



Евсеева И.С., Ушакова О.В., Ибрагимова С.Ш., Юдин С.М.

Подходы к гигиенической оценке качества почвы населённых мест в условиях особой антропогенной нагрузки

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью»
Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Почвы Мурманской области испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, обусловленную деятельностью предприятий горно-металлургического комплекса, судоремонта и энергетики. Это приводит к формированию глубоко трансформированных почвенных ландшафтов, загрязнённых тяжёлыми металлами и стойкими органическими соединениями. Специфика региона, в том числе суровые климатические условия, низкая буферная ёмкость и бедность органическим веществом местных почв, способствует длительному сохранению и накоплению загрязняющих веществ, что создаёт повышенные риски для здоровья населения.

Цель исследования — гигиеническая оценка качества почвы населённых мест с ранжированием территорий по степени химической опасности на основе результатов натурных исследований, выполненных в ЗАТО Александровск Мурманской области.

Материалы и методы. В 2025 г. на территории ЗАТО Александровск Мурманской области отобрано 30 проб почвы в различных функциональных зонах. Исследования проведены в аккредитованной лаборатории в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685–21, СанПиН 2.1.3684–21, МУ 2.1.7.730–99. Оценка уровня химического загрязнения выполнена по коэффициенту концентрации (Кс) и суммарному показателю загрязнения (Zc).

Результаты. Во всех отобранных пробах почвы установлено системное превышение гигиенических нормативов (ПДК/ОДК) по содержанию тяжёлых металлов (медь, никель, свинец, цинк) и бенз(а)пирена. Загрязнение почв веществами 1-го класса опасности (свинец, цинк, бенз(а)пирен) оценено как очень сильное, 2-го класса опасности (медь, никель) — как сильное. Суммарный показатель загрязнения Zc составил: нп. Оленья Губа — 11 (допустимый), г. Полярный — 38,3 (опасный), г. Гаджиево — 45,25 (опасный), г. Снежногорск — 60,1 (опасный). Категория загрязнения почв на территории ЗАТО оценивается как «опасная», за исключением нп. Оленья Губа («допустимая»).

Ограничения исследования связаны с тем, что изучали почвы, отобранные на одной территории, расположенной в Мурманской области, с развитой ядерной и химической промышленностью, и не затрагивали территории с другими источниками загрязнения.

Заключение. Выявленное очень сильное и сильное химическое загрязнение почв населённых мест ЗАТО Александровск, особенно веществами 1-го класса опасности, создаёт реальные риски для здоровья населения, что требует разработки мероприятий по снижению антропогенной нагрузки и усиления мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: гигиеническая оценка; качество почвы; тяжёлые металлы; бенз(а)пирен; суммарный показатель загрязнения; ЗАТО Александровск; Мурманская область; антропогенная нагрузка

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

Для цитирования: Евсеева И.С., Ушакова О.В., Ибрагимова С.Ш., Юдин С.М. Подходы к гигиенической оценке качества почвы населённых мест в условиях особой антропогенной нагрузки. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(1): 41–46. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-1-41-46> <https://elibrary.ru/eizyqw>

Для корреспонденции: Евсеева Ирина Сергеевна, e-mail: Ievseeva@cspfmba.ru

Вклад авторов: Евсеева И.С. — концепция и дизайн исследования, сбор материала и обработка данных, написание текста, редактирование; Ушакова О.В. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Ибрагимова С.Ш. — сбор материала и обработка данных, написание текста, редактирование; Юдин С.М. — концепция исследования, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания.

Поступила: 17.11.1015 / Принята к печати: 02.12.2025 / Опубликована: 10.02.2026

Irina S. Evseeva, Olga V. Ushakova, Saida Sh. Ibragimova, Sergey M. Yudin

Approaches to the hygienic assessment of soil quality in populated areas under special anthropogenic stress

Centre for Strategic Planning of the Federal medical and biological agency, Moscow, 119121, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The soils of the Murmansk region are experiencing intense anthropogenic stress caused by the activities of mining and metallurgical enterprises, ship repair, and energy. This leads to the formation of profoundly transformed soil landscapes polluted with heavy metals and persistent organic compounds. The specifics of the region, including harsh climatic conditions, low buffer capacity and organic matter poverty of local soils, contribute to the long-term preservation and accumulation of pollutants, which creates increased risks to public health.

The purpose of the study is to carry out a hygienic assessment of the soil quality of populated areas with a ranking of the territories according to the degree of chemical hazard based on the results of field studies performed in the closed administrative-territorial entity (CATE) Alexandrovsk, Murmansk region.

