин П.А., Емелина М.А., Савинов М.А. Петроград и Ленинград в истории изучения и освоения Советской Арктики. В: Образы Севера. СПб.; 2018, с. 136–148.
 38. Архив ГУРМФ. Ф. 1. Оп. 1. Архив 3. Гидрографический институт Главсевморпути при СНК СССР. Управление делами. Приказы директора института за 1937 г. 202 л.
 39. Архив ГУРМФ. Ф. 1. Оп. 1. Архив 9. Гидрографический институт Главсевморпути при СНК СССР. Управление делами. Приказы директора института за 1941 г. 311 л.
 40. ЦГАКФД СПб. Фотодокументы. Опись 1АР-17. Ед.хр.30883. Лыжный переход Белое море — Ленинград. Участники перехода на последнем пункте — ст. Званка изучают карту перехода. Группа студентов Гидрографического института: Буйницкий — командор, Долотов — пом. полит, Калинин, Постников, Кожухов, Крониковский. Автор съемки: Григориан.
 41. Максимов Г.С. Первое учебное плавание студентов Гидрографического института Главсевморпути. Советская Арктика. 1936;(3):112.
 42. ЦГА СПб. Ф. Р-3071. Оп. 1. Д. 14. Статья профессора Максимова Г.С. о первом учебном плавании студентов. 6 л.

References

1. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3071. Inventory 1. Case 82. Transcript of the meeting of the Academic Council of the Institute and the State Examination Commission on the report by V. Kh. Buinitskii, "Results of scientific work during the drift of the icebreaker Sedov." 34 pages. (In Russ.).
2. *Samoilov K. I.* Maritime Dictionary. Moscow, Leningrad: State Naval Publishing House of the NKMF (People's Commissariat of the Navy) of the USSR; 1941. (In Russ.).
3. *Popov S. V.* Autographs on Maps. Arkhangelsk: North-Western Book Publ.; 1990. (In Russ.).
4. *Emelina M. A., Savinov M. A., Filin P. A.* Chronicle of the Arctic Institute: from the Northern Expedition to the State Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 1920–2020. History of Polar Research. Vol. 1. Moscow: Paulsen; 2020. (In Russ.).
5. *Badigin K. S.* Three Winters in the Arctic Ice. Moscow: Molodaya Gvardiya; 1950. (In Russ.).
6. Buinitskii V. Kh. 812 Days Adrift in the Ice: a Journal. Moscow, Leningrad: Glavsevmorput Publ.; 1945. (In Russ.).
7. Buinitskii V. Kh. Main Results and Prospects of Research Work at the Arctic Institute: Proceedings of the anniversary session. Moscow, Leningrad: Glavsevmorput Publ.; 1945. (In Russ.).
8. Twenty-seven months on the drifting ship Georgy Sedov: materials about the heroic expedition of fifteen polar sailors aboard the icebreaker Georgy Sedov (1937–1940). Leningrad: Glavsevmorput Publ.; 1940. (In Russ.).
9. *Nikolaeva A. G., Kromtsova M. S.* Through the Ice Routes. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1980. (In Russ.).
10. *Korel'skii V. P.* In My Lifetime: Memories, Family Legends, Reflections [of the Oldest Northern Captain]. Arkhangelsk: Pravda Severa; 1996. (In Russ.).
11. *Evgenova N. N.* Cold Watches: Memories of an Arctic Explorer. St. Petersburg: Nestor-Istoriya; 2006. (In Russ.).
12. *Semenov S. A.* Expedition on the Sibiryakov. Leningrad: OGIZ Lengikhl; 1933. (In Russ.).
13. *Filin P. A.* Chief Directorate of the Northern Sea Route in the History of Arctic Governance. In: Polar Readings — 2019. The Arctic: Governance Issues. Proceedings of the Seventh Scientific and Practical Conference "Polar Readings — 2019. State and Public Organizations in Arctic Management: Past, Present, Future," St. Petersburg, April 29–30, 2019. St. Petersburg: Paulsen; 2020, pp. 237–261. (In Russ.).
14. On the organization of the Chief Administration of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR: Resolution of the Council of People's Commissars of the USSR No. 1873 of December 17, 1932. In: Collection of Laws and Regulations of the Workers' and Peasants' Government of the USSR (SZ USSR). 1932. Section 1. No. 84. Art. 522. (In Russ.).
15. Archive of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. Fund 1. Inventory 1. Archive 1. Hydrographic Institute of the Chief Directorate of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR. Administrative Department. Orders of the Director of the Institute for 1935. 146 pages. (In Russ.).
16. *Veikhman V. V.* The fifth sign of the logarithm. Proza.ru [Internet]. Available at: <https://proza.ru/2009/05/10/765> (accessed 31.03.2024). (In Russ.).
17. *Veikhman V. V.* Keep North. St. Petersburg: SPbU Press; 2007. (In Russ.).
18. *Dremlyug V. V.* Sea Routes: From Chukotka to the Canary Islands. St. Petersburg: Geograf; 2006. (In Russ.).
19. *Lukin Yu. F.* (ed.). Matusevich Nikolai Nikolaevich. In: Arctic Encyclopedia. Vol. 2. Moscow: Paulsen; 2017. (In Russ.).
20. History of the Hydrographic Service of the Russian Navy. Vol. 4. St. Petersburg: Head Department of Navigation and Oceanography of the Ministry of Defence of the Russian Federation; 1997, pp. 288–289. (In Russ.).
21. *Rundan A. P.* N.A. Sakellari. Bulletin of the Arctic Institute of the USSR. 1936;(4):175. (In Russ.).
22. *Glushenko V. A.* Professor Boris Pavlovich Khlyustin (1884–1949). Kortik. 2003;(1):55–61. (In Russ.).
23. *Kolchinskii I. G., Korsun' A. A., Rodrigues M. G.* Astronomers: Biographical Reference Book. 2nd ed. Kyiv: Naukova Dumka; 1986. (In Russ.).

24. *Metalova V. V.* Boris Mikhailovich Yanovskii [Internet]. Available at: <http://geo.phys.spbu.ru/MagnetismRus/Staff/yanovsky.htm> (accessed 01.01.2025). (In Russ.).
25. *Ganelin R. S.* Andrei Pavlovich Belobrov. Memoirs of a military sailor. 1984–1979. Edited by O.A. Belobrova, V.A. Romodanovskaya; editor-in-chief B.V. Ananich. Moscow; St. Petersburg: Indrik. 2008. 912 p. Bulletin Russian Foundation for the Humanities. 2009;(3):252–255. (In Russ.).
26. Vsevolod Vsevolodovich Timonov: collection of articles. St. Petersburg: Hydrometeoizdat; 1991. (In Russ.).
27. Archive of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. Fund 1. Inventory 1. Archive 2. Hydrographic Institute of the Chief Directorate of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR. Administrative Department. Orders of the Director of the Institute for 1936. 205 pages. (In Russ.).
28. *Ruzov S. S.* Training polar hydrographers. Sovetskaya Arktika. 1935;(2):36–39. (In Russ.).
29. Russian State Economic Archive. Fund 9570. Inventory 2. Case 1998. Annual report of the Hydrographic Department of the Chief Directorate of the Northern Sea Route on educational institutions. 1935. 63 p. (In Russ.).
30. Russian State Economic Archive. Fund 9570. Inventory 2. Case 2509. Annual report of the Hydrographic Department of the Chief Directorate of the Northern Sea Route. 1936. 52 p. (In Russ.).
31. *Smilivets I. D.* A Lighthouse in the Ocean. Saratov: Privolzhskoe Publ.; 2020. (In Russ.).
32. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3365. Inventory 6. Case 304. Personal file of employee Malyutin Boris Grigorievich. 9 pages. (In Russ.).
33. *Zhongolovich, I.D.* Viktor Kharlampievich Buinitsy. In: Twenty-seven months on the drifting ship Georgy Sedov. Leningrad: Glavsevmorput Publ.; 1940; pp. 64–72. (In Russ.).
34. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3365. Inventory 6. Case 42. Personal file of employee Dolotov Ivan Ivanovich. 10 pages. (In Russ.).
35. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3365. Inventory 6. Case 101. Personal file of employee Yunok Valentin Petrovich. 8 pages. (In Russ.).
36. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3365. Inventory 6. Case 10. Personal file of employee Dmitriev Nikolai Dmitrievich. 6 pages. (In Russ.).
37. *Filin P. A., Emelina M. A., Savinov M. A.* Petrograd and Leningrad in the history of the study and development of the Soviet Arctic. In: Images of the North. St. Petersburg; 2018, pp. 136–148. (In Russ.).
38. Archive of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. Fund 1. Inventory 1. Archive 3. Hydrographic Institute of the Chief Directorate of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR. Administrative Department. Orders of the Director of the Institute for 1937. 202 pages. (In Russ.).
39. Archive of the Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping. Fund 1. Inventory 1. Archive 9. Hydrographic Institute of the Chief Directorate of the Northern Sea Route under the Council of People's Commissars of the USSR. Administrative Department. Orders of the Director of the Institute for 1941. 311 pages. (In Russ.).
40. Central State Archive of Film, Photo, and Audio Documents of St. Petersburg. Photographic documents. Inventory 1AR-17. Item No. 30883. Ski crossing from the White Sea to Leningrad. Participants in the crossing at the last point — Zvanka station — study the map of the crossing. A group of students from the Hydrographic Institute: Buinitskii — commander, Dolotov — assistant political officer, Kalin, Postnikov, Kozhukhov, Kronikovskii. Photographer: Grigoriian. (In Russ.).
41. *Maksimov G. S.* First training voyage of students from the Hydrographic Institute of the Chief Directorate of the Northern Sea Route. Sovetskaya Arktika. 1936;(3):112. (In Russ.).
42. Central State Archive of St. Petersburg. Fund R-3071. Inventory 1. Case 14. Article by Professor Maksimov G.S. on the first training voyage of students. 6 pages. (In Russ.).

Сведения об авторе

Рябчук Дарья Владимировна — кандидат геолого-минералогических наук, зав. Отделом региональной геоэкологии и морской геологии, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.А. Карпинского», Россия, 199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74
Scopus ID 23478132400
РИНЦ ID 155952
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2266-8688>
SPIN-код 6655-6905
Тел.: +7 (921) 789-33-67
E-mail: Daria_Ryabchuk@mail.ru

Information about the author

Daria V. Ryabchuk — Cand. Sci. (Geol.-Min.), A.P. Karpinsky Russian Research Geological Institute Russia, 199106, Saint Petersburg, Sredny ave., 74
Scopus ID 23478132400
RSCI ID 155952
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2266-8688>
SPIN-code 6655-6905
Tel.: +7 (921) 789-33-67
E-mail: Daria_Ryabchuk@mail.ru

Вклад автора

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

Author contribution statement

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

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам Российского государственного архива экономики (РГАЭ), Центрального государственного архива Санкт-Петербурга (ЦГА СПб), архива Государственного университета морского и речного флота им. С.О. Макарова (ГУМРФ), а также Директору филиала музея Мирового океана в Санкт-Петербурге «Ледокол Красин» Ирине Олеговне Стонт, руководителю отдела фонда данных и научно-технической информации ААНИИ Владимиру Юрьевичу Замятину, заведующему историко-просветительским комплексом по истории академии и морского флота ГУМРФ Юрию Леонидовичу Дьяченко, сотруднице лаборатории им. О.Ю. Шмидта Людмиле Владимировне Королевой за помощь и консультации. Особую благодарность хочется выразить ректору ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», д.т.н. профессору С.О. Барышникову за возможность работы в архиве Института.

Acknowledgments

The author expresses her deep gratitude to the staff of the Russian State Archive of Economics, the Central State Archive of St. Petersburg, the archive of the State University of Maritime and Inland Shipping named after S.O. Makarov, as well as to Irina Olegovna Stont, the Director of the Branch of the World Ocean Museum in St. Petersburg “Icebreaker Krasin”, to Vladimir Yuryevich Zamyatin, the Head of the Fund of Scientific and Technical Information Department of the Arctic and Antarctic Research Institute, to Yuri Leonidovich Dyachenko, the Head of the Historical and Educational Complex on the History of the Academy and Maritime Fleet of SUMRF, to Lyudmila Vladimirovna Koroleva, a Specialist of the Laboratory named after O.Yu. Schmidt for their assistance and consultations. The author would like to express her special appreciation to Prof. S.O. Baryshnikov, the Rector of Admiral S.O. Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Dr. Sci. (Engineering) for the opportunity to work in the Institute’s archive.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 612.67 + 612.68

ББК Е707.16

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-38-48>



Развитие исследований процессов старения населения северных территорий и создание фонда геронтологических материалов и публикаций

Бордовский Г.А., Финагентов А.В.✉, Мартемьянова Ю.А.

ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия

✉ iriot@herzen.spb.ru

Аннотация. Повышение качества жизни и продление периода активного долголетия граждан старших возрастных групп являются приоритетными направлениями государственной социальной политики. Целевые программы государственной социальной поддержки пожилых людей для северных территорий в рамках национального проекта «Продолжительная и активная жизнь» должны разрабатываться на основе результатов научных исследований геронтологов, учитывающих специфику регионов. В статье показано, что создание в 2024 г. по инициативе Геронтологического общества при Российской академии наук фонда геронтологических материалов и публикаций будет способствовать развитию исследований, направленных на оптимизацию системы комплексной государственной поддержки граждан старшего поколения, в том числе для Арктических регионов России. Представлены перспективы формирования на основе Фонда всероссийской электронной площадки по профилю «Геронтология», консолидирующей информационные ресурсы по проблемам старения и продления периода активного долголетия пожилых граждан.

Ключевые слова: профилактика старения, активное долголетие, национальные проекты, геронтологический подход, фонд геронтологических материалов и публикаций, экстремальные параметры среды обитания для северных территорий, «северная популяция» граждан, хронический экологический стресс, система комплексной помощи пожилым гражданам, электронная площадка

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Бордовский Г.А., Финагентов А.В., Мартемьянова Ю.А. Развитие исследований процессов старения населения северных территорий и создание фонда геронтологических материалов и публикаций. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):38–48. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-38-48>

Evolution of research studies into the ageing processes of populations residing in northern regions and creation of a bank of gerontological materials and publications

Gennady A. Bordovskiy, Anatoly V. Finagentov✉,
Yulia A. Martemianova

Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia

✉ iriot@ Herzen.spb.ru

Abstract. Raising the living standards of elderly citizens and extending their period of active longevity are the priority directions of the Russian state social policy. Targeted programs of governmental support for the elderly in northern regions, developed within the Active Longevity national project, should take into account the results of gerontological research and regional specifics. The authors argue that the Bank of Gerontological Materials and Publications, initiated by the Gerontological Society of the Russian Academy of Sciences in 2024, will contribute to the development of research aimed at optimizing the system of comprehensive state support for the elderly in Russia's Arctic region. The prospects of using the Bank as a nationwide digital platform in the field of Gerontology to consolidate information resources on aging and active longevity are discussed.

Keywords: ageing prevention, active longevity, national projects, gerontological approach, bank of gerontological materials and publications, extreme habitat parameters for northern territories, northern population, chronic ecological stress, comprehensive care system for the elderly, digital platform

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

For citation: Bordovskiy G.A., Finagentov A.V., Martemianova Yu.A. Evolution of research studies into the ageing processes of populations residing in northern regions and creation of a bank of gerontological materials and publications. *Arctic and Innovations*. 2025;3(3):38–48. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-38-48>

Введение

Повышение качества жизни и продление периода активного долголетия граждан старших возрастных групп определены Президентом России В.В. Путиным как один из приоритетов государственной социальной политики [1]. Научной основой действий федерального и региональных правительств по совершенствованию государственной поддержки пожилых граждан являются исследования в области геронтологии — междисциплинарной науки, изучающей процессы старения [2]. В ее состав входят: биология старения, клиническая геронтология, геронтопсихология и социальная геронтология. Одна из важных задач, решаемых геронтологией, — изучение и оценка влияния условий жизни и окружающей среды на старение и продолжительность жизни человека.

Реализация национальных проектов «Демография», «Семья», «Продолжительная и ак-

тивная жизнь» предусматривает создание в стране единой межведомственной системы комплексной помощи гражданам старших возрастных групп [3]. Использование геронтологического подхода обеспечивает системную интеграцию социальных учреждений [4], при этом особое значение приобретают сохранение, обработка, консолидация научно-методических материалов для использования при проведении просветительских мероприятий и прикладных исследований на федеральном и региональном уровнях. Сохранение и развитие научного наследия и традиций российской школы геронтологии, популяризация опыта и достижений ученых и научных центров принципиально важно для развития исследований процессов старения. Системное архивирование и изучение публикаций и материалов является необходимым условием разработки инновационных геронотехнологий, способствующих продлению периода активного долголетия [5].

До 2024 г. ни одна из институциональных геронтологических структур России, в том числе подведомственных Российской академии наук (РАН), не имела каталогизированных и доступных для использования российскими учеными тематических собраний публикаций, рукописей и документов. Опыт формирования по инициативе Президиума РАН федеральной научно-технической программы «Геронтология» [6] убедительно показал, что создание централизованного специализированного хранилища материалов и документов будет способствовать организации планирования и проведению исследований.

Создание фонда

Организация на базе Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена фонда геронтологических материалов и публикаций объемом до 6 тыс. библиотечных единиц хранения [7, 8] стала знаковым событием в российской геронтологии. Фонд представляет собой самостоятельную отраслевую библиотеку литературы по геронтологии в составе Фундаментальной библиотеки им. императрицы Марии Федоровны. Торжественное открытие фонда состоялось 25 апреля 2025 года в рамках работы V Санкт-Петербургского всероссийского геронтологического форума. Его основу составили коллекции основателей Геронтологического общества при РАН (ГО РАН): Р.Ш. Бахтиярова, академиков В.Н. Анисимова и В.Х. Хавинсона, а также методическая литература, предоставленная Санкт-Петербургской региональной общественной благотворительной организацией «Благотворительное общество «Невский Ангел»».

Созданию фонда предшествовала многолетняя кропотливая работа сообщества петербургских ученых-геронтологов [9]. В 1957 г. академик З.Г. Френкель (1869–1970) инициировал создание в Ленинграде городского научного общества геронтологии и гериатрии, которое объединило видных ученых: В.Г. Баранова, Н.С. Косинскую, И.И. Лихницкую, П.А. Макавейского, Д.Г. Рохлина, М.Д. Тушинского, М.И. Хвиливицкую, З.З. Шнитникову и многих других. Активное участие в работе общества на разных этапах (1957–2004 гг.) принимали Е.С. Авербух, М.Д. Александрова, Р.А. Алимова, В.Н. Анисимов, Р.Ш. Бахтияров, А.В. Белорусова, В.Д. Дильман, А.Г. Капралов, Т.В. Карсаевская, М.Н. Ку-

лис, Э.С. Пушкова, Л.А. Рудкевич, А.У. Тибилова, В.Х. Хавинсон [7].

Группа ученых-энтузиастов, среди которых следует особенно отметить супругов Шнитниковых — Лагарп, приняла на себя ответственную миссию хранителей научного наследия ленинградских геронтологов, включающего уникальное собрание материалов ученых-блокадников.

Создание в 1997 году в Санкт-Петербурге Геронтологического общества при Российской академии наук (ГО РАН) обеспечило организационную и методическую поддержку исследований петербургских ученых, направленную на становление и развитие геронтологической науки в стране, деятельности по сохранению и изучению их научного наследия.

Весной 2022 года президент ГО РАН член-корреспондент РАН В.Н. Анисимов обратился в Санкт-Петербургский филиал Архива РАН с предложением принять на государственное хранение научное собрание-наследие Ленинградского общества (1957–2004 гг.) и ГО РАН (1997–2022 гг.), сформированного членом ГО РАН Р.Ш. Бахтияровым. Документальная часть этого научного собрания была передана в Архив РАН с формированием отдельного фонда в его Санкт-Петербургском филиале (фонд № 1183 «Ленинградское/ Санкт-Петербургское общество геронтологии и гериатрии/Геронтологическое общество при РАН»). Книжное собрание, сформированное за 60-летний период, включает в себя переданные фрагменты научных библиотек: НИИ геронтологии АМН СССР, известных ученых-историков медицины Т.И. Грековой, Э.Д. Грибанова, В.И. Дедюлина, ленинградских геронтологов А.Г. Капралова, Т.В. Карсаевской, Л.Е. Полякова, З.Г. Френкеля, З.З. Шнитниковой-Лагарп — монографии, публикации по широкому спектру научных дисциплин, объединенных направлением «Геронтология», включая историю геронтологии, демографию, медицину, социальную и образовательную составляющие.

Уникальность и научная полнота коллекций, вошедших в состав фонда, масштабы библиотечных собраний жестко ограничивали возможности их научной обработки и широкого использования учеными и специалистами при сохранении статуса частных библиотечных коллекций. Формирование

фонда в составе фундаментальной научной библиотеки, имеющей федеральный статус и располагающей организационно-техническим потенциалом для каталогизации, оцифровки, специальной обработки, организации изучения и массового доступа студентов и специалистов, позволило решить эту проблему.

Сотрудничество ГО РАН с Университетом, в частности при проведении Санкт-Петербургских всероссийских геронтологических форумов в 2019–2025 гг., в процессе организации экспертной и проектной деятельности в 2022–2024 гг. Экспертного совета по проблемам оказания комплексной медико-социальной помощи гражданам старших возрастных групп при вице-губернаторе Санкт-Петербурга, позволило инициаторам создания фонда сформировать перспективную программу актуализации и активного использования его материалов [10]. Программа предусматривает:

- предоставление фонду особого статуса, облегчающего доступ к его материалам в печатном и электронном виде представителям геронтологического сообщества, в частности членам ГО РАН;
- официальное оформление долговременного сотрудничества Университета с ГО РАН и хранителями передаваемых в состав фонда книжных собраний в процессе обработки, каталогизации материалов, последующей актуализации структуры и наполнения фонда с привлечением представителей региональных отделений ГО РАН;
- совместное проведение научных исследований в процессе обработки материалов, передаваемых в фонд, презентацию их результатов в формате докладов на научных конференциях и публикации статей.

Геронтология и природные особенности северных территорий

Проживание человека в экстремальных природно-климатических условиях Севера обусловило формирование особой «северной популяции» граждан Российской Федерации. Комплекс негативных факторов воздействует на организм человека, вызывает перестройку обменных процессов и влияет на состояние функциональных систем человека. При планировании исследований важно учитывать, что процесс освоения северных территорий сопровождался

сложными социально-демографическими процессами, в результате чего в настоящее время на Севере совместно проживают этнические и профессиональные группы населения, характеризующиеся различной степенью адаптированности к этим условиям [11]. Использование геронтологического подхода предусматривает совокупную оценку влияния биологических, медицинских, психологических, культурно-образовательных, техногенных и социально-экономических факторов на психофизиологическое состояние человека и развитие процессов его старения, при этом, как показывают исследования, состояние окружающей среды в целом, а также отдельные ее параметры и особенности достаточно часто оказываются определяющими [12].

Многолетние исследования и результаты врачебного наблюдения свидетельствуют о том, что образ и качество жизни, работа в конкретной среде обитания влияют на возникновение хронических недугов, тяжесть протекания заболеваний и степень износа организма, следствием которых является старение человека. Учеными-геронтологами рассматриваются вопросы влияния погоды и природных условий для отдельных регионов на сердечно-сосудистую, кровеносную, нервную системы, возникновение и течение некоторых видов заболеваний, в частности ассоциированных с возрастом. Разработанные модели подтверждают наличие многофакторности процесса биологического старения.

Важным элементом формирования адаптивной устойчивости организма человека к климатогеографическому стрессу является изменение реагирования эндокринной системы, что особенно актуально для северных территорий с выраженными неблагоприятными климатическими и природными условиями. В частности, для арктических регионов отмечается снижение порога вредного воздействия антропогенно-экологических факторов на организмы человека и уменьшение его функциональных возможностей для восстановления нарушений гомеостаза, вызванных этими факторами [13].

Экстремальные параметры среды обитания сужают границы функциональных резервов человека, ускоряют износ и старение организма. В суровых климатических условиях Севера многие заболевания характеризуются

ранним началом, неспецифичностью симптоматики, большей распространенностью нарушений функционального состояния организма. Имеет место ранняя хронизация воспалительных заболеваний инфекционной этиологии, ускорение развития их осложнений. Существенные сдвиги происходят в системе дыхания, кроветворения и кровообращения, иммунной, эндокринной, репродуктивной и нервной системах, что обусловило введение в научный оборот термина «медицинская экология».

Особый интерес представляет изучение действия экстремальных значений факторов, прямо или косвенно влияющих на психофизиологическое состояние человека, — параметров окружающей среды: низкой температуры, дефицита ультрафиолетового излучения, резкого нарушения фотопериодичности, высокой ионизации воздуха, резких непериодических колебаний напряженности геомагнитного и статического электрического полей, резких перепадов атмосферного давления, температуры воздуха, низкой парциальной плотности кислорода в воздухе и других. Их неблагоприятное воздействие на организм может привести к развитию сдвигов в основных физиологических системах, формированию патологии и особенностей процесса старения организма человека. Характерным проявлением преждевременного старения у «пришлых» жителей Севера (вахтовиков) может быть ускоренное развитие сердечно-сосудистой патологии, активизация атеросклеротических процессов [14].

Отдельным направлением исследований геронтологов является изучение влияния постоянного освещения на поздних этапах онтогенеза на процесс старения, продолжительность жизни [15]. Петербургские ученые, рассматривая условия ряда регионов, в том числе республик Карелия и Коми, Мурманской и Архангельской областей, убедительно показали, что длительное освещение в ночное время способствует ускорению процессов старения [16].

Важной особенностью северных территорий является наличие у граждан (населения) хронического экологического стресса, который является, по мнению геронтологов, одной из причин преждевременного старения в высоких широтах. Интенсивность процессов старения находится в прямой зависимости от напряжения свободнора-

дикальных, метаболических, эндокринных и психоэмоциональных дезадаптивных процессов, обусловленных проявлениями стресса, на воздействие экстремальных геофизических, климато-метеорологических и других экологических факторов [14].

Формирование местными администрациями целевых региональных программ (мероприятий), комплексной поддержки пожилых граждан для северных территорий должно проводиться на основе результатов исследований и наработок ученых, учитывающих специфические особенности региона и рациональное использование всех имеющихся ресурсов, как непосредственно работающих на территории, так и полученных для субъектов Российской Федерации со схожими природно-климатическими, этнокультурными и социально-экономическими условиями в рамках федеральных и региональных исследовательских проектов. Мероприятия, реализуемые учреждениями социальной сферы, направленные на повышение качества жизни и сохранение здоровья пожилых людей в условиях Арктики, должны быть не только разносторонними, но и своевременными.

Влияние деятельности фонда на исследование процессов постарения населения северных территорий

Создание фонда призвано стимулировать развитие исследований в области геронтологии на федеральном и региональных уровнях. При этом необходимо отметить, что влияние научно-методических поддерживающих проектов, реализуемых с использованием материалов фонда, на развитие широкого междисциплинарного научного направления, каким является геронтология, не является детерминированным по всему спектру исследований. К числу направлений геронтологии, для которых использование материалов фонда может оказать существенное позитивное влияние, можно отнести разработку вопросов системной геронтологической поддержки пожилых граждан в условиях Севера.

Организация эффективной работы регионального комплекса учреждений социальной сферы, в первую очередь здравоохранения и социального обслуживания населения,

должна обеспечивать предоставление услуг пожилым гражданам, отвечающих федеральным социальным стандартам по объемам, спектру и информационной доступности гарантированных государственных услуг; достижение индикативных показателей по качеству жизни и периоду активного долголетия установленных национальными проектами.

Негативное влияние на психофизиологическое состояние пожилых людей специфических природно-климатических условий Севера и ограниченность ресурсов, которыми располагают местные администрации, существенно осложняют решение этой задачи.

Формирование комплекса научно и экономически обоснованных мероприятий в составе целевых региональных программ на основе использования геронтологического подхода невозможно без учета актуальных научных исследований ученых-геронтологов, учитывающих природные, демографические, этнокультурные и социально-экономические особенности регионов и территорий. Как показывает опыт деятельности региональных отделений ГО РАН, проведение полевых исследований затруднено в силу территориальной удаленности населенных пунктов и низкой плотности коренного населения, привязки компактного проживания вахтовиков к промышленным агломерациям.

Научный потенциал северных регионов, как правило, локализован на технологической поддержке приоритетных отраслей промышленности. Геронтологические исследования могут проводиться в образовательных учреждениях (часто без привлечения внешнего финансирования) либо на базе специализированных академических макрорегиональных научных центров. Рациональным вариантом организации научно-методической геронтологической поддержки формирования систем комплексной помощи пожилым гражданам для северных территорий, в особенности арктических регионов, является формирование трехуровневой модели, обеспечивающей распределение функциональных задач в составе исследования между уровнями:

- федеральными научными центрами Москвы и Санкт-Петербурга в части выбора общей стратегии, разработки стандартных подходов, широкой линейки типизиро-

ванных технологий и методик, проведения научно-практических конференций и семинаров;

- макрорегиональными научными и образовательными центрами (в федеральных округах) в части формирования пакетов документации и моделей для субъектов Российской Федерации в составе округов, организации обучения и консультирования руководителей и специалистов социальных учреждений по направлению «Геронтология»;
- региональными структурами (научного и образовательного профиля, многопрофильными медицинскими стационарами) в части апробации в местных условиях типизированных технологий и методик, сбора и первичной обработки статистических данных по результатам их использования для выделенных контент-групп.

