



Мясников И.О., Кизеев А.Н., Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Новикова Ю.А.

Проблемы организации мониторинга среды обитания в населённых пунктах (портах) Северного морского пути

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Северный морской путь (СМП) — главная арктическая судоходная трасса Российской Федерации. Развивая инфраструктуру Арктики, государство и частные инвесторы развернули масштабную работу по развитию арктических портов.

Цель исследования — анализ организации мониторинга атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды в населённых пунктах (портах) СМП.

Материалы и методы. Использованы официальные данные мониторинга загрязнения окружающей среды Росгидромета и социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора в 12 населённых пунктах-портах СМП. Сформирована электронная база. Анализ проведён с использованием пакета MS Office Excel, визуализация расположения точек мониторинга — ESRI ArcGIS 9.3.

Результаты. Проведённое исследование показало неоднородность в организации мониторинга факторов среды обитания населения, проживающего в населённых пунктах (портах) СМП. Наибольший охват мониторингом характерен для населённых пунктов Северо-Запада — в первую очередь городов Мурманск и Архангельск, где расположено наибольшее число постов и контролируются все среды — атмосферный воздух, почва населённых мест и питьевая вода. Практически отсутствует мониторинг среды обитания в пос. Сабетта, г. Дудинка. В пгт. Диксон мониторинг среды обитания не проводится. Атмосферный воздух, качество которого особенно актуально для территорий с развитой портовой инфраструктурой, контролируется лишь в 5 из 12 населённых пунктов (портах) СМП.

Ограничения исследования. Исследование не имело ограничений.

Заключение. Отмечена необходимость оптимизации системы мониторинга. В качестве мероприятий рекомендовано организовать мониторинг атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы в пгт. Диксон; атмосферного воздуха и почвы в пос. Сабетта и г. Дудинка; атмосферного воздуха в пгт. Беринговский, г. Игарка, пгт. Провидения; почвы в пгт. Тикси. Необходимо расширение перечня контролируемых показателей в атмосферном воздухе, питьевой воде и почве, а также увеличение кратности отбора проб.

Ключевые слова: мониторинг; социально-гигиенический мониторинг; атмосферный воздух; питьевая вода; почва; порты; Северный морской путь

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Мясников И.О., Кизеев А.Н., Федоров В.Н., Тихонова Н.А., Новикова Ю.А. Проблемы организации мониторинга среды обитания в населённых пунктах (портах) Северного морского пути. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(8): 808–813. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-808-813> <https://elibrary.ru/jczdlv>

Для корреспонденции: Кизеев Алексей Николаевич, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.kizeev@s-znc.ru

Участие авторов: Мясников И.О. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, ответственность за целостность всех частей статьи; Кизеев А.Н. — анализ литературы, анализ данных, редактирование текста статьи; Федоров В.Н. — статистический анализ, интерпретация результатов, редактирование текста статьи; Тихонова Н.А. — анализ данных, редактирование текста статьи; Новикова Ю.А. — анализ данных, корректировка дизайна исследования, редактирование текста статьи. *Все соавторы* — утверждение окончательного варианта статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 03.05.2024 / Принята к печати: 19.06.2024 / Опубликовано: 10.09.2024

Igor O. Myasnikov, Aleksei N. Kizeev, Vladimir N. Fedorov, Nadezhda A. Tikhonova,
Yuliya A. Novikova

Problems of the management of habitat monitoring in settlements (ports) of the Northern Sea Route

North-West Public Health Research Center, 191036, St.-Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The Northern Sea Route (NSR) is the main Arctic shipping route in the Russian Federation. As part of the development of Arctic infrastructure, the state and private investors have launched large-scale work on the development of Arctic ports.

The purpose of the study was to evaluate the current monitoring system for the state of atmospheric air, soil, and drinking water in the territory of settlements (ports) in the Northern Sea Route.

Materials and methods. Official data from environmental pollution monitoring by (Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet) and social and hygienic monitoring by Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing (Rosпотребнадзор) in twelve settlements and ports in the Northern Sea Route were used. An electronic database has been created. The analysis was carried out using MS Office Excel, visualization of the location of monitoring points — ESRI ArcGIS 9.3

Results. The conducted research has shown heterogeneity in the management of monitoring of environmental factors of the population living in settlements (ports) of the NSR. The largest monitoring coverage is typical for settlements in the North-West — primarily the cities of Murmansk and Arkhangelsk, where the largest number of posts are located and all environments are monitored — atmospheric air, soil of populated areas and drinking water. There is practically no monitoring of the habitat in the village of Sabetta, Dudinka. In the village. Dixon habitat monitoring is not carried out. Atmospheric air, the quality of which is especially important for territories with developed port infrastructure, is controlled only in 5 out of 12 settlements (ports) of the NSR.