Materials and methods. In 2025, thirty soil samples were taken in various functional zones on the territory of the CATE the Alexandrovsk settlement in the Murmansk region. The studies were conducted in an accredited laboratory in accordance with the requirements of SanPiN 1.2.3685–21, SanPiN 2.1.3684–21, MU 2.1.7.730–99. The assessment of the level of chemical pollution was carried out by the concentration coefficient (CC) and the total pollution index (Zc).

Results. Systemic excess of hygienic standards (MPC/ODC) for the content of heavy metals (copper, nickel, lead, zinc) and benz(a)pyrene was found in all selected soil samples. Soil contamination with substances of the 1st hazard class (lead, zinc, benz(a)pyrene) is assessed as very severe, and of the 2nd hazard class (copper, nickel) as severe. The total Zc pollution index was: Olenya Guba — 11 (acceptable), Polyarny — 38.3 (dangerous), Gadzhievo — 45.25 (dangerous), Snezhnogorsk — 60.1 (dangerous). The category of soil pollution in the territory of BUT is assessed as “dangerous”, with the exception of the locality of Olenya Guba (“permissible”).

Limitations are related to the fact that the studies were conducted on soils selected from one territory located in the Murmansk region, with a developed nuclear and chemical industry, and did not affect territories with other sources of pollution.

Conclusion. The identified very strong and severe chemical contamination of the soils of the populated areas of CATE Alexandrovsk, especially with substances of the 1st hazard class, creates real risks to public health, which requires the development of measures to reduce anthropogenic pressure and strengthen environmental monitoring.

Keywords: hygienic assessment; soil quality; heavy metals; benz(a)pyrene; total pollution index; CATE Alexandrovsk; Murmansk region; anthropogenic load

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

For citation: Evseeva I.S., Ushakova O.V., Ibragimova S.Sh., Yudin S.M. Approaches to the hygienic assessment of soil quality in populated areas under special anthropogenic stress, using the Example of the Murmansk Region. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(1): 41–46. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-1-41-46> <https://elibrary.ru/eiyyzqw> (In Russ.)

For correspondence: Irina S. Evseeva, e-mail: levseeva@cspfmba.ru

Contribution: Evseeva I.S. — concept and design of research, collection of material and data processing, writing, editing; Ushakova O.V. — concept and design of research, writing, editing; Ibragimova S.Sh. — collecting material and data processing, writing text, editing; Yudin S.M. — research concept, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version

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

Funding. The research was carried out within the framework of the state assignment. Conflict of interests. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest in connection with the publication of this article.

Received: November 17, 2025 / Accepted: December 2, 2025 / Published: February 10, 2026

Введение

Особенности почв Мурманской области связаны со сложными природными условиями и мощным антропогенным воздействием. Влияние человека на почвенный покров связано со спецификой землепользования, ориентированного в основном на добычу и переработку ископаемых, что привело к формированию глубоко трансформированных и зачастую деградированных почвенных ландшафтов [1–4]. Главным негативным фактором в Мурманской области выступают предприятия цветной и чёрной металлургии. На территориях, где происходит интенсивное техногенное воздействие, почвенный покров подвергается тотальной трансформации, замещаясь техногенными поверхностными образованиями (урбанозёмами). Почвы ЗАТО Александровск подвергаются комплексному техногенному воздействию, основными источниками являющимися предприятия по ремонту и обслуживанию судов (потенциальное загрязнение тяжёлыми металлами, стойкими органическими загрязнителями, нефтепродуктами); предприятия энергетического и жилищно-коммунального комплекса (загрязнение нефтепродуктами, бенз(а)пиреном, тяжёлыми металлами) [5–11]. Антропогенная нагрузка на почвы в ЗАТО Александровск Мурманской области усугубляется сложными климатическими условиями: низкие температуры замедляют процессы естественного разложения загрязняющих веществ, способствуя их накоплению; почвы данного региона бедны органикой и имеют низкую буферную ёмкость, поэтому даже незначительное загрязнение может привести к серьёзным последствиям [11].

Комплексное влияние сложных климатических условий региона, высокой антропогенной нагрузки, загрязнение почвенного покрова, которое в данных условиях может длительно сохраняться, оказывают отрицательное воздействие на здоровье населения, проживающего на территории ЗАТО Александровск Мурманской области [12–17].

Цель исследования — гигиеническая оценка качества почвы населённых мест с ранжированием территорий по степени химической опасности на основе результатов натурных исследований, выполненных в ЗАТО Александровск Мурманской области.