Важным условием обеспечения эффективности предлагаемой трехуровневой модели является системное единство исследований в рамках использования геронтологического подхода. Затраты на проведение исследований, в частности по 2-му и 3-му этапам, могут быть сокращены за счет использования архивных данных и материалов по отдельным территориям и регионам, внимательного изучения и осмысления результатов идентичных работ, проведенных ранее российскими и зарубежными исследователями для северных территорий.

Формирование и развитие фонда на базе РГПУ имени А.И. Герцена при участии ГО РАН позволяет исследователям и специалистам из регионов получать доступ к архивированным публикациям: статьям и тезисам докладов ученых-геронтологов по широкому перечню проблем северных регионов за несколько десятилетий. В разделе фонда «Биологическое действие физических факторов и условий внешней среды на человека» консолидируется литература по адаптации жизнедеятельности, сохранению здоровья и, как следствие, увеличению продолжительности жизни человека в условиях Крайнего Севера. В статьях и монографиях академиков В.Н. Анисимова, В. Х. Хавинсона, Н.А. Агаджаняна, других ученых и специалистов, входящих в ГО РАН [11, 15, 16], представлены результаты исследований и обобщены данные многолетней работы научных коллективов по оценке влияния внешних факторов на процессы старения

живых организмов, в том числе человека, рассматриваются перспективные методики профилактики и борьбы с преждевременным старением. Использование материалов фонда как консолидированного комплекса публикаций, документов, статистических данных по профилю «Геронтология» специалистами, разрабатывающими и реализующими программы и проекты государственной комплексной поддержки граждан старшего поколения для северных территорий, будет способствовать оптимизации затрат и сокращению сроков выполнения отдельных проектов.

В то же время формат экспонирования материалов фонда не в полной мере решает задачи информационно-методической поддержки научных проектов и программ по профилю «Геронтология» в силу ограниченности количества источников, отсутствия доступа пользователей к ведомственным электронным базам. В первую очередь это касается публикаций последних лет, отчетных материалов ученых, работающих в отдаленных регионах, информации по региональным семинарам и конференциям. Перспективным направлением для решения проблемы повышения доступности и удобства использования материалов и публикаций, входящих в состав фонда, является формирование при поддержке РАН и РАО специального информационного поля по профилю «Геронтология».

Заключение

Использование материалов фонда на основе применения информационных технологий

Использование технического и организационного потенциала Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена как старейшего и ведущего вуза страны в сфере образования во взаимодействии с ГО РАН позволяет позиционировать фонд как основу для формирования при поддержке Российской академии наук и Российской академии образования все-российской электронной площадки по профилю «Геронтология», консолидирующей информационные ресурсы по проблемам старения и продления периода активного долголетия. Особо следует отметить, что еще в 1953 г. в Университете был образован уникальный, единственный в СССР, факультет

народов Крайнего Севера (ныне Институт народов Севера) [18]. Сегодня ученые Университета активно продолжают и развивают исследования в сфере развития северных территорий — в 2025 г. в Университете был создан научно-образовательный кластер «Арктика», работающий в тесном контакте с Проектным офисом развития Арктики.

Выделим приоритетные задачи, решение которых должна обеспечивать электронная площадка:

- консолидация и тематическое ранжирование информационных ресурсов (печатных и электронных) по научному направлению «Геронтология», включая материалы фонда;
- информационная поддержка внедрения геронтологического подхода к оказанию комплексной помощи пожилым гражданам, мультидисциплинарного и межведомственного взаимодействия специалистов государственных учреждений в процессе ее оказания;
- научно-методическая поддержка реализации просветительских мероприятий по профилю «Геронтология» в рамках национальных проектов и целевых региональных программ;
- информационное сопровождение проведения в России и регионах публичных научно-методических мероприятий по научному направлению «Геронтология»;
- информационная поддержка деятельности научного и профессионального сообщества геронтологов и гериатров;
- научно-методическая поддержка разработки и реализации образовательных и просветительских программ по профилю «Геронтология»;
- информационная и научно-методическая поддержка разработки и реализации целевых государственных программ и проектов, в частности программ для северных территорий;
- системная поддержка и организация издательской деятельности по профилю «Геронтология».

Анализ представленного перечня приоритетных задач с точки зрения актуальности и востребованности информационно-методической поддержки процесса формирования государственных систем комплексной помощи пожилым гражданам для северных территорий в контексте реализации национального проекта «Продолжительная и ак-

тивная жизнь» позволяет оптимизировать модульную структуру электронной площадки, определить принципы ее организации и состав участников проекта, сформировать

комплекс требований по информационному наполнению отдельных модулей и правила внешнего доступа к экспонированной на площадке информации.

Литература

1. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию (утв. Президентом Российской Федерации 30 марта 2024 г. № Пр-616) [интернет]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408704827/>
2. Анисимов В.Н., Бордовский Г.А., Финагентов А.В., Шабров А.В. Государственная поддержка граждан старшего поколения: какая геронтология нужна современной России? Успехи Геронтологии. 2020;33(4):616–624. <https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.001>
3. Анисимов В.Н., Редько А.А., Финагентов А.В., Хавинсон В. Х., Шабров А. В. Создание региональной системы оказания комплексной медико-социальной помощи гражданам старшего поколения опыт Санкт-Петербурга. Успехи геронтологии. 2020;33(5):809–824. <https://doi.org/10.34922/ae.2020.33.5.001>
4. Анисимов В.Н., Эргашев О.Н., Финагентов А.В., Бордовский Г.А., Кабанов М.Ю. Структура и основные этапы процесса долговременной государственной поддержки граждан старшего поколения. Успехи Геронтологии. 2022;35(1):10–24. <https://doi.org/10.34922/AE.2022.35.1.001>
5. Тарасов С.В., Шабров А.В., Бордовский Г.А., Финагентов А.В. Реализация геронтологического подхода к информационно-просветительской поддержке граждан старшего поколения. Успехи Геронтологии. 2025;38(1):10–19. <https://doi.org/10.34922/AE.2025.38.1.001>
6. Проблемы демографии и сбережения населения: «Исследования механизмов старения в Российской Федерации: состояние проблемы»; «Социально-экономические аспекты»: Постановление Президиума Российской академии наук от 17.05.2022 № 129 [интернет]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=799936#4g9rAsU252lkgDry>.
7. Бахтияров Р.Ш., Финагентов А.В. Создание фонда геронтологических публикаций и материалов — одна из приоритетных задач ГО РАН на предстоящий 2024 г. Вестник Геронтологического общества РАН. 2024;(1–2):6–7.
8. Бахтияров Р.Ш., Анисимов В.Н. Создание фонда геронтологических публикаций и материалов в составе фундаментальной библиотеки им. императрицы Марии Фёдоровны РГПУ имени А.И. Герцена — живая связь поколений [тез. докл.]. Успехи Геронтологии. 2024;37(3):296–297.
9. Бахтияров Р.Ш. Фонд геронтологический публикаций — наследие блокадных геронтологов [тез. докл.]. Успехи Геронтологии. 2024;37(5):584.
10. Бахтияров Р.Ш., Шабров А.В., Мартемьянова Ю.А. Деятельность фонда геронтологических материалов и публикация, направленная на сохранения развития российского научного наследия в контексте реализации национального проекта «Продолжительная и активная жизнь» [тез. докл.]. Успехи Геронтологии. 2025;35(2):265.
11. Попов А.А., Величковский Б.Т., Кочан Т.И., Потолицына Н.Н., Солонин Ю.Г. Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера. Сыктывкар: УрО РАН; 2012.
12. Агаджанян Н.А., Жвавый Н.Ф., Ананьев В.Н. Адаптация человека к условиям Крайнего севера: эколого-физиологические механизмы. Москва: КРУК; 1998.
13. Алейникова А.Э., Типисова Е.В. Реактивность эндокринной системы мужчин при различных природных факторах европейского Севера. В: Световой режим, старение и рак: сб. науч. тр. II Росс. симпозиума с междунар. участием, Петрозаводск, 17–19 окт. 2013 г. Петрозаводск; 2013, с. 9–16.
14. Доршакова Н.В., Карапетян Т.А., Жестянников А.Л., Никитина К.А. Реализация роли экологических факторов в процессе развития патологий и старения человека, живущего на Севере. В: Световой режим, старение и рак: сб. науч. тр. II Росс. симпозиума с междунар. участием, Петрозаводск, 17–19 окт. 2013 г. Петрозаводск; 2013, с. 95–101.

15. Бондаренко Л.А., Сергиенко Л.Ю., Геворкян А.Р., Сотник Н.Н., Козак В.А., Черевко А.Н., Мищенко Т.В., Оксюта Ю.И. Длительное круглосуточное освещение как фактор ускоренного старения и преждевременной смерти. В: Световой режим, старение и рак: сб. науч. тр. II Росс. симпозиума с междунар. участием, Петрозаводск, 17–19 окт. 2013 г. Петрозаводск; 2013, с. 23–31.
16. Виноградова И.А., Матвеева Ю.С., Лотош Т.А., Юнаш В.Д., Анисимов В.Н., Забежинский М.А., Семенченко А.В. Искусственное освещение в условиях Севера — вдохновитель поэтов и раков клеток. В: Световой режим, старение и рак: сб. науч. тр. II Росс. симпозиума с междунар. участием, Петрозаводск, 17–19 окт. 2013 г. Петрозаводск; 2013, с. 32–40.
17. Анисимов В.Н., Соловьев М.В. Эволюция концепций в геронтологии. СПб: Эскулап; 1999.
18. Бордовский Г.А., Гончаров С.А. (ред.). Педагогический университет им. А.И. Герцена: от императорского воспитательного дома до Российского государственного педагогического университета. 2-е изд. СПб: Лики России; 2007.

References

1. Instructions from the President of Russia Putin V.V. as of 30.03.2024. № Pr-616 according to the Message to the Federal Assembly of the Russian Federation 29.02.2024 [internet]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408704827/>. (In Russ.).
2. Anisimov V.N., Bordovskiy G.A., Finagentov A.V., Shabrov A.V. State support to elderly citizens: which geriatric needs modern Russia? (Part 1). *Advances in Gerontology*. 2020;33(4):616–624. (In Russ.). <https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.001>
3. Anisimov V.N., Redko A.A., Finagentov A.V., Khavinson V.Kh., Shabrov A.V. Regional system of integrated health and social care for elderly people: experience and expertise of Saint-Petersburg. *Advances in Gerontology*. 2020;33(5):809–824. (In Russ.). <https://doi.org/10.34922/ae.2020.33.5.001>
4. Anisimov V.N., Ergashev O.N., Finagentov A.V., Bordovskiy G.A., Kabanov M.Yu. Structure and main stages of the process of long-term state support by the state of elderly generation. *Advances in Gerontology*. 2022;35(1):10–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.34922/AE.2022.35.1.001>
5. Tarasov S.V., Shabrov A.V., Bordovskiy G.A., Finagentov A.V. Implementation of the gerontological approach to informational and educational support of senior citizens. *Advances in Gerontology*. 2025;38(1):10–19. (In Russ.). <https://doi.org/10.34922/AE.2025.38.1.001>
6. “Problems of Demography and Population Savings: “Studies of the Mechanisms of Aging in the Russian Federation: the State of the Problem”; “Socio-Economic Aspects”: Resolution of the Presidium of the Russian Academy of Sciences dated 17.05.2022 No. 129 [internet]. Available at: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=799936#4g9rAsU252lkgDry>. (In Russ.).
7. Bakhtiyarov R. Sh., Finagentov A.V. Creating the Foundation of gerontological materials and publications as a priority for the Russian Gerontological Society under RAS for the coming 2024. *Vestnik Gerontologicheskogo obshchestva RAN [Herald of the Gerontological Society RAS]*. 2024;(1-2):6–7. (In Russ.).
8. Bakhtiyarov R. Sh., Anisimov V.N. Creating the Foundation of gerontological materials and publications as part of the Maria Fedorovna Fundamental Library in Herzen university — the living bond of generations [abstracts]. *Advances in Gerontology*. 2024;37(3):296–297. (In Russ.).
9. Bakhtiyarov R.Sh. The Foundation of Gerontological publications — legacy of the Leningrad Siege gerontologists. *Advances in Gerontology [abstracts]*. 2024;37(5):584. (In Russ.).
10. Bakhtiyarov R.Sh., Shabrov A.V., Martemianova Yu.A. The activities of the Foundation of gerontological materials and publications aimed at preserving the Russian scientific legacy within the framework of the national project «Active Longevity» [тез. докл.]. *Advances in Gerontology*. 2025;35(2):265. (In Russ.).
11. Popov A.A., Velichkovskii B.T., Kochan T.I., Potolitsyna N.N., Solonin Yu.G. Man's adaptation to the ecological and social conditions of the North. Syktyvkar: Ural Division of RAS; 2012. (In Russ.).
12. Agadzhnian N.A., Zhvavy N.F., Ananiev V.N. Man's adaptation to the conditions of the Extreme North: ecological and physiological mechanisms. Moscow: KRUK Publ.; 1998. (In Russ.).
13. Aleinikova A.E., Tipisova E.V. Reactivity of the male endocrine system under various natural factors of the European North. In: *Light Mode, Ageing and Cancer. Collection of scientific papers from the II Russian Symposium with international participation, Petrozavodsk, October 17–19, 2013*, p. 9–16. (In Russ.).

14. Dorshakova N.V., Karapetyan T.A., Zhestyannikov A.L., Nikitina K.A. The role of ecological factors in developing pathologies and ageing among the residents of the North. In: Light Mode, Ageing and Cancer. Collection of scientific papers from the II Russian Symposium with international participation, Petrozavodsk, October 17-19, 2013, p. 95-101. (In Russ.).
15. Bondarenko L.A., Sergienko L.Yu., Gevorkyan A.R., Sotnik N.N., Kozak V.A., Cherevko A.N., Mishchenko T.V., Oksyuta Yu.I. Prolonged round-the-clock lighting as a factor of accelerated aging and premature death. In: Light Mode, Ageing and Cancer. Collection of scientific papers from the II Russian Symposium with international participation, Petrozavodsk, October 17-19, 2013, p. 23-31. (In Russ.).
16. Vinogradova I.A., Matveeva Yu.S., Lotosh T.A., Yunash V.D., Anisimov V.N., Zabezhinskii M.A., Semenchenko A.V. Artificial lighting in the conditions of the North is an inspiration for poets and cancer cells. In: Light Mode, Ageing and Cancer. Collection of scientific papers from the II Russian Symposium with international participation, Petrozavodsk, October 17-19, 2013, p. 32-40. (In Russ.).
17. Anisimov V.N., Solovyov M.V. Evolution of concepts in gerontology. St. Petersburg: Eskulap Publ., 1999. (In Russ.).
18. Bordovskiy G.A., Goncharov S.A. (eds.). The Herzen State Pedagogical University of Russia. From the Imperial Foundling Home to the Russian State Pedagogical University. 2 ed. St. Petersburg: Liki-Rossii Publ.; 2007. (In Russ.).

Сведения об авторах

Бордовский Геннадий Алексеевич — доктор физико-математических наук, профессор, академик РАО, президент ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Россия, 191186, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, д. 48, корпус 10, помещения 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-6758>
 SPIN-код: 8984-5562
 Тел.: +7 (921) 937 -21 -99
 E-mail: gabord41@mail.ru

Финагентов Анатолий Вячеславович — кандидат технических наук, директор Института развития информационных и образовательных технологий в области геронтологии ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Россия, 191186, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, 48, корпус 10, помещения 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0335-5698>
 Тел.: +7 (901) 373-01-00
 E-mail: iriot@herzen.spb.ru

Мартемьянова Юлия Александровна — заведующий сектором обособленного фонда геронтологических материалов и публикаций отдела научной обработки документов фундаментальной библиотеки им. императрицы Марии Федоровны ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена», Россия, 191186, Санкт-Петербург, Набережная реки Мойки, 48, корпус 10, помещения 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4970-1409>
 Тел.: +7 (921) 923 -30 -55
 E-mail: martem.zs@mail.ru

Information about the authors

Gennady A. Bordovskiy — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., RAO Academician, President, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia, 191186, Saint Petersburg, Moika River Embankment, 48, building 10, rooms 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8520-6758>
 SPIN-code: 8984-5562
 Tel.: +7 (921) 937 -21 -99
 E-mail: gabord41@mail.ru

Anatoly V. Finagentov — Cand. Sci. (Engineering), Director of the Institute for the Development of Information and Educational Technologies in the Field of Gerontology, Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia, 191186, Saint Petersburg, Moika River Embankment, 48, building 10, rooms 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0335-5698>
 Tel.: +7 (901) 373-01-00
 E-mail: iriot@herzen.spb.ru

Yulia A. Martemianova — Head of the Sector of the Bank of Gerontological Materials and Publications of the Department of Scientific Processing of Documents of the Fundamental Library named after Empress Maria Feodorovna, Herzen State Pedagogical University of Russia, Russia, 191186, Saint Petersburg, Moika River Embankment, 48, building 10, rooms 1-4
 ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4970-1409>
 Tel.: +7 (921) 923 -30 -55
 E-mail: martem.zs@mail.ru

Вклад авторов

Бордовский Геннадий Алексеевич — разработка идеи и структуры публикации, подготовка разделов: Введение, Заключение, общее научное руководство, редактирование материалов.

Финагентов Анатолий Вячеславович — подготовка разделов: Влияние деятельности Фонда на исследование процессов постарения населения северных территорий, Заключение.

Мартемьянова Юлия Александровна — подготовка и оформление материалов по деятельности и перспективам развития Фонда геронтологических материалов и публикаций, подготовка разделов: Создание Фонда, Заключение, общее оформление статьи.

Author contribution statement

Gennady A. Bordovskiy — concept development, research design, preparation of Introduction and Conclusion; scientific supervision, manuscript revision.

Anatoly V. Finagentov — preparation of the section “Activity of the Bank in the research of ageing processes of the population in northern regions” and Conclusion.

Yulia A. Martemianova — preparation and design of materials on the activities and development prospects of the Bank of Gerontological Materials and Publications, preparation of the following sections: Creation of the Bank, Conclusion, manuscript preparation.

Благодарность

Авторы статьи выражают признательность члену наблюдательного совета фонда, одному из создателей Геронтологического общества при Российской академии наук, ассоциированному научному сотруднику Социологического института РАН, к.м.н. Р.Ш. Бахтиярову за предоставление архивных материалов, использованных при подготовке настоящей публикации.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to Dr. R.Sh. Bakhtiyarov, a member of the Supervisory Board of the Foundation, a founder of the Gerontological Society of the Russian Academy of Sciences, an Associate Researcher of the Sociological Institute of the Russian Academy of Sciences for providing archival materials used in the preparation of this publication.

УДК 3+502.52
ББК 6/8 + 26.221

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-49-53>



Эколого-культурные основы социальной эволюции народов Севера

Сапунов В.Б.

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

✉ sapunov@rshu.ru

Аннотация. Цель статьи – рассмотреть философско-экологические основы сохранения, использования и совершенствования традиций природопользования северных народов, в первую очередь исторически обитающих на территории Северо-Западного федерального округа. Методологической базой сохранения наследия культурных и хозяйственных традиций служат две связанные между собой концепции — ноосферная и экологии культуры, разработанные русскими учеными В.И. Вернадским и Д.С. Лихачевым. Наиболее значимые культурные традиции региона имеют три истока — русский как основной, финно-угорский и западноевропейский. Развитие современной культуры природопользования Севера требует максимального учета положительных культурных традиций обитающих здесь народов.

Ключевые слова: северные народы, ноосфера, экология культуры

Конфликт интересов: автор сообщает об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сапунов В.Б. Эколого-культурные основы социальной эволюции народов Севера. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):49–53.
<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-49-53>

Ecological and cultural foundations of social evolution of the peoples of the North

Valentin B. Sapunov

Saint Petersburg Medical and Social Institute, Saint Petersburg, Russia

✉ sapunov@rshu.ru

Abstract. The author considers the philosophical and ecological foundations of preserving and improving the traditions of nature management used by peoples in the North, primarily Russia' Northwestern Federal District. The methodological basis for preserving the heritage of cultural and economic traditions of the peoples of the North are two interrelated concepts, including the concept of noosphere developed by V.I. Vernadsky and the ecology of culture developed by D.S. Likhachev. The most significant cultural traditions of the region have three sources: Russian, as the main one, Finno-Ugric, and Western European. The development of the current culture of nature management in the North requires maximum consideration of the positive cultural traditions of the peoples residing in these regions.

Keywords: folks of the North, noosphere, ecology of culture

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

For citation: Sapunov V.B. Ecological and cultural foundations of social evolution of the peoples of the North. *Arctic and Innovation*. 2025;3(3):49–53.
<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-49-53>

Введение

Север Российской Федерации — сравнительно малонаселенный район. Это естественно, поскольку климат там малоблагоприятен для комфортного проживания. Вместе с тем там традиционно живут немногочисленные народы, биологически и социально адаптированные к местным условиям. У них сформированы определенные особенности физиологии и традиции, изучение которых важно для понимания их истории как части истории мировой и для разработки путей дальнейшего развития Севера в условиях современных политических и экологических реалий. Учет этих традиций — путь для разработки стратегии устойчивого развития данных территории Российской Федерации. Основой для формирования такой стратегии должны стать представление о человеке как существе социально-биологическом и наиболее фундаментальные парадигмы понимания развития человека и человечества. В качестве таковых следует признать принципы ноосферного развития и понятие «экология культуры».

Экологические основы социальных процессов на Северо-Западе России

Рассматривая эколого-социальные процессы, основной упор сделаем на Северо-Западный федеральный округ как наиболее близкий и наиболее изученный. Он расположен на севере и северо-западе европейской части России, имеет выход к Балтийскому, Карскому, Белому и Баренцеву морям. На юге Северо-Западный федеральный округ граничит с Приволжским и Центральным федеральными округами, на востоке — с Уральским федеральным округом, а также с Норвегией, Финляндией, Эстонией, Польшей, Беларусью, Латвией и Литвой. В состав округа входит 11 субъектов: 7 областей (Архангельская, Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская и Псковская), республики Карелия и Коми, Ненецкий автономный округ и город федерального значения Санкт-Петербург. По площади СЗФО занимает 4-е место среди всех округов — 1 686 972 км² (9,85 % территории РФ). Центром федерального округа является Санкт-Петербург. По численности населения федеральный округ занимает 5-е место — 13 941 959 чел. (2021), что составляет 9,54 % от населения России. Северо-Западный федеральный округ является высокоурбанизированным, 85,17 % населения — горожане [1].

Человек — существо социально-биологическое [2, 3]. Соответственно, он подчиняется законам и естественных и гуманитарных наук. В биоэкологии существует правило П. Бергмана [4, стр. 348]: «...у теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела особей статистически больше в популяциях, живущих в более холодных частях ареала. Другой вариант — у особей более холодных мест меньше размеры и больше толщина выступающих частей тела». Основа правила — биофизическая адаптация к низким температурам. В отношении вида Человек разумный это правило, хотя и с социальными поправками (например, в связи с миграциями), работает. Коренное население севера отличается либо большим ростом (скандинавы), либо при небольшом росте плотным телосложением (якуты, чукчи, эскимосы). Биологические особенности накладывают отпечаток и на социальные формы поведения. Так, крупные размеры и большая физическая сила скандинавов содействовали формированию менталитета викингов.

Социально-биоэкологический подход к истории освоения территории Севера

До некоторого времени человек, как и все живые организмы, жил по законам природы, серьезно не внедрялся в кругооборот веществ биосферы. Со времен неолитической революции перед человечеством встает новая задача — жить, потребляя необходимые ресурсы, сохраняя при этом устойчивость взаимоотношений человек – природа. Человек стал существом социально-биологическим, подчиняясь законам биосферы и ноосферы, учение о которых создал академик В.И. Вернадский [2]. Академик Д.С. Лихачев ввел понятие «экология культуры» и рассматривал роль гуманитарного фактора в становлении среды обитания. Он писал: «Сохранение культурной среды — задача не менее существенная, чем сохранение окружающей природы. Если природа необходима человеку для его биологической жизни, то культурная среда столь же необходима для его духовной, нравственной жизни» [5]. Человек, по представлениям Лихачева, формирует особую нравственно-духовную сферу в оболочке Земли, которая определяет развитие всех других сфер и в то же время сама оказывается под сильным их воздействием.

Прекрасным объектом для изучения взаимодействия культуры с окружающей средой, хозяйственных традиций народов Севера является территория современного Северо-Западного федерального округа. Доминирующая здесь русская культура природопользования оказалась обогащенной двумя дополнительными пластами: финно-угорской и западноевропейской, в основном германской, и отчасти скандинавской культур (которую можно рассматривать как субкультуру германского культурного региона). Первые две формировались в условиях низкой плотности населения. Германская — при высокой плотности населения и ограниченного количества ресурсов на душу населения. Плотность населения: Россия — 10 чел./км², Суоми-Финляндия — 15 чел./км², Германия — 250 чел./км² [1,6].

Формирование культуры в значительной мере зависит от тех возможностей получения пищевых ресурсов, которые предоставляет среда формирования этноса. Существует три способа получения пищевых ресурсов. Первый — пассивный способ — основан на собирательстве, охоте, рыбалке. При этом способе для прокорма одного человека необходимо до 1 км² природы средних широт. Площадь, равная современной Ленинградской области, могла прокормить при такой стратегии до 80 000 человек. Этот предел не превышался до прихода сюда русских поселенцев. Второй способ — животноводство. Он позволяет прокормить примерно 10 человек с 1 км² пастбища. При большей плотности населения этот способ оказывается недостаточным. Финно-угорская культура делала упор на собирательство и животноводство. Русская культурная традиция опиралась на экстенсивное земледелие. Западноевропейская — на интенсивное земледелие. Оно способно прокормить 100–1000 человек на 1 км² угодий. Именно этот наиболее эффективный способ (хотя не в самой интенсивной модификации) применялся в России. В силу этого рост территории Российской империи происходил без агрессивных войн и отъема ресурсов у местного населения. Это хорошо заметно в этнической истории северо-западного и северных регионов России. Местные этносы органически включались в состав Российской империи [6].

По интенсивности миграций, имевших место в прошлом, народы можно разделить

на кочевые, оседлые и частично оседлые. Восточные славяне, в частности русские, в языческий и отчасти христианский период формировались как народы с частичной оседлостью. Они обитали на больших малонаселенных территориях с относительно высокой биологической продуктивностью. Здесь возникла система подсечного земледелия, которая обеспечивала экстенсивный рост сельскохозяйственной продукции. Исходное население Ленинградской области, Карелии, Кольского полуострова — финно-угорское — было представлено племенами чудь, ижора, воть, весь, саами и другими. Собирательская культура этих племен постепенно обогащалась традициями животноводства. По сей день в Финляндии, где финно-угорские племена сформировали финскую нацию, присутствуют элементы собирательства, развито животноводство и в меньшей степени — земледелие. Финно-угорское хозяйство не является оптимально берегающим природу. Оно предусматривает обилие хуторов и мелких поселков, относительно равномерно распределенных по большой территории. Это обеспечивает эколого-санитарную ухоженность территории, однако давление на природу при этом оказывается значительным. В результате численность популяций крупных млекопитающих (лоси, олени) в современной Финляндии ниже, чем в Ленинградской области или Карелии при сходной природе [6].

Славяне начали селиться на западной территории современной Ленинградской области с V–VI веков, на востоке — с VI–VII веков нашей эры. Проникновение русских в эти места шло длительное время. В.О. Ключевский описывал их взаимоотношения так: «Встреча эта имела мирный характер. Ни в письменных памятниках, ни в народных преданиях великороссов не уцелело воспоминаний об упорной и повсеместной борьбе пришельцев с туземцами... сами колонисты не вызывали туземцев на борьбу» [7]. Разные экологические ниши русских земледельцев и финно-угорских собирателей и отчасти животноводов приводили к отсутствию конфликтов на почве соперничества за ресурсы. Таким образом, в основе этнической истории лежат экологические закономерности. С XVIII века началось проникновение западных традиций природопользования. Они связаны с эпохой Петра I и Екатерины II. Тогда для работ в окрестностях Петербурга и в Архангельской губер-

нии широко привлекались специалисты из Голландии, Германии, Скандинавских стран [8]. В то время в Россию из Западной Европы приехало немало садовников, лесоустроителей. Они долго и плодотворно работали в России, подчас обзаводились семьями и оставались на постоянное жительство, мирно вписываясь в русскую жизнь и созидательную работу. Результатом этой тенденции, начатой в XVIII веке, стало формирование территорий с европейской застройкой и предельно интенсивным способом ведения хозяйства.