Limitations. The research had no limitations.

Conclusion. The need to optimize the monitoring system was noted. As measures, it is recommended to manage monitoring of atmospheric air, drinking water, and soil in the village. Dixon; atmospheric air and soil in the village. Sabetta and Dudinka; atmospheric air in Beringovsky village, Igarka, Providence village; soil in Tiksi village. It is necessary to expand the list of controlled indices in atmospheric air, drinking water and soil, as well as increase the frequency of sampling.

Keywords: monitoring; social and hygienic monitoring; ambient air; drinking water; soil; settlements (ports); Northern Sea Route

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion or other documents.

For citation: Myasnikov I.O., Kizeev A.N., Fedorov V.N., Tikhonova N.A., Novikova Yu.A. Problems of the management of habitat monitoring in settlements (ports) of the Northern Sea Route. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian Journal*. 2024; 103(8): 808–813. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-8-808-813> <https://elibrary.ru/jczdlv> (In Russ.)

For correspondence: Aleksei N. Kizeev, MD, PhD, senior researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: a.kizeev@s-znc.ru

Contribution: Myasnikov I.O. — concept and design of the study, collection and processing of material, responsibility for the integrity and proportionality of all parts of the article; Kizeev A.N. — literature analysis, data analysis, editing of the text of the article; Fedorov V.N. — statistical analysis, interpretation of results, editing of the text of the article; Tikhonova N.A. — analysis data, editing the text of the article; Novikova Yu.A. — data analysis, correction of the research design, editing the text of the article. All co-authors — approval of the final version of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: May 3, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: September 10, 2024

Введение

Северный морской путь (СМП) — арктическая морская магистраль России, пролегающая через Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря [1]. Развитие СМП определяется как глобально конкурентоспособная национальная транспортная система для решения широкого круга задач в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ): развитие территорий, доступ к месторождениям полезных ископаемых, увеличение объёмов грузоперевозок и торговли, в том числе экспортной¹. Включение СМП в стратегические документы развития АЗРФ², модернизации и расширения магистральной инфраструктуры³ означает его глобальную, национальную и региональную актуальность в обеспечении экономических интересов и национальной безопасности нашей страны в Арктике [2].

В последнее время наблюдается устойчивый рост грузопотока по СМП. Так, в 2014 г. объём грузоперевозок составлял в среднем 4 млн тонн; в 2017 г. — 10,6 млн тонн, в 2022 г. — 34 млн тонн перевозимого груза. По итогам 2023 г. суммарный грузооборот достиг 36,25 млн тонн [3]. В 2024 г. планируется перевезти 80 млн тонн, к 2030 г. — 110–150 млн тонн, а к 2035 г. — до 220 млн тонн⁴. При этом ставка делается на удобство логистического маршрута и совершенствование инфраструктуры населённых пунктов (морских портов), расположенных на всём его протяжении (флота, средств обеспечения судоходства, портовых мощностей).

Государство и частные инвесторы проводят масштабную работу по модернизации СМП. Развитие СМП широко изучают с 2013 г. — момента запуска программы Арктической зоны Российской Федерации⁵. В отечественных исследованиях представлен ряд работ на эту тему [4–10]. Развитие инфраструктуры населённых мест (портов) СМП неизбежно приведёт к повышению антропогенной нагрузки на среду обитания населения и соответственно может оказать негативное влияние на уровень заболеваемости населения.

В то же время целями государственной политики Российской Федерации в Арктике являются в том числе повышение качества жизни населения Арктической зоны Российской Федерации и охрана окружающей среды.

Для оценки возможного негативного воздействия на здоровье населения необходима объективная и достоверная информация о состоянии факторов среды обитания, в первую очередь — атмосферного воздуха, питьевой воды и почвы населённых мест, которая может быть получена посредством системы мониторинга этих факторов. Однако исследований, связанных с анализом текущего состояния среды обитания населения и её изменений с учётом перспектив развития морских портов СМП, недостаточно [11–14]. Практически отсутствуют исследования состояния атмосферного воздуха, почвенного покрова, питьевой воды на территории населённых мест — портов СМП.

Цель исследования — анализ организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы в населённых пунктах — портах СМП.