Материалы и методы

Проведены натурные санитарно-химические исследования почвы на территории, обслуживаемой ФМБА России, — ЗАТО Александровск Мурманской области. Изучены литературные данные о санитарно-гигиеническом состоянии почвенного покрова Мурманской области и об антропогенных источниках воздействия на почву данной территории. Использовали базы данных PubMed, Scopus, Web of Science,

MedLine, Global Health, РИНЦ. В 2025 г. проведены натурные исследования почвы на территории Мурманской области в ЗАТО Александровск, изучено 30 почвенных проб из различных функциональных зон. Почвенные образцы отобраны в соответствии с нормативными требованиями. Исследования выполнены в соответствии с общепринятыми принципами оценки качества почв согласно действующим документам: СанПиН 1.2.3685–21¹, СанПиН 2.1.3684–21², МУ 2.1.7.730–99³, ГОСТ 17.4.3.06–2020⁴. Лабораторные и инструментальные исследования проведены в лабораториях, аккредитованных в соответствии со стандартом ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2019. Уровень химического загрязнения почв как индикатор неблагоприятного воздействия на здоровье населения оценивали по показателям, разработанным при сопряжённых геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения. Такими показателями были коэффициент концентрации химического вещества (K_c/Hc^4) и суммарный показатель загрязнения (Z_c), интегральный показатель полиэлементного загрязнения почвы Hc_j^4 . Коэффициент концентрации химического вещества (K_c/Hc^4) определяется из соотношения фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) к региональному фоновому ($C_{фи}$) или к ПДК по формуле (1):

$$K_c = (C_i / C_{фи}) / \text{СПДк}^4, \quad (1)$$

где C_i — фактическое содержание определяемого вещества в почве, мг/кг; $C_{фи}$ — региональное фоновое содержание определяемого вещества, мг/кг; СПДк — содержание предельно допустимых количеств загрязняющих веществ, мг/кг. Также рассчитывали ориентировочные фоновые концентрации содержания нефтепродуктов в почве различных функциональных зон по методике РД 52.18.885–2019⁵.

¹ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., 2021.

² СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». М., 2021.

³ МУ 2.1.7.730–99. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест. М., 1999. 27 с.

⁴ ГОСТ 17.4.3.06–2020 Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.

⁵ РД 52.18.885–2019 «Определение значений региональных фоновых концентраций органических загрязняющих веществ в почвах». М.: Росгидромет, 2019.

Результаты исследований почвы в ЗАТО Александровск Мурманской области

Results of soil studies in closed administrative-territorial entity (CATE) Alexandrovsk, the Murmansk region