Западноевропейская культура землепользования — интенсивная и ресурсосберегающая. Ограниченность ресурсов, распределение земель в Западной Европе не оставляли возможности для кочевой или полукочевой жизни. Природопользование осуществлялось при максимальной нагрузке на землю с предельным сохранением имеющихся ресурсов. Распределение трех национальных традиций природопользования — финно-угорской, русской и западноевропейской — хорошо видно на современной карте Ленобласти. Элементы западного влияния, полностью преобразующего природную среду, сохранились на Карельском перешейке, южном берегу Финского залива. На юге области — в Лужском районе — поныне сохранены дворянские усадьбы XIX века, осуществлявшие русские традиции природопользования. Обилие их связано с тем фактом, что природа Лужского района специфична, более близка к природе тех мест, где формировался русский этнос, чем в других местах Ленобласти. На востоке, где проживают отдельные представители племен вепсов и ижорцев, сохранились элементы финно-угорского способа хозяйствования. Имеются малочисленные вымирающие деревни, где население широко практикует собирательство, охоту, рыбалку [6, 9].

Гармоничное развитие природопользования на территории Северо-Западного федерального округа возможно только при максимальном учете лучших традиций, выработанных разными национальными культурами, законов взаимодействия этносов с окружающей средой.

Заключение

В условиях современного развития человечества, необходимости соблюдения принципов устойчивости духовное и генетическое наследие народов Севера может стать одним из важных элементов обеспечения гармоничности взаимодействия человека с природой. Для понимания места народов Севера в культурном и природном пространстве необходим комплексный подход, основанный на синтезе методов гуманитарных и естественных наук. Методологической базой сохранения наследия культурных и хозяйственных традиций народов Севера служат две связанные между собой концепции — ноосферная и экологии культуры. В разработке этих концепций главную роль сыграли труды русских ученых В.И. Вернадского, Д.С. Лихачева и их последователей.

На территории современного Северо-Западного федерального округа наиболее значимыми являются три исторически сформировавшиеся разновидности культурных традиций природопользования: русская, финно-угорская и западноевропейская, в основном германская и скандинавская. Гармоничное развитие природопользования на территории Северо-Западного федерального округа возможно только при максимальном учете лучших традиций, выработанных разными национальными культурами, глобальных законов в системе человек — природа — общество законов взаимодействия этносов с окружающей средой.

Литература

1. Северо-Западный федеральный округ (СЗФО). Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации [интернет]. Режим доступа: <http://council.gov.ru/scr-vices/reference/10485/>
2. Вернадский В.И. Собрание сочинений: в 24 т. Москва: Наука; 2013.
3. Сапунов В.Б., Углов М.В. Человек: гармония социального и биологического. СПб.: Политехиздат; 2016.
4. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь. Москва: Наука; 1991.

5. Лихачев Д.С. Письма о добром и прекрасном. Москва: Детская литература; 1985.
6. Сапунов В.Б. Взаимоотношение социально-исторических и экологических процессов на Карельском перешейке Ленинградской области. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013;(30):97–100.
7. Ключевский В.О. Курс русской истории. Москва: Синодальная типография; 1904.
8. Сапунов В.Б. Могла ли Нарва стать столицей России? СПб.: Политехиздат; 2020.
9. Гоголицын Ю.М., Гоголицына Т.М. Памятники архитектуры Ленинградской области. Ленинград: Стройиздат; 1987.

References

1. North West federal province. Soviet of Federal Congress of Russian Federation [internet]. Available at: <http://council.gov.ru/services/reference/10485/>. (In Russ.).
2. Vernadsky V. Collection of works in 24 volumes. Moscow: Nauka Publ.; 2013. (In Russ.).
3. Sapunov V.B., Uglov M.V. Man as harmony of social and biology. St. Petersburg: Politechpress Publ.; 2016. (In Russ.).
4. Reimers N.F. Popular biological dictionary. Moscow: Nauka Publ.; 1991. (In Russ.).
5. Likhachev D.S. Letters on humanity. Moscow: Detskaya literature Publ.; 1985. (In Russ.).
6. Sapunov V.B. Interaction of social and ecological processes within Karelian insmus of Leningrad district. Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2013;(30):97–100. (In Russ.).
7. Klyuchevsky V.O. Russian history. Moscow: Synod edition; 1904. (In Russ.).
8. Sapunov V.B. Had Narva become capital of Russia? St. Petersburg: Politechpress Publ; 2020. (In Russ.).
9. Gogolitsyn Yu.M., Gogolitsyna T.M. Architecture monuments of Leningrad district. Leningrad: Stroiizdat Publ.; 1987. (In Russ.).

Сведения об авторе

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

Information about the author

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

Вклад автора

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

Author's contribution

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

УДК 551.465

ББК 26.221.88

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-54-64>



Деятельность Морского института Российского государственного гидрометеорологического университета

Лукьянов С.В.¹, Шилин М.Б.¹, Агишев Ю.Г.²

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия

² ОАО «Ленморниипроект», Санкт-Петербург, Россия

 serg_lux@mail.ru

Аннотация. Представляется обзор многолетней деятельности основанного в 2005 г. Морского института Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ). Директором института был назначен С.В. Лукьянов. Более 40 реализованных проектов в основном относятся к прикладной океанологии, в частности к инженерным изысканиям для проектирования и строительства морских портов в акваториях морей северо-запада России. Приводятся сведения о том, что изначально функционировала другая структура — Полярный университет, основанный в 1998 г. на основе грантов ФЦП «Интеграция» с соучредителями РГГМУ и ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ААНИИ). Главными итогами его деятельности было создание серии приборов «Вектор», «Прилив» и других (автор разработок [Р.А. Балакин]), а также создание центра коллективного пользования «Морские технологии» вместе с одним из подразделений Военно-морского флота РФ и на его основе образование Межвузовской базы практики студентов совместно с СПбГУ, издание серии учебных пособий (21 наименование) по изучению морских льдов, подготовленных учеными ААНИИ. Эти мероприятия были строго согласованы с учебными планами обучения студентов-океанологов. Кроме того, создано и прочитано 11 учебных курсов по Дополнительному учебному плану Полярного университета. При этом Морской институт был создан исключительно для решения прикладных научных задач; студенты лишь иногда привлекались для работ в качестве техников и впоследствии могли использовать полученные данные для своих дипломных проектов. Результаты работ представлены в отчетах по проектам, многочисленных публикациях в статьях, в дипломных проектах, коллективной монографии, в диссертациях кандидатов наук и одной докторской диссертации.

Ключевые слова: моря северо-запада России, подготовка учебных пособий, морские инженерные изыскания, прибрежная зона

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Лукьянов С.В., Шилин М.Б., Агишев Ю.Г. Деятельность Морского института Российского государственного гидрометеорологического университета. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):54–64. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-54-64>

Activities of the Maritime Institute of Russian State Hydrometeorological University

Sergey V. Lukyanov¹, Mikhail B. Shilin¹, Yuri G. Agishev²

¹ Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

² Lenmorniproekt Open Joint Stock Company, St. Petersburg, Russia

✉ serg_lux@mail.ru

Abstract. The authors review the history of the Maritime Institute of the Russian State Hydrometeorological University (St. Petersburg, Russia), which was established in 2005 and headed by S.V. Lukyanov. During this period, the Institute's specialists have implemented more than 40 research projects in the fields of applied oceanology, including engineering surveys for the design and construction of seaports in the seas of northwestern Russia. The predecessor was the Polar University, founded in 1998 and supported by grants of the "Integration" federal target program and the co-founders — the Russian State Hydrometeorological University and the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI). These activities resulted in the creation of a series of devices, such as "Vektor", "Priliv", etc. (the inventor was [R.A. Balakin](#)) and as well as the establishment of the collective use center "Marine Technologies" together with the Ministry of Defense of the Russian Federation. This Center served as the basis for the formation of the Interuniversity Base of Student Practice together with St. Petersburg State University and the publication of a series of textbooks (21 titles) for the study of sea ice prepared by AARI scholars. These activities were strictly consistent with the training curricula of oceanology students. Eleven training courses on the Additional Curriculum of the Polar University were created and successfully implemented. At the same time, the Maritime Institute was established exclusively for solving applied scientific problems, with the students being occasionally involved as technicians and given the opportunity to use the data obtained for their diploma projects. The results of the above activities are presented in project reports, numerous scientific publications, diploma projects, collective monographs, as well as in the dissertation works of candidates of sciences and one doctoral dissertation.

Keywords: seas of northwest Russia, preparation of training manuals, marine engineering surveys, coastal zone

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

For citation: Lukyanov S.V., Shilin M.B., Agyshev Y.G. Activities of the Maritime Institute of Russian State Hydrometeorological University. *Arctic and Innovation*. 2025;3(3):54–64. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-54-64>

Введение

В мае 2025 года исполнилось 20 лет со дня образования Морского института РГГМУ. В данной статье представляется краткий исторический обзор и основные результаты его деятельности. Основной стратегической задачей проекта «Федеральная целевая программа «Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы» (ФЦП «ИНТЕГРАЦИЯ») было повышение уровня фундаментальной и практической подготовки высококвалифицированных специалистов, а также решение проблемы омоложения научных кадров в системе институтов РАН и государственных научных

центров. В рамках выполнения программы по грантам К0768 и А0136 был создан учебно-научный центр (УНЦ) «Полярный университет», который является совместным подразделением РГГМУ и ААНИИ. Он использует в своей работе принцип «обучение через практику и научные исследования» и основывает свою деятельность на долгосрочном сотрудничестве институтов-учредителей путем участия студентов, аспирантов и преподавателей РГГМУ в работе над научными проектами и программами, выполняемыми в ААНИИ, а также привлечения ведущих ученых к учебному процессу. Можно сказать, что деятельность центра фактически развивает и формализует

традиционные связи РГГМУ и ААНИИ, поэтому его работа строилась на принципах обязательного участия ученых ААНИИ, преподавателей, студентов и аспирантов РГГМУ.

Позже, в феврале 2055 г., был создан Морской институт РГГМУ исключительно для решения прикладных научных задач, где студенты лишь иногда привлекались для работ в качестве техников и впоследствии могли использовать полученные данные для своих дипломных проектов. По существу, он объединил ранее созданные подразделения, такие как совместный с ААНИИ учебно-научный центр «Полярный университет» (действует с 1997 г.) и центр коллективного пользования «Морские технологии» (действует с 2002 г.). Он является подразделением научно-исследовательского центра РГГМУ и действует на основе Устава РГГМУ, Положения о Научно-исследовательском секторе (НИС) РГГМУ и собственного Положения. В соответствии со своим юридическим статусом Морской институт имеет право пользоваться всеми лицензиями РГГМУ.

Результаты

В период выполнения работ с 1998 по 2000 г. УНЦ «Полярный университет» развивался по следующим основным направлениям:

- поддержка мероприятий основного учебного плана РГГМУ, в том числе проведение учебных и производственных практик, руководство курсовыми и дипломными проектами;
- выполнение дополнительного учебного плана занятий в УНЦ «Полярный университет»;
- развитие материальной базы учебно-методических кабинетов УНЦ «Полярный университет»;
- выполнение научных разделов гранта;
- выполнение совместных исследований по темам, финансируемым из внебюджетных источников (исследования гидрологических и ледовых процессов; разработка методов и средств измерений характеристик прибрежных гидрологических фронтов в полярных регионах).

Для повышения качества обучения студентов был разработан дополнительный учебный план из 11 курсов, которые вели как ученые ААНИИ, так и преподаватели РГГМУ.

В рамках реализации гранта М141-05 ФЦП «Интеграция» подготовлены к печати 15 учебных пособий и один мультимедийный курс.

Серия учебных пособий под общим названием «Физика морского льда»:

- «Кристаллическое строение морского ледяного покрова»;
- «Фазовый состав и теплофизические характеристики морского льда»;
- «Механические свойства морского льда»;
- «Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду»;
- «Нарастание и таяние морского льда»;
- «Морской лед и глобальные климатические процессы»;
- «Дрейф морского льда»;
- «Основы полярной океанографии»;
- «Химическая океанография арктических морей России»
- «Спецметоды измерений морского ледяного покрова»;
- «Методы измерений характеристик динамики морского ледяного покрова»;
- «Технологии испытаний и моделирования морского льда».

Серия учебных пособий по технологиям натурных наблюдений, обработки информационных потоков данных и обобщению режимных характеристик:

- «Краткое руководство по методам обработки и анализа судовых экспедиционных наблюдений»;
- «Экологический мониторинг прибрежной зоны арктических морей»;
- «Основы полярной марикультуры».

Мультимедийный компьютерный курс «Методы и программные средства анализа судовых экспедиционных наблюдений».

УНЦ «Полярный университет» оказался весьма полезной и удобной формой совместных научных исследований РГГМУ и ААНИИ. Она позволяет еще на стадии обучения отделам и лабораториям ААНИИ заинтересовывать студентов реальными научными проблемами и привлекать к их решению лучших из них. В частности, это позволяет не просто превратить процесс трудоустройства студентов в незначительную формальность, но и значительно уменьшить сроки их адаптации как молодых специалистов.

Интеграция опыта научных исследований ААНИИ с возможностями РГГМУ по организации относительно недорогих экспедиций позволили выполнить ряд совместных научных проектов. В частности, в 1999–2000 гг. проведены совместные экспедиции в Финском заливе в районе Приморска и в Кандалакшском заливе. Непосредственным заказчиком этих работ было ОАО «Ленморниипроект». Все материалы исследований были внедрены в проекты строительства и реконструкции портов. Эти новые перспективы являются для УНЦ «Полярный университет» весьма обнадеживающими, поскольку рано или поздно он должен будет в основном самостоятельно финансировать всю свою работу. Участие этого центра в государственной программе «Возрождение торгового флота России», в рамках которой проводится реконструкция старых и строительство новых портовых комплексов, значительно повышает его рейтинг, следовательно, и возможности дальнейшего развития.

После создания Морского института РГГМУ список проектов значительно расширился. По существу, это были инженерные изыскания в составе работ по оценке воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве морских гидротехнических сооружений. Для их выполнения привлекался широкий круг специалистов из академических и ведомственных организаций (океанологи, геологи, морские биологи, ботаники). Задачи состояли в сборе и анализе наблюдений для включения в состав проектов. Работы проводились в Финском, Выборгском, Кандалакшском и Кольском заливах в районах строительства и реконструкции морских гидротехнических сооружений, судовых подходных путей к ним, вблизи особо охраняемых природных территорий и сброса грунта в подводные отвалы. Кроме того, выполнялись работы по заданиям Росприроднадзора.

Типовой комплекс исследований включает в себя следующие виды работ.

Гидрологические исследования — инструментальные измерения характеристик течений, морского волнения, измерения температуры, солености и прозрачности воды.

Гидрохимические исследования, основанные на химическом анализе проб воды с поверхностных и придонных горизонтов.

Геоэкологические исследования на основе химического и гранулометрического анализов проб поверхностных донных отложений, а также комплексной геофизической съемки.

Гидробиологические исследования состава и численности гидробиоты (фито- и зоопланктон, бентос).

Ботанические исследования — состояние водной и прибрежной растительности.

Ландшафтные исследования — геоморфология берегов и литодинамика подводного берегового склона.

Орнитологические исследования в период осенней миграции птиц.

Для получения более полной информации активно используются космодатаснимки.

Кроме инструментальных и дистанционных наблюдений в исследованиях применяется как математическое, так и физическое (лабораторное) моделирование.

Основные НИР за последние годы.

1. Обобщение данных о природно-климатических условиях региона в районе строительства перегрузочного комплекса апатитового концентрата в Кандалакшском морском порту и разработка предложений по организации экологического мониторинга прилегающей акватории. Кандалакшский морской порт, г. Кандалакша Мурманской обл., Россия. ОАО «Ленморниипроект» (1999 г.).

2. Экологический мониторинг в районе строительства нефтяного терминала и отвала грунта в г. Приморске и терминала светлых нефтепродуктов. БТС, ОАО «Спецнефтепорт Приморск», г. Приморск Выборгского района Ленинградской области, Россия. ОАО «Ленморниипроект» (1999–2004 гг.).

3. Проведение экспедиционных наблюдений по программе экологического мониторинга в период дноуглубительных работ и строительства портового комплекса в Усть-Луге. МТП Усть-Луга, Усть-Лужский филиал ФГУП «Росморпорт», Россия. ОАО «Ленморниипроект» (2000–2007 гг.).

4. Локальный экологический мониторинг при производстве дноуглубительных работ акватории гавани в пос. Стрельна, ОАО «Ленморниипроект» (2002 г.).
5. Исследования состояния природной среды в прибрежной зоне северных и северо-западных морей России (совместно с ГНЦ ААНИИ), ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы» (с 2002 по 2004 г.).
6. Развитие центра коллективного пользования специализированной измерительной техникой и оборудованием «Морские технологии (совместно с ГНЦ ААНИИ и ЗАО «Ассоциация предприятий морского приборостроения»), ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 годы» (с 2002 по 2004 г.).
7. Разработка технологии комплексного мониторинга прибрежных экосистем, находящихся под интенсивным антропогенным воздействием, с применением дистанционных и контактных средств измерений, Комитет по науке и высшей школе администрации Санкт-Петербурга (2004 г.).
8. Сбор, обработка и анализ данных о состоянии природной среды в районе образования территории и подходов путей к ней к западу от побережья Васильевского острова Санкт-Петербурга, ОАО «Ленморниипроект» (2005 г.).
9. ООО «Трансбункер-Кировец», локальный экологический мониторинг при дноуглублении акватории строящейся бункеровочной базы «Трансбункер «Санкт-Петербург» на р. Екатерингофке. ОАО «Ленморниипроект» (2005 г.).
10. Подготовка материалов для разработки комплексной программы НИР и ПИР по берегозащите восточной части Финского залива с выделением программы по берегозащите Курортного района», Учебно-научный центр МГУ (ЭКОЦЕНТР МГУ) (2006 г.).
11. Развитие проекта «ТЭО берегоукрепления восточной части Финского залива. Исследование гидрологического режима в прибрежной зоне Курортного района Санкт-Петербурга, федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского» (ФГУП ВСЕГЕИ) (2006 г.).
12. Проведение экологического мониторинга при производстве дноуглубительных работ по замене слабых грунтов основания Д-3, ОАО «Ленморниипроект» (2006 г.).
13. Оценка гидродинамического режима р. Невы на участке от Ивановских порогов до Смольного. Комитет по природопользованию С.-Петербурга (2007 г.).
14. Проведение исследований по программе производственного экологического контроля и локального экологического мониторинга окружающей среды при завершении строительства судопропускного сооружения С-2. ООО «Лаборатория подводных исследований» (2007 г.).
15. Исследования динамики вод и поверхностных донных отложений в рамках программы инженерно-гидрологических изысканий на объекте «Многофункциональный морской перегрузочный комплекс (ММПК)» в г. Ломоносов», ООО «Экоэкспресс-сервис» (2008 г.).
16. Департамент Росприроднадзора по СЗ ФО, проведение исследований геолого-экологического состояния донных отложений в районе маяка Толбухин и прибрежной зоны Курортного района Санкт-Петербурга, ФГУ «Балттехмордирекция» (2008 г.).
17. Исследования динамики и качества вод и донных отложений, оценка современного экологического состояния акватории в рамках программы инженерно-экологических изысканий на объекте «Дюкерный переход газопроводами высокого давления через Невскую губу Финского залива с подходами к нему газопроводами высокого давления со стороны Ольгино в районе Лахтинского разлива и со стороны Васильевского о-ва вдоль Морской наб. до газопровода на ул. Нахимова в 2007–2010 годах», ООО «СК АвтоДор» (2009 г.).
18. Лабораторно-аналитическая оценка состояния акваторий, морских вод, донных отложений и биоты в районе существующих отвалов грунта (дампинга) в Невской губе и восточной части Финского залива, оказывающих влияние на состояние морской среды и прибрежных защитных полос, в целях обеспечения доказательной базы

контрольно-надзорной деятельности, ФГУ «Балттехмордирекция» (2009 г.).

19. Полевые работы и моделирование для проведения лабораторно-аналитической оценки состояния акваторий, морских вод, донных отложений и биоты в районе существующих отвалов грунта в Невской губе и в восточной части Финского залива, оказывающих влияние на состояние морской среды и прибрежных защитных полос, в целях обеспечения доказательной базы контрольно-надзорной деятельности, ФГУ «Балттехмордирекция» (2009 г.).

20. Теоретические и экспериментальные исследования формирования прибрежных аквальных ландшафтов на основе комплексного изучения гидродинамических, литодинамических, гидробиологических процессов и антропогенных факторов, РГМУ (2009–2011 гг.).

21. Оценка пределов устойчивости экосистем прибрежной зоны восточной части Финского залива и возможностей их самовосстановления после снижения или прекращения антропогенной нагрузки, ООО «АРС Экологический инжиниринг» (2011 г.).

22. Теоретические и экспериментальные исследования физических механизмов аккумуляции загрязнений и формирования экологически неблагоприятных зон в придонном

слое прибрежных акваторий морей северо-запада России, РГМУ (2012–2014 гг.).

23. Федеральный бюджет, Департамент Росприроднадзора по СЗ ФО, Комплексная оценка антропогенного воздействия на современное состояние подводных и прибрежных ландшафтов в зонах ООПТ в российском секторе глубоководной части Финского залива, ООО «АРС Экологический инжиниринг» (2013 г.).

24. Обобщение материалов о состоянии природной среды в районе трассы волоконно-оптической линии связи на подводном морском участке (ВОЛС) от п. Лисий Нос до г. Кронштадт, ООО «Балтпромер» (2015).

25. Мониторинг процессов осаждения твердых частиц (методом измерения уровня осадка) в акватории Финского залива при проведении дноуглубительных работ при строительстве ММПК «Бронка», ООО «АРС Экологический инжиниринг» (2015–2016 гг.).

Одним из наиболее интересных результатов изучения гидродинамики вод в Невской губе стало зафиксированное летом 2001 г. довольно редкое явление начала движения клина относительно холодной и соленой воды через судопропускное сооружение С-1 недостроенной тогда дамбы Комплекса защитных сооружений (КЗС) на главном фарватере (рис. 1–2). По рисункам видно,

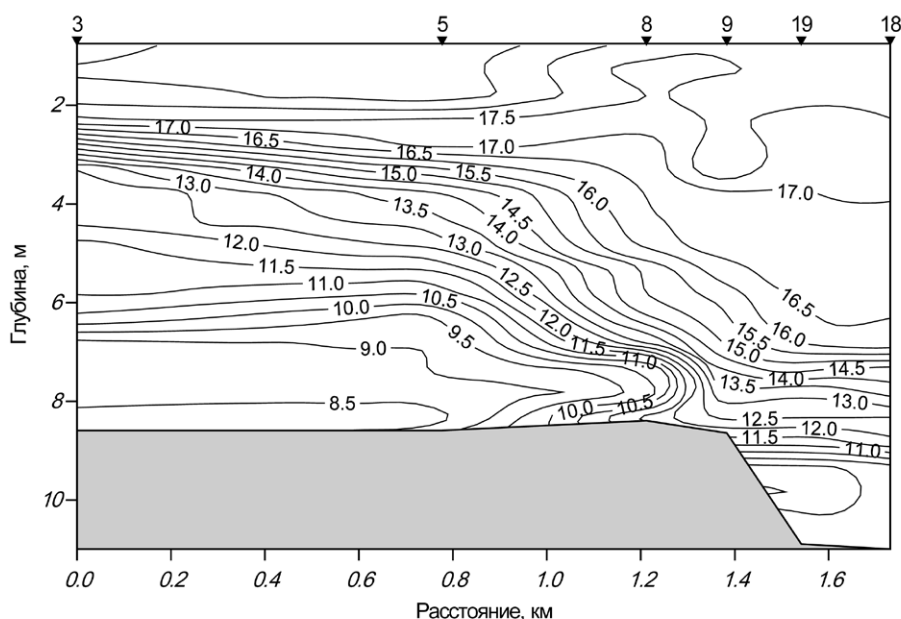


Рис. 1. Распределение температуры на разрезе через створ С-1 на КЗС в 2001 г.

Fig. 1. Temperature distribution in the section through the C-1 section at the KZS in 2001.

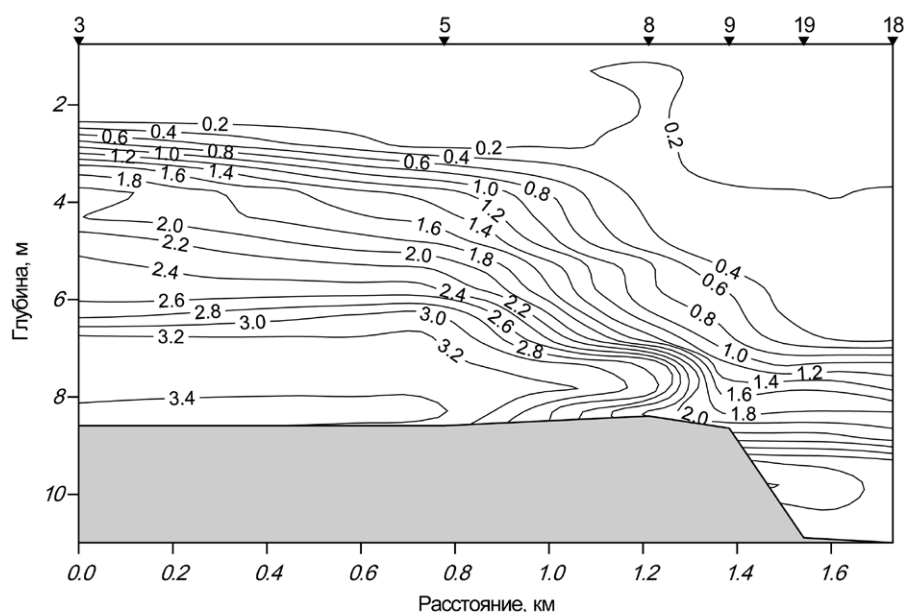


Рис. 2. Распределение солености на разрезе через створ С-1 на КЗС в 2001 г.

Fig. 2. Distribution of salinity in the section through section C-1 at the KZS in 2001.

что на расстоянии несколько сотен метров разница температуры в придонном слое достигает почти 7 °С, а солености — больше 2 ‰. При этом скорость движения придонного плотностного клина на восток (против стока Невы) составляла 42 см/с.

26. Как правило, движения соленостного клина происходят в хорошо стратифицированных эстуариях, например в Обской губе, во фьордах. Эстуарий Невы из-за малой разности солености таковым не является. Тем не менее в створе дамбы в узкости все же сформировались условия для такого довольно интенсивного и не очень продолжительного явления. При этом известно, что в редких случаях этот клин достигает акватории порта Санкт-Петербург, продвигаясь по дну главного фарватера Морского канала на 25 км (для сравнения, в Обской губе от устья Оби до 270 км вверх по течению).

По материалам отчета о НИР «Сбор, обработка и анализ данных о состоянии природной среды в районе образования территории и подходов путей к ней к западу от побережья Васильевского острова Санкт-Петербурга, ОАО «Ленморниипроект» (2005 г.), исполнитель Морской институт РГГМУ» на рисунках 1–2 представлены вертикальные разрезы температуры и солености в створе судопропускного сооружения С-1 через защитную дамбу комплекса защитных сооружений в районе о. Котлин (КЗС).

Исследования состояния подводных отвалов грунта при проведении гидротехнических работ в период реализации проекта «Морской фасад» показали, что их емкости близки к заполнению (рис. 3).

Кроме того, весьма негативно повышенная мутность повлияла на прибрежную экосистему. На всех точках взятия проб бентоса в районах отвалов грунта количественные показатели макрозообентоса были чрезвычайно низкие. Характерное для бентоценозов водоемов Северо-Запада увеличение биомассы в осенний период за счет размножения, роста и снижения пресса хищников с уменьшением температуры воды не наблюдалось. Локальное увеличение биомассы на отдельных станциях не компенсировало снижение показателей на остальных участках. В целом рассмотренные районы следует характеризовать как низкопродуктивные и малокормные для рыб-бентофагов.

В ходе исследований выявлены изменения в составе, продуктивности и распространении водной и воздушно-водной растительности (прибрежных макрофитов) в зоне воздействия отвалов, происходящие в результате снижения прозрачности и эвтрофирования воды. Установлено, что в наибольшей степени страдают заросли погруженной растительности, так как снижение прозрачности воды ведет к снижению фотосинтеза.