Материалы и методы

В работе использованы официальные данные мониторинга загрязнения окружающей среды, проводимого Росгидрометом, и социально-гигиенического мониторинга (СГМ), проводимого Роспотребнадзором. Для оценки организации мониторинга создана и проанализирована электронная база данных в разрезе муниципальных образований арктических территорий Архангельской области, Республики Саха (Якутия) и Красноярского края, Мурманской области, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов. Анализ проведён с использованием пакета MS Office Excel, визуализация расположения точек мониторинга выполнена с использованием геоинформационной системы ESRI ArcGIS 9.3.

Результаты

СМП включает 12 основных морских портов Западной (Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Игарка, Дудинка, пгт Диксон и вахтовый посёлок Сабетта) и Восточной (Тикси, Певек, Анадырь, пгт Провидения и Беринговский) Арктики^{6,7}. Можно выделить два основных вида деятельности морских портов: обеспечение доставки грузов и обслужива-

¹ Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. № 164.

² Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 26 октября 2020 г. № 645.

³ Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. Утверждён распоряжением Правительства Российской Федерации 30 сентября 2018 г. № 2101-р.

⁴ План развития Северного морского пути на период до 2035 года. Утверждён распоряжением Правительства Российской Федерации от 1 августа 2022 г. № 2115-р.

⁵ Постановление Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 366 «Об утверждении государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года».

⁶ ООО «Эко Шиппинг». Порты Северного морского пути. Доступно: <https://ecoshp.ru/blog/porty-severnogo-morskogo-puti/>

⁷ Администрация морских портов Западной Арктики. Доступно: <https://www.mapm.ru/Administration/SeaPorts>

Таблица 1 / Table 1

Объекты среды обитания населения, контролируемые в населённых пунктах (портах) СМП
Objects of the population's habitat environment controlled in settlements (ports) of the Northern Sea Route

Морской порт Seaport	Окружающая среда / Environment			Среда обитания населения / Habitat		
	почва soil	вода поверхностных водоёмов water of surface reservoirs	атмосферный воздух atmospheric air	почва soil	вода централизованных систем водоснабжения water from centralized water supply systems	атмосферный воздух atmospheric air
г. Анадырь / Anadyr	—	—	+	+	+	+
г. Архангельск / Arkhangelsk	—	+	+	+	+	+
пгт. Беринговский / Beringovsky	—	—	—	+	+	—
пгт. Диксон / Dixon	—	—	+	—	—	—
г. Дудинка / Dudinka	—	+	+	—	+	—
г. Игарка / Igarka	—	+	+	+	+	—
г. Мурманск / Murmansk	—	+	+	+	+	+
г. Нарьян-Мар / Naryan-Mar	—	+	+	*	*	*
г. Певек / Pevek	—	—	+	+	+	+
пгт. Провидения / Provideniya	—	—	—	+	+	—
пос. Сабетта / Sabetta	—	—	—	+	—	—
пгт. Тикси / Tiksi	—	—	—	—	+	+

Примечание. Здесь и в табл. 2: * — нет данных.
Note: Here and in Table 2: * — no data available.

В настоящее время проводится комплексная модернизация и реконструкция портов^{8,9}. В период с 2017 по 2019 г. велось строительство нового порта Сабетта, связанного с перевалкой нефти Новопортовского месторождения. На стадии реконструкции находятся порты Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Анадырь, Тикси, Провидения и др. В перспективе будут проведены реконструкция и модернизация морского порта Игарка [2].

Социально-экономическое развитие территории определяется параметрами экономического, социального характера, состоянием химических, физических, биологических, климатических факторов среды обитания населения [15].

Строительство и модернизация портов сопровождаются увеличением грузо- и товарооборота, что влечёт за собой рост техногенной нагрузки на среду обитания населения, прямо или опосредованно влияющей на состояние здоровья.

Один из ключевых неблагоприятных факторов, обусловленных деятельностью морских портов, — загрязнение атмосферного воздуха, существенный вклад в которое вносят выбросы судовых двигателей и производственные операции, связанные с перевалкой грузов в портах [16].

За Росгидрометом закреплён мониторинг главным образом объектов окружающей среды — атмосферного воздуха, воды поверхностных водоёмов, в то время как Роспотребнадзором контролируются непосредственно объекты среды обитания населения — атмосферный воздух, питьевая вода, почва населённых мест, качество продуктов питания, а также уровни воздействия физических факторов (шум, вибрация, электромагнитное излучение) на территории жилых зон населённых пунктов.

⁸ Комплексное освоение территории Российской Федерации на основе транспортных пространственно-логистических коридоров. Актуальные проблемы реализации мегапроекта «Единая Евразия: ТЕПР — ИЕТС» / Отв. ред. академик РАН В.В. Козлов, член-корреспондент РАН А.А. Макошко; Российская академия наук. — М.: Наука, 2019. — 463 с.