№ точки отбора Selection point No.	Адрес Address	Вещество, массовая доля, мг/кг Substance, mass fraction mg/kg	Содержание вещества, мг/кг Substance content, mg/kg	ПДК/ОДК MPC/ODC (pH KCl > 5.5)	Класс опасности Hazard class
1	г. Полярный, ул. Лунина, д. 1а 1a, Lunina street, Polyarny city	ПФ* меди / MF* of copper	12.1 ± 3.6	3	2
		ПФ свинца / MF of lead	8.3 ± 2.5	6	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
2	г. Полярный, ул. Советская, д. 20/2 20/2, Sovetskaya street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	10.3 ± 3.1	3	2
		ВФ цинка / GF of zinc	350 ± 70	220	1
		Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	0.049 ± 0.015	0.02	1
3	нп. Оленья Губа, ул. Строителей, д. 38 38, Stroiteley street, Olenya Guba village	ПФ меди / MF of copper	14.2 ± 4.3	3	2
		ПФ никеля / MF of nickel	4.4 ± 1.3	4	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.8 ± 3.5	6	1
		ПФ цинка / MF of zinc	35.0 ± 10.5	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	370 ± 74	220	1
		Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	0.111 ± 0.033	0.02	1
4	г. Гаджиево, ул. Ленина, д. 53А 53A Lenina street, Gadzhievo	ПФ меди / MF of copper	16.8 ± 5.0	3	2
		ПФ никеля / MF of nickel	6.1 ± 1.8	4	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.1 ± 3.3	6	1
		ПФ никеля / MF of nickel	27.5 ± 8.3	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	400 ± 80	220	1
		Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	0.056 ± 0.017	0.02	1
5	г. Гаджиево, ул. Душенова, д. 93 93, Dushenova street, Gadzhievo,	ПФ меди / MF of copper	19.0 ± 5.7	3	2
		ПФ никеля / MF of nickel	6.4 ± 1.9	4	2
		ПФ свинца / MF of lead	14.4 ± 4.3	6	1
		ПФ цинка / MF of zinc	42.5 ± 12.7	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	520 ± 104	220	1
6	г. Гаджиево, ул. Колышкина, д. 37 37, Kolyshkina street, Gadzhievo	ПФ меди / MF of copper	16.4 ± 4.9	3	2
		ПФ никеля / MF of nickel	7.6 ± 2.3	4	2
		ПФ свинца / MF of lead	10.5 ± 3.2	6	1
		ПФ цинка / MF of zinc	26.9 ± 8.1	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	520 ± 104	220	1
7	г. Гаджиево, ул. Гаджиева, д. 32 32, Gadzhieva street, Gadzhievo	ПФ меди / MF of copper	17.1 ± 5.1	3	2
		ПФ никеля / MF of nickel	5.8 ± 1.8	4	2
		ПФ свинца / MF of lead	9.6 ± 2.9	6	1
		ПФ цинка / MF of zinc	26.2 ± 7.9	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	520 ± 104	220	1
8	г. Гаджиево, ул. Колышкина, д. 114А 114A, Kolyshkina street, Gadzhievo	ПФ меди / MF of copper	14.2 ± 4.3	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	5.4 ± 1.6	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	12.5 ± 3.7	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	35.3 ± 10.6	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	520 ± 104	220	1
9	г. Гаджиево, ул. Советская, д. 74А Gadzhievo, Sovetskaya str., 74A	ПФ меди / MF of copper	20.8 ± 6.2	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	6.5 ± 2.0	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	10.0 ± 3.0	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	27.0 ± 8.1	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	520 ± 104	220	1
10	г. Полярный, ул. Лунина, д. 11 11 Lunina street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	18.8 ± 5.6	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	6.3 ± 1.9	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	10.4 ± 3.1	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	27.9 ± 8.4	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
11	г. Полярный, ул. Видяева, д. 13 13, Vidyeva street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	12.4 ± 3.7	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	4.9 ± 1.5	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.0 ± 3.3	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	30.3 ± 9.1	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1

Окончание Таблицы на стр. 44 / End of the Table on page 44

Окончание Таблицы. Начало на стр. 43 / End of the Table. The beginning is on page 43

№ точки отбора Selection point No.	Адрес Address	Вещество, массовая доля, мг/кг Substance, mass fraction mg/kg	Содержание вещества, мг/кг Substance content, mg/kg	ПДК/ОДК MPC/ODC (pH KCl > 5.5)	Класс опасности Hazard class
12	г. Полярный, ул. Красный Горн, д. 7 7, Krasny Gorn street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	16.6 ± 5.0	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	7.0 ± 2.1	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	9.5 ± 2.9	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	29.5 ± 8.9	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
13	г. Полярный, ул. Гандюхина, д. 10 10, Gandyukhina street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	11.4 ± 3.4	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	6.5 ± 1.9	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	10.7 ± 3.2	6.0	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
14	г. Полярный, ул. Котельникова, д. 6 6, Kotelnikova street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	15.3 ± 4.6	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	5.2 ± 1.6	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.3 ± 3.4	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	31.0 ± 9.3	23	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
15	г. Полярный, ул. Советская, д. 6 6, Sovetskaya street, Polyarny	ПФ меди / MF of copper	9.9 ± 3.0	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	8.1 ± 2.4	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.2 ± 3.4	6.0	1
		ВФ цинка / GF of zinc	330 ± 66	220	1
ЗАТО Александровск, г. Снежногорск / CATE Alexandrovsk, Snezhnogorsk					
1	окраина города, кафе «Шашлычный двор» outskirts of the city, cafe "Shashlychny dvor"	ПФ меди / MF of copper	7.2 ± 2.1	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	430	110	1
2	центр города, магазин «Ирис» city center, shop "Iris"	ПФ меди / MF of copper	9.8 ± 2.9	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	270	110	1
3	остановка напротив ТЭЦ stop in the front of the CHP	ПФ меди / MF of copper	19.0 ± 5.7	3.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	9.3 ± 2.8	6.0	1
4	гостиница «Мера» Mega hotel	ПФ меди / MF of copper	7.1 ± 2.1	3.0	2
5	остановка транспорта «Нерпа» "Nerpa" — transport stop	ПФ меди / MF of copper	17.3 ± 5.2	3.0	2
		ПФ никеля / MF of nickel	5.0 ± 1.5	4.0	2
		ПФ свинца / MF of lead	11.2 ± 3.4	6.0	1
		ПФ цинка / MF of zinc	25.5 ± 7.6	23	1
6	свалка / landfill	ПФ меди / MF of copper	10.3 ± 3.1	3.0	2
7	водозабор / water intake	ПФ меди / MF of copper	7.2 ± 2.1	3.0	2
8	сквер возле ЦГиЭ a public garden near the Central State Library	ПФ меди / MF of copper	12.0 ± 3.6	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	430	110	1
9	МСЧ № 120 / Medical Unit No. 120	ПФ меди / MF of copper	9.2 ± 2.8	3.0	2
10	ул. Павла Стеблина, д. 2/3 2/3, Pavla Steblina street	ПФ меди / MF of copper	7.6 ± 2.3	3.0	2
11	магазин цветов flower shop	ПФ меди / MF of copper	12.1 ± 3.6	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	270	110	1
12	библиотека, центр книги library, book center	ПФ меди / MF of copper	8.8 ± 2.6	3.0	2
		Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	0.037 ± 0.011	0.02	1
13	бассейн «Дельфин» swimming pool "Delphin"	ПФ меди / MF of copper	11.6 ± 3.5	3.0	2
14	мкр. Скальный, школа № 269 Microdistrict Skalny, school No. 269	ПФ меди / MF of copper	12.2 ± 3.7	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	270	110	1
15	мемориальный комплекс «Звезда» Memorial complex "Zvezda"	ПФ меди / MF of copper	12.6 ± 3.8	3.0	2
		ВФ цинка / GF of zinc	430	110	1