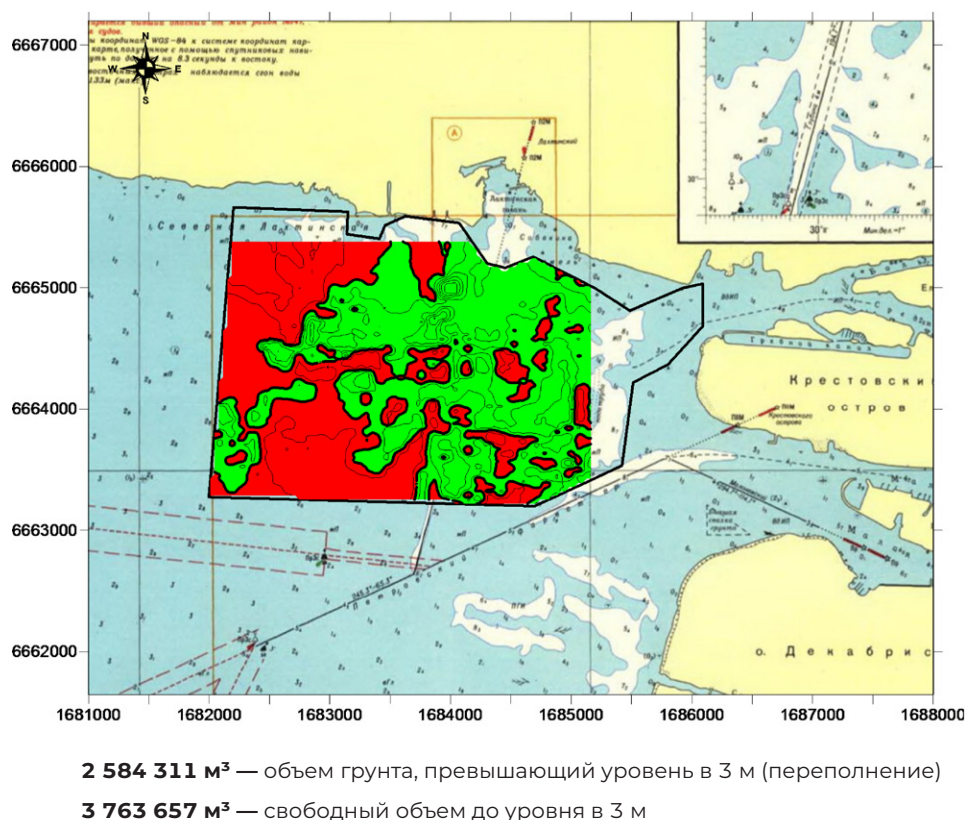


Рис. 3. Отвал грунта в Северной Лахте. При превышении уровня над нулем Балтийской системы на 34 см (11 октября 2009 года на 14:00 МСК) [2, 3]

Fig. 3. Soil dump in Northern Lakhta, when the level exceeded the Baltic system zero by 34 cm (October 11, 2009 at 14:00 Moscow time) [2, 3]

На северном берегу Невской губы в зарослях, расположенных за Ольгино, в сообществах происходит снижение доли мелколистных видов (уруть колосистая, роголистник погруженный, пузырчатка обыкновенная), которые являются основными субстратами для откладывания рыбами икры. Полностью исчез пояс рдеста продырявленного, окаймлявший ранее заросли воздушно-водной растительности в районе Ольгино — Лисий Нос. На этом участке изменился состав доминирующего сообщества гидрофитов урuti колосистой с содоминантами, возросла доля мхов, кладофоры, рдеста плавающего и вида-вселенца элодеи канадской. В большом количестве появились колонии сине-зеленой водоросли ностока сливовидного. Внутри зарослей воздушно-водной растительности усилились процессы заболачивания, которые вместе с осадконакоплением ведут к снижению доли погруженной растительности в составе зарослей и, как следствие, к обеднению ихтио- и орнитофауны.

На мысе Флотском в составе сообществ появились новые β -мезосапробные виды —

шелковник морской, роголистник погруженный, — что является показателем увеличения трофности вод в этом районе.

Увеличение биогенной нагрузки вызывает цветение воды, которое приводит к снижению ее прозрачности, исчезновению отдельных видов, сокращению площадей зарослей погруженной растительности и появлению новых зарослей воздушно-водной растительности.

В зоне отвалов песок заносит водные и прибрежные заросли, вызывая уменьшение площадей и продуктивности этих зарослей.

Выявлена связь между изменениями в водных и прибрежно-водных сообществах растительности и проведением различных работ в акватории Невской губы:

– до 1960-х годов — период максимального биологического разнообразия, характеризуется отсутствием масштабных строительных и дноуглубительных работ и невысокой антропогенной нагрузкой;

- с 1960 по 1997 г. — период снижения разнообразия в растительных сообществах, характеризуется проведением работ по расширению и углублению Морского канала и строительству защитных сооружений (дамбы) и повышением антропогенной нагрузки;
- 2000–2005 гг. — период восстановления биоценозов, характеризуется прекраще-

нием строительных работ в акватории губы и снижением антропогенной нагрузки.

Заключение

Представленный обзор показал, что деятельность Морского института РГГМУ была полезной и довольно успешной. Это отражено в отчетах по ряду проектов и многочисленных публикациях [1–12].

Литература

1. Шилин М.Б., Лукьянов С.В., Беленко С.Л. Оценка экологической безопасности морских портовых комплексов на северо-западе России по данным сопутствующего импактного мониторинга. В: Национальная морская политика и экономическая деятельность в Арктике. Сб. докл. 1-й Всерос. конф., Мурманск 1–2 июня 2006 г. Апатиты: Кольский научный центр РАН; 2007, с. 120–130.
2. Зайцев В.М., Клеванный К.А., Лукьянов С.В., Рябчук Д.В., Спиридонов М.А., Шилин М.Б. Оценка экологического состояния районов подводных отвалов грунта в Невской губе. Гидротехника. 2010;(2):58–63.
3. Голубев Д.А., Лукьянов С.В., Шилин М.Б., Волнина О. В. Оценка экологической безопасности портостроительства в Финском заливе по состоянию прибрежных биологических сообществ. Безопасность жизнедеятельности. 2011;(2):25–31.
4. Шилин М.Б., Погребов В.Б., Мамаева М.А., Лукьянов С.В., Леднова Ю.А. Уязвимость экосистем береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2012;(25):107–121.
5. Лукьянов С.В., Шилин М.Б., Клеванный К.А., Рябчук Д.В. Экологическая безопасность эксплуатации морских подводных отвалов грунта при дреджинге в период гидротехнических работ. В: Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов. Тр. 3-й междунар. конф., Иркутск 29 июля–3 авг. 2013 г. Иркутск: Институт земной коры СО РАН; 2013, с. 185–194.
6. Мандрыка О.Н., Шилин М.Б., Коузов С.А., Лукьянов С.В. Современное состояние, разнообразие и уязвимость биологических сообществ Кургальского рифа. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013;(31):111–127.
7. Рыбалко А.Е., Лукьянов С.В., Аверкиев А. С., Новиков М.О. Оценка скорости осадконакопления в Финском заливе. СПб.: Химиздат; 2018, с. 28–32.
8. Лукьянов С.В., Мартынов С.В., Татаренко Ю.А., Шилин М.Б. Каскадинг как экологический фактор воздействия на гидробиологический режим пролива Бьеркезунд (Финский залив Балтийского моря). В: Чтения памяти К.М. Дерюгина. Материалы XXI ежегод. науч. семинара. СПб.: Изд. СПбГУ; 2019, с. 40–46.
9. Аверкиев А.С., Лукьянов С.В., Татаренко Ю. А. Термохалинная структура вод восточной части Финского залива в безледный период по экспериментальным данным. Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития. Тр. III Всерос. конф. СПб.: Химиздат; 2019, с. 39–43.
10. Шилин М.Б., Сычев В.И., Михеев В.Л., Истомин Е.П., Леднова Ю.А., Лукьянов С.В., Абрамов В.М. Результаты исследований техносферы Невской губы в РГГМУ. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2020;(60):351–370.
11. Аверкиев А.С., Иванов В.В., Лукьянов С.В., Смирнов Ю.Ю. Термохалинная структура вод в проливе Бьеркезунд. В: XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования - в практику берегопользования. Сб. материалов Всерос. конф. с междунар. участием. Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта; 2022, с. 205–207.

12. Иванов В.В., Лукьянов С.В., Шевчук О.И., Татаренко Ю.А., Смирнов Ю.Ю., Благодатских Е.А. Особенности гидродинамических процессов в проливе Бьёркезунд. В: XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования — в практику берегопользования. Сб. материалов Всерос. конф. с междунар. участием. Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта; 2022, с. 219–221.

References

1. Shilin M.B., Lukyanov S.V., Belenko S.L. Assessment of the environmental safety of seaport complexes in the North-west of Russia based on data from accompanying impact monitoring. In: National Maritime Policy and Economic activity in the Arctic. Collection of reports of the 1st All-Russian Conference, Murmansk 1–2 June 2006. Apatity, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; 2007, pp. 120–130. (In Russ.).
2. Zaitsev V.M., Klevanny K.A., Lukyanov S.V., Ryabchuk D.V., Spiridonov M.A., Shilin M.B. Assessment of the ecological state of the areas of underwater dumps in the Neva Bay. *Hydrotechnika*. 2010;(2):58–63. (In Russ.).
3. Golubev D.A., Lukyanov S.V., Shilin M.B., Volnina O.V. Assessment of the environmental safety of port construction in the Gulf of Finland based on the state of coastal biological communities. *Life Safety*. 2011;(2):25–31. (In Russ.).
4. Shilin M.B., Pogrebov V.B., Mamayeva M.A., Lukyanov S.V., Lednova Yu.A. Vulnerability of ecosystems of the coastal zone of the eastern part of the Gulf of Finland to dredging. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2012;(25):107–121. (In Russ.).
5. Lukyanov S.V., Shilin M.B., Klevanny K.A., Ryabchuk D.V. Ecological safety of operation of marine underwater landfills during dredging during hydraulic engineering works. In: Creation and use of artificial land plots on the shores and water areas of water bodies. *Proceedings 3-Participants of the international conference, Irkutsk, July 29 — August 3, 2013*. Irkutsk: Institute of the Earth's Crust SB RAS; 2013, pp. 185–194. (In Russ.).
6. Mandryka O.N., Shilin M.B., Kouzov S.A., Lukyanov S.V. Modern status, diversity and vulnerability of biological communities of the Kurgalsky Reef. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2013;(31):111–127. (In Russ.).
7. Rybalko A.E., Lukyanov S.V., Averkiev A.S., Novikov M.O. Assessment of the sedimentation rate in the Gulf of Finland. St. Petersburg: Khimizdat Publ.; 2018, pp. 28–32. (In Russ.).
8. Lukyanov S.V., Martynov S.V., Tatarenko Yu.A., Shilin M.B. Cascading as an environmental factor affecting the hydrobiological regime of the Björkesund Strait (Gulf of Finland, Baltic Sea). In: Readings in memory of K.M. Deryugin. *Materials of the XXI annual scientific seminar*. St. Petersburg: St. Petersburg State University Publishing House; 2019, pp. 40–46. (In Russ.).
9. Averkiev A.S., Lukyanov S.V., Tatarenko Yu.A. Thermohaline structure of the waters of the eastern part of the Gulf of Finland during the ice-free period according to experimental data. In: *Hydrometeorology and ecology: achievements and development prospects. Proceedings of the III All-Russian Conference*. St. Petersburg: Khimizdat Publ.; 2019, pp. 39–43. (In Russ.).
10. Shilin M.B., Sychev V.I., Mikheev V.L., Istomin E.P., Lednova Yu.A., Lukyanov S.V., Abramov V.M. Research results of the technosphere of the Neva Bay in Russian State State Medical University. *Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University*. 2020;(60):351–370. (In Russ.).
11. Averkiev A.S., Ivanov V.V., Lukyanov S.V., Smirnov Yu.Y. Thermohaline structure of waters in the Björkesund Strait. XXIX Coastal Conference: Field and theoretical studies — into the practice of coastal management. *Collection of materials of the All-Russian conference with international participation*. Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University; 2022, pp. 205–207. (In Russ.).
12. Ivanov V.V., Lukyanov S.V., Shevchuk O.I., Tatarenko Yu.A., Smirnov Yu.Y., Blagodatskikh E.A. Features of hydrodynamic processes in the Björkesund Strait. XXIX Coastal Conference: Field and theoretical studies - into the practice of coastal management. *Collection of materials of the All-Russian conference with international participation*. Kaliningrad: Immanuel Kant Baltic Federal University; 2022, pp. 219–221. (In Russ.).

Сведения об авторах

Лукьянов Сергей Васильевич — кандидат физико-математических наук, доцент, директор Морского института ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», 192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д. 79
Тел.: +7 (921) 321-98-11
E-mail: serg_lux@mail.ru

Шилин Михаил Борисович — доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», 192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д. 79
Тел.: +7 (921) 902-45-65
E-mail: shilin@rshu.ru

Агишев Юрий Георгиевич — ведущий научный сотрудник, ОАО «Ленморниипроект», Санкт-Петербург, Россия

Author contribution statement

Sergey V. Lukyanov — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., Director of the Marine Institute of the Russian State Hydrometeorological University
192007, Russia, Saint Petersburg, Voronezhskaya ul., 79
Tel.: +7 (921) 321-98-11
E-mail: serg_lux@mail.ru

Mikhail B. Shilin — Dr. Sci. (Geography), Prof., Russian State Hydrometeorological University
192007, Russia, Saint Petersburg, Voronezhskaya ul., 79
Tel.: +7 (921) 902-45-65
E-mail: shilin@rshu.ru

Yuri G. Agishev — Leading Researcher, Lenmorniiproekt OJSC, St. Petersburg, Russia

Вклад авторов

Лукьянов Сергей Васильевич — существенный вклад в разработку концепции, написание статьи, окончательная доработка версии работы.

Шилин Михаил Борисович — написание статьи и ее редактирование с целью повышения ее научной значимости.

Агишев Юрий Георгиевич — сбор, анализ, интерпретация полученных данных.

Author contribution statement

Sergey V. Lukyanov — significant contribution to the concept development, article writing, and its revision.

Mikhail B. Shilin — writing the article and its revision with contribution of valuable scientific content.

Yuri G. Agishev — collection, analysis, and interpretation of the data obtained.

Благодарности

Авторы признательны почетному работнику транспорта России С.Л. Беленко за идею создания Морского института РГГМУ, другие полезные советы и многолетнее сотрудничество.

Acknowledgments

The authors are grateful to S.L. Belenko, Honorary Worker of Transport of Russia, for the idea of creating the Marine Institute of the Russian State Hydrometeorological University, his valuable recommendations, and long-term cooperation.

УДК 632.15

ББК 20.1:71

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78>



Оценка загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции в Арктике

Михеев П.Ю.✉, Страхов А.С., Агафонов С.А.

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого» Санкт-Петербург, Россия

✉vechkim@rambler.ru

Аннотация. В статье приведены данные о климатических изменениях на планете и их последствиях. Представлены сведения о развитии ветроэнергетики в мире и России. Проанализирована существующая методика определения эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ветроэлектростанций (ВЭС). Изложены основные положения новой методики по определению эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ВЭС с применением укрупненных показателей. Приведены результаты расчетов эмиссий загрязняющих веществ по новой методике в течение жизненного цикла наземной ВЭС, расположенной в Арктической зоне РФ. Оценен геоэкологический эффект от использования наземной ВЭС в качестве источника электро-снабжения по сравнению с тепловыми электростанциями на каменном угле, мазуте и природном газе.

Ключевые слова: климатические изменения, Арктика, окружающая среда, эмиссии, жизненный цикл, загрязняющие вещества, укрупненные показатели, ветроэлектростанция.

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Михеев П.Ю., Страхов А.С., Агафонов С.А. Оценка загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла наземной ветроэлектростанции в Арктике. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):65–78. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78>

Environmental pollution evaluation during the life cycle of an onshore wind farm in the Arctic

Pavel Yu. Mikheev✉, Aleksander S. Strakhov,
Sergei A. Agafonov

Peter the Great State Polytechnical University, Saint Peterburg, Russia
✉vechkim@rambler.ru

Abstract. This article presents data on the consequences of climate change on the planet. The achievements of wind power both in Russia and other countries are discussed. The existing method for determination of pollutant emissions during the life cycle of wind farms is analyzed. The main

provisions of a new method for determining pollutant emissions during the life cycle of wind farms based on aggregated data are presented. The developed method is applied to calculate pollutant emissions during the life cycle of an onshore wind farm located in the Arctic zone of the Russian Federation. The geoecological effect of using onshore wind farm as a source of electricity supply is assessed in comparison with thermal power plants running on coal, fuel oil, and natural gas.

Keywords: climate change, Arctic, environment, emissions, life cycle, pollutants, aggregated data, wind farm

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

For citation: Mikheev P.Yu., Strakhov A.S., Agafonov S.A. Environmental pollution evaluation during the life cycle of an onshore wind farm in the Arctic. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):65–78. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-65-78>

Начиная со второй половины XX века в мире наблюдаются климатические изменения, которые вызваны как естественными, так и антропогенными причинами. К естественным относятся изменение солнечной активности, смещение орбиты и угла наклона планеты, вулканическая активность, смещение тектонических плит, к антропогенным — хозяйственная деятельность человека в различных отраслях. В результате наложения друг на друга естественных и антропогенных факторов скорость климатических изменений, происходящих на планете за последние 70 лет, значительно увеличилась [1].

По данным Национального управления океанических и атмосферных исследований США, концентрация диоксида углерода (CO₂) в атмосфере в мире в 1980 г. составляла 337,19 г/т, а в 2024 г. достигла 422,77 г/т [2]. Следствием этого стало увеличение температуры воздуха, воды и поверхности на планете [3–5]. Средняя температура воздуха на планете с 1850 г. по июнь 2025 г. выросла более чем на 1,5 °C, а в Арктике по сравнению с 1940 г. — на 2,8 °C [4, 6].

Согласно прогнозам [7, 8], если существующие тренды сохранятся, то повышение температуры продолжится. При климатическом прогнозировании и создании климатических моделей в международной практике используются различные социально-экономические сценарии (англ. Shared Socio-economic Pathways (SSP). Всего на сегодня для прогнозирования климатических изменений применяется 5 сценариев (SSP1 — устойчивое развитие; SSP2 — средний путь; SSP3 — фрагментация; SSP4 — неравенство; SSP5 — классический сценарий) [7]. Эти сценарии учитывают изменения в численности населения, экономическом росте,

уровне образования, урбанизации и скорости технологического развития, которые повлияют в краткосрочной и долгосрочной перспективах на выбросы парниковых газов (ПГ). При наиболее благоприятном сценарии SSP1 средняя температура воздуха на поверхности планеты в 2100 г. повысится на 2,6 °C, а при наименее благоприятном сценарии SSP5 — на 8,5 °C.

Согласно прогнозам, из-за последствий происходящих климатических изменений уровень Мирового океана будет продолжать повышаться. В своем климатическом сценарии с низким уровнем выбросов ПГ (сценарий SSP1) Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) прогнозирует, что уровень моря в 2100 г. будет на 0,28–0,55 м выше уровня 1995–2014 гг. В сценарии с наибольшим уровнем выбросов ПГ (сценарий SSP5) диапазон увеличивается с 0,63 до 1,01 м [8].

В зависимости от рассматриваемого сценария к 2100 г. площадь вечной мерзлоты может сократиться на 25–69 % [7]. Это может ускорить глобальное потепление, так как в вечномерзлых грунтах содержится большое количество таких ПГ, как углерод и метан.

По прогнозам МГЭИК, в глобальном масштабе в конце XXI века доля интенсивных тропических циклонов увеличится до 10 % при сценарии с низким уровнем выбросов ПГ (сценарий SSP1) и более чем на 30 % в сценарии с высоким уровнем выбросов ПГ (сценарий SSP5) [8].

В сценарии с самыми высокими выбросами ПГ периоды сильной жары будут повторяться девять раз в десять лет и будут на 5 °C интенсивнее. Повышение температуры в городах

Таблица 1. Эмиссия диоксида углерода в энергетической отрасли в мире в 2022–2024 гг. [14]

Table 1. Global carbon dioxide emissions by the energy industry in 2022–2024 [14]

Источник эмиссии	Эмиссия CO ₂ , Мт			Темпы роста, %	
	2022	2023	2024	2022–2023	2023–2024
Природный газ	7438	7502	7684	0,9	2,4
Нефть	11250	11344	11377	0,8	0,3
Уголь	15192	15489	15623	2,0	0,9
Биоэнергия и отходы	240	241	250	0,7	3,5
Производственные процессы	2700	2694	2632	–0,2	–2,3
Всего	36 820	37 270	37 566	1,2	0,8

будет более значительным, учитывая плотность застройки, инженерную инфраструктуру и тепловую инерцию зданий. Согласно прогнозам, как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективах периоды сильной жары станут более частыми и интенсивными. Без адаптации к изменяющимся условиям к 2050 г. более 350 млн чел. могут подвергнуться смертельному тепловому воздействию [8].

Для снижения загрязнения окружающей среды и борьбы с климатическими изменениями 12 декабря 2015 г. под эгидой Организации Объединенных Наций (ООН) 194 странами мира было принято Парижское соглашение по климату (далее Парижское соглашение), направленное на существенное сокращение глобальных выбросов ПГ и ограничение повышения глобальной температуры в XXI веке до 2 °С при одновременном поиске средств для еще большего ограничения этого повышения до 1,5 °С [9]. После принятия Парижского соглашения различные международные организации начали разрабатывать дорожные карты по достижению углеродной нейтральности к 2050 г. Так, например, Международное энергетическое агентство (МЭА) разработало дорожную карту для энергетического сектора, которая предусматривает увеличение доли ветроэлектростанций (ВЭС) и солнечных электрических станций (СЭС) в производстве энергии к 2050 г. до 70 % [10]. На момент написания статьи более 100 стран мира взяли обязательства достичь углеродной нейтральности к 2050 г. [11].

В соответствии с Указом Президента РФ от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» в целях реализации Российской Федерацией Парижского

соглашения от 12 декабря 2015 г. выбросы парниковых газов к 2030 г. должны быть сокращены до 70 % относительно 1990 г. [12]. Для исполнения этого указа Распоряжением Правительства РФ от 29 октября 2021 г. № 3052-р была утверждена Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. В рамках реализации данной стратегии предусмотрено применение технологий с низкими выбросами парниковых газов в различных отраслях [13].

Энергетическая отрасль — одна из наиболее активно развивающихся отраслей в мире, которая оказывает влияние на климатические изменения. Согласно данным МЭА, в 2024 г. суммарный объем эмиссии CO₂, связанной с энергетикой, увеличился на 0,8 %, достигнув рекордного уровня в 37,6 Гт CO₂ (более 20 % от суммарных эмиссий CO₂) [17]. В табл. 1 приведены данные об эмиссии CO₂ в энергетической отрасли в мире в 2022–2024 гг.

В настоящее время наиболее развивающимися в энергетической отрасли являются возобновляемые источники энергии (ВИЭ), и их доля на конец 2024 г. составила более 40 %. Среди ВИЭ наиболее развивающимися отраслями являются солнечная и ветровая энергетика. Установленная мощность ВЭС в мире составила в 2024 г. более 1000 ГВт, при этом рост установленной мощности ВЭС в 2024 г. составил около 120 ГВт [15]. По данным МЭА, установленная мощность СЭС в мире на конец 2024 г. составила более 2200 ГВт, при этом в 2024 г. было введено в эксплуатацию более чем 550 МВт (рост около 30 %) [12]. Производство электроэнергии на ВЭС в 2024 г. выросло на 182 ТВт·ч (рост на 7,9 %), на СЭС количе-

ство произведенной электроэнергии достигло 474 ТВт·ч (рост на 29 %) [14]. В России ветровая и солнечная энергетика, несмотря на существующие ограничения и проблемы, также активно развиваются, и в последние годы вводятся в эксплуатацию новые электростанции. По состоянию на конец 2024 г. установленная мощность ВЭС превысила 2,5 ГВт, а СЭС — более 2,0 ГВт [16]. По состоянию на июнь 2025 г. в России эксплуатируется более 40 ВЭС, а в Арктической зоне расположена Кольская ВЭС (самая мощная ВЭС в мире в Арктике) [16–18].

Площадь Арктической зоны РФ составляет 4,8 млн км² (порядка 28 % территории страны). Здесь проживает около 2,6 млн чел. [19]. Арктика имеет значительный потенциал для развития ветроэнергетики. Согласно данным Глобального атласа ветров, среднегодовая скорость ветра в Арктической зоне превышает 8 м/с, что является очень хорошим условием для эксплуатации ВЭС [20]. Многие районы Арктики относятся к зонам децентрализованного энергоснабжения, которые главным образом снабжаются электроэнергией от электростанций, работающих на ископаемом топливе, преимущественно на мазуте и угле, поставляемых в рамках северного завоза [21] и которые в процессе эксплуатации загрязняют окружающую среду эмиссиями различных загрязняющих веществ, в том числе CO₂. Для снижения уровня загрязнения окружающей среды в Арктике можно использовать ВЭС.

В мировой практике для оценки загрязнения окружающей среды применяется анализ жизненных циклов (АЖЦ) (англ. Life Cycle Analysis), который проводится с учетом требований международных стандартов. Для оценки загрязнения окружающей среды определяются эмиссии загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ВЭС (строительство, эксплуатация и снятие с эксплуатации) [22, 23].

В качестве основных экологических показателей в АЖЦ принимаются: потенциал глобального потепления, потенциал закисления и потенциал эвтрофикации. Потенциал глобального потепления — показатель, характеризующий воздействие парниковых газов на глобальное потепление (рассчитывается на основе эмиссии CO₂ экв); потенциал закисления характеризует воздействие на окружающую среду от эмиссий загрязняющих

веществ, способных образовывать кислоты (рассчитывается на основе эмиссии диоксида серы (SO₂ экв)). Потенциал эвтрофикации характеризует ухудшение качества воды в результате накопления в воде биогенных элементов (рассчитывается на основе эмиссии фосфатов (PO₄ экв)) [24].

Для проведения АЖЦ разработаны программные продукты. Наиболее известными из них являются SimaPro (Нидерланды) <https://simapro.com>; Sphera (Gabi) (США) <https://sphera.com>; OneClick LCA (Финляндия) <https://oneclicklca.com>, OpenLCA (Германия) <https://www.openlca.org>; iPoint (Umberto) (Германия) <https://www.ipoint-systems.com/software/>; Ecochain (Нидерланды) <https://ecochain.com>; Preoptima (Великобритания) <https://www.preoptima.com>. Для оценки жизненных циклов энергообъектов наиболее часто используются программные продукты SimaPro и Gabi. Следует отметить, что в строительной отрасли для унификации расчетов эмиссии загрязняющих веществ в течение жизненного цикла зданий и сооружений в зарубежной практике используется программный продукт LCABYG <https://lcabyg.dk/en/>, который позволяет несколько упростить расчеты. В данной программе задается информация о материалах, параметрах и технических характеристиках элементов зданий и проводится расчет эмиссий CO₂. Вместе с тем в LCABYG учитываются не все составляющие элементов зданий и сооружений, и такой подход не подходит и не применяется в настоящее время для энергообъектов.

В последнее время для определения эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла в АЖЦ начали интегрироваться технологии информационного моделирования (ТИМ). В настоящее время такая интеграция и соответствующие расчеты проводятся в основном для зданий и сооружений. Суть такого подхода заключается в импорте цифровых моделей зданий и сооружений из программных продуктов, поддерживающих ТИМ в программные продукты АЖЦ для расчета эмиссий загрязняющих веществ [25–29]. Вместе с тем интеграция ТИМ в АЖЦ имеет многочисленные проблемы (табл. 2).

