

Арктика и Север. 2025. № 58. С. 38–46.

Научная статья

УДК [504.4:550.75:553.44](470.111.8)(045)

DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.38>

Оценка отдалённых социально-геоэкологических последствий добычи свинцово-цинковой руды на острове Вайгач

Мискевич Игорь Владимирович¹, доктор географических наук

Котова Екатерина Ильинична²✉, кандидат географических наук

^{1,2} Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Нахимовский пр., 36, Москва, Россия

^{1,2} Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, набережная Северной Двины, 17, Архангельск, Россия

¹ subarct@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5737-4236>

² ecopp@yandex.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7442-3311>

Аннотация. В статье дана оценка возможных негативных геоэкологических последствий для жителей посёлка Варнек от разработки месторождения полиметаллических руд на юго-западе острова Вайгач в первой половине XX в. Рассматривалось накопление тяжёлых металлов в водорослях лагунных устьев рек Красная (контрольный участок) и Варкуцьяха (фоновый участок). На водосборе р. Красной располагается заброшенный рудник по добыче свинцово-цинковой руды, на котором остались её отвалы. Получены данные, что в устье этой реки происходит значительное, по сравнению с фоновым участком, накопление тяжёлых металлов в нитчатых водорослях и в фукусах. При этом зафиксировано содержание в водорослях контрольного участка свинца, превышающего допустимую санитарную норму в 4,8 раза. Сделано предположение, что при использовании в пищу водорослей водоплавающими птицами и рыбой (через зоопланктон и зообентос) свинец в сверхнормативных концентрациях может поступать в организмы местных ненцев, для которых лов рыбы и охота на дичь стали основным занятием в условиях наблюдаемой безработицы. Для предотвращения возможных негативных последствий добычи полиметаллических руд на организм человека даны рекомендации о том, каких участков на острове следует избегать при обустройстве стационаров и баз для проведения мероприятий в рамках деятельности природного заказника «Вайгач» и для развития туризма.

Ключевые слова: остров Вайгач, добыча руды, устья рек, свинец, водоросли, накопление, здоровье человека

Благодарности и финансирование

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-27-00225.

Assessment of Long-Term Socio-Geo-Ecological Consequences of Lead-Zinc Ore Mining on Vaygach Island

Igor V. Miskevich¹, Dr. Sci. (Geogr.)

Ekaterina I. Kotova²✉, Cand. Sci. (Geogr.)

* © Мискевич И.В., Котова Е.И., 2025

Для цитирования: Мискевич И.В., Котова Е.И. Оценка отдалённых социально-геоэкологических последствий добычи свинцово-цинковой руды на острове Вайгач // Арктика и Север. 2025. № 58. С. 38–46. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.38>

For citation: Miskevich I.V., Kotova E.I. Assessment of Long-Term Socio-Geo-Ecological Consequences of Lead-Zinc Ore Mining on Vaygach Island. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2025, no. 58, pp. 38–46. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.38>



Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

^{1,2} Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences, pr. Nakhimovskiy, 36, Moscow, Russia

^{1,2} Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, Russia

¹ subarct@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5737-4236>

² ecopp@yandex.ru ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7442-3311>

Abstract. The article evaluates possible negative geo-ecological consequences for the inhabitants of Varnek settlement from the development of polymetallic ore deposit in the southwest of Vaygach Island in the first half of the 20th century. Accumulation of heavy metals in algae of lagoonal estuaries of the Krasnaya (control site) and Varkutsyakh (background site) rivers was considered. There is an abandoned lead-zinc ore mine on the watershed of the Krasnaya River, where dumps of lead-zinc ore were left. The data were obtained that in the mouth of this river there is a significant accumulation of heavy metals in filamentous algae and fucus compared to the background site. At the same time, the content of lead in algae of the control site exceeding the permissible sanitary norm by 4.8 times was recorded. It is assumed that when waterfowl and fish use algae as food (through zooplankton and zoobenthos), lead in excessive concentrations may enter the organisms of local Nenets, for whom fishing and hunting have become the main occupation in the conditions of observed unemployment. To prevent possible negative effects of polymetallic ore mining on the human body, recommendations are given on what areas on the island should be avoided when setting up stations and bases for activities within the framework of the Vaygach State Nature Reserve and for tourism development.