Примечание. * ПФ — подвижная форма; ВФ — валовая форма.

Note: * MF is the mobile form; GF is the gross form.

Результаты

ЗАТО Александровск Мурманской области представляет собой муниципальное образование, в которое входят шесть населённых пунктов с общей численностью населения 32 605 человек. Территория характеризуется сложным рельефом, субарктическим климатом и специфическими природными условиями. По данным Управления Роспотребнадзора по Мурманской области, основными факторами, вызывающими загрязнение почвы в Мурманской области, являются промышленные и бытовые отходы, а также аэрогенное загрязнение за счёт выбросов предприятий. Натурные исследования в ЗАТО Александровск выявили во всех отобранных пробах почвы превышение гигиенических нормативов содержания вредных веществ (ПДК/ОДК) (см. таблицу).

Оценку степени загрязнения почвы веществами неорганической природы проводили с учётом класса их опасности, ПДК и максимально допустимого уровня содержания элемента (Кмах). Поскольку превышения нормативов веществ 1-го класса опасности (свинец, цинк) были в диапазоне от ПДК до Кмах, степень загрязнения почвы неорганическими веществами 1-го класса опасности оценивается как очень сильная. Превышения нормативов веществ 2-го класса опасности (медь, никель) находились в диапазоне от ПДК до Кмах, степень загрязнения почвы неорганическими веществами 2-го класса опасности оценивается как сильная. Выявлены превышения норматива в диапазоне от 2 до 5 ПДК бенз(а)пирена — вещества 1-го класса опасности (г. Полярный, ул. Лунина, д. 1а; г. Гаджиево, ул. Ленина, д. 53А) и более 5 ПДК (п. Оленья губа, ул. Строителей, 38); загрязнение почвы органическими веществами оценивается как очень сильное [10]. Таким образом, загрязнение почвы на территории жилой застройки ЗАТО Александровск Мурманской области оценивается как очень сильное. В г. Снежногорске загрязнение почвы определено как очень сильное на территориях мемориального комплекса «Звезда» (точка 15), школы № 269 микрорайона Скальный (точка 14), магазина цветов (точка 11), в центре города у магазина «Ирис» (точка 2), на окраине города у кафе «Шашлычный двор» (точка 1), превышения по веществам 1-го класса опасности (валовое содержание цинка) находились в диапазоне от ПДК до Кмах.

Расчёт суммарного показателя загрязнения проводили с учётом тех веществ, для которых существуют утверждённые ПДК, а не фоновое содержание. Вместе с тем использование фоновых значений содержания металлов в почве с гигиенических позиций возможно для веществ, не имеющих установленных и официально утверждённых ПДК. Это наиболее гигиенически обоснованный подход, поскольку на официальном уровне проблема определения фоновых концентраций в почве металлов в настоящее время стоит наиболее остро: не существует утверждённой методики определения фоновых концентраций металлов в почве. Предлагаемые подходы, когда фоном считается почва, отобранная на условно чистых территориях, являются дискуссионными и требуют отдельного научного исследования. Суммарный показатель степени загрязнения Z_c (арифметический) составил: нп. Оленья Губа — 11 (допустимая), г. Полярный — 38,3 (опасная), г. Гаджиево — 45,25 (опасная), г. Снежногорск — 60,1 (опасная).