Несмотря на внедрение программного обеспечения и интеграцию с ТИМ, АЖЦ остается громоздким, трудоемким, не унифицированным и имеет ограничения

Таблица 2. Проблемы применения ТИМ в АЖЦ [29]

Table 2. Issues of using BIM in life cycle analysis [29]

Проблемы	Примечания
Отсутствие управления моделью здания для процесса совместной работы	- в некоторых проектах моделирование начинается на поздних стадиях проектирования, например конструктивной системы (раздел «Конструктивные решения»); - генеральный проектировщик может не проектировать все разделы проекта, а отдать это субподрядчику, вследствие этого у генерального проектировщика может не быть всех необходимых данных; - могут быть ограничения, связанные с условиями договора, которые не позволяют проектировщику вносить изменения в архитектурную модель; - не существует минимальных требований к уровню детализации (англ. Level of Detail (LOD) в отношении информации о материалах; - нет общего понимания или стандарта для формирования спецификаций; - сложно мотивировать других участников включать материалы в цифровую модель здания, когда это занимает много времени и не приносит прибыли тому, кто занимается моделированием
Ошибки рабочего процесса	- наличие человеческих ошибок при ручном вводе в инструменты АЖЦ данных из различных спецификаций моделей; - извлечение спецификаций из программных продуктов фактически представляет собой черный ящик, в котором невозможно увидеть недостающие элементы
Недостаточная наполненность и качество данных в моделях	- данные в моделях могут быть недостаточно хорошего качества, чтобы сформировать основу для хорошей интеграции ТИМ–АЖЦ; - проблемы с извлечением правильных количеств из моделей, в частности получения ведомостей объемов работ (ВОР); - модели могут быть смоделированы неправильно с точки зрения формирования спецификаций, хотя графическое представление модели выглядит корректным; - модель может быть выполнена с ошибками, а качество моделируемых элементов отличаться; - модель может не подойти для использования в программных продуктах АЖЦ из-за плохого качества, тогда спецификации необходимо составлять вручную; - качество информации, получаемой из конструктивной модели от проектировщика, может быть хуже, чем от подрядчика; - вариативность уровня детализации в цифровых моделях; - конструктивные узлы могут иметь различные технические решения; - не все данные в модели могут быть доступны; - часто отсутствуют конструктивные модели и модели инженерных систем и оборудования здания
Ошибки моделирования	- балки треугольного сечения, трубопроводы и т. д. моделируются как твердые полнотелые объекты, что приводит к неправильному подсчету ВОР; - ошибки в модели, например внутренние стены моделируются как наружные, или стены вместо фундаментов, а оконные заполнения смоделированы как часть вентилируемых фасадов; - некоторые элементы моделируются в двух экземплярах, поскольку они были смоделированы в нескольких разделах (например, архитектурные и конструктивные модели включают несущие конструкции), вследствие этого существует риск двойного учета; - неправильные размеры элементов
Вариации в структуре моделей	- структура моделей меняется из-за этого, и модель, которую получили от архитектора, может быть структурирована по-разному; - структура конструктивных элементов в моделях различается, например различается конструкция пола; с настилом или без него и т. д.; - на ранней стадии проектирования объекты моделируются как базовые элементы, в то время как на стадии рабочего проектирования элементы здания моделируются со всеми функциональными уровнями; - в разных странах подход к моделированию может отличаться.
Обмен данными и их применение для оценки воздействия на окружающую среду на этапах жизненного цикла	- сложно создать универсальные скрипты плагинов для всех моделей, поскольку они моделируются по-разному, поэтому всегда нужно настраивать визуальный язык программирования (англ. Visual Programming Language (VPL)/скрипт; - трудно разработать инструменты или рабочий процесс для будущих процессов; - чрезмерно упрощенные или не слишком удобные для пользователя инструменты; - проблемы со стабильностью и/или рабочим процессом различных VPL
Рабочий процесс и большие модели	- трудоемкий и энергозатратный рабочий процесс ТИМ–АЖЦ; - слишком большой объем информации в моделях может замедлить работу с ними

Примечание. Проблемы применения ТИМ в АЖЦ, приведенные в [29], были дополнены и отредактированы авторами статьи с учетом современного состояния развития ТИМ.

Note. The issues of using BIM in life cycle analysis given in [29] were revised by the authors considering the current state of BIM development.

по использованию. Например, для оценки загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла ВЭС необходимо выполнить несколько тысяч операций различной степени сложности. АЖЦ главным образом предназначен для проведения «детальных», результаты которых применяются для оптимизации параметров и технических характеристик рассматриваемых объектов, а также для составления экологических деклараций (англ. Environmental Product Declaration), которые используются преимущественно в маркетинговых целях. Для применения АЖЦ необходимо разрабатывать или иметь готовый детализированный проект объекта, вследствие этого его применение на предпроектных стадиях затруднено. АЖЦ не подходит для решения геоэкологических задач, включая оценку вклада в антропогенной составляющей в загрязнение окружающей среды и климатические изменения. Для решения геоэкологических задач и оценки вклада объектов различного функционального назначения и их совокупности в течение жизненного цикла в антропогенную составляющую загрязнения окружающей среды необходима унифицированная методика определения эмиссий загрязняющих веществ на основе укрупненных экологических показателей (далее укрупненных показателей).

В работе [30] было обосновано использование укрупненных показателей для определения эмиссий загрязняющих веществ (CO_2 экв, SO_2 экв, PO_4 экв) в течение жизненного цикла ВЭС и составлена база данных по укрупненным показателям эмиссий загрязняющих веществ при производстве элементов ветроэнергетических установок и ветроэлектростанций (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023621868 от 07 июня 2023 г.) [31].

В работе [32] предложена новая методика определения эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ВЭС по укрупненным показателям и проведена ее апробация. В рамках методики был разработан алгоритм определения эмиссий загрязняющих веществ при производстве элементов ветроэнергетических установок (ВЭУ) и ВЭС, предложены формулы для их расчета на этапах жизненно-

го цикла ВЭС и критерий экологической эффективности.

Для унификации расчетов эмиссий загрязняющих веществ в новой методике предложено следующее [32].

1. Определять эмиссии загрязняющих веществ при производстве элементов ВЭУ и ВЭС без детализации производственных процессов и применять для этого составленную базу данных по укрупненным показателям.

2. Определять эмиссии загрязняющих веществ при производстве строительных работ, проведении сервисного обслуживания, транспортировке элементов энергообъектов, демонтаже и утилизации энергообъектов также без детализации технологических и эксплуатационных процессов по укрупненным показателям в процентном отношении от эмиссий загрязняющих веществ при производстве элементов ВЭС.

Подробное обоснование изложенных выше положений новой методики и предложенных процентных отношений для определения эмиссий загрязняющих веществ приведено в ранее опубликованных работах [27, 32–39].

В этой статье приведены результаты расчетов эмиссий загрязняющих веществ по новой методике с применением укрупненных показателей в течение жизненного цикла Кольской ВЭС, расположенной в Мурманской области. На рис. 1 представлена фотография Кольской ВЭС, а в табл. 3 приведены ее основные технические характеристики.



Рис. 1. Кольская ВЭС [40]

Fig. 1. Kola wind farm [40]

Таблица 3. Основные технические характеристики Кольской ВЭС [41, 42]

Table 3. Main technical characteristics of the Kola wind farm [41, 42]

Наименование	Значение/материалы
Фирма-производитель ВЭУ	Siemens-Gamesa
Модель ВЭУ	G 126
Ветровой класс ВЭУ	IIA
Установленная мощность ВЭУ, МВт	3,55
Количество ВЭУ, шт.	57
Диаметр ротора ВЭУ, м	132
Ометаемая поверхность ВЭУ, м ²	13685
Длина лопастей ВЭУ, м	65
Материал лопастей ВЭУ	Стекловолокно, углеродное волокно, эпоксидная смола
Высота башни ВЭУ, м	84
Форма и материал башни ВЭУ	Коническая, сталь
Масса фундамента ВЭУ, т	2400
Масса кабелей ВЭС, т	5100
Площадь, занимаемая ВЭС, га	257

Таблица 4. Значения укрупненных показателей эмиссии загрязняющих веществ при производстве элементов ВЭУ и ВЭС [31]

Table 4. Aggregated data on pollutant emissions in the production of wind turbine and wind farm elements [31]

Наименование элементов энергообъекта	Эмиссия CO ₂ экв, т	Эмиссия SO ₂ экв, т	Эмиссия PO ₄ экв, кг
Лопасты	270	0,8	115
Гондола	270	0,9	70
Башня	510	3,1	265
Фундамент	640	2,0	160
Кабели	28 350	165,2	9220
Другие элементы	555	1,6	150

В табл. 4 даны значения укрупненных показателей при производстве элементов ВЭУ и ВЭС, принятые по составленной базе данных [31].

Количество производимой электроэнергии Кольской ВЭС при проведении расчетов принято согласно данным, приведенным в [42], и равно $750 \cdot 10^6$ кВт·ч в год. Срок эксплуатации Кольской ВЭС принят по аналогии с другими ВЭС и составляет 25 лет.

Результаты расчета эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла Коль-

Таблица 5. Результаты расчетов эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла Кольской ВЭС (таблица выполнена авторами)

Table 5. Calculation of pollutant emissions during the life cycle of the Kola wind farm (performed by the authors)

Технологический процесс	Эмиссия CO ₂ экв, т	Эмиссия SO ₂ экв, т	Эмиссия PO ₄ экв, кг
Производство элементов ВЭС	156 315,0	644,0	52 540,0
Строительные работы и транспортировка	6252,6	25,8	2102,6
Сервисное обслуживание	7815,8	32,2	2627,0
Демонтаж	4689,5	19,3	1575,1
Утилизация	54 710,3	193,2	5254,0
Всего (при демонтаже)	175 072,9	721,3	58 844,7
Всего (с учетом утилизации)	115 673,1	508,8	52 015,6

Примечание. Утилизация включает переработку и повторное использование материалов.

Note. Disposal includes the recycling and reuse of materials.

Таблица 6. Эмиссии CO₂ экв, SO₂ экв и PO₄ экв на кВт·ч произведенной энергии (таблица выполнена авторами)

Table 6. Emissions of CO₂ eq, SO₂ eq, and PO₄ eq per kWh of the energy produced (performed by the authors)

Процесс на этапе снятия с эксплуатации	Эмиссии		
	CO ₂ экв, г/кВт·ч	SO ₂ экв, мг/кВт·ч	PO ₄ экв, мг/кВт·ч
Демонтаж	9,3	38,5	3,1
Утилизация	6,2	27,1	2,8

Примечание. Утилизация включает переработку и повторное использование материалов.

Note. Disposal includes the recycling and reuse of materials.

ской ВЭС приведены в табл. 5, а в табл. 6 — на 1 кВт·ч произведенной электроэнергии.

Для сравнения: эмиссия CO₂ экв, г/кВт·ч в течение жизненного цикла тепловых электростанций (ТЭС) на угле составляет 910–1250 г/кВт·ч произведенной энергии, а для ТЭС на природном газе — 410–725 г/кВт·ч [43].

Также был выполнен расчет эмиссии CO₂ экв, которая может быть предотвращена при выборе в качестве источника электроснабжения Кольской ВЭС по сравнению с использованием для производства электроэнергии

ТЭС на различном топливе. Расчет проводился по новой методике, предложенной в [32], и в соответствии с нормативными правовыми документами [44, 45]. Из результатов расчета следует, что использование в качестве источника электроснабжения Кольской ВЭС позволяет предотвратить от 9,1 до 15,85 млн т эмиссии CO₂экв (рис. 2).

Также в соответствии с методикой, предложенной в [32], были определены коэффициенты экологической эффективности для Кольской ВЭС. Согласно полученным результатам, эмиссия CO₂экв в течение жизненного цикла ВЭС меньше эмиссии CO₂экв при производстве электроэнергии на ТЭС на каменном угле в 90–136 раз, на мазуте — в 74–112 раз и природном газе — в 51–79 раз (в зависимости от типа топлива, используемого на ТЭС, и рассматриваемых процессов на этапе снятия ВЭС с эксплуатации).

Применение укрупненных показателей позволяет значительно упростить и унифицировать определение эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ВЭС. При наличии соответствующих данных и обосновании использование укрупненных показателей возможно и для других типов энергообъектов. В дальнейшем применение укрупненных показателей позволит не только проводить экспресс-оценку загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла энергообъек-

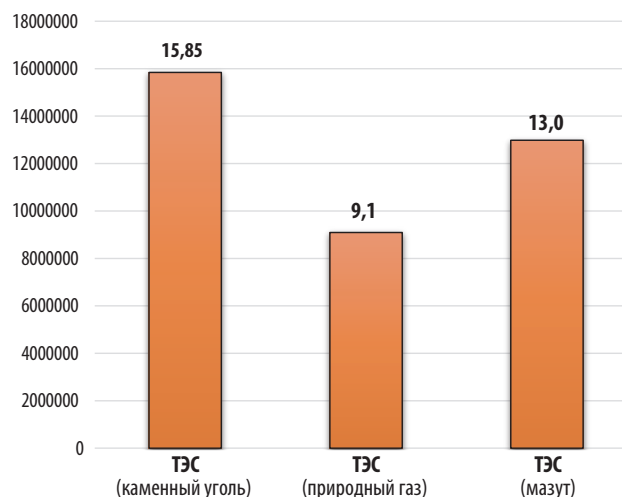


Рис. 2. Предотвращенные эмиссии CO₂экв при эксплуатации Кольской ВЭС по сравнению с использованием ТЭС, млн т (рисунок выполнен авторами)

Fig. 2. Prevented CO₂eq emissions during the operation of the Kola wind farm compared with the use of thermal power plants, million tons (performed by the authors)

тов, но и определять вклад целых отраслей в загрязнение окружающей среды, что позволит оценивать вклад антропогенной составляющей в загрязнение окружающей среды и ее влияние на климатические изменения. На основе этих расчетов могут быть разработаны и внедрены инструменты, которые позволяют минимизировать воздействие антропогенных источников загрязнения окружающей среды на климатические изменения.

Литература

1. Михеев П.Ю., Агафонов С.А., Страхов А.С., Ильин И.В., Борреманс А.Д., Левина А.И. Применение укрупненных экологических показателей для оценки загрязнения окружающей среды в течение жизненного цикла природно-технических систем. Альтернативная энергетика и экология. 2025;(2):147–162. <https://doi.org/10.15518/issue.2025.02.147-162>
2. NOAA Global Monitoring Laboratory. Global atmospheric CO₂ concentration. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/global-co2-concentration> (accessed 13 June 2025).
3. Met Office Hadley Centre. Annual temperature anomalies relative to the pre-industrial period in the world. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly> (accessed 13 June 2025).
4. Change in water temperature on the planet. Climate Reanalyzer. Climate Change Institute / University of Maine [internet]. Available at: https://climateanalyzer.org/clim/sst_daily/?dm_id=world2 (accessed 16 June 2025).
5. Average monthly surface temperature. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/average-monthly-surface-temperature?tab=chart> (accessed 16 June 2025).

6. Temperatures in the Arctic and Europe. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/data-insights/the-arctic-is-the-worlds-region-that-has-warmed-the-most-followed-by-europe> (accessed 16 June 2025).
7. Climate Resilience for Energy Security. International Energy Agency [internet]; November 2022. Available at: <https://www.iea.org/reports/climate-resilience-for-energy-security>.
8. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [internet]. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (accessed 17 June 2025).
9. Парижское соглашение. ООН [интернет]; 2015. Режим доступа: https://esg-library.mgi-mo.ru/upload/iblock/7a6/uqoe4vlfaz99pvkr7nfypj1fd3y2gkd2/russian_paris_agreement.pdf?utm_source=docviewer.yandex.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=docviewer.yandex.ru&utm_referrer=docviewer.yandex.ru (accessed 17 June 2025).
10. Net zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector. International Energy Agency [internet]; 2021. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebcf5d-0c34-4539-9doc-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf (accessed 17 June 2025).
11. Which countries have set a net-zero emissions target? Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/net-zero-target-set?tab=table&time=2000.2050> (accessed 17 June 2025).
12. Указ Президента РФ от 4 ноября 2020 г. № 666 «О сокращении выбросов парниковых газов» [интернет]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990> (дата обращения 18.06.2025).
13. Распоряжение правительства РФ № 3052-р «О Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» [интернет]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCz-p3fW032e2yAoBhtIpyzWfHaiUa.pdf> (дата обращения 19.06.2025).
14. Global Energy Review 2025. International Energy Agency [internet]; March 2025. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025>.
15. Global Wind Report 2024. Global Wind Energy Council [internet]. Available at: https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/2.%20Reports/Glob-al%20Wind%20Report/GWR24.pdf?__hstc=45859835.705de88cb34c799f34ba7f3c06ec6d9f.1744111285006.1744111285006.1744111285006.1&__hssc=45859835.4.1744111285006&__hsfp=4049606327 (accessed 17 June 2025).
16. Системный оператор единой энергетической системы РФ [интернет]; февраль 2025. Режим доступа: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2025/res/res_feb_25.pdf (дата обращения 18.06.2025).
17. Бутузов В.А., Безруких П.П., Грибков С.В. Российская ветроэнергетика: научно-конструкторские школы, этапы развития, перспективы. Журнал С.О.К. 2021;(5):62–76.
18. Кольская ВЭС - чистая энергия Арктики. С.О.К. [интернет]; 15 мая 2023. Режим доступа: https://www.c-o-k.ru/market_news/kolskaya-ves-chistaya-energiya-arktiki (дата обращения 21.06.2025).
19. Агафонов С.А., Михеев П.Ю., Углов А.К. Перспективы применения древесины перекрестно-клееной в условиях Арктики. Арктика и инновации. 2024;2(2):92–101. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-2-92-101>.
20. Global Wind Atlas [internet]. Available at: <https://globalwindatlas.info/en/> (accessed 22 June 2025).
21. Кузнецов Н.М., Маслобоев В.А., Коновалова О.Е. Распределенная энергетика регионов Арктической зоны Российской Федерации. АРКТИКА-2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2021;1(5):13–21.
22. Сидоренко Г.И., Михеев П.Ю. Оценка энергетической эффективности жизненных циклов энергетических объектов на основе ВИЭ. Альтернативная энергетика и экология. 2017;(1–3):101–110. <https://doi.org/10.15518/isjaec.2017.01-03.101-110>
23. Сидоренко Г., Михеев П. Оценка экологической эффективности жизненных циклов энергетических объектов на основе возобновляемых источников энергии. Экология и промышленность России. 2017;21(5):44–49. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-5-44-49>.
24. Сидоренко Г.И., Михеев П.Ю. К вопросу об эффективности энергообъектов на основе ВИЭ. Энергия: экономика, техника, экология. 2018;(2):9–16.

25. Obrecht T.P., Rock M., Hoxha E., Passer A. BIM and LCA Integration: A Systematic Literature Review. *Sustainability*. 2020;12(14):5534. <https://doi.org/10.3390/su12145534>
26. Samnang W., Panuwatwanich K., Tangtermsirikul S., Papong S. BIM-LCA Integration for Carbon Emission Assessment in Construction Industry: Systematic Review and Research Opportunities. In: The 13th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-13), Arnhem, Netherlands, 8–11 May 2023. Available at: <https://research-repository.griffith.edu.au/items/ocede7d4-581f-43dc-8e06-59b1f9f63812>
27. Xue K., Hossain Md. Uzzal, Liu M., Ma M., Zhang Y., Hu M. BIM Integrated LCA for Promoting Circular Economy towards Sustainable Construction: An Analytical Review. *Sustainability*. 2021;13(3):1310. <https://doi.org/10.3390/su13031310>
28. Bernardette S-V., Latas C., García-Martínez A. Critical review of BIM-based LCA method to buildings. *Energy and Buildings*. 2017;136:110–120. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.009>
29. Safari K., Azarijafari H. Challenges and opportunities for integrating BIM and LCA: Methodological choices and framework development. *Sustainable Cities and Society*. 2021;67: 102728. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102728>
30. Михеев П.Ю. Определение эмиссий загрязняющих веществ при производстве элементов ВЭУ и ВЭС по укрупненным показателям. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2023;(5):39–53.
31. Михеев П.Ю., Чусов А.Н., Политаева Н.А. База данных по укрупненным показателям эмиссий загрязняющих веществ при производстве элементов ветроэнергетических установок и ветроэлектростанций. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023621868. Дата государственной регистрации 07.06.2023.
32. Михеев П.Ю., Фёдоров М.П., Чусов А.Н., Политаева Н.А. Методика определения эмиссий загрязняющих веществ в течение жизненного цикла ветроэлектростанций по укрупненным показателям. *Экология и промышленность России*. 2023;27(10):64–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-10-64-71>
33. Mikhcev P.Yu., Fedorov M.P., Chusov A.N., Politaeva N.A. Determination of pollutant emissions during the life cycle of wind power plants according to aggregate indicators. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2024;69:1084–1092. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.04.305>
34. Сидоренко Г.И., Михеев П.Ю. Влияние параметров и технических характеристик элементов ВЭУ на финансовые затраты, затраты энергии и выбросы загрязняющих веществ. *Промышленная энергетика*. 2018;(4):101–110.
35. Михеев П.Ю. Выбросы парниковых газов в течение жизненного цикла наземных ВЭС. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2022;(5):39–53.
36. Михеев П.Ю. Эмиссии загрязняющих веществ SO₂ экв в течение жизненного цикла наземных ВЭС в окружающую среду. *Энергетика за рубежом*. 2022;(4):24–41.
37. Михеев П.Ю. Эмиссии PO₄ экв в течение жизненного цикла наземных ВЭС в окружающую среду. *Энергетика за рубежом*. 2023;(1):32–50.
38. Михеев П.Ю. Влияние выбросов загрязняющих веществ на этапах жизненного цикла наземных ВЭС на показатели экологической эффективности. *Энергетика за рубежом*. 2018;(5):32–45.
39. Михеев П.Ю. Влияние параметров и технических характеристик элементов ветротурбин на выбросы загрязняющих веществ. *Энергия: экономика, техника, экология*. 2022;(6):50–63.
40. Кольская ВЭС Самая мощная в мире ветроэлектростанция за Полярным кругом. Россия — страна достижений [интернет]; Режим доступа: <https://достижения.рф/achievements/country/371> (дата обращения 23.06.2025).
41. SG 3.4-132. Enhanced LCoE and experience in the 3 MW segment [internet]. Available at: <https://www.siemensgamesa.com/global/en/home/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-3-4-132.html> (accessed 24 June 2025).
42. Чистая энергия Арктики теперь доступна каждому. Кольская ветроэлектростанция — крупнейший ветропарк в мире за полярным кругом [интернет]. Режим доступа: https://el5-energo.ru/upload/iblock/3f7/76008fe82p2s30fev6juud36klxvoyhq/Buklet_KVES_format_A4_27.11.pdf (дата обращения 24.06.2025).
43. Agrawal K.Kr., Jain S.A., Jain Kr., Dahiya S. Assessment of greenhouse gas emissions from coal and natural gas thermal power plants using life cycle approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2014;11:1157–1164. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0420-z>

44. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2015 г. № 300 «Об утверждении методических указаний и руководства по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» [интернет]. Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=264381>
45. ГОСТ Р 51750-2001. Энергосбережение. Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах Москва: Госстандарт; 2001.

References

1. Mikheev P.Yu., Agafonov S.A., Strakhov A.S., Ilin I.V., Borremans A.D., Levina A.I. Application of environmental aggregated data to assess environmental pollution during the life cycle of natural engineering systems. *Alternative Energy and Ecology (IS/AEE)*. 2025;(2):147–162. (In Russ.). <https://doi.org/10.15518/isjace.2025.02.147-162>
2. NOAA Global Monitoring Laboratory. Global atmospheric CO₂ concentration. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/global-co2-concentration> (accessed 13 June 2025).
3. Met Office Hadley Centre. Annual temperature anomalies relative to the pre-industrial period in the world. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly> (accessed 13 June 2025).
4. Change in water temperature on the planet. Climate Reanalyzer. Climate Change Institute / University of Maine [internet]. Available at: https://climateanalyzer.org/clim/sst_daily/?dm_id=world2 (accessed 16 June 2025).
5. Average monthly surface temperature. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/average-monthly-surface-temperature?tab=chart> (accessed 16 June 2025).
6. Temperatures in the Arctic and Europe. Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/data-insights/the-arctic-is-the-worlds-region-that-has-warmed-the-most-followed-by-europe> (accessed 16 June 2025).
7. Climate Resilience for Energy Security. International Energy Agency [internet]; November 2022. Available at: <https://www.iea.org/reports/climate-resilience-for-energy-security>.
8. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [internet]. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> (accessed 17 June 2025).
9. The Paris Agreement. UN [internet]; 2015. Available at: https://esg-library.mgimo.ru/upload/iblock/7a6/uqoe4vlfz99pvkr7nfypj1fd3y2gkd2/russian_paris_agreement.pdf?utm_source=docviewer.yandex.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=docviewer.yandex.ru&utm_referrer=docviewer.yandex.ru (accessed 17 June 2025). (In Russ.).
10. Net zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector. International Energy Agency [internet]; 2021. Available at: https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9doc-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf (accessed 17 June 2025).
11. Which countries have set a net-zero emissions target? Our World in Data [internet]. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/net-zero-target-set?tab=table&time=2000.2050> (accessed 17 June 2025).
12. Decree of the President of the Russian Federation No. 666 dated November 4, 2020 “On reducing greenhouse gas emissions” [internet]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45990> (accessed 18 June 2025). (In Russ.).
13. Order of the Government of the Russian Federation No. 3052-r “On the strategy for the socioeconomic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050” [internet]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/ADKkCzp3fWO32e2yAoBhtIpyzWfHaiUa.pdf> (accessed 19 June 2025). (In Russ.).
14. Global Energy Review 2025. International Energy Agency [internet]; March 2025. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025>.
15. Global Wind Report 2024. Global Wind Energy Council [internet]. Available at: https://26973329.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26973329/2.%20Reports/Glob-al%20Wind%20Report/GWR24.pdf?__hstc=45859835.705de88cb34c799f34ba7f3c06ec6d

- 9f.1744111285006.1744111285006.1744111285006.1&__hssc=45859835.4.1744111285006&__hsfp=4049606327 (accessed 17 June 2025).
16. The system operator of the unified energy system of the Russian Federation [internet]; February 2025. Available at: https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/2025/res/res_feb_25.pdf (accessed 18 June 2025). (In Russ.).
17. Butuzov V.A., Bezrukikh P.P., Gribkov S.V. Russian wind power: scientific and design schools, stages of development, prospects. Zhurnal Santehnika, otoplenie, konditsionirovanie (SOK) [Journal of Plumbing, Heating, Ventilation]. 2021;(5):62–76. (In Russ.).
18. Kola wind farm — clean energy of the Arctic. C.O.K. [internet]; 15 May 2023. Available at: https://www.c-o-k.ru/market_news/kolskaya-ves-chistaya-energiya-arktiki (accessed 21 June 2025). (In Russ.).
19. Agafonov S.A., Mikheev P.Yu., Uglov A.K. Prospects for the application of cross-laminated timber under Arctic conditions. Arctic and Innovations. 2024;2(2):92–101. (In Russ.). <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-2-92-101>
20. Global Wind Atlas [internet]. Available at: <https://globalwindatlas.info/en/> (accessed 22 June 2025).
21. Kuznetsov N.M., Masloboev V.A., Konovalova O.E. Distributed energy in the regions of the arctic zone of the Russian Federation. Arctic 2035: current issues, problems, solutions. 2021;1(5):13–21. (In Russ.).
22. Sidorenko G.I., Mikheev P.Yu. Assessment of energy efficiency of power plant life cycles on the basis of RES. Alternative Energy and Ecology (ISJAE). 2017;(1-3):101–110. (In Russ.). <https://doi.org/10.15518/isjaec.2017.01-03.101-110>
23. Sidorenko G.I., Mikheev P.Yu. Assessment of the Environmental Efficiency of the Life Cycles of Energy Facilities Based on Renewable Energy Sources. Ecology and Industry of Russia. 2017;21(5):44–49. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-5-44-49>
24. Sidorenko G.I., Mikheev P.Yu. On the efficiency of RES. Energy: economics, technology, ecology. 2018;(2):9–16. (In Russ.).
25. Obrecht T.P., Rock M., Hoxha E., Passer A. BIM and LCA Integration: A Systematic Literature Review. Sustainability. 2020;12(14):5534. <https://doi.org/10.3390/su12145534>
26. Sammiang W., Panuwatwanich K., Tangtermsirikul S., Papong S. BIM-LCA Integration for Carbon Emission Assessment in Construction Industry: Systematic Review and Research Opportunities. In: The 13th International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-13), Arnhem, Netherlands, 8–11 May 2023. Available at: <https://research-repository.griffith.edu.au/items/ocede7d4-581f-43dc-8e06-59b1f9f63812>
27. Xue K., Hossain Md. Uzzal, Liu M., Ma M., Zhang Y., Hu M. BIM Integrated LCA for Promoting Circular Economy towards Sustainable Construction: An Analytical Review. Sustainability. 2021;13(3):1310. <https://doi.org/10.3390/su13031310>
28. Bernardette S-V., Latas C., García-Martínez A. Critical review of BIM-based LCA method to buildings. Energy and Buildings. 2017;136:110–120. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.009>
29. Safari K., Azarijafari H. Challenges and opportunities for integrating BIM and LCA: Methodological choices and framework development. Sustainable Cities and Society. 2021;67: 102728. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102728>
30. Mikheev P.Yu. Determination of emissions pollutants in the production of elements of wind turbines and wind farms by aggregated data. Energy: economics, technology, ecology. 2023;(5):39–53. (In Russ.).
31. Mikheev P.Yu., Chusov A.N., Politaeva N.A. Database on aggregated data of pollutant emissions during the production of elements of wind turbines and wind farms. Certificate of state registration of the database No. 2023621868. Date of state registration: 07.06.2023. (In Russ.).
32. Mikheev P.Yu., Fedorov M.P., Chusov A.N., Politaeva N.A. Methodology for determining emissions of pollutants during the life cycle of wind power plants by aggregated data. Ecology and Industry of Russia. 2023;27(10):64–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-10-64-71>
33. Mikheev P.Yu., Fedorov M.P., Chusov A.N., Politaeva N.A. Determination of pollutant emissions during the life cycle of wind power plants according to aggregate indicators. International Journal of Hydrogen Energy. 2024;69:1084–1092. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.04.305>
34. Sidorenko G.I., Mikheev P.Yu. The effect of the parameters and technical characteristics of wind turbine components on financial and energy costs and emission of pollutants. Industrial Power Engineering. 2018;(4):101–110. (In Russ.).