Keywords: Vaygach Island, ore mining, river mouths, lead, algae, accumulation, human health

Введение

Удалённость арктических территорий обеспечивает определённую степень защиты окружающей среды от антропогенного загрязнения. Несмотря на это, сегодня проблема загрязнения арктических экосистем стоит очень остро [1]. Следует учитывать, что освоение минеральных ресурсов российской территории Арктики в первой половине XX в. и в 50–60-х гг. XX в. велось практически без необходимого учёта интересов коренного населения. Такая хозяйственная деятельность осуществлялась практически без соблюдения природоохранных мер. При этом возникала опасность для здоровья людей при миграции в природной среде токсичных веществ. Их попадание в организм человека происходило при употреблении в пищу объектов охоты и рыбного промысла, ягод, грибов, а также снега и льда для питьевых целей с высоким содержанием антропогенных аэрозолей. В данном отношении наибольшее внимание уделялось оценкам влияния на население российского Севера радионуклидов в период проведения ядерных испытаний на Новой Земле [2–3]. Однако для других токсичных веществ, включая ряд тяжёлых металлов, исследования по данному направлению проводились в крайне ограниченных масштабах. В настоящее время на территории российской Арктики находится большое количество заброшенных или законсервированных без какой-либо рекультивации участков добычи полезных ископаемых, разработанных несколько десятилетий назад. Их влияние на здоровье жителей российского Севера в целом изучено очень слабо, и имеющиеся исследования по данной теме носят описательный характер без упоминания конкретных уровней содержания токсичных веществ в природной среде. Современные знания об арктических эстуариях в большинстве своём основаны на исследованиях нескольких крупных систем [4].

На территории Ненецкого автономного округа возможные негативные последствия для ненцев — коренных жителей посёлка Варнек — могла вызвать добыча свинцово-цинковых руд. Она проводилась в период с 1931 по 1934 гг. XX в. на юго-западе острова Вайгач. Здесь функционировал рудник «Раздельный», входивший в систему ГУЛАГа, который был первым в Арктике местом промышленной добычи полиметаллических руд. Объём их добычи составил около 11 тыс. т руды [5]. В 1935 г. добыча руды была прекращена из-за затопления шахт грунтовыми водами вследствие отсутствия в те годы системы откачки воды из шахт. Разработка месторождения велась в период кратковременного потепления в западном секторе российской Арктики, наблюдавшегося в 20–40 гг. прошлого века [6], и вероятнее всего этот фактор не был принят во внимание при учёте уровня и объёмов грунтовых вод. Кроме этого, разведочные шахты и траншеи для обоснования добычи медной руды имеются в районе губы Дыроватой, для обоснования добычи медно-цинковых руд — в районе губы Долгой в северной части Вайгача [7]. Добыча и разведка полиметаллических руд велась без соблюдения каких-либо природоохранных мер и производства рекультивационных мероприятий.

Угроза здоровью человека при наличии высоких концентраций тяжёлых металлов в окружающей среде обычно возникает при их попадании в организм человека через пищу. В питании жителей посёлка Варнек основную роль играет рыба (омуль, голец, хариус, горбуша, сиг, полярная камбала) и дичь (различные виды гусей и уток). Оленина в этом плане в последние годы из-за малочисленности выпасаемых на Вайгаче оленей и возрастания дороговизны их мяса стала уступать свои позиции, которые она занимала в прошлом веке. Поступление свинца, цинка и других тяжёлых металлов в ткани рыбы и водоплавающих птиц будет иметь место при употреблении ими загрязнённых гидробионтов: зоопланктона и зообентоса. В свою очередь, накопление токсичных веществ в зоопланктоне и зообентосе будет происходить при употреблении ими в пищу продуктов деструкции водорослей и водной растительности. Гуси и травоядные утки также могут непосредственно питаться нитчатыми водорослями и водной растительностью.