Диапазоны фоновых концентраций нефтепродуктов в большинстве типов незагрязнённых почв обычно находятся в диапазоне от 10 до 100 мг/кг [18]. В Мурманской области фоновое содержание нефтепродуктов имеет специфику, обусловленную особенностями региона [11]. Типичный фоно-

вый уровень для почв данного региона находится в диапазоне 30–50 мг/кг. Из-за низкого естественного фона даже сравнительно невысокие концентрации (100–200 мг/кг) могут надёжно свидетельствовать о наличии загрязнения. Поскольку к приоритетным фоновым загрязнителям почвы на территории Мурманской области относятся нефть и нефтепродукты, был проведён расчёт фоновой концентрации содержания нефтепродуктов в почве по данным натурных исследований согласно утверждённому РД 52.18.885–2019. Ориентировочная фоновая концентрация нефтепродуктов в почве для территории ЗАТО Александровск составляет 159 мг/кг.

Обсуждение

В результате натурных исследований, проведённых на территории ЗАТО Александровск Мурманской области, установлено, что наиболее серьёзной проблемой является загрязнение почвы на территории населённых мест, в местах жилой застройки и расположения критических объектов, таких как детские образовательные учреждения [12, 13]. Во всех пробах почвы выявлены превышения ПДК тяжёлых металлов. В четырёх пробах обнаружен бенз(а)пирен в превышающих норматив концентрациях. Следует отметить, что основным загрязнителем почвы по частоте выявления является подвижная форма меди. Превышение массовой доли подвижной меди отмечено во всех пробах почвы. Эта форма меди, доступная для растений, может быть как необходимым микроэлементом, так и загрязняющим веществом. В районе ЗАТО Александровск Мурманской области, как и в других промышленных районах, загрязнение почвы тяжёлыми металлами возможно из-за атмосферных осадков, грунтовых вод или промышленных отходов, что может обуславливать избыточное содержание меди [19]. Категория химического загрязнения почв на территории согласно СанПиН 1.2.3685–21 оценивается как допустимая в нп. Оленья Губа, как опасная в г. Полярный, г. Снежногорск, г. Гаджиево, входящих в ЗАТО Александровск. Это указывает на значительное химическое загрязнение почвы жилой территории и возможное повышение заболеваемости населения [13, 17, 19]. Согласно ориентировочной оценочной шкале опасности почв по суммарному показателю загрязнения, категория загрязнения почв — опасная, что может приводить к повышению общей заболеваемости населения данной территории, увеличению числа детей с хроническими болезнями и часто болеющих, вызывать патологии системы кровообращения [11–16, 18]. С учётом климатогеографических особенностей данной территории влияние на здоровье населения загрязнённой почвы в ЗАТО Александровск может иметь долгосрочные последствия и требует повышенного внимания.

Заключение

Почвы всех изученных населённых пунктов ЗАТО Александровск (Полярный, Гаджиево, Снежногорск, Оленья Губа) загрязнены тяжёлыми металлами (медь, никель, свинец, цинк) и бенз(а)пиреном, превышения ПДК носят системный характер. Наиболее острая ситуация сложилась с загрязнением почв веществами 1-го класса опасности (цинк, свинец, бенз(а)пирен), что создаёт реальные риски для здоровья населения, особенно детей. В настоящее время требуется разработка методических подходов к снижению антропогенной нагрузки и мониторингу окружающей среды в интересах здоровья населения.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области в 2023 году». Мурманск; 2024.
2. Кашулина Г.М., Лукин А.А. Экологическое состояние почв Мурманской области в зоне влияния горно-металлургического производства. *Проблемы региональной экологии*. 2018; (4): 45–50.
3. Новикова Ю.А., Ковшов А.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Особенности организации и ведения социально-гигиенического мониторинга в Арктической зоне Российской Федерации. В кн.: *Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы научно-практической конференции с международным участием*. СПб.: Коста; 2017: 181–5. <https://elibrary.ru/xulrul>