35. Mikheev P.Yu. Greenhouse gas emissions during the life cycle of onshore wind farms. Energy: economics, technology, ecology. 2022;(5):39–53. (In Russ.).
36. Mikheev P.Yu. Emissions of SO₂eq pollutants during the life cycle of onshore wind farms. Power Engineering Abroad. 2022;(4):24–41. (In Russ.).
37. Mikheev P.Yu. PO₄eq emissions during the life cycle of onshore wind farms. Power Engineering Abroad. 2023;(1):32–50. (In Russ.).
38. Mikheev P.Yu. Impact of pollutant emissions at the stages of the life cycle of onshore wind farms on indicators environmental efficiency Power Engineering Abroad. 2018;(5):32–45. (In Russ.).
39. Mikheev P.Yu. The impact of parameters and technical characteristics of wind turbines pollutant emissions. Energy: economics, technology, ecology. 2022;(6):50–63. (In Russ.).
40. Kola Wind Farm is the world's most powerful wind farm located in the arctic circle. Russia is a country of achievements [internet]; Available at: <https://достижения.рф/achievements/country/371> (accessed 23 June 2025). (In Russ.).
41. SG 3.4-132. Enhanced LCoE and experience in the 3 MW segment [internet]. Available at: <https://www.siemensgamesa.com/global/en/home/products-and-services/onshore/wind-turbine-sg-3-4-132.html> (accessed 24 June 2025).
42. The clean energy of the Arctic is now available to everyone. The Kola wind farm is the largest wind farm in the world above the arctic circle [internet]. Available at: https://el5-energo.ru/upload/iblock/3f7/76008fe82p2s3ofev6juud36klxvoyhq/Buklet_KVES_format_A4_27.11.pdf (accessed 24 June 2025). (In Russ.).
43. Agrawal K.Kr., Jain S.A., Jain Kr., Dahiya S. Assessment of greenhouse gas emissions from coal and natural gas thermal power plants using life cycle approach. International Journal of Environmental Science and Technology. 2014;11:1157–1164. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0420-z>
44. Order No. 300 of the Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation dated June 30, 2015, “On Approval of guidelines and instructions for quantifying greenhouse gas emissions by organizations engaged in economic and other activities in the Russian Federation” [internet]. Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=264381>. (In Russ.).
45. State Standard P 51750-2001. Energy conservation. Methods for determination of energy capacity on production of output and rendering of services in technological energy systems. General principles. Moscow: Gosstandart; 2001. (In Russ.).

Сведения об авторах

Михеев Павел Юрьевич — кандидат технических наук, старший преподаватель Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Россия, 195251, Санкт-Петербург,
вн. тер. г. Муниципальный округ Академическое,
ул. Политехническая, д. 29, литера Б
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0934-6935>
Researcher ID: K-1289-2013
SPIN-код: 8252-8277
Scopus ID 57202760535
Тел.: +7 (911) 759-90-58
E-mail: vechkim@rambler.ru

Страхов Александр Сергеевич — аспирант Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Information about the authors

Pavel Yu. Mikheev — Cand. Sci. (Engineering), Senior Lecturer, Higher School of Hydraulic and Energy Construction, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University
Russia, 195251, Saint Petersburg, ext. ter. Akademicheskoe Municipal district, st. Politekhnikeskaya, 29, litera B
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0934-6935>
Researcher ID: K-1289-2013
SPIN-code: 8252-8277
Scopus ID: 57202760535
Tel.: +7(911) 759-90-58
E-mail: vechkim@rambler.ru

Aleksander S. Strakhov — PhD Researcher, Higher School of Hydraulic and Energy Construction, Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University

Россия, 195251, Санкт-Петербург,
вн. тер. г. Муниципальный округ Академическое,
ул. Политехническая, д. 29, литера Б
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1960-1972>
Researcher ID: KAM-5340-2024
Тел.: +7 (906) 272-66-13
E-mail: astrakhov@vohkarts.com

Агафонов Сергей Александрович — ассистент
Высшей школы промышленно-гражданского
и дорожного строительства, аспирант Высшей школы
гидротехнического и энергетического строительства
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
Россия, 195251, Санкт-Петербург,
вн. тер. г. Муниципальный округ Академическое,
ул. Политехническая, д. 29, литера Б
Researcher ID: HHM-5486-2022
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5742-8532>
SPIN-код: 7944-9351
Тел.: +7 (921) 345-82-36
E-mail: agafonov_sa@spbstu.ru

Russia, 195251, Saint Petersburg,
ext. ter. Akademicheskoe Municipal district,
st. Politekhnikeskaya, 29, litera B
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1960-1972>
Researcher ID: KAM-5340-2024
Tel.: +7(906) 272-66-13
E-mail: astrakhov@vohkarts.com

Sergei A. Agafonov — Research Assistant, Higher
School of Industrial, Civil and Road Construction,
PhD Researcher, Higher School of Hydraulic and Energy
Construction, Peter the Great Saint-Petersburg
Polytechnic University
Russia, 195251, Saint Petersburg,
ext. ter. Akademicheskoe Municipal district,
st. Politekhnikeskaya, 29, litera B
Researcher ID: HHM-5486-2022
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5742-8532>
SPIN-code: 7944-9351
Tel.: +7 (921) 345-82-36
E-mail: agafonov_sa@spbstu.ru

Вклад авторов

Михеев Павел Юрьевич — постановка задачи,
обоснование актуальности, структурирование статьи,
формулирование выводов.

Страхов Александр Сергеевич — анализ
существующих методик, расчет эмиссий загрязняющих
веществ в течение жизненного цикла наземной
ветроэлектростанции.

Агафонов Сергей Александрович — сбор и анализ
данных, оценка геоэкологического эффекта
от использования наземной ветроэлектростанции
в качестве источника электроснабжения.

Author contribution statement

Pavel Yu. Mikheev — problem statement, substantiation
of relevance, research design, formulation of conclusions.

Aleksander S. Strakhov — analysis of existing methods,
calculation of pollutant emissions during the life cycle
of an onshore wind farm.

Sergei A. Agafonov — data collection and analysis,
assessment of the geoecological effect of using onshore
wind farm as a source of electricity supply.

Финансирование

Исследование выполнено Санкт-Петербургским
политехническим университетом Петра Великого
в рамках гранта Российского научного фонда
№ 23-78-10190 «Моделирование цифровой
и логистической инфраструктуры в интересах
устойчивого развития Арктики»
<https://rscf.ru/project/23-78-10190>.

Funding

The research was supported by the Russian Science
Foundation No. 23-78-10190 “Modeling digital and logistics
infrastructure for sustainable development in the Arctic»
<https://rscf.ru/project/23-78-10190>

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 551.46; 574.5

ББК 26.0; 20.18

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-79-89>

Ландшафтно-бионимический подход к районированию экорегионов северных морей на примере Японского моря

Ракитин Т.Д.✉, Петров К.М.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
Санкт-Петербург, Россия

✉tikhhrakitin13@gmail.com

Аннотация. Биogeографическое районирование океана традиционно являлось биотическим, опирающимся на выявление неповторимых флористических и фаунистических комплексов путем анализа распространения таксонов: семейств, родов и видов. В начале 2000-х годов американскими океанологами Спалдингом и др. были разработаны новые принципы районирования Мирового океана на основе комплекса природных условий. Авторы выделили 12 царств, 62 провинции и 232 экорегиона, или морских бассейнов. Экорегионы — это наименьшие единицы районирования Мирового океана с относительно однородной биотой. В них отмечается своеобразие геоморфологических и гидрологических условий, которые определяют особенности состава и структуры морских экосистем. Экорегионы представляют отдельные морские бассейны. Для оценки биоразнообразия, продуктивности и экологического состояния морей необходимо детальное районирование морских экорегионов. В статье излагаются основы ландшафтно-бионимического районирования бореальных и суббореальных морей на примере Японского моря.

Ключевые слова: Японское море, ландшафтно-бионимическое районирование, морфоструктуры, береговая зона, бентос

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Ракитин Т.Д., Петров К.М. Ландшафтно-бионимический подход к районированию экорегионов северных морей на примере Японского моря. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):79–89. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-79-89>

Landscape-bionomic approach to ecoregion zoning of northern seas on the example of the Sea of Japan

Tikhon D. Rakitin✉, Kirill M. Petrov

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

✉tikhhrakitin13@gmail.com

Abstract. Biogeographic zoning of the ocean has traditionally relied on the biotic approach, i.e., the identification of unique floral and faunal complexes by analyzing specification of taxa — families, genera, and species.

In the 2000's, American oceanologists Spalding et al. developed new principles of ocean zoning, based on a set of natural conditions. The authors identified 12 kingdoms, 62 provinces, and 232 ecoregions or marine basins. Ecoregions are the smallest zoning units of the World Ocean with a relatively homogeneous biota. The authors also noted the distinctive geomorphological and hydrological conditions that determine the composition and structure of marine ecosystems. Ecoregions represent specific marine basins. Detailed zoning of marine ecoregions is necessary for assessing the biodiversity, productivity, and ecological state of the seas. The article formulates the foundations of landscape-bionomic zoning of the boreal and subboreal seas using the Sea of Japan as an example.

Keywords: Sea of Japan, landscape-bionomic zoning, morphostructures, coastal zone, benthos

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

For citation: Rakitin T.D., Petrov K.M. Landscape-bionomic approach to ecoregion zoning of northern seas on the example of the Sea of Japan. *Arctic and Innovation*. 2025;3(3):79–89. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-79-89>

Введение

Ландшафтно-биономическое районирование береговой зоны и шельфа нацелено на изучение экосистем в морских бассейнах. В 2000-х г. сотрудники Американского института биологических наук Спалдинг и др. [1] создали теоретическую модель полномасштабного районирования морей или экорегионов, которые являются наименьшими единицами районирования. Объектом районирования в статье предложено Японское море, которое вошло в глобальную модель (рис. 1).

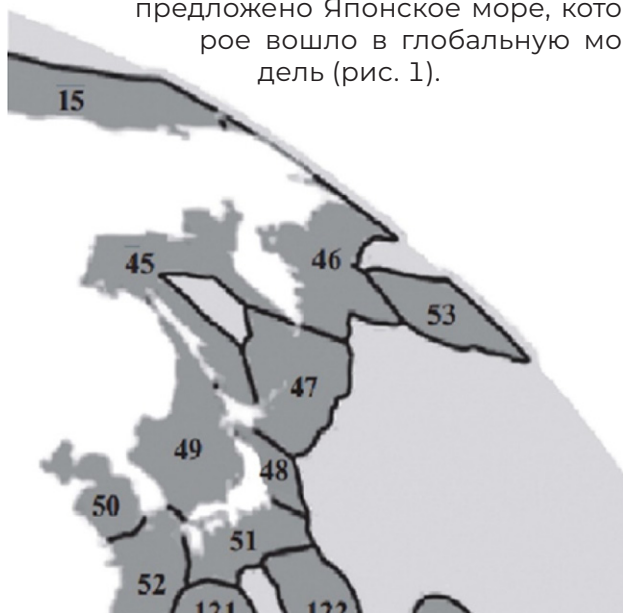


Рис. 1. Экорегионы Холодно-Умеренной Западно-Пацифической провинции Умеренного Северо-Пацифического царства, 49 — Японское море

Источник: Спалдинг М.Д. и др. Морские экорегионы мира: биорегионализация берегов и районов шельфа [1].

Fig. 1. Ecoregions of Cold-Moderate West-Pacific province of Moderate North-Pacific kingdom, 49 — the Sea of Japan

Source: Spalding M.D. et al. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas [1].

На рисунке 1 видно, что экорегион Японское море располагается в Холодно-Умеренной Западно-Пацифической провинции в Умеренном Северо-Пацифическом царстве. Здесь море занимает региональный уровень так же, как и местная экосистема.

В принципах теории ландшафтно-биономического районирования, предложенных К.М. Петровым, учитываются морфоструктурные формы рельефа и экологические условия акватории в пределах береговой зоны. В данной теории раскрываются три направления изменения природных условий: вертикальной, зональной и азональной [2, 3].

Вертикальная поясность. Шельф разделяется на 3 пояса: верхний (внутренний шельф), средний и нижний (внешний шельф). Объектом наших исследований является **внутренний шельф** — береговая зона (БЗ) моря. Она подвержена волновому воздействию, изменяются сезонная ритмика температуры и освещенность. В БЗ выделяются литораль и сублитораль, которые подразделяются на этажи и ступени. С глубиной изменяются характер рельефа и грунтов, качественный состав биотопов и донных биоценозов.

Географическая зональность определяет температурный режим вод и в целом влияет на климатические условия местной экосистемы. Например, в северном полушарии в умеренном поясе выделяются бореальная и неморальная зоны с биологически активными температурами зимой 0–5 и 5–10 °C [4].

Азональность формирует рельеф берегов и внутреннего шельфа, где важную роль играют как волновые процессы [5], так и современные и новейшие дифференцированные тектонические движения [6, 7]. Внутренняя геодинамика создает форму морских бассейнов, рельеф побережья, контур береговой линии и приглубость подводного берегового склона [8, 9]. На месте растущих морфоструктур различают продольные и поперечные берега: у продольных берегов оси складок идут вдоль береговой линии; у поперечных — оси складок располагаются по нормали к берегу. С продольными берегами связано формирование берегового обрыва или клифа, абразионного подводного берегового склона, приглубость берега и узкий шельф. У берегов поперечного типа оси растущих складок продолжают в море, и они образуют систему мысов, островов, заливов и широкий шельф. На береговом склоне может выступать абразионно-аккумулятивная терраса, проходят многочисленные рифы и банки. В депрессионных участках накапливается мощная толща четвертичных отложений, формируются прибрежные и подводные аккумулятивные равнины. С тектоникой формируются два основных типа биотопа и донные биоценозы: на поднятиях формируются каменистые грунты и биоценозы-обрастатели; в тектонических депрессиях — аккумулятивные песчано-илистые равнины, на которых доминируют гидробионты морских трав и закапывающиеся в грунт беспозвоночные животные [2].

Таким образом, актуальным является использование принципов ландшафтно-бионического районирования с целью определения комплекса экологических условий и качественного состава донных биоценозов в береговой зоне и на шельфе, где основной структурной единицей выступает морской ландшафт. Для этой цели проведено районирование береговой зоны в северо-западной части Японского моря.

Ландшафтно-бионическое районирование северо-западной части Японского моря

Вертикальная поясность внутреннего шельфа четко выражена у высоких продольных берегов Сихотэ-Алиня и у о. Сахалин (рис. 2).

Географическая зональность

Берега северо-западной части Японского моря омываются холодными Западно-Приморским и Сахалинским течениями, зимой море замерзает. Эта часть моря относится к бореальной зоне. Ее индикатором служат заросли фукусовых водорослей на литорали. Южная часть моря (береговая зона Южного Сахалина), омываемая теплым Цусимским течением, принадлежит к неморальной зоне (рис. 3). Ее индикатором служат кораллиновые тротуары и заросли саргассовых водорослей на литорали.

Ландшафтно-бионическое районирование на морфоструктурной основе

В северо-западной части Японского моря проходят горные системы Сихотэ-Алинь на материке и Западно-Сахалинская на о. Сахалин. Соответственно на схеме морфоструктурного районирования выделяются горные области Сихотэ-Алиня и Сахалина, а также низменная аккумулятивная область в северной части Татарского пролива (рис. 4). Основные особенности строения Сахалинской области определяются неотектоническим развитием Западно-Сахалинских гор. Здесь шельф узкий, берега высокие, ограниченные клифом. В области выделяются три района.

Раскроем и сравним более подробно первую и третью области исследуемой части моря.

В *Южно-Приморском районе* берега поперечного типа, здесь оси горных хребтов проходят по нормали к берегу. Для Южно-Приморского района характерна система мысов и островов, разделяющих мелководные заливы Амурский и Уссурийский (рис. 5).

В заливе Петра Великого представлен особый ландшафт с определенным набором подводных угодий (рис. 6).

Биоценоз каменистых грунтов представлен зарослями ламинарией с участием беспозвоночных: мидий, губок, серпулид, морских звезд и ежей. Пояс скал окаймлен угодьем песчаных грунтов. Для него характерны заросли морской травы — зостеры. В песок закапываются черви — пескожилы. На дне лежат двустворчатые моллюски — гребешки, ползают трепанги и морские ежи.

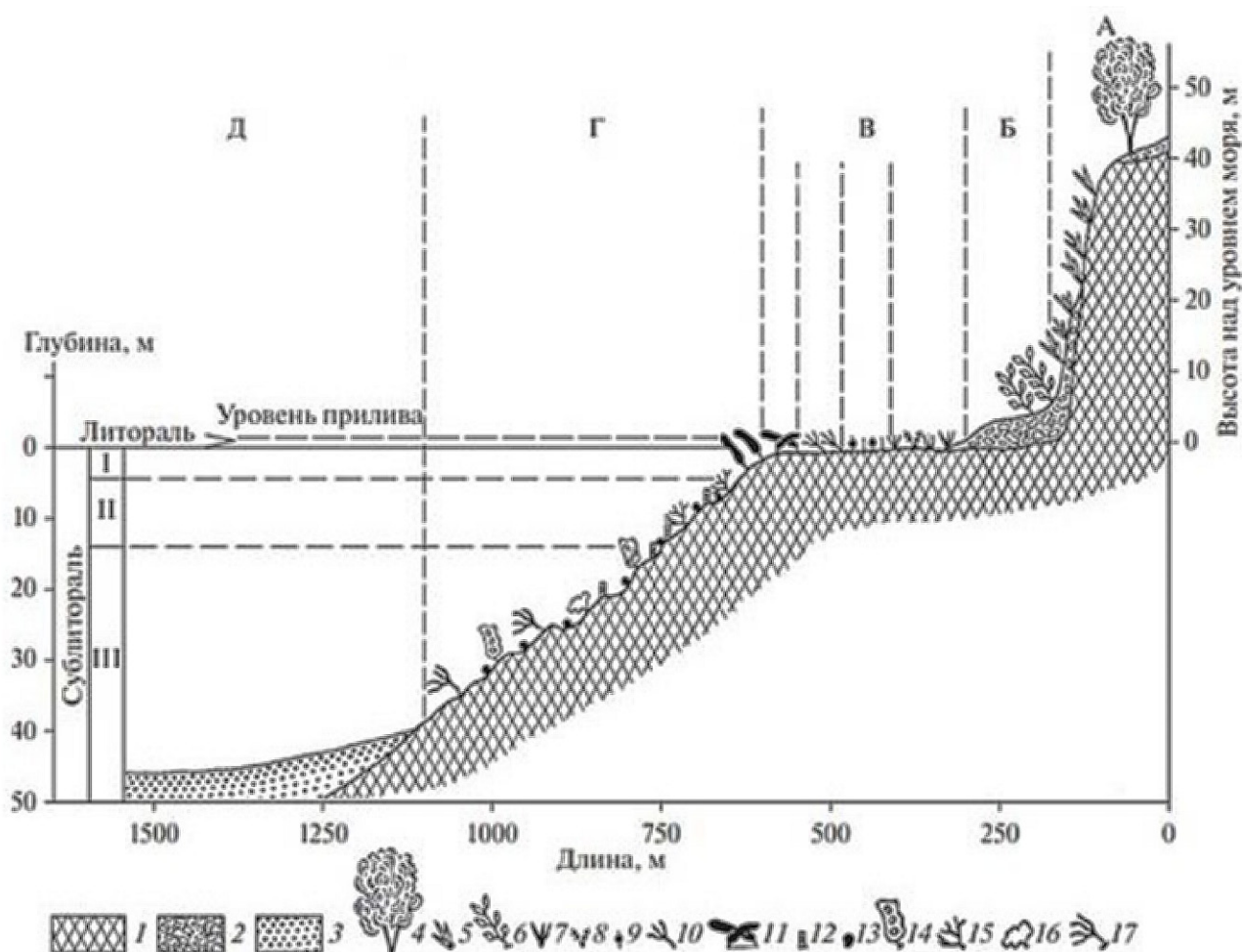


Рис. 2. Вертикальное подразделение подводного склона. Выделяются зоны литораль и сублитораль. Сублитораль подразделяется, в свою очередь, на этажи (верхний, средний, нижний) и ступени.

Элементы рельефа: отмерший клиф (А), аккумулятивная терраса (Б), литораль (каменистая осушка) (В), сублитораль: пояс скал (Г), песчаная отсыпь (Д). Подразделения сублиторали: верхний этаж (I), средний этаж (II), нижний этаж (III).

Грунты и характерные виды: пояс скал, каменистый грунт (1), щебень (2), песчаная отсыпь (3); характерные виды: каменная береза (4) (*Betula ermanii*), курильский бамбук (5) (*Sasa kurilensis*), сахалинская гречиха (6) (*Polygonum sachalinense*); на литорали и каменистом склоне характерные виды последовательно сменяют друг друга в сторону моря от *Zostera marina* (7), *Sargassum miyabei* (8), *Sphaerotrichia divaricata* (9), *Phyllospadix iwatusensis* (10) к *Laminaria japonica* (11) на каменистых грядках; на первом этаже сублиторали доминирует ламинария, во втором характерны *Agarum cribriforme* (14), *Tichocarpus crinitus* (15), *Bossiella cretacea* (12), корковые известковые красные водоросли (13), в третьем — *Dichloria viridis* (17), *Turnerella mertensiana* (16)

Источник: Петров К.М., Поздеев В.Б. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Южного Сахалина [10].

Fig. 2. Vertical subdivision of the underwater slope. The littoral and sublittoral zones are distinguished. The sublittoral is further subdivided into floors (upper, middle, lower) and steps.

Relief elements: death cliff (A), accumulative terrace (B), littoral (rock water drawing) (C), sublittoral: rocks belt (G), sand hillside waste (D). Sublittoral subunits: upper floor (I), average floor (II), low floor (III)

Grounds and character species: rocks belt, rocky ground (1), break stones (2), sand water drawing (3); character species: stone birch (4) (*Betula ermanii*), kuril bamboo (5) (*Sasa kurilensis*), Sakhalin beech-wheat (6) (*Polygonum sachalinense*); character species are homeopathically changed each other at littoral and stone grounds in front the sea from *Zostera marina* (7), *Sargassum miyabei* (8), *Sphaerotrichia divaricata* (9), *Phyllospadix iwatusensis* (10) к *Laminaria japonica* (11) at stone rows; laminaria predominates at the first floor of sublittoral, at the second character: *Agarum cribriforme* (14), *Tichocarpus crinitus* (15), *Bossiella cretacea* (12), crustacean calcareous red algae (13), at the third — *Dichloria viridis* (17), *Turnerella mertensiana* (16)

Source: Petrov K.M., Pozdeev V.B. Underwater Landscapes and Phytobenthos off the Coast of Southern Sakhalin [10].

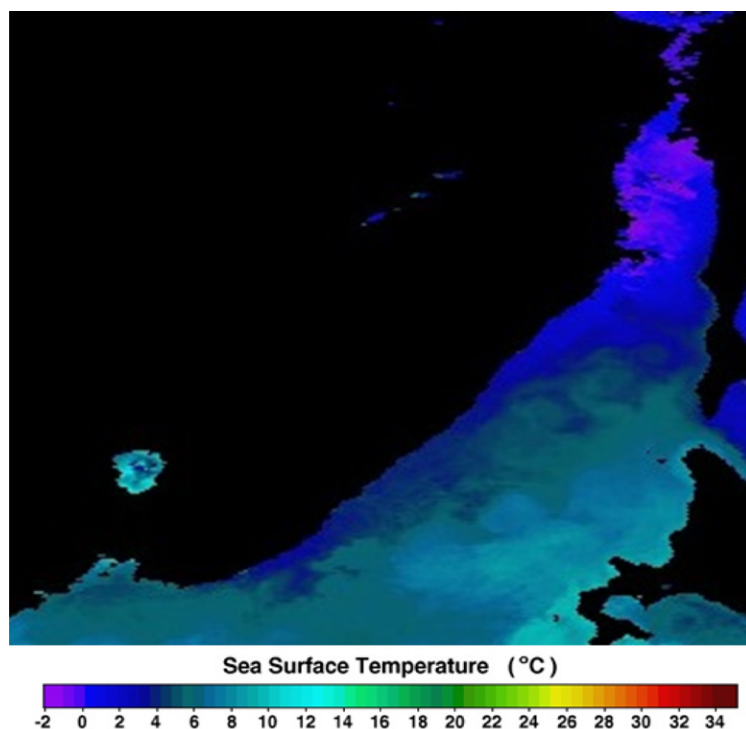


Рис. 3. Зональное подразделение северо-западной части Японского моря по градиенту температур. Синий и темно-бирюзовый спектр — бореальная зона, бирюзовый и светло-бирюзовый — неморальная зона. Снимок ТПВ_{спут} (°C), полученный датчиком MODIS с полярно-орбитального спутника «Aqua», NASA, апрель 2022 г.

Источник: официальный сайт NASA. OceanColorWEB Data: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/> [11].

Fig. 3. Zonal subdivision of the north-western part of the Sea of Japan by temperature gradient. The blue and dark turquoise spectrum is the boreal zone, turquoise and light turquoise is the nemoral zone. Satellite image (°C) obtained by the MODIS sensor from the polar orbiting satellite “Aqua”, NASA, April 2022

Source: Official NASA website. OceanColorWEB Data: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/> [11].

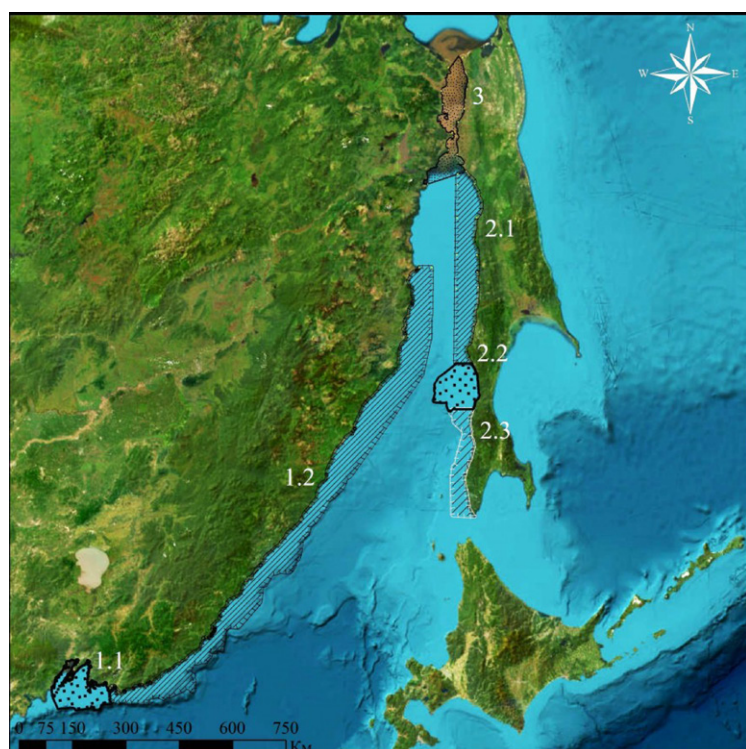


Рис. 4. Ландшафтно-бионические районирование береговой зоны в северо-западной части Японского моря. Карта масштаба 1:12 500 000

I. Сихотэ-Алиньская область, районы: 1.1. Южно-Приморский и 1.2. Центральнo-Приморский; II. Островная Сахалинская область, районы: 2.1. Северный, 2.2. Перешеек Поясок, 2.3. Южный; III. Область северной части Татарского пролива

Источник: Составлено автором. Программное обеспечение ArcGIS [12].

Fig. 4. Landscape-bionomic zoning of the coastal zone in the north-western part of the Sea of Japan. The map of scale 1:12500000

I. The Sikhote-Alin area, regions: 1.1. South-Primorsky and 1.2. Central-Primorsky; II. Sakhalin Island realm, areas: 2.1. North, 2.2. The Vent Cycle, 2.3. South; III. The Tatar Strait northern realm

Source: Prepared by the authors using the ArcGIS software [12].