Вынос тяжёлых металлов с участков добычи полиметаллических руд происходит через сеть дренажных микроводотоков. Далее они поступают в реки и ручьи острова Вайгач и затем в воды Баренцева моря. Максимальное накопление тяжёлых металлов в водных экосистемах при их транзите с суши в море, согласно модели академика Лисицына А.П. [8], должно наблюдаться на коагуляционно-сорбционной ступени маргинального фильтра во фронтальном разделе в зоне смешения речных и морских вод. На участке локализации данного фронтального раздела должно происходить максимальное накопление тяжёлых металлов в донных отложениях и в водной растительности.

В последние годы интерес к ресурсам Арктики увеличился. Появляются проекты по освоению арктических месторождений, и не только нефтегазовых. Так, например, месторождение «Павловское» на острове Южный, архипелаг Новая Земля, является одним из са-

мых крупных месторождений свинца и цинка, а также богато серебром. Проект разработки месторождения, которую будет осуществлять «Первая рудная компания», дочерняя структура «Росатома», уже успешно прошёл экологическую экспертизу. Для реализации принципа рационального природопользования необходима информация о состоянии и возможных изменений окружающей среды не только территории, предполагаемой к освоению, но и прилегающих районов. Полученные в данной работе результаты могут быть полезны при оценке последствий добычи свинцово-цинковой руды в Арктике.

Материалы и методы

Летом 2023 г. сотрудниками Северо-Западного отделения Института океанологии имени П.П. Ширшова РАН были проведены комплексные гидрологические, гидрохимические и гидробиологические экспедиционные исследования двух лагунных устьев малых рек Красная и Варкуцьяха (рис. 1). Они расположены в юго-западной части острова Вайгач на примерно одинаковом удалении от п. Варнека (около 5 км) и впадают в пролив Югорский Шар, разделяющий Баренцево и Карское моря.

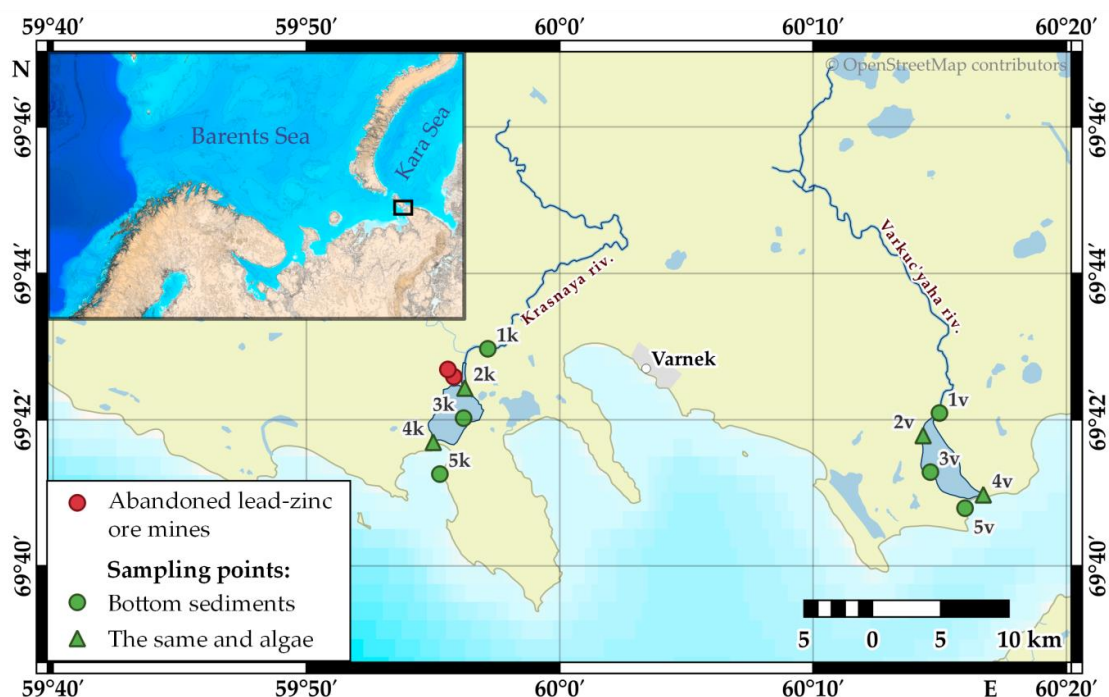


Рис. 1. Карта-схема расположения районов работ (● заброшенные свинцово-цинковые рудники; точки отбора проб: ● донные отложения ▲ то же самое и водоросли).