4. Лихачева Э.А., Кошкарёв А.В., Некрасова Л.А., Чеснокова И.В., Черногаева Г.М., Морозова А.В. *Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации*. М.: Медиа-ПРЕСС; 2020. <https://elibrary.ru/tzkfxt>
5. Власов Д.В., Крышень А.М., Сметанин И.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами в районах размещения предприятий цветной металлургии. *Экология и промышленность России*. 2022; 26(1): 52–7.
6. Dinis M.L., Fiúza A. Exposure assessment to heavy metals in the environment: measures to eliminate or reduce the exposure to critical receptors. In: *Environmental Materials and Waste: Resource Recovery and Pollution Prevention*. Academic Press; 2016: 3–22.
7. Ревяч Б.А. Бенз(а)пирен в окружающей среде: источники, уровни, риски для здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(9): 991–8.
8. Абакумов Е.В., Томила И.Г., Лукина Н.В. Особенности почвенного покрова и фоновые концентрации загрязняющих веществ в почвах Арктической зоны РФ. *Арктика: экология и экономика*. 2021; (2): 98–110.
9. Мязин В.А., Иванова Л.А., Чапоргина А.А., Фокина Н.В., Корнейкова М.В., Евдокимова Г.А. *Пора оздоравливать Арктику. Биологические способы очистки и восстановления нефтезагрязненных территорий*. Апатиты; 2023. <https://doi.org/10.37614/978.5.91137.481.5> <https://elibrary.ru/ytsqsiu>
10. Вишнева Ю.С., Попова Л.Ф. Оценка экологического состояния и степени загрязнения тяжелыми металлами почв Арктики. *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. 2016; (2): 96–104. <https://doi.org/10.18384/2310-7189-2016-2-96-104> <https://elibrary.ru/wbwhyx>
11. Дадалжанова Р.О., Киселёва Е.М. Проблема утилизации промышленных и бытовых отходов в Арктическом регионе. В кн.: Исаев А.А., ред. *Безопасный Север — чистая Арктика. Сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции*. Сургут; 2022: 107–8.
12. Виноградова В.В. Природно-климатические и биоклиматические условия жизни населения Мурманской области. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2015; (6): 90–9. <https://elibrary.ru/vdopnd>
13. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Гигиеническая оценка рисков здоровью детского населения, проживающего на территориях с химическим загрязнением почвы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(5): 522–8.
14. Рахманин Ю.А., Иванов С.И., Новиков С.М. Научные основы оценки и управления рисками для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания. *Здоровье населения и среда обитания — ЗНУСО*. 2016; (11): 4–9.
15. WHO. Soil-transmitted helminth infections: fact sheet; 2023.
16. Прохоров Б.Б. *Медико-экологическое районирование и региональный прогноз здоровья населения России*. М.; 1996.
17. Boffetta P., Nyberg F. Contribution of environmental factors to cancer risk. *Br. Med. Bull.* 2003; 68: 71–94. <https://doi.org/10.1093/bmp/ldg023>
18. Чугай Н.В., Курочкин И.Н., Кулагина Е.Ю. Оценка загрязнения урбанизированных почв тяжелыми металлами на территории г. Владимира. *Экология и промышленность России*. 2022; 26(6): 67–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2022-6-67-71> <https://elibrary.ru/ktbrpo>
19. Кряжев Д.А., Боев М.В., Кряжева Е.А., Бектышева И.К., Шелушкина Д.В. Гигиеническая оценка почвы Промышленного района г. Оренбурга по химическим показателям. *Альманах молодой науки*. 2019; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/gcyxqo>