⁹ Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года. Утверждён распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 г. № 2101-р.

Проведённый анализ показал, что охват мониторингом в изученных населённых пунктах существенно различается: в городах Мурманск, Архангельск, Нарьян-Мар, Игарка, Дудинка Росгидромет контролирует качество атмосферного воздуха и воды поверхностных водоёмов. В городах Певек и Анадырь, пгт. Диксон контролируется только загрязнение атмосферного воздуха. Мониторинг почвы на территории населённых пунктов (портов) СМП силами Росгидромета не осуществляется [17, 18].

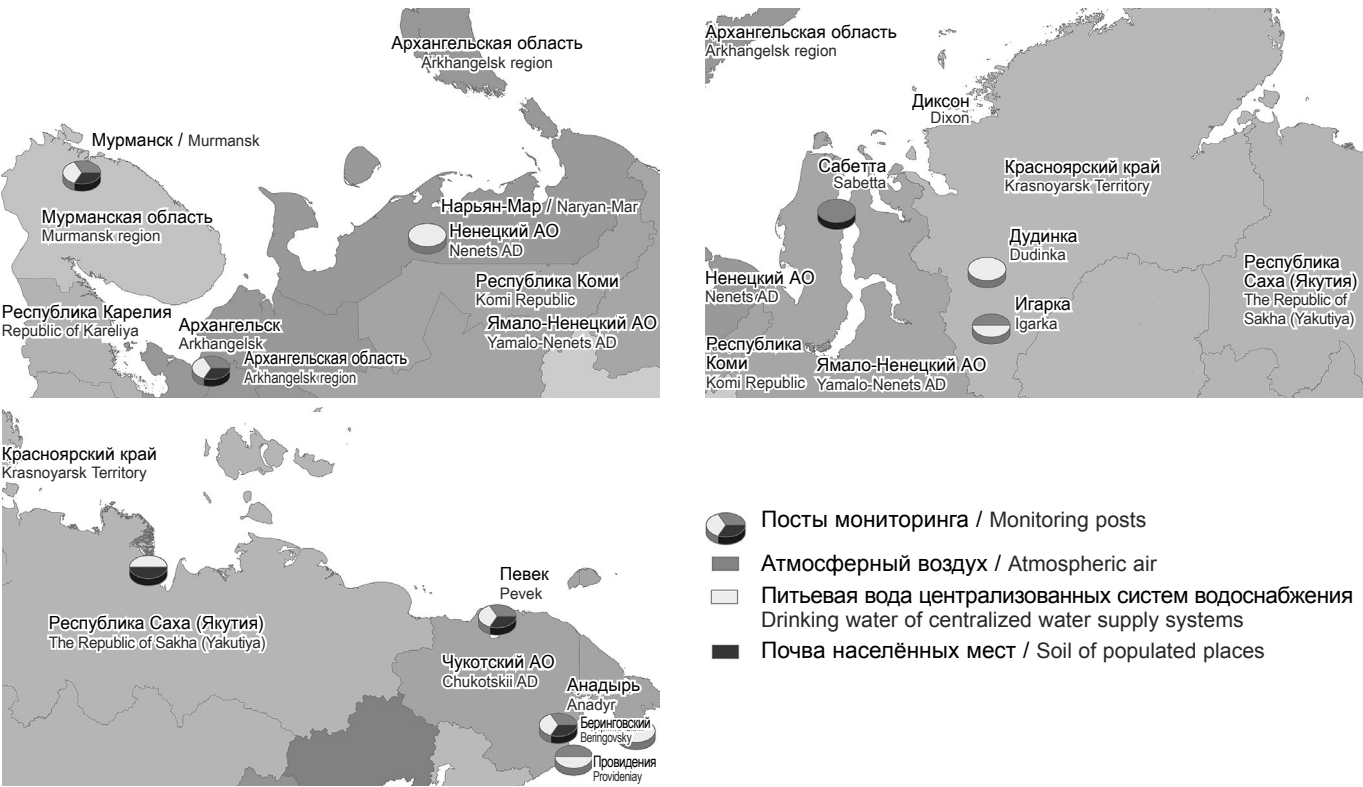
Роспотребнадзор проводит исследования загрязнения атмосферного воздуха, почвы населённых мест и воды централизованных систем водоснабжения на территории городов Анадырь, Архангельск, Мурманск и Певек. В городе Игарка, пгт. Беринговский и Провидения контролируются почва и вода централизованных систем водоснабжения, пгт. Тикси — вода централизованных систем водоснабжения и атмосферный воздух, пос. Сабетта — почва населённых мест и г. Дудинка — вода централизованных систем водоснабжения (табл. 1).