Участки поднятия земной коры (а — интенсивного, б — замедленного)	Участки опускания земной коры (а — аккумулятивные берега с широким песчаным пляжем, б — подводно-береговой склон аккумулятивного типа)	Абразионные участки (а — с активным клифом (черный цвет), б — с мертвым клифом (белый цвет))
Allotments of elevating of the earth crust (a — intensive, б — slow)	Allotments of downfolding of earth crust downfold (a — accumulative coasts with wide sand beach, б — undersea coastal slope accumulative type)	Abrasion coasts (a — active cliff, б — death cliff)

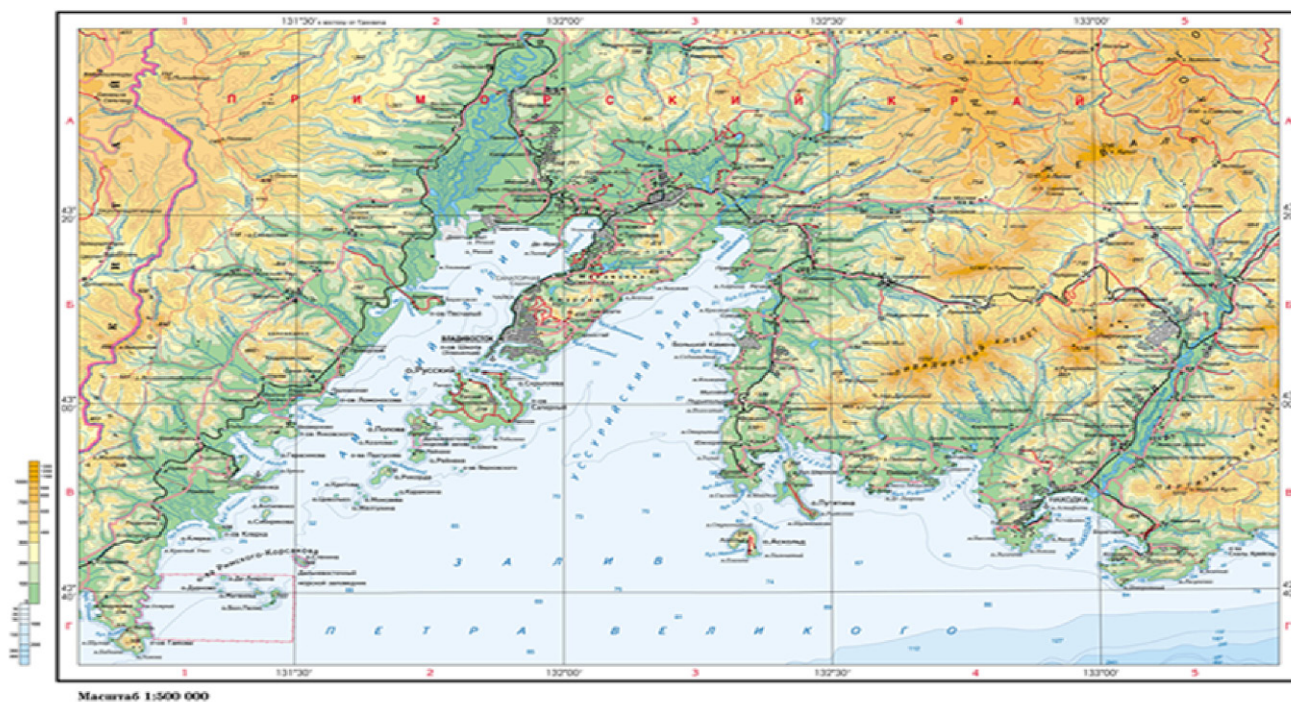


Рис. 5. Карта Южно-Приморского района Сихотэ-Алиньской области

Источник: География. Карта Южного Приморья: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> [13]

Fig. 5. Map of the South-Primorsky region of the Sikhote-Alin area

Source: Geography. Southern Primorye map: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> [13]

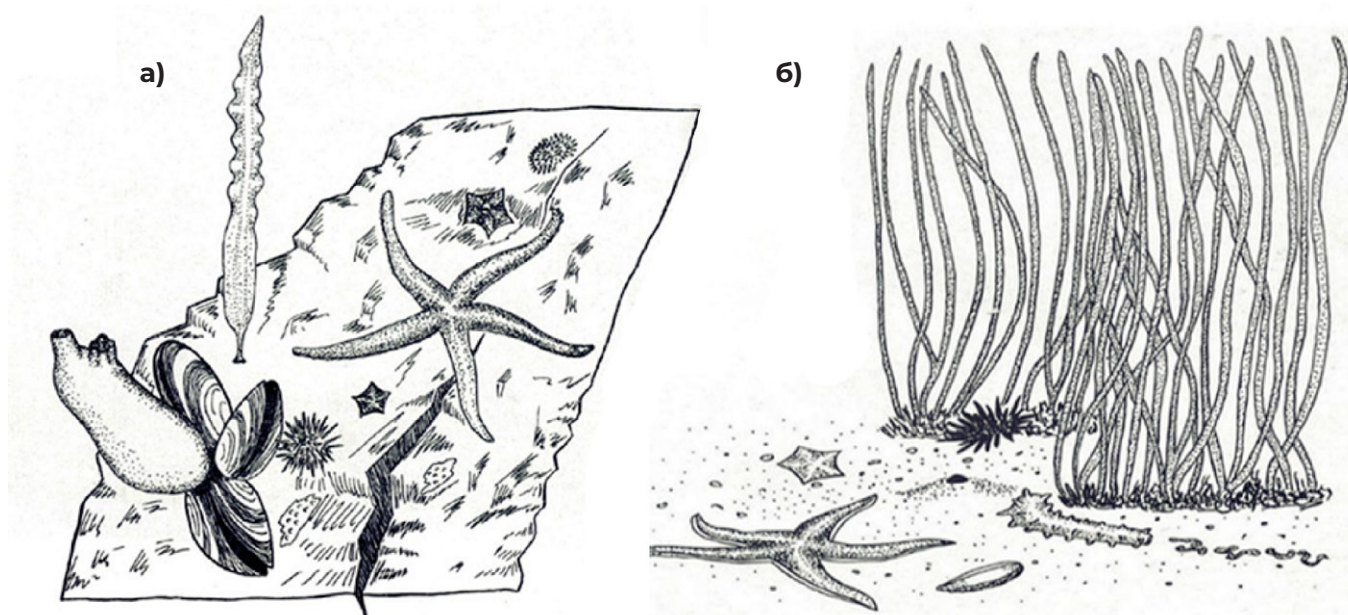


Рис. 6. Подводные угодья залива Петра Великого: а) угодье каменистых грунтов и б) угодье песчаных грунтов

Источник: Арзамасцев И.С., Преображенский Б.В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря [14]

Fig. 6. Undersea lands of the Peter the Great Gulf: а) the land of stone grounds and б) the land of sandy grounds

Source: Arzamastsev I.S., Preobrazhensky B.V. Atlas of Underwater Landscapes of the Sea of Japan [14]



Рис. 7. Высокий берег с активным клифом в Центральном районе Сихотэ-Алинской области. Фотоснимок мыса Четырех скал

Источник: «Strannik», клуб путешественников. Приморский край: <https://clubstrannik.ru/primore/primorye/#day-22> [15]

Fig. 7. High coast with active cliff in the Central-Primorsky region of the Sikhote-Alin area. Photo of Four rocks headland

Source: "Strannik", travelers club. Primorsky Krai: <https://clubstrannik.ru/primore/primorye/#day-22> [15]

Центрально-Приморский район. Здесь берега продольного типа, высокие, денудационно-абразионные, с активным клифом, как видно на рисунке 7, шельф узкий — до 27 км (рис. 8).

На каменистых грунтах развит своеобразный биоценоз обрастателей и подвижных форм (рис. 9).

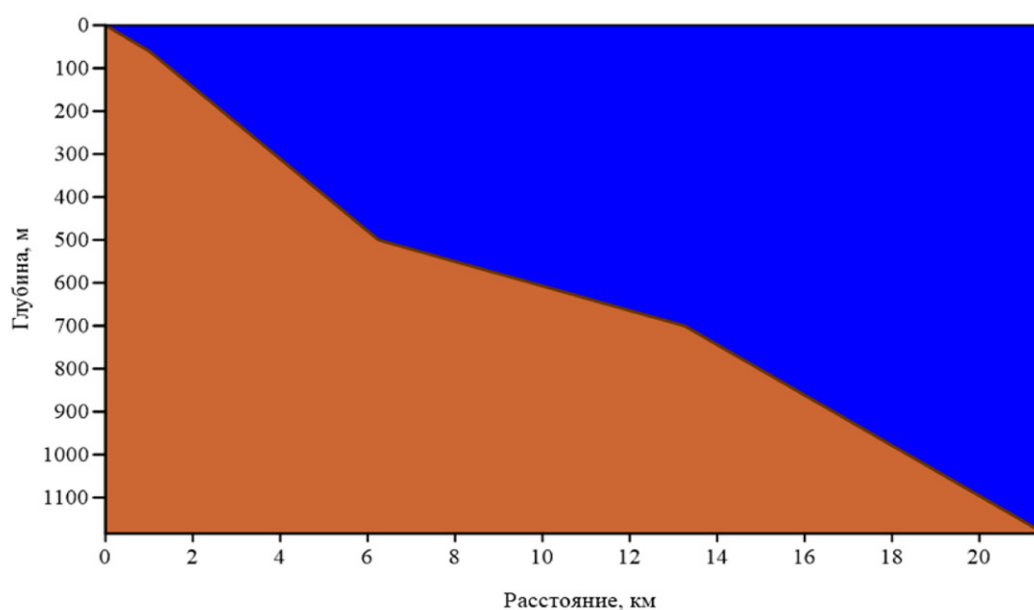


Рис. 8. Батиметрический профиль шельфа в Центральном районе Сихотэ-Алинской области

Источник: составлено автором. По данным морской навигационной карты

Fig. 8. Bathymetric profile of the shelf in the Central region of Sikhote-Alin area

Source: Prepared by the authors based on a marine navigation chart



Рис. 9. Биоценоз каменистых грунтов с обрастателями и бродячими формами

а) 1 — водоросль ундария перистая (*Undaria pinnatifida*), 2 — черный морской еж (*Mesocentrotus nudus*), 3 — гребешковая патирия (*Patiria pectinifera*), 4 — серый морской еж (*Strongylocentrotus intermedius*), 5 — мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*), 6 — губка (*Metridium senile fimbriatum*), 7 — амурская морская звезда (*Asterias amurensis*); б) 1 — рыбы-маслюки, 2 — асцидия бугорчатая (*Halocynthia roretzi*), 3 — асцидия пурпурная (*Halocynthia aurantium*), 4 — тихоокеанская устрица (*Rassostrea gigas*), 5 — песчаный краб-плавунец (*Liocarcinus holsatus*), 6 — морская звезда (*Ligia cinerascens*), 7 — дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*), 8 — панцирный моллюск хитон

Источник: Хлудова О.Ф. За голубым порогом [16]

Fig. 9. Grouping of stone grounds: free-ranging forms and fouling organisms

а) 1 — pinnate undaria algae (*Undaria pinnatifida*), 2 — black marine echinus (*Mesocentrotus nudus*), 3 — crested patiria (*Patiria pectinifera*), 4 — Grey marine echinus (*Strongylocentrotus intermedius*), Grey's mussel (*Crenomytilus grayanus*), 6 — sponge (*Metridium senile fimbriatum*), 7 — amur starfish (*Asterias amurensis*); б) 1 — butterflyfish, 2 — bumpy squirt «marine pineapple» (*Halocynthia roretzi*), 3 — purple squirt (*Halocynthia aurantium*), 4 — pacific oyster (*Rassostrea gigas*), песчаный краб-плавунец (*Liocarcinus holsatus*), 5 — swimming crab (*Liocarcinus holsatus*), 6 — starfish (*Ligia cinerascens*), 7 — far eastern marine cucumber (*Apostichopus japonicus*), 8 — testaceans mollusk (*Mollusca*)

Source: Khludova O.F. Beyond the blue threshold [16]

На севере выделяется область северной части Татарского пролива, в который впадает р. Амур. Пролив представляет собой тектонический прогиб (рис. 10), сложенный из толщи песчано-илистых грунтов, берега низменные аккумулятивные. К песчано-илистым грунтам приурочены заросли морских трав [17].

Заключение

Статья раскрывает новый современный подход к описанию природных условий в береговой зоне моря, основанный на теории ландшафтно-биономического районирования профессора К.М. Петрова. Теоретические принципы базируются на трехсистемных единицах: вертикальной, зональной

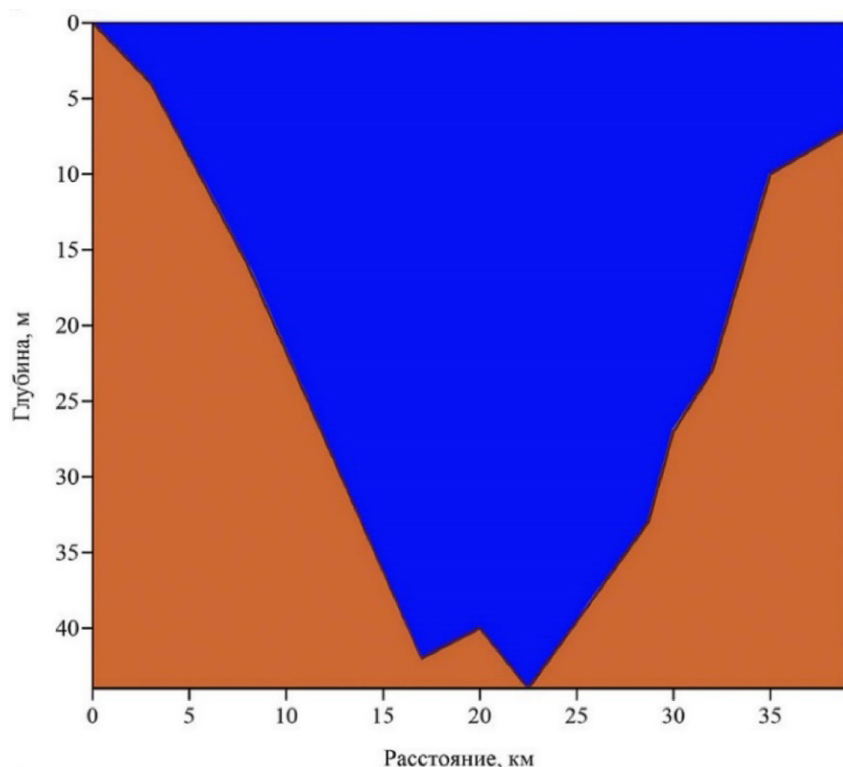


Рис. 10. Батиметрический профиль дна Северной части Татарского пролива

Источник: Составлено автором по данным морской навигационной карты

Fig. 10. Bathymetric profile of the bottom of the Northern part of the Strait of Tartary

Source: Prepared by the authors based on a marine navigation chart

новейшими современными геотектоническими движениями. Ландшафт подразделяется на 2 типа: продольный и поперечный. Материковая Сихотэ-Алиньская горная цепь образует два образа морских берегов: в Южно-Приморском районе берег поперечного типа интенсивно опускается, шельф широкий, а в Центрально-Приморском медленно поднимается, берега продольные, шельф узкий. На о. Сахалин тянутся хребты Западно-Сахалинских гор, и на основе их выделены 3 ландшафтно-биоморфических района: в Северном и Южном продольные берега медленно поднимаются и шельф узкий, в то время как район Перешейка Пояска обладает поперечным типом берега с широким шельфом. Область северной части Татарского пролива представляет аккумулятивную равнину на месте

новейшего прогиба с обширным лиманом на мелководьях р. Амур.

и аazonальной. В качестве примера была районирована северо-западная часть Японского моря, разделенная на 3 области (района): 1.1. Южно-Приморский и 1.2. Центрально-Приморский районы Сихотэ-Алиньской области; 2.1. Северный, 2.2. Перешеек Пояска и 2.3. Южный районы Сахалинской области и область северной части Татарского пролива.

Каждый район отличается комплексом экологических условий, где фундаментальной единицей подводного рельефа являются морфоструктуры, которые контролируются

Представленный перспективный метод позволяет учитывать и оценивать региональные природные особенности береговой зоны моря, данные для которого отбираются с тематических карт и космических снимков. Современный инновационный способ обеспечивается программными обеспечениями SeaDAS, Surfer и ArcGIS, переводящими исходные форматы изображений в другие и строящими цифровые считываемые карты для визуального и статистического анализа.

Литература

1. Spalding M.D., Allen G., Fox H., Davidson N.C. Marine ecoregions of the World: a bioregionalization of coast and shelf areas. *BioSci.* 2007;57(2):573–583. <https://doi.org/10.1641/b570707>
2. Петров К.М. Морская экология: экосистемы и подводные ландшафты. Москва: Ай Пи Ар Медиа; 2023.
3. Петров К.М. Биogeография океана: теория и практика региональных исследований. Москва: Ай Пи Ар Медиа; 2024.
4. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. Москва: АН СССР; 1962.
5. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. Москва: Наука; 1960.

6. Шульц С.С. Тектоника земной коры: на основе анализа новейших движений. Ленинград: Недра, Ленингр. отд-ние; 1979.
7. Николаев Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. Москва: Гостеолтехиздат; 1962.
8. Xu Z.H. A present-day tectonic stress map for Eastern Asia region. *Acta Seismologica Sinica*. 2001;(14):524–533. <https://doi.org/10.1007/BF02718059>
9. Li S., Ding W., Guo X., Liu L. Pacific-Asian Tectonics: Preface. *Earth-Science Reviews*. 2022;226:103946. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.103946>
10. Петров К.М., Поздеев В.Б. Подводные ландшафты и фитобентос у берегов Южного Сахалина. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та; 1992.
11. NASA. OceanColorWEB Data [internet]. Available at: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/> (accessed 16 February 2024).
12. ArcGISPro. Режим доступа: <https://www.esri-cis.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
13. Карта Южного Приморья. География. [интернет]. Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> (дата обращения: 22.11.2023).
14. Приморская кругосветка. Strannik клуб путешественников [интернет]. Режим доступа: <https://clubstrannik.ru/primore/primorye/#day-22> (дата обращения: 13.01.2024).
15. Арзамасцев И.С., Преображенский Б.В. Атлас подводных ландшафтов Японского моря. Москва: Наука; 1990.
16. Хлудова О.Ф. За голубым порогом. Москва: Географгиз; 1963.
17. Дуленин А.А. Оптимальные условия выделения доминантов подводной растительности на примере северо-западной части Татарского пролива. *Известия ТИНРО*. 2020;200(3):767–788. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-767-788>

References

1. Spalding M.D., Allen G., Fox H., Davidson N.C. Marine ecoregions of the World: a bioregionalization of coast and shelf areas. *BioSci*. 2007;57(2):573–583. <https://doi.org/10.1641/b570707>
2. Petrov K.M. Marine ecology: Ecosystems and underwater landscapes. Moscow: IP Art Media Publ.; 2023. (In Russ.).
3. Petrov K.M. Ocean biogeography: theory and practice of regional research. Moscow: IP Art Media; 2024. (In Russ.).
4. Zenkevich L.A. Biology of the seas of the USSR. Moscow: USSR Academy of Sciences; 1962. (In Russ.).
5. Zenkovich V.P. Fundamentals of the doctrine of the development of seashores. Moscow: Nauka Publ.; 1960. (In Russ.).
6. Schultz S.S. Tectonics of the Earth's crust: based on the analysis of recent movements. Leningrad: Nedra Publ., Leningr. edition; 1979. (In Russ.).
7. Nikolaev N.I. Neotectonics and its expression in the structure and relief of the USSR territory. Moscow: Gosgeoltekhizdat; 1962. (In Russ.).
8. Xu Z.H. A present-day tectonic stress map for eastern Asia region. *Acta Seismologica Sinica*. 2001;(14):524–533. <https://doi.org/10.1007/BF02718059>
9. Li S., Ding W., Guo X., Liu L. Pacific-Asian Tectonics: Preface. *Earth-Science Reviews*. 2022;226:103946. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.103946>
10. Petrov K.M., Pozdееv V.B. Underwater landscapes and phytobenthos off the coast of Southern Sakhalin. Vladivostok: Publishing house of the Far Eastern University. (In Russ.).
11. NASA. OceanColorWEB Data [internet]. Available at: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/data/aqua/> (accessed 16 February 2024). (In Russ.).
12. ArcGISPro. Available at: <https://www.esri-cis.com/ru-ru/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
13. Map of Southern Primorye. Geography [internet]. Available at: <https://geographyofrussia.com/karta-yuzhnoe-primore/> (accessed 22 November 2023). (In Russ.).
14. Seaside circumnavigation. Strannik travelers Club [internet]. Available at: <https://clubstrannik.ru/primore/primorye/#day-22> (accessed 13 January 2024). (In Russ.).
15. Arzamastsev I.S., Preobrazhensky B.V. Atlas of underwater landscapes of the Sea of Japan. Moscow: Nauka; 1990. (In Russ.).
16. Khludova O.F. Beyond the blue threshold. Moscow: Geografiz; 1963. (In Russ.).

17. Dolinin A.A. Optimal conditions for the selection of dominant underwater vegetation on the example of the northwestern part of the Tatar Strait. *Izvestiya TINRO*; 2020;200(3):767–788. (In Russ.). <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2020-200-767-788>

Сведения об авторах

Ракитин Тихон Дмитриевич — аспирант 3-го курса кафедры прикладной экологии, биологический факультет, Институт наук о Земле, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8456-0405>
AuthorID: 1244900
SPIN-код: 3084-7418
Web of Science ResearcherID: GZN-0995-2022
тел.: +7 (921) 171-61-13
E-mail: tikhrakitin13@gmail.com

Петров Кирилл Михайлович — доктор географических наук, профессор кафедры биогеографии и охраны природы, Институт наук о Земле, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9.
AuthorID: 59481
SPIN-код: 3215-0478
тел.: +7 (931) 306-15-27
E-mail: k.petrov@spbu.ru

Information about the authors

Tikhon D. Rakitin — post-graduate researcher, Department of Applied Ecology, Biology Faculty, Earth of Sciences Institute, Saint-Petersburg State University. Russia, 199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8456-0405>
AuthorID: 1244900
SPIN-code: 3084-7418
Web of Science ResearcherID: GZN-0995-2022
tel.: +7 (921) 171-61-13
E-mail: tikhrakitin13@gmail.com

Kirill M. Petrov — Dr. Sci. (Geography), Prof., Biogeography and Nature Safety Department, Earth of Sciences Institute, Saint-Petersburg State University. Russia, 199034, Saint-Petersburg, Universitetskaya Embankment, 7–9
AuthorID: 59481
SPIN-code: 3215-0478
tel.: +7 (931) 306-15-27
E-mail: k.petrov@spbu.ru

Вклад авторов

Ракитин Тихон Дмитриевич — существенный вклад в написание и дизайн статьи, а также продвижение и разработка новой концепции.

Петров Кирилл Михайлович — доработка и редактирование статьи с целью повышения её научной значимости.

Author contribution statement

Tikhon D. Rakitin — significant contribution to the research concept and design, development of a new research concept

Kirill M. Petrov — revision of the manuscript with introduction of valuable scientific content.

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 658.7

ББК 65.305.14

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-90-101>

Аддитивные технологии как инструмент устойчивого материально-технического обеспечения арктических нефтегазовых промыслов

Самойленко А.В.¹, Фадеев А.М.²¹ Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия² Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ
«Кольский научный центр» Российской академии наук, Апатиты,
Россия samoilenko.artem2001@mail.ru

Аннотация. Цель исследования — определить управленческие решения, необходимые для превращения аддитивного производства в устойчивый механизм материально-технического обеспечения арктических нефтегазовых промыслов и сформировать комплекс мероприятий, обеспечивающих его промышленное масштабирование до 2030 года. Исследование сосредоточено на месторождениях Ямала, Гыдана и шельфа Карского моря, где транспортные окна короткие, а затраты на поставки максимальны. Методологическая основа включает диагностическую карту рисков цепочки поставок; системно-динамическую имитационную модель, оценивающую влияние аддитивного производства на простои оборудования; смешанную целочисленную оптимизацию, позволяющую рассчитывать рациональное размещение печатных мощностей и объемы страховых запасов. Для управленческой верификации использованы матрица заинтересованных сторон, метод экспертных оценок и поэтапно-фазовый контроль, обеспечивающий мониторинг зрелости проектов и своевременную корректировку инвестиционного портфеля. Моделирование восьми реально функционирующих промыслов показало, что переход к распределенной сети печати по требованию, дополненной электронным реестром цифровых моделей деталей и ситуационным мониторингом, сокращает среднюю длительность простоев оборудования на 36 %, совокупные логистические затраты — на 18 % и объем выбросов диоксида углерода — на 15 %. Индекс логистического риска снижается с 0,42 до 0,27, а коэффициент технической готовности возрастает до 0,96. Экономия оборотного капитала достигает 24 %, прогнозная аналитика уменьшает непредвиденные закупки на 13 %, а чистая приведенная стоимость остается положительной при росте цен на металлические порошки до плюс 30 %. Практическая значимость выражается в комплексной программе действий: создании межкорпоративного консорциума для обмена цифровыми спецификациями, утверждении стандарта «готовность к печати», аккредитации поставщиков порошков, двухуровневой системе подготовки кадров и льготном финансировании региональных печатных центров. Предложенный комплекс мероприятий согласует технические, экономические и экологические задачи, укрепляет устойчивость северной инфраструктуры и стимулирует формирование новых производственных кластеров в Арктике. Выводы подтверждены чувствительным анализом модели.

Ключевые слова: аддитивное производство, арктические нефтегазовые промыслы, устойчивое материально-техническое обеспечение, логистические риски, системно-динамическое моделирование, оптимизация размещения мощностей, управленческие инновации, сокращение углеродного следа

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Самойленко А.В., Фадеев А.М. Аддитивные технологии как инструмент устойчивого материально-технического обеспечения арктических нефтегазовых промыслов. *Арктика и инновации*. 2025;3(3):90–101. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-90-101>

Additive technologies as a tool for sustainable material and technical support of Arctic oil and gas fields

Artem V. Samoilenko¹✉, Alexey M. Fadeev²

¹Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

²Luzin Institute for Economic Studies, Cola Science Centre, Apatity, Russia

✉ samoilenko.artem2001@mail.ru

Abstract. In this study, we aim to establish the managerial decisions needed to make additive manufacturing a sustainable mechanism for the material and technical support of Arctic oil and gas fields and to develop a set of measures ensuring its industrial scale-up by 2030. The research focuses on the Yamal and Gydan peninsulas and the Kara Sea shelf, where the transportation period is short and supply costs are at their highest. The research methodology comprises a diagnostic map of supply-chain risks; a system-dynamics simulation model to assess the impact of additive manufacturing on equipment downtime; and a mixed-integer optimization procedure to determine the optimal placement of printing capacity and the size of safety stocks. Managerial validation employs a stakeholder matrix, the expert-assessment method, and a stage-gate control process, ensuring continuous monitoring of project maturity and timely adjustment of the investment portfolio. The conducted simulation of eight operating fields showed that shifting to a distributed print-on-demand network in combination with an electronic register of digital part models and situational monitoring reduces the average equipment downtime by 36%, the total logistics costs by 18%, and carbon-dioxide emissions by 15%. The logistics-risk index decreases from 0.42 to 0.27, while the technical readiness factor increases to 0.96. Working-capital savings reach 24%; predictive analytics reduces unplanned purchases by 13%; and the net present value remains positive even if metal-powder prices increase by up to 30%.

The practical significance of the study is reflected in a comprehensive action program that includes the creation of an inter-corporate consortium for sharing digital specifications, adoption of a “print-ready” standard, accreditation of powder suppliers, a two-level personnel-training system, and preferential financing for regional printing centers. The proposed measures align technological, economic, and environmental objectives, reinforce the resilience of northern infrastructure, and foster the emergence of new manufacturing clusters in the Arctic. The conclusions are supported by sensitivity analysis.

Keywords: additive manufacturing, Arctic oil and gas fields, sustainable material and technical support, logistics risks, system-dynamics modelling, capacity-allocation optimization, managerial innovation; carbon-footprint reduction

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

For citation: Samoilenko A.V., Fadeev A.M. Additive technologies as a tool for sustainable material and technical support of Arctic oil and gas fields. *Arctic and Innovations*. 2025;3(3):90–101. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-3-90-101>

Введение

Освоение арктического шельфа занимает одно из ключевых мест в долгосрочных стратегиях топливно-энергетического комплекса России, поскольку именно здесь сосредоточены до четверти потенциальных неразведанных запасов нефти и природного газа страны. Однако эксплуатация месторождений, расположенных к северу от полярного круга, сопряжена со сложнейшими логистическими вызовами: чрезвычайно короткими навигационными окнами, высокой вероятностью метеозадержек, значительной удаленностью от промышленных баз и полным отсутствием наземной инфраструктуры на большей части маршрутов доставки. В этих условиях традиционная система материально-технического обеспечения, основанная на централизованных складских узлах, не только ведет к неэффективному росту оборотного капитала, но и усиливает экологическую нагрузку, поскольку вынуждает задействовать дорогостоящие аварийные авиарейсы для срочной доставки запасных частей.

Переход мировой энергетики к углеродно-нейтральным траекториям усиливает требования к экологической ответственности любой промышленной деятельности, особенно в уязвимых экосистемах Севера. Концепция устойчивого материально-технического обеспечения, подразумевающая баланс экономических, социальных и экологических эффектов, требует переосмысления логистических цепочек с точки зрения минимизации выбросов парниковых газов и повышения надежности поставок. В этот контекст органично вписывается аддитивное производство — технология послойного создания деталей по цифровым моделям, способная радикально сократить потребность в транспортировке, уменьшить объемы складских запасов и обеспечить выпуск высокоточных комплектующих непосредственно в точке потребления.