References

1. The State report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Murmansk region in 2023". Murmansk; 2024. (in Russian)
2. Kashulina G.M., Lukin A.A. The ecological state of the soils of the Murmansk region in the zone of influence of mining and metallurgical production. *Problemy regional'noi ekologii*. 2018; (4): 45–50. (in Russian)
3. Novikova Yu.A., Kovshov A.A., Fedorov V.N., Tihonova N.A. Features of organization and conduct of socio-hygienic monitoring in the Arctic zone of the Russian Federation. In: *Problems of Maintaining Health and Ensuring the Sanitary and Epidemiological Well-Being of the Population in the Arctic: Proceedings of a Scientific and Practical Conference with International Participation [Problemy sokhraneniya zdorov'ya i obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Arktike: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. St. Petersburg: Kosta; 2017: 181–5. <https://elibrary.ru/xulrul> (in Russian)
4. Likhacheva E.A., Koshekarev A.V., Nekrasova L.A., Chesnokova I.V., Chernogaeva G.M., Morozova A.V. *Эколого-геоморфологический анализ Арктической зоны Российской Федерации*. Moscow: Media-PRESS; 2020. <https://elibrary.ru/tzkfxt> (in Russian)
5. Vlasov D.V., Kryshen' A.M., Smetanin I.S. Soil pollution by heavy metals in areas where non-ferrous metallurgy enterprises are located. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2022; 26(1): 52–7. (in Russian)
6. Dinis M.L., Fiúza A. Exposure assessment to heavy metals in the environment: measures to eliminate or reduce the exposure to critical receptors. In: *Environmental Materials and Waste: Resource Recovery and Pollution Prevention*. Academic Press; 2016: 3–22.
7. Revich B.A. Benz(a)pyrene in the environment Sources, levels, and risks to public health. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2020; 99(9): 991–8. (in Russian)
8. Abakumov E.V., Tomilina I.G., Lukina N.V. Features of soil cover and background concentrations of pollutants in the soils of the Arctic zone of the Russian Federation. *Arktika: ekologiya i ekonomika*. 2021; (2): 98–110. (in Russian)
9. Myazin V.A., Ivanova L.A., Chaporgina A.A., Fokina N.V., Korneikova M.V., Evdokimova G.A. *It's Time to Heal the Arctic. Biological Methods of Cleaning and Restoration of Oil-Contaminated Territories [Pora ozdoravlivat' Arktiku. Biologicheskie sposoby oshchistki i vosstanovleniya neftezagryaznennykh territorii]*. Apatity; 2023. <https://doi.org/10.37614/978.5.91137.481.5> (in Russian)
10. Vishnevaia Iu.S., Popova L.F. Assessment of the environmental status and degree of pollution of Arctic soils by heavy metals. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblasnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2016; (2): 96–104. <https://doi.org/10.18384/2310-7189-2016-2-96-104> <https://elibrary.ru/wbwhyx> (in Russian)
11. Dadadzhanova R.O., Kiseleva E.M. The problem of industrial and domestic waste disposal in the Arctic region. In: Isaeve A.A., ed. *Safe North — Clean Arctic: Collection of Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference [Bezopasnyi Sever — chistaya Arktika. Sbornik materialov IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii]*. Surgut; 2022: 107–8. <https://elibrary.ru/eopzox>
12. Vinogradova V.V. Natural and bioclimatic life conditions of the population of the Murmansk oblast. *Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2015; (6): 90–9. <https://elibrary.ru/vdopnd> (in Russian)
13. Zaitseva N.V., Mai I.V., Klein S.V. Hygienic assessment of the health risks of the child population living in territories with chemical contamination of the soil. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2019; 98(5): 522–8. (in Russian)
14. Rakhmanin Yu.A., Ivanov S.I., Novikov S.M. Scientific foundations of assessment and management of risks to public health under the influence of environmental factors. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya — ZNISO*. 2016; (11): 4–9. (in Russian)
15. WHO. Soil-transmitted helminth infections: fact sheet; 2023.
16. Prokhorov B.B. *Medical and Ecological Zoning and Regional Forecast of Russian Population Health [Mediko-ekologicheskoe raionirovanie i regional'nyi prognoz zdorov'ya naseleniya Rossii]*. Moscow; 1996. (in Russian)
17. Boffetta P., Nyberg F. Contribution of environmental factors to cancer risk. *Br. Med. Bull.* 2003; 68: 71–94. <https://doi.org/10.1093/bmp/ldg023>
18. Chugay N.V., Kurochkin I.N., Kulagina E.YU. Pollution assessment of urban land by heavy metals in the city of Vladimir. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2022; 26(6): 67–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2022-6-67-71> <https://elibrary.ru/ktbrpo> (in Russian)
19. Kryazhev D.A., Boev M.V., Kryazheva E.A., Bektyasheva I.K., Shchelushkina D.V. Hygienic assessment of the soil of the Industrial area of Orenburg by chemical parameters. *Al'manakh molodoi nauki*. 2019; (1): 3–8. <https://elibrary.ru/gcyxqo> (in Russian)

Сведения об авторах

Евсеева Ирина Сергеевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. отд. гигиены ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: Ievseeva@cspfmba.ru

Ушакова Ольга Владимировна, канд. мед. наук, вед. науч. сотр. отд. гигиены ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: Oushakova@cspfmba.ru

Ибрагимова Саида Шахрамизановна, специалист отд. гигиены ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: Slbragimova@cspfmba.ru

Юдин Сергей Михайлович