Расположение постов мониторинга и их количества в отдельных населённых пунктах схематически представлено на рисунке.

В почве городов Мурманск, Архангельск, Игарка, пос. Сабетта контролируются водородный показатель pH и тяжёлые металлы с кратностью исследований от 2 до 6 раз в год. В городах Анадырь и Певек, пгт. Беринговский и Провидения — только паразитологические показатели.

В воде в населённых пунктах (портах) СМП контролируются: водородный показатель pH, общее содержание органических соединений, железа, алюминия (гг. Мурманск, Архангельск, Игарка); нитратов, нитритов, хлоридов, сульфатов, аммиака/аммоний-иона (г. Анадырь, пгт. Провидения и Беринговский); цветность, мутность, запах, кадмий, марганец, мышьяк, свинец, фториды, йод, магний, медь (г. Певек); ртуть, нефтепродукты (г. Дудинка).

Качество атмосферного воздуха в городах (портах) контролируется преимущественно по содержанию взвешенных веществ и угольной пыли (гг. Анадырь, Певек, Архангельск), также других органических и неорганических веществ (г. Мурманск и п. Тикси) (табл. 2).



Расположение постов мониторинга в населённых пунктах (портах) СМП.
Location of monitoring posts in settlements (ports) in the NSR. AD – Autonomous District.

Таблица 2 / Table 2
Показатели, контролируемые в населённых пунктах (портах) СМП
Indices controlled in settlements (ports) in the Northern Sea Route

Морской порт Seaport	Количество показателей / Number of indicators		
	Почва Soil	Вода централизованных систем водоснабжения Water from centralized water supply systems	Атмосферный воздух Atmospheric air
г. Анадырь Anadyr	1	33	2
г. Архангельск Arkhangelsk	15	49	2
пгт. Беринговский Beringovsky	1	32	—
пгт. Диксон Dixon	—	—	—
г. Дудинка Dudinka	—	32	—
г. Игарка Igarka	7	26	—
г. Мурманск Murmansk	20	42	13
г. Нарьян-Мар Naryan-Mar	*	*	*
г. Певек Pevek	1	21	2
пгт. Provideniya Provideniya	1	35	—
пос. Сабетта Sabetta	8	—	—
пгт. Тикси Tiksi	—	51	9

Обсуждение

Вещества, загрязняющие в той или иной степени атмосферный воздух, оказывают негативное влияние на здоровье человека, попадая в организм преимущественно через дыхательную систему. Взвешенные вещества, особенно примеси размером 0,01–0,1 мкм, осаждаются в лёгких и поражают органы дыхания, РМ-частицы диаметром от 0,1 до 1 мкм способны задерживаться в атмосферном воздухе в течение многих дней и переноситься при этом на значительные расстояния. И если крупные частицы можно уловить с помощью обычного фильтра (их задерживают дыхательные пути и бронхи человека), то РМ_{2,5} способны практически беспрепятственно попадать в лёгкие [19, 20]. Содержание в атмосферном воздухе мелкодисперсных взвешенных частиц исследуется только в Мурманске.

В перечне показателей, исследуемых в атмосферном воздухе населённых пунктов (портов) СМП, не учтены особенности грузов, что затрудняет объективную оценку загрязнения атмосферного воздуха на основании результатов проводимого мониторинга. Перегрузка каменного угля осуществляется также в портах Provideniya, Beringovsky и Нарьян-Мара, где мониторинг атмосферного воздуха не осуществляется. Содержание угольной пыли и взвешенных веществ в атмосферном воздухе исследуется на территории Мурманска, Архангельска, Анадыря, Певека и Тикси с кратностью отбора проб один раз в неделю.

Исследование показало, что из всех изученных факторов среды обитания населения наиболее полно организован мониторинг качества питьевой воды, который охватывает все населённые пункты за исключением пос. Диксон и Сабетта.

В Мурманске, Архангельске, Нарьян-Маре, Дудинке, Певеке мониторинг воды проводится ежемесячно, в Игарке, Анадыре, Provideniya и Тикси – ежеквартально, в Беринговском – два раза в год.