Отбор проб водорослей осуществлялся на двух створах в каждом устье реки. Первый створ располагался на речных границах устьевых лагун. Второй створ располагался на морских границах лагун.

После отбора пробы водорослей высушивались и измельчались. Концентрации тяжёлых металлов определялись по методике ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011 в Центре коллективного пользования научным оборудованием «Арктика» САФУ имени М.В. Ломоносова.

Для измерений колебаний уровня воды на полусуточных станциях использовались водомерные рейки с привязкой к условному нулю поста. Для наблюдений за температурой воды, солёностью (минерализацией) и кислородом применялся многопараметрический анализатор жидкости Multi 3420 фирмы WTW (Германия).

Результаты и обсуждение

На водосборе реки Красной в прошлом веке велась промышленная добыча свинцово-цинковых руд. В 2023 г. на участке добычи свинцово-цинковой руды было обнаружено 2 разрушенные шахты (рис. 2) с отвалами невывезенной руды и 10 траншей (микрокарьеров) длиной 5–19 м каждая. С территории разрушенных шахт дренажные (ливневые) и подземные воды поступают в реку Пайхяхато, которая, в свою очередь, впадает в устье реки Красной.

На водосборе реки Варкуцъяхи какая-либо хозяйственная деятельность не осуществлялась. Данная река рассматривалась как фоновая.



Рис. 2. Внешний вид разрушенной шахты с наличием отвалов свинцово-цинковой руды на водосборе реки Красной (июль 2023 г.).

Солёность вод на речных границах устьевых лагун (первый створ наблюдений) за приливо-отливной цикл колебалась в диапазонах 18,1–24,8‰ в устье р. Красной и 7,8–23,3‰ — в устье р. Варкуцъяхи. Солёность воды на морских границах лагун (второй створ наблюдений) в течение приливо-отливного цикла практически не менялась и составила 25,2‰ в устье р. Красной и 25,4‰ — в устье р. Варкуцъяхи.

Сведения по содержанию тяжёлых металлов в пробах водорослей в рассматриваемых устьях рек приведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание тяжёлых металлов в водорослях устьев рек острова Вайгач летом 2023 г.

Расстояние от морской границы устья реки	Вид макрофита	Концентрации металлов, мг/кг					
		As	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Устье реки Красная							
1 км	<i>Fucus distichus</i>	15,0	0,89	99	4,3	0,34	13
3 км	<i>Ulva prolifera</i>	3,4	2,5	830	4,7	2,4	50
Устье реки Варкуцьяха							
1 км	<i>Fucus distichus</i>	5,6	1,1	360	4,0	<0,25	20
3 км	<i>Ulva prolifera</i>	8,7	1,4	440	4,0	0,46	31

Согласно полученным данным, в устье реки Красной (контрольный участок) наблюдается заметное превышение содержания в нитчатых эстуарных водорослях *Ulva prolifera* всех исследуемых металлов, за исключением мышьяка. Однако в морских водорослях содержание мышьяка в устье р. Красной (контрольный участок) было значительно выше, чем в устье р. Варкуцьяхи (фоновый участок). Здесь необходимо отметить, что максимальная разница между содержанием металлов в водорослях на фоновом и контрольном участке наблюдалась для свинца, входящего в состав добываемых полиметаллических руд. В итоге следует предположить, что нами зафиксированы удалённые негативные последствия добычи свинцово-цинковых руд для экосистемы реки Красной, которые могли бы отрицательно сказаться на здоровье жителей посёлка Варнек, но они избегают посещения данного участка для лова рыбы из-за отсутствия здесь её промысловых запасов. В то же время в устье р. Варкуцьяхи имеется рыбацкая изба, и здесь ежегодно ловят рыбу (гольца, омуля, в нечётные годы — горбушу) и занимаются охотой. При этом следует учитывать, что для местных ненцев лов рыбы и охота на дичь стали основным занятием в условиях наблюдаемой высокой безработицы.