Несмотря на бурное развитие аддитивных технологий в авиационно-космическом и медицинском секторах, их потенциал для арктических нефтегазовых промыслов

остается исследованным фрагментарно. Существующие публикации преимущественно концентрируются на материаловедческих аспектах или технико-экономических расчетах отдельных кейсов, оставляя без внимания системные управленческие вопросы: модели распределения печатных мощностей, механизмы коллективного доступа к цифровым библиотекам чертежей, стандартизацию квалификационных процедур и инструменты «зеленого» финансирования. Между тем именно комплекс управленческих решений определяет возможность масштабного внедрения аддитивного производства в логистику Крайнего Севера, где стоимость ошибки многократно возрастает.

Настоящая статья восполняет указанный пробел, предлагая целостную управленческую концепцию интеграции аддитивных технологий в систему материально-технического обеспечения арктических промыслов. Цель работы — сформулировать и оценить эффективность комплекса мероприятий, обеспечивающих переход от экспериментальных печатных участков к распределенной сети изготовления деталей по требованию в горизонте до 2030 года. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- 1) сформировать диагностическую карту логистических рисков, критичных для северных месторождений, и выявить позиции номенклатуры с наибольшим потенциалом перехода на аддитивное производство;
- 2) разработать системно-динамическую модель, описывающую влияние локальной 3D-печати на показатели готовности оборудования, затраты поставок и углеродный след;
- 3) сконструировать оптимизационный инструмент для обоснования размещения печатных мощностей и уровней резервного хранения в условиях многокритериальности;
- 4) предложить управленческую программу, включающую механизмы кооперации

компаний, стандартизации, кадрового обеспечения и финансовой поддержки печатных центров;

5) провести чувствительный анализ устойчивости полученных эффектов к ценовым колебаниям и изменению внешних условий.

Научная новизна работы заключается в комплексном соединении методов системно-динамического моделирования, смешанной целочисленной оптимизации и инструментов стратегического менеджмента для оценки управленческого потенциала аддитивного производства в контексте устойчивого материально-технического развития Арктики. Практическая значимость выражается в проектной дорожной карте, ориентированной на промышленное масштабирование технологии, снижении логистических рисков и декарбонизации цепочек поставок в регионе, где традиционные методы перестают отвечать требованиям эффективности и экологической безопасности.

Статья структурирована следующим образом. В первом разделе рассматриваются теоретические предпосылки устойчивого материально-технического обеспечения и аддитивного производства для арктических условий. Второй раздел содержит анализ логистических рисков и описание методики исследования. В третьем разделе представлены результаты моделирования и оптимизационного расчета. Четвертый раздел посвящен разработке и обсуждению комплексной программы управленческих мероприятий. Заключение формулирует ключевые выводы и направления дальнейших исследований.

Обзор литературы

Арктическая зона выступает одним из ключевых источников экспортной выручки и инвестиционной активности в энергетическом секторе России. Экстремальные природно-климатические условия, значительные расстояния, короткие навигационные окна и высокая стоимость последнего плеча доставки формируют особую институциональную среду для материально-технического обеспечения. В этих условиях экономический результат определяется не столько минимизацией закупочной цены, сколько поддержанием требуемой готовности технологического оборудования и предсказуемости поставок при приемлемом уровне

риска. Управленческая парадигма смещается от приоритета узкой эффективности к балансу устойчивости, гибкости, оперативности и экологической ответственности, что требует переоценки роли запасов, контрактной архитектуры и технологий формирования ценности на поздних стадиях цепи поставок [1; 2, с. 42–56; 3, с. 62–66; 5, с. 5–12]. В стратегических документах государства эти акценты закреплены как долгосрочный приоритет развития, включая роль Северного морского пути и опорных логистических узлов в обеспечении предсказуемости поставок [1; 4, с. 128–133].

Современные исследования демонстрируют, что сокращение неопределенности сроков и повышение надежности доставки в условиях Севера достигаются за счет сочетания территориальной диверсификации узлов снабжения, переноса поздних операций ближе к месту потребления и углубленной цифровизации управленческих контуров. Региональные хабы и предразмещение ресурсов уменьшают вариативность сроков, но требуют развитых процедур контроля качества на местах и наращивания компетенций. Перенос точки окончательной конфигурации изделия к потребителю снижает объем неликвидов и замораживание капитала в запасах; цифровая прослеживаемость данных о парке оборудования, спросе на запасные части и техническом состоянии позволяет согласовывать планы обслуживания и пополнения, выравнивая нагрузку на транспортно-логистическую инфраструктуру [3, с. 61–66; 6, с. 31–35; 4, с. 134–141; 10, с. 29–31]. На этом фоне аддитивное производство рассматривается как управленческий инструмент отложенного изготовления по требованию, который переводит критическую часть операций за границу наибольшей неопределенности и уменьшает зависимость от коротких транспортных окон [7, с. 574–578; 12].

Опыт промышленной эксплуатации подтверждает преимущество локального изготовления для позиций с низкой частотой потребления и высокими потерями от простоя. Речь идет о деталях, снятых с производства, элементах вспомогательной оснастки и компонентах, для которых задержки поставки приводят к непропорционально большим потерям выпуска. Управленческая логика отбора изделий для печати опирается на анализ критичности отказов, сопоста-

вимости материалов и технологий с требованиями эксплуатации, а также на оценку совокупной стоимости владения. Снижение разброса фактического срока поставки при переходе к локальному изготовлению ведет к уменьшению страховых запасов при сохранении целевого уровня обслуживания; решение между печатью и традиционной закупкой целесообразно принимать на основе расширенного расчета, учитывающего потери от простоя, стоимость капитала, вероятность сбоев в транспортной сети и издержки квалификации процессов [7, с. 576–580; 11, с. 180–186; 12].

Для включения аддитивного производства в обычные контуры снабжения требуется стандартизированная «сквозная нить» данных и процедур. Гармонизированные национальные стандарты закрепляют понятийный аппарат, требования к критическим применениям для процессов синтеза из металлических порошков на подложке, а также правила представления и обработки технологических данных. Эти документы формируют язык взаимодействия между заказчиком и производителем, обеспечивают прослеживаемость сырья, режимов и партий, а также описывают существенные переменные процесса, подлежащие фиксации в договорной документации. Для арктических проектов наличие такой рамки снижает транзакционные издержки согласования и создает возможность включать локальную печать в стандартные процедуры закупки и приемки [8; 9; 7, с. 576–578].

Организационная архитектура может опираться на региональный центр печати вблизи портов и баз снабжения с эффектом масштаба и концентрацией компетенций контроля качества, на гибридную схему с распределением задач между центром и площадкой добычи, а также на полевое изготовление ограниченного круга изделий и восстановительных наплавов силами мобильных бригад. Выбор конфигурации зависит от сезонности транспортной доступности, профиля отказов оборудования и допустимого уровня рисков приемки; институциональная среда задается стратегией развития арктической инфраструктуры и рамочными экологическими и социальными стандартами крупных проектов [6, с. 31–35; 4, с. 138–142; 10, с. 29–32]. Технологическая цепочка должна быть интегрирована с системами управления производственными

активами, заявочной дисциплиной материально-технического обеспечения и цифровым складом моделей, чтобы обеспечить единые правила учета, приемки и эксплуатации [4; 7, с. 578–580].

Экономическая целесообразность определяется расчетом полной стоимости владения, включающим капитальные вложения в оборудование и инфраструктуру, текущие расходы на материалы и энергию, подготовку персонала и контроль качества, а также сопоставимую выгоду от высвобождения оборотного капитала из запасов, сокращения транспортных операций и уменьшения простоев. Уровень сервиса описывается достижением целевых показателей готовности при минимально необходимом страховом запасе, что требует количественной оценки стоимости сокращения времени поставки и стоимости управленческой гибкости. Экологическая составляющая оценивается методами анализа жизненного цикла с учетом замещенных перевозок и энергетического профиля площадки печати; сопоставление выбросов на деталь и выбросов, связанных с часом простоя, позволяет согласовать технологические и экологические критерии. Риск-профиль проекта анализируется через вероятностные модели нарушений логистики и отказов оборудования, а также через сценарии, учитывающие ледовую обстановку и ограниченность навигационных периодов [11, с. 182–186; 3, с. 63–67; 7, с. 578–580].

Сохраняется потребность в корпоративной конкретизации процедур квалификации критически важных деталей для условий низких температур и удаленных площадок, опирающейся на национальные стандарты и отраслевые регламенты; при отсутствии таких процедур локальная печать будет применяться ограниченно — преимущественно для вспомогательных изделий и ремонтных операций [8, 9]. Требуется проработки институциональная интеграция цифрового «склада моделей» с системами подготовки производства и управления активами, включая версионирование и разграничение доступа, поскольку это влияет на скорость согласований и юридическую определенность ответственности за отказ [7, с. 576–579]. В логистическом измерении сезонная доступность и метеозависимость маршрутов требуют увязки планов печати и запасов с оценками рисков транспортной инфраструктуры

и режимами функционирования Северного морского пути [1; 6, с. 33–36; 4, с. 140–142].

Арктический контекст усиливает значение надежности и скорости восстановления работоспособности оборудования как детерминантов экономического результата. Аддитивное производство выступает не самостоятельной целью, а управленческим инструментом, уменьшающим неопределенность сроков, снижающим зависимость от дефицитных логистических окон и высвобождающим капитал из избыточных запасов при сопоставимой технологической надежности. При условии формализации стандартов закупки, прослеживаемости данных и договорных уровней обслуживания, а также при интеграции с планированием обслуживания и управления запасами по критичности данная технология повышает устойчивость арктических промыслов и укрепляет вклад Арктики в экономику страны за счет предсказуемой добычи, снижения совокупных затрат снабжения и смягчения экологических эффектов дальних перевозок [1; 2; 4, с. 128–133; 7, с. 578–580].

Результаты исследования

Эмпирической основой анализа послужили восемь реально функционирующих промыслов Ямала и Гыдана, а также объекты на шельфе Карского моря, различающиеся по уровню транспортной доступности, конфигурации фондов оборудования и профилю отказов. Модельный контур объединяет системно-динамическое описание производственно-логистической системы с имитацией событийного характера отказов и восстановлений, что позволяет согласованно оценивать влияние изменения сроков поставки и локального изготовления на готовность технологических ниток, загрузку транспортной инфраструктуры и профиль запасов. В качестве базового сценария принята традиционная схема снабжения через центры консолидации на материке с сезонным завозом и аварийными авиарейсами в период ледового простоя. Альтернативный сценарий предполагает переход к распределенной сети печати по требованию, включающей региональные центры на опорных базах, мобильные комплекты для восстановительных операций и интегрированный электронный реестр цифровых моделей, связанный с системами управле-

ния активами и складом-каталогом номенклатуры [1; 4, с. 134–141; 7, с. 576–580].

Калибровка системно-динамической модели выполнена по статистике фактических задержек в навигационные и межнавигационные периоды, данным о частоте отказов критического оборудования добычи и подготовки, а также по нормативам длительности технологических операций, отраженным в корпоративных регламентах. Блок печати учитывает технологические ограничения для синтеза из металлических порошков на подложке при критических применениях, включая требования к подготовке сырья, прослеживаемости партий и протоколированию режимов, зафиксированные в ГОСТ Р 59930-2021/ISO/ASTM 52904:2019, а также стандартизированные правила представления и обработки технологических данных по ГОСТ Р ISO/ASTM 52950-2022 [11, 12]. Для валидации управленческих допущений применены матрица заинтересованных сторон, экспертные интервью с руководителями логистических блоков и сервисных подразделений, а также поэтапно-фазовый контроль зрелости решений, позволивший корректировать входные параметры по мере уточнения профиля рисков [4, с. 138–142; 9, с. 181–186].

Сопоставление сценариев демонстрирует устойчивое снижение средней длительности незапланированных простоев оборудования в результате локального изготовления наиболее дефицитных и критичных изделий. Сокращение достигается за счет исключения наиболее вариативного плеча снабжения, приходящегося на межнавигационные месяцы, и за счет устранения очередности приоритетных заявок на аварийные рейсы. В агрегированном выражении среднее время восстановления сокращается на треть относительно базового уровня, а коэффициент технической готовности возрастает до устойчивых значений порядка 0,96, что подтверждает гипотезу о доминировании факторов времени поставки и предсказуемости логистики над эффектами простоя наращивания складских остатков в условиях крайней удаленности [3, с. 63–67; 6, с. 31–35].

Экономический результат проявляется через снижение совокупных логистических расходов и высвобождение оборотного капитала из медленно оборачиваемых запасов.

Системная оценка полной стоимости владения, включающая транспортные издержки, страховые запасы, расходы на авиадоставку, энергопотребление печати, контроль качества и обучение персонала, показывает уменьшение затрат на материально-техническое обеспечение на величину, сопоставимую с почти одной пятой базового уровня, при параллельном снижении потребности в поддержании высоких страховых запасов обеих номенклатурных групп — высокозатратных комплектующих низкой частоты потребления и деталей с критической стоимостью часа простоя. Экономия оборотного капитала достигает значимых значений за счет перевода части ассортимента в режим «печать по требованию», что согласуется с управленческой логикой переноса точки окончательной конфигурации к месту потребления и поддерживается выводами, представленными в работах по транспортно-логистическим факторам и цифровой инфраструктуре Арктики [4, с. 128–133; 8, с. 29–32].

Оптимизационный блок с ограничениями по мощностям, доступности квалифицированного персонала, энергетическим лимитам и нормативам приемки обеспечивает рациональное размещение печатных модулей и задание объемов резервного хранения с учетом сезонности и вероятностного характера нарушений логистики. Решение, устойчивое в широком диапазоне параметров, предполагает концентрацию высокоточных процессов синтеза в региональном центре с развитой функцией контроля качества и распределение восстановительных работ, включая наплавку и ремонт оснастки, вблизи площадок добычи. Такая конфигурация минимизирует приведенные затраты с учетом штрафов за простой и внешних эффектов выбросов при дальних перевозках, а также повышает гибкость реакции на всплески аварийного спроса. Дополнительная интеграция с аналитическим модулем прогнозирования потребности уменьшает долю непредвиденных закупок, что выражается в сокращении амплитуды колебаний загрузки логистической инфраструктуры и более ровном профиле потребления материалов печати [7, с. 576–580; 10].

Экологический эффект фиксируется в методике анализа жизненного цикла с учетом замещения транспортных операций и энергетического профиля печатных пло-

щадок. Снижение выбросов парниковых газов достигается прежде всего за счет сокращения межрегиональных перевозок и отказа от части аварийных авиарейсов, а также вследствие увеличения доли восстановительных операций, продлевающих срок службы узлов. При привязке к эквиваленту диоксида углерода и нормировании на единицу изготовленной детали интегральный показатель снижает базовое значение на величину, близкую к одной седьмой, что находится в русле государственных приоритетов экологической ответственности промышленной деятельности на Севере [1; 5, с. 5–12].

Агрегированный индекс логистического риска, рассчитанный по вероятностям сбоев на ключевых плечах и по величинам ущерба в виде недополученной добычи и дополнительных издержек, демонстрирует переход к более устойчивому состоянию. Значение индекса опускается от уровня, характерного для избыточной зависимости от коротких транспортных окон, к диапазону, соответствующему диверсификации маршрутов и источников обеспечения, что коррелирует с выводами исследований по системному развитию транспортной инфраструктуры и стратегическому управлению рисками в Арктике [3, с. 61–68; 6, с. 33–36].

Чувствительный анализ, выполненный по ключевым параметрам стоимости порошков, энергетических тарифов, продолжительности навигационных периодов и вероятности метеозадержек, подтверждает устойчивость экономического результата. Даже при росте цен на металлические порошки, приближающемся к верхней границе ожидаемых колебаний, чистая приведенная стоимость проекта сохраняет положительное значение за счет эффекта от снижения простоев и логистических издержек. Ужесточение климатических ограничений и сокращение навигационного окна усиливают относительное преимущество локального изготовления, поскольку выигрыш во времени поставки становится еще более значимым фактором в целевой функции управления готовностью и затратами [2, с. 42–56; 4, с. 140–142].

С управленческой точки зрения подтверждается гипотеза о том, что совмещение технологических и институциональных

инноваций — стандартизации «готовности к печати», аккредитации поставщиков сырья и внедрения единого цифрового реестра моделей — создает синергетический эффект, выходящий за рамки суммарного влияния отдельных мер. Верификация результатов по этапам, включающая контрольные точки для оценки зрелости процессов синтеза, инспекцию процедур прослеживаемости и сопоставление фактических показателей готовности с контрактными требованиями, обеспечивает своевременную корректировку инвестиционного портфеля и закрепление достигнутых эффектов в регламентной базе [11; 12; 9, с. 177–188].

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с логикой управленческого перехода от исключительно ценовой оптимизации к балансировке устойчивости, гибкости и экологической ответственности в цепях поставок Крайнего Севера. Аддитивное производство в этой парадигме выступает не как самоцель, а как инструмент изменения топологии материальных и информационных потоков, позволяющий перенести критические операции за границу наибольшей неопределенности и разорвать связку между короткими сезонными окнами и способностью поддерживать требуемый уровень сервиса. В отличие от централизованной модели, где вариативность сроков транслируется по всей цепочке и требует наращивания запасов, распределенная печать по требованию обеспечивает локальную буферизацию времени и объема, что уменьшает колебания в работе добычных ниток и снижает необходимость в дорогих страховых мерах. Этот эффект особенно заметен для номенклатуры с низкой частотой потребления и высокой стоимостью часа простоя, где даже незначительное ускорение поставки эквивалентно существенному снижению недополученного выпуска [3, с. 61–66; 7, с. 576–580].

Ключевым методологическим вопросом является интеграция печатных процессов в существующие контуры управления активами и снабжением. Без стандартизированной «сквозной нити» данных и унифицированных требований к критическим приложениям риски транзакционных издержек и регуляторной неопределенности сохраняются, что снижает готовность компаний переносить ответственность

за качество на локальные площадки. Наличие гармонизированных требований к процессу синтеза, прослеживаемости сырья и протоколу представления данных формирует общий язык между заказчиком, производителем и контролирующими органами и делает возможной контрактную фиксацию уровней обслуживания для локальной печати наравне с традиционными поставками [11, 12]. Таким образом, институциональная рамка становится не менее важным фактором успеха, чем техническая зрелость оборудования и доступность квалифицированного персонала.

Результаты оптимизационных расчетов указывают на рациональность гибридной конфигурации, в которой региональный центр выступает узлом концентрации компетенций контроля качества и серийного изготовления, а ближние к промыслам мощности берут на себя восстановительные и уникальные работы. Такая архитектура требует развитых процедур разделения ответственности и прозрачного разграничения доступа к цифровому складу моделей, включая версионирование, контроль изменений и юридически корректную фиксацию статуса «готовности к печати». Управленческие механизмы, подобные межкорпоративному консорциуму для обмена спецификациями и процедур «белых списков» поставщиков порошков, снижают барьеры входа и ускоряют диффузию лучших практик, что подтверждается динамикой зрелости проектов при реализации поэтапно-фазового контроля [4, с. 138–142; 9, с. 177–188].

С позиции устойчивого развития экологический компонент приобретает самостоятельное значение. Снижение объема дальних перевозок и рост доли восстановительных операций не только уменьшают прямые выбросы, но и ограничивают вероятность аварийных ситуаций, связанных с метеозадержками и сложной логистикой, что соответствует приоритетам государственной стратегии развития Арктической зоны и обеспечению предсказуемости поставок по опорным маршрутам [1; 4, с. 128–133]. В то же время энергетический профиль печатных площадок и утилизация порошков требуют ясных регламентов и бенчмаркинга, чтобы экологическая выгода была подтверждена методами анализа жизненного цикла в разных режимах загрузки мощностей.

Влияние структуры энергобаланса региональных центров на интегральный углеродный след подтверждает необходимость координации с программами декарбонизации и цифровой модернизации инфраструктуры [4, с. 134–141; 5, с. 5–12].

Наконец, выявляется важность кадрового измерения. Управление эксплуатационными рисками при локальном изготовлении критических элементов требует не только подготовки операторов и инженеров контроля качества, но и формирования у управленческих команд компетенций в области оценки полной стоимости владения, сценарного анализа и контрактного закрепления уровней сервиса. Там, где такие компетенции подкреплены стандартами и цифровой прослеживаемостью, локальная печать включается в «обычные» процедуры снабжения; там, где институциональная интеграция не завершена, применение ограничивается вспомогательными изделиями и ремонтными наплавками, что сдерживает масштаб эффекта для готовности и затрат [10; 7, с. 578–580].

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что аддитивные технологии обладают значительным управленческим потенциалом как механизм устойчивого материально-технического обеспечения арктических нефтегазовых промыслов. Комбинация системно-динамического моделирования и оптимизационных процедур, дополненная управленческой верификацией, позволяет количественно подтвердить улучшение показателей готовности, снижение совокупных логистических расходов и уменьшение углеродного следа при переходе к распределенной сети печати по требованию. Эффект обусловлен изменением топологии логистических плеч, сокращением неопределенности сроков и переносом точки окончательной конфигурации к месту потребления, что прямо коррелирует с особенностями институциональной среды Севера и ограничениями коротких транспортных окон [2, с. 42–56; 3, с. 61–68].

Интеграция локального изготовления в стандартные контуры снабжения возможна при наличии согласованной институ-

циональной рамки, включающей единые стандарты «готовности к печати», аккредитацию поставщиков материалов, цифровую прослеживаемость и механизмы межкорпоративного обмена спецификациями. В этих условиях аддитивное производство перестает быть экспериментальной опцией и превращается в устойчивый элемент логистической стратегии, повышающий предсказуемость добычи и конкурентоспособность северных проектов, что соответствует долгосрочным ориентирам государственной политики в Арктике [1; 4, с. 128–145; 11; 12].

Практический вклад работы выражается в формировании управленческой дорожной карты промышленного масштабирования технологии до 2030 года, включающей приоритезацию номенклатуры по критичности и частоте потребления, рациональное распределение печатных мощностей между региональными центрами и площадками добычи, институциональную интеграцию цифрового реестра моделей с системами управления активами и регламентацию процедур приемки. Результаты чувствительного анализа подтверждают устойчивость экономической эффективности к ценовым и климатическим колебаниям, что снижает инвестиционные риски и поддерживает принятие решений в условиях неопределенности, характерной для арктических проектов [4, с. 138–142; 8, с. 29–32].

Дальнейшие исследования целесообразно направить на уточнение юридических аспектов распределенной ответственности за качество при трансграничном обмене цифровыми моделями, на расширение номенклатуры материалов с учетом низкотемпературной эксплуатации, а также на разработку интегрированных методик оценки жизненного цикла, учитывающих региональные особенности энергобаланса и сезонной логистики. Сочетание технологических инноваций с институциональными решениями создает основу для формирования в Арктике производственных кластеров нового типа, где локальная печать становится не только источником оперативности и гибкости, но и фактором экологической и социальной устойчивости северной инфраструктуры [1; 4; 5].

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [интернет]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972>
2. Серова Н.А., Серова В.А. Основные тенденции развития транспортной инфраструктуры российской Арктики. Арктика и Север. 2019;(36):42–56. <https://doi.org/10.17238/issn2221-2698.2019.36.42>
3. Воронина Е.П. Транспортное освоение арктических территорий: стратегические задачи и анализ рисков. Арктика: экология и экономика. 2017;(3(27)):61–68. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2017-3-61-68>
4. Фадеев А.М., Калязина С.Е., Дубгорн А.С., Левина А.И. Цифровая и логистическая инфраструктуры Арктической зоны: современное состояние исследований и пути развития. Арктика и Север. 2024;(56):128–145. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.128>
5. Осипова Е.Э., Смирнов С.В., Хаирова Т.А. Предпосылки развития экспорта российской Арктики, каботажных перевозок и проектных грузов для арктических проектов. Арктика и Север. 2019;(37):5–21. <https://doi.org/10.17238/issn2221-2698.2019.37.5>
6. Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Системное развитие транспортной инфраструктуры в Арктике. Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2022;(4): 31–37.
7. Абрамов И.В. Управление цифровым аддитивным производством: особенности и перспективы. Экономика и управление. 2023;29(5):574–580. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-5-574-580>
8. Ларичкин Ф.Д., Пономаренко Т.В., Фадеев А.М. Транспортно-логистический фактор в обеспечении конкурентоспособности минерально-сырьевого комплекса Арктической зоны. Север и рынок: формирование экономического порядка. 2014;(3): 29–32.
9. Фадеев А.М., Фадеева М.Л., Толстых Т.О. Стратегический подход к внедрению инноваций в Арктике на примере технологии сжижения природного газа «Арктический каскад». Экономика промышленности. 2022;15(2):177–188. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-177-188>
10. Дюдюкина С.А. Основные аспекты внедрения аддитивных технологий в нефтегазовой отрасли. E-SCIO. 2023;(2). Available at: <https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2023/05/%D0%94%D1%8E%D0%B4%D1%8E%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%Bo-%D0%A1-%D0%90.pdf>. (In Russ.).
11. ГОСТ Р 59930-2021 / ISO/ASTM 52904:2019. Additive technologies. Powder bed fusion process to meet critical applications. General provisions. Moscow: Стандартинформ; 2021.
12. ГОСТ Р ISO/ASTM 52950-2022. Аддитивные технологии. Представление и обработка данных технологического процесса. Общие положения. Москва: Стандартинформ; 2022.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 645 of October 26, 2020 “On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the Period until 2035” [internet]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972>. (In Russ.).
2. Serova N.A., Serova V.A. Critical tendencies of the transport infrastructure development in the Russian Arctic. Arctic and North. 2019;(36):42–56. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2221-2698.2019.36.42>
3. Voronina E.P. Transportation development of the Arctic land area: strategic goals and risk analysis. Arctic: Ecology and Economy. 2017;(3(27)):61–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2017-3-61-68>
4. Fadeev A.M., Kalyazina S.E., Dubgorn A.S., Levina A.I. Digital and Logistical Infrastructures of the Arctic Zone: Current State of Research and Ways of Development. Arctic and North. 2024;(56):128–145. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.56.128>

5. Osipova E.E., Smirnov S.V., Khairova T.A. Preconditions for the development of Arctic exports, cabotage shipping, and project cargo for Arctic projects. *Arctic and North*. 2019;(37):5–21. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2221-2698.2019.37.5>
6. Spiridonov A.A., Fadeev A.M. Systemic development of transport infrastructure in the Arctic. *Arctic 2035: Current Issues, Problems, Solutions*. 2022;4(12):31–37. (In Russ.).
7. Abramov I.V. Management of digital additive manufacturing: Features and perspectives. *Economics and Management*. 2023;29(5):574–580. (In Russ.). <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2023-5-574-580>
8. Larichkin F.D., Ponomarenko T.V., Fadeev A.M. The transport and logistics factor in ensuring the competitiveness of the mineral resource complex of the Arctic Zone. *Sever i rynok: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka*. 2014;(3):29–32. (In Russ.).
9. Fadeev A.M., Fadeeva M.L., Tolstykh T.O. Strategic approach to implementation of innovation in the Arctics on the example of “Arctic Cascade” natural gas liquefaction technology. *Russian Journal of Industrial Economics* 2022;15(2):177–188. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-177-188>
10. Dyudyukina S.A. Key aspects of the introduction of additive technologies in the oil and gas industry. E-SCIO. 2023;(2), electronic edition (pagination by publication).
11. State Standard R 59930-2021 / ISO/ASTM 52904:2019. Additive technologies. Powder bed fusion process to meet critical applications. General provisions. Moscow: Standartinform Publ.; 2021. (In Russ.).
12. State Standard R ISO/ASTM 52950-2022. Additive technologies. Presentation and processing of technological process data. General provisions. Moscow: Standartinform Publ.; 2022. (In Russ.).

Сведения об авторах

Самойленко Артём Вадимович — магистрант, Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого
Россия, 194064, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1788-9545>
SPIN-код: 7158-1188
Тел.: +7 (987) 869-02-84
E-mail: samoilenko.artem2001@mail.ru

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.
Scopus ID: 57210913348
РИНЦ ID: 614337
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3833-3316>
Тел.: +7 (931) 362-05-46
E-mail: FadeevTeam@yandex.ru

Information about the authors

Artem V. Samoilenko — Master's student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Russia, 194064, Saint Petersburg, Polytechnicheskaya str., 29.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1788-9545>
SPIN-code: 7158-1188
Tel.: +7 (987) 869-02-84
E-mail: samoilenko.artem2001@mail.ru

Alexey M. Fadeev — Dr. Sci. (Econ.), Luzin Institute for Economic Studies, Cola Science Centre, Apatity, Russia
Russia, 184209, Murmansk region, Apatity, Fersman str., 24A.
Scopus ID: 57210913348
RSCI ID: 614337
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3833-3316>
Tel.: +7 (931) 362-05-46
E-mail: FadeevTeam@yandex.ru

Вклад авторов

Самойленко Артём Вадимович — сбор, анализ, интерпретация полученных данных; написание статьи или ее редактирование с целью повышения ее научной значимости; окончательная доработка версии работы, которая будет направлена на рассмотрение возможности опубликования.

Фадеев Алексей Михайлович — существенный вклад в разработку концепции или дизайна работы.

Author contribution statement

Artem V. Samoilenko — data collection and analysis, interpretation of the data obtained; article writing and its revision.

Alexey M. Fadeev — significant contribution to the research concept and design.