В питьевой воде Мурманска, Архангельска и Дудинки исследуются обобщённые, органолептические, неорганические

и органические химические вещества, в том числе тригалометаны. В воде централизованной системы водоснабжения Певека, Анадыря, Тикси, Провидения и Беренговского мониторинг проводится только по обобщенным и органолептическим показателям. В воде Нарьян-Мара определяют алюминий, ион аммония, тяжелые металлы, сульфаты, нитраты, хлориды и фториды. В воде Игарки оценивают только содержание железа и тригалометанов.

Качество атмосферного воздуха и почвы контролируется лишь в половине населенных пунктов, несмотря на актуальность такого мониторинга для портовых населенных пунктов.

Следует отметить, что при этом перечень контролируемых в атмосферном воздухе показателей не учитывает специфику переваливаемых в портах грузов, что затрудняет объективную оценку загрязнения атмосферного воздуха на основании результатов проводимого мониторинга.

Заключение

Проведенное исследование показало неоднородность в организации мониторинга факторов среды обитания населения, проживающего в населенных пунктах (портах) Северного морского пути.

Наибольший охват мониторингом характерен для населенных пунктов Северо-Запада — в первую очередь городов Мурманск и Архангельск, где расположено наибольшее число постов и контролируются все среды — атмосферный

воздух, почва населенных мест и питьевая вода. Практически отсутствует мониторинг среды обитания в пос. Сабетта, г. Дудинка. В пгт. Диксон мониторинг среды обитания не проводится.

При формировании программ мониторинга факторов среды обитания в населенных пунктах СМП необходимо учитывать особенности каждого населенного пункта — источники загрязнения, результаты проведенных исследований.

В рамках оптимизации действующей системы мониторинга целесообразно рекомендовать:

1. Организацию мониторинга:
 - атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды в пгт. Диксон;
 - атмосферного воздуха, почвы в пос. Сабетта, г. Дудинка;
 - атмосферного воздуха в пгт. Беринговский, г. Игарка, пгт. Провидения;
 - почвы в пгт. Тикси.
2. Унификация подходов к организации мониторинга почвы с расширением перечня контролируемых показателей и приведением его в соответствие с действующими нормативными документами.
3. Унификация подходов к организации мониторинга качества питьевой воды, расширение перечня контролируемых показателей с приведением его в соответствие с рекомендуемым минимальным перечнем.
4. Расширение перечня контролируемых в атмосферном воздухе населенных пунктов показателей с включением в программу мониторинга взвешенных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} .