Попадание свинца и других металлов с рудного участка происходит двумя путями. Оно может иметь место за счёт поступления в устье р. Красной сильно закисленных дренажных вод с многочисленных отвалов руды, не вывезенных на переработку после остановки работы шахт. Закисленные дождевые и талые воды способствуют постепенному выщелачиванию свинца и других металлов из отвалов руды в поверхностные и подземные воды.

По данным исследований снежного покрова Вайгача, проведённых в марте 2024 г., снег на острове был сильно закислен: величина pH колебалась в диапазоне 4,38–4,80 при нижнем диапазоне предельно допустимого значения для поверхностных вод этого показателя 6,5.

Вторым путём миграции значительных концентраций металлов в эстуарий р. Красной является разгрузка подземных вод с участка разрабатываемого месторождения полиметаллических руд. Она возрастает за счёт потепления климата на территории Арктики в последние десятилетия. По некоторым прогнозам, данный процесс может продолжаться и в следующие десятилетия [9]. На рассматриваемом участке добычи руды деструкция многолетнемерзлых пород, обогащённых свинцом и цинком, увеличивается за счёт проникновения к ним теплого воздуха через разрушенные шахты.

Предельно допустимое содержание свинца в водорослях, согласно Техническому регламенту Таможенного Союза¹, составляет 0,5 мг/кг. Получаем, что зафиксированная максимальная концентрация свинца в водорослях устья р. Красная превышает вышеуказанный норматив в 4,8 раза.

У ненцев не принято использовать водоросли в пищу, но не исключается попадание в их организм сверхнормативных концентраций свинца на рассматриваемом участке острова через рыбу и водоплавающую дичь, которые питаются этими водорослями или гидробионтами, также их потребляющими. Свинец по гигиеническим нормам имеет первый класс опасности: при попадании в организм человека он повышает кровяное давление, нарушает деятельность нервной системы, печени, почек, снижает репродуктивную функцию, способен поразить все отделы головного мозга.

Заключение

Таким образом, в районах добычи полиметаллических руд на острове Вайгач может наблюдаться повышенное содержание тяжёлых металлов в различных видах водной флоры и фауны. Однако их высокие концентрации, по всей вероятности, могут наблюдаться только на локальных участках, характерные размеры которых составляют *десятки–сотни метров*.

В целом поднятая проблема не имеет особой актуальности для постоянных жителей посёлка Варнек и приезжающих сюда на отдых (каникулы) их родственников с материка. Тем не менее, учитывая возможность вовлечения местного населения в работы, связанные с деятельностью Государственного природного заказника «Вайгач», а также планируемого расширения развития туризма на острове, не исключено их ежегодное пребывание в районах добычи полиметаллических руд достаточно продолжительное время (несколько недель и более).

Для исключения негативных последствий от пребывания в подобных районах рекомендуется не создавать какие-либо стационары и базы (лагеря) в устьях рек и около озёр, куда поступает дренажный сток с участков разведочной и промышленной добычи полиметаллических руд.

К ним следует отнести следующие участки:

- побережье полуострова, на котором располагался рудник «Раздельный» (район мыса Раздельный в проливе Югорский Шар);
- устье реки Красной;
- озеро Пайпахто;
- устье реки Красный Яр;
- устье реки Янгорей;
- озеро Хэхэто;

¹ ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2021 года). 173 с.

- побережье губы Дыроватой.

Здесь следует заметить, что планируемая организация туристической базы на северо-востоке Вайгача в районе мыса Болванский Нос (на месте бывшей погранзаставы) не будет испытывать опасности от миграции тяжёлых металлов в окружающую среду.