Литература

1. Николаева А.Б. Северный морской путь: проблемы и перспективы. *Вестник Колского научного центра РАН*. 2011; (4): 108–12. <https://elibrary.ru/pbnlib>
2. Башмакова Е.П., Ульченко М.В. Развитие Северного морского пути и инфраструктуры арктической транспортной системы. *Региональные проблемы преобразования экономики*. 2019; (12): 88–96. <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-12-88-96> <https://elibrary.ru/htcdmk>
3. Российская газета. Грузопоток по Северному морскому пути в этом году вырастет до рекордного уровня; 2023. Доступно: <https://clck.ru/3Cynmz>
4. Бакланов П.Я., Романов М.Т. Геополитические факторы долгосрочного развития восточных арктических районов России. *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. 2015; (1): 95–9. <https://elibrary.ru/tqqnrm>
5. Воронина Е.П. Формирование опорных зон развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечение их функционирования: применение Gap-анализа. *Регионалистика*. 2017; 4(6): 60–9. <https://elibrary.ru/ymsfif>
6. Кондратьева В.И. Северо-Якутская опорная зона Арктической зоны России в стратегии пространственного развития Российской Федерации. *Арктика. XXI век. Гуманитарные науки*. 2017; (1): 4–12. <https://elibrary.ru/zaszkv>
7. Минакир П.А., Горюнов А.П. Пространственно-экономические аспекты освоения Арктики. *Вестник Мурманского государственного технического университета*. 2015; 18(3): 486–92. <https://elibrary.ru/uyzbqn>
8. Савченко А.Б., Тревиш И.А. Историко-географические особенности освоения Северных и Арктических территорий России XVII–XIX веках. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2017; (3): 90–102. <https://doi.org/10.7868/S0373244417030082> <https://elibrary.ru/wfzydc>
9. Селин В.С., Селин И.В. Тенденции развития арктических морских портов. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2018; (1): 55–66. <https://doi.org/10.25702/KSC.2220-802X-1-2018-57-55-66> <https://elibrary.ru/xrccl>
10. Скуфьяна Т.П., Баранов С.В. Мурманский транспортный узел и обеспечение развития Арктической зоны Российской Федерации. *Фундаментальные исследования*. 2017; (11–2): 445–9. <https://elibrary.ru/zwnhhz>
11. Краснополский Б.Х. Дальневосточная Арктика: роль инфраструктуры в экономическом развитии и системообразовании опорных зон. *Пространственная экономика*. 2018; (3): 165–81. <https://doi.org/10.14530/se.2018.3.165-181> <https://elibrary.ru/vaejkr>
12. Наумов Ю.А. Дальневосточные порты в системе Северного морского пути: история освоения, современное состояние и перспективы их развития. *Ойкумена. Регионоведческие исследования*. 2017; (3): 133–44. <https://elibrary.ru/zmoaun>
13. Заостровских Е.А. Морские порты Восточной Арктики и опорные зоны северного морского пути. *Регионалистика*. 2018; 5(6): 92–106. <https://doi.org/10.14530/reg.2018.6.92> <https://elibrary.ru/vrjohx>
14. Иванова П.Ю., Потравная Е.В. Социально-экономическое развитие поселка Тикси в российской Арктике: стратегия и потенциал роста. *Арктика: экология и экономика*. 2020; (4): 117–29. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2020-4-117-129> <https://elibrary.ru/rqjcyd>
15. Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Социально-экономический портрет и медико-демографическая характеристика арктических территорий Республики Саха (Якутия). *Российская Арктика*. 2021; (2): 105–17. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-20212-105-117> <https://elibrary.ru/xzrpdh>
16. Скариндов А.С. «Зеленое судоходство» и проблема устойчивого использования морского транспорта. *Международное право и международные организации*. 2021; (1): 31–45. <https://doi.org/10.7256/2454-0633.2021.1.35070> <https://elibrary.ru/vetsql>
17. Май И.Б., Кокорулина А.А., Балашов С.Ю. К вопросу оптимизации мониторинга качества атмосферного воздуха для реализации федерального проекта «Чистый воздух». *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(11): 931–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-931-936> <https://elibrary.ru/lxsfch>
18. Слабунова А.В., Слабунов В.В., Суворикина А.П. Современное состояние системы мониторинга окружающей среды в аспекте оценки диффузного загрязнения водных объектов. *Мелиорация и гидротехника*. 2020; (4): 103–21. <https://doi.org/10.31774/2222-1816-2020-4-103-121> <https://elibrary.ru/wofzzh>
19. Холодов А.С., Кириченко К.Ю., Задорнов К.С., Голохваст К.С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека. *Вестник Камчатского государственного технического университета*. 2019; (49): 81–8. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2019-49-81-88> <https://elibrary.ru/tezqau>
20. Салтыкова М.М., Балакаева А.В., Шопина О.В., Бобровникий И.П. Анализ влияния загрязнения атмосферного воздуха на смертность от основных неинфекционных заболеваний в зависимости от пола и возраста. *Экология человека*. 2021; (12): 14–22. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-12-14-22> <https://elibrary.ru/xlzuzc>

References

1. Nikolaeva A.B. Northern Sea way: problems and prospects. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*. 2011; (4): 108–12. <https://elibrary.ru/pbnlib> (in Russian)
2. Bashmakova E.P., Ulchenko M.V. Development of the Northern Sea Route and infrastructure arctic transport system. *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. 2019; (12): 88–96. <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-12-88-96> <https://elibrary.ru/htcdmk> (in Russian)
3. Rossiiskaya Gazeta. Cargo traffic along the Northern Sea Route will grow to a record level this year. Available at: <https://clck.ru/3Cynmz> (in Russian)
4. Baklanov P.Ya., Romanov M.T. Geopolitical factors of long-term development of Russia's eastern arctic regions. *Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN*. 2015; (1): 95–9. <https://elibrary.ru/tqqnrm> (in Russian)
5. Voronina E.P. Formation of support zones for the development of arctic zone of Russian Federation and ensuring their functioning: gap-analysis. *Regionalistika*. 2017; 4(6): 60–9. <https://elibrary.ru/ymsfif> (in Russian)
6. Kondratyeva V.I. North Yakutian basic area of the Arctic zone of Russia in the strategy of spatial development of the Russian Federation. *Arktika. XXI vek. Gumanitarnye nauki*. 2017; (1): 4–12. <https://elibrary.ru/zaszkv> (in Russian)

Original article

7. Minakir P.A., Goryunov A.P. Spatial and economic aspects of development of the Arctic. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2015; 18(3): 486–92. <https://elibrary.ru/uyzbqn> (in Russian)
8. Savchenko A.B., Treivish I.A. Historical and geographical features of the development of the northern and arctic areas of Russia in 17–19th centuries. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2017; (3): 90–102. <https://doi.org/10.7868/S0373244417030082> <https://elibrary.ru/wfdydz> (in Russian)
9. Selin V.S., Selin I.V. Trends in the development of Arctic seaports. *Sever i rynok: formirovaniye ekonomicheskogo poriyadka*. 2018; (1): 55–66. <https://doi.org/10.25702/KSC.2220-802X-1-2018-57-55-66> <https://elibrary.ru/xrccll> (in Russian)
10. Skufina T.P., Baranov S.V. Murman transport node and development of the Arctic zone of the Russian Federation. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2017; (11–2): 445–9. <https://elibrary.ru/zwnhhz> (in Russian)
11. Krasnopolskii B.Kh. The far eastern Arctic: the role of infrastructure in the economic development and system formation of support zones. *Prostranstvennaya ekonomika*. 2018; (3): 165–81. <https://doi.org/10.14530/se.2018.3.165-181> <https://elibrary.ru/vaejkr> (in Russian)
12. Naumov Yu.A. Far eastern ports in the Northern Sea Route system: history of development, current state and prospects for their development. *Oikumena. Regionovedcheskie issledovaniya*. 2017; (3): 133–44. <https://elibrary.ru/zmoaun> (in Russian)
13. Zaostrovskikh E.A. Eastern arctic seaports and support zones of Northern Sea Route. *Regionalistika*. 2018; 5(6): 92–106. <https://doi.org/10.14530/reg.2018.6.92> <https://elibrary.ru/vrjohx> (in Russian)
14. Ivanova P.Yu., Potravnaya E.V. Socio-economic development of the village of Tiksi in the Russian arctic: strategy and growth potential. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2020; (4): 117–29. <https://doi.org/10.25283/2223-4594-2020-4-117-129> <https://elibrary.ru/rqjcyd> (in Russian)
15. Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Socio-economic portrait and medical and demographic characteristics of the arctic territories of the Republic of Sakha (Yakutia). *Rossiiskaya Arktika*. 2021; (2): 105–17. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-20212-105-117> <https://elibrary.ru/xzrpdh> (in Russian)
16. Skaridov A.S. «Green shipping» and the problem of sustainable use of maritime transport. *Mezhdunarodnoye pravo i mezhdunarodnye organizatsii*. 2021; (1): 31–45. <https://doi.org/10.7256/2454-0633.2021.1.35070> <https://elibrary.ru/vetsql> (in Russian)
17. Mai I.V., Kokoulina A.A., Balashov S.Yu. On the issue of optimization of atmospheric air quality monitoring for the implementation of the federal project «Clean air». *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(11): 931–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-931-936> <https://elibrary.ru/lxsfch> (in Russian)
18. Slabunova A.V., Slabunov V.V., Surovikina A.P. The current state of the environmental monitoring system in the context of water bodies diffuse pollution assessment. *Melioratsiya i gidrotekhnika*. 2020; (4): 103–21. <https://doi.org/10.31774/2222-1816-2020-4-103-121> <https://elibrary.ru/wofzzh> (in Russian)
19. Kholodov A.S., Kirichenko K.Yu., Zadornov K.S., Golokhvast K.S. Effect of particulate matter in the air of residential areas on human health. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2019; (49): 81–8. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2019-49-81-88> <https://elibrary.ru/tezqau> (in Russian)
20. Saltykova M.M., Balakaeva A.V., Shopina O.V., Bobrovnikskii I.P. Analysis of the effect of atmospheric air pollution on mortality from major non-communicable diseases, depending on gender and age. *Ekologiya cheloveka*. 2021; (12): 14–22. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2021-12-14-22> <https://elibrary.ru/xlzuzc> (in Russian)

Сведения об авторах

Мясников Игорь Олегович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия.

Кизев Алексей Николаевич, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.kizeev@s-znc.ru

Федоров Владимир Николаевич, ст. науч. сотр. отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия.

Тихонова Надежда Андреевна, мл. науч. сотр. отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия.

Новикова Юлия Александровна, канд. техн. наук, руководитель отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия.

Information about the authors

Igor O. Myasnikov, PhD, senior researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4459-2066>

Aleksei N. Kizeev, MD, PhD, senior researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8689-7327> E-mail: a.kizeev@s-znc.ru

Vladimir N. Fedorov, MD, PhD, senior researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1378-1232>

Nadezhda A. Tikhonova, MD, junior researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4895-4009>

Yuliya A. Novikova, MD, PhD, Senior Researcher, Head of the Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4752-2036>