Список источников

1. Gauthier P.T., Blewett T.A., Garman E.R., Schlekot C.E., Middleton E.T., Suominen E., Crémazy A. Environmental risk of nickel in aquatic Arctic ecosystems // *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 797. Art. 148921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148921>
2. Ткачев А.В., Добродеева Л.К., Исаев А.И., Подъякова Т.С. Диагноз уточняется. Отдаленные последствия ядерных испытаний на архипелаге Новая Земля в период с 1955 по 1962 г. // *Атом без грифа «секретно»* [Кн. 2]. Москва: Внешторгиздат, 1996. С. 9–20.
3. Шубик В.М. Последствия ядерных испытаний на Новой Земле. Сообщение 2. Здоровье жителей Крайнего Севера, проживающих вблизи Северного ядерного полигона // *Медицина экстремальных ситуаций*. 2011. № 4 (38). С. 71–79.
4. McClelland J.W., Holmes R.M., Dunton K.H., Macdonald R.W. The Arctic Ocean Estuary // *Estuaries and Coasts*. 2012. Vol. 35. Pp. 353–368. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12237-010-9357-3>
5. Виттенбург П.В. Рудные месторождения острова Вайгач и Амдермы. Москва; Ленинград: Издательство Главсевморпути, 1940. 173 с.
6. Малинин В.Н., Вайновский П.А., Митина Ю.В. О потеплении Арктики 20–40-х годов // *Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития»* (Санкт-Петербург, 2018 г.). Санкт-Петербург, 2018. С. 422–426.
7. Онякова А.М. История открытия и полезные ископаемые острова Вайгач как пример освоения минеральных ресурсов Арктического региона // *Тенденции развития науки и образования*. 2019. № 51–6. С. 64–67. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-06-2019-139>
8. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // *Океанология*. 1994. Т. 4. № 5. С. 735–747.
9. Анисимов О.А., Кокорев В.А. Климат в арктической зоне России: анализ современных изменений и модельные проекции на XXI век // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2016. № 1. С. 61–70.

References

1. Gauthier P.T., Blewett T.A., Garman E.R., Schlekot C.E., Middleton E.T., Suominen E., Crémazy A. Environmental Risk of Nickel in Aquatic Arctic Ecosystems. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 797, art. 148921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148921>
2. Tkachev A.V., Dobrodeeva L.K., Isaev A.I., Pod'yakova T.S. The Diagnosis Is Being Clarified. Long-Term Consequences of Nuclear Tests on the Novaya Zemlya Archipelago in the Period from 1955 to 1962. In: *Vol. 2. Atom without the "Secret" File*. Moscow, Vneshtorgizdat Publ., 1996, pp. 9–20. (In Russ.)
3. Shubik V.M. The Consequences of Nuclear Tests on Novaya Zemlya. Report 2. The Health of Aborigines of the Russian Far North Residing in the Vicinity of the Northern Nuclear Tests Ground. *Medicine of Extreme Situations*, 2011, no. 4 (38), pp. 71–79.
4. McClelland J.W., Holmes R.M., Dunton K.H., Macdonald R.W. The Arctic Ocean Estuary. *Estuaries and Coasts*, 2012, vol. 35, pp. 353–368. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12237-010-9357-3>
5. Wittenburg P.V. *Ore deposits of Vaigach Island and Amderma*. Moscow, Leningrad, Glavsevmorput Publ., 1940, 173 p. (In Russ.)
6. Malinin V.N., Vaynovsky P.A., Mitina Yu.V. About the Warming of the Arctic of the 20–40s. In: *Proceedings of the II All-Russian Conference "Hydrometeorology and Ecology: Achievements and Prospects of Development"*. Saint Petersburg, 2018, pp. 422–426.
7. Onyakova A.M. The Discovery and Mineral History of Vaygach Island as an Example of Development Mineral Resources of the Arctic Region. *Tendencies of development of science and education*, 2019, no. 51–6, pp. 64–67. DOI: <https://doi.org/10.18411/lj-06-2019-139>

8. Lisitzin A.P. A Marginal Filter of the Oceans. *Oceanology*, 1994, vol. 4, no. 5, pp. 735–747.
9. Anisimov O.A., Kokorev V.A. Climate in the Arctic Zone of Russia: Analysis of Current Changes and Modeling Trends for the 21st Century. *Moscow University Bulletin. Series 5 Geography*, 2016, no. 1, pp. 61–70.

*Статья поступила в редакцию 02.05.2024; одобрена после рецензирования 10.05.2024;
принята к публикации 13.05.2024*

*Вклад авторов: Мискевич И.В. — полевые работы, концепция исследования,
научное руководство, написание исходного текста;
Котова Е.И. — доработка текста*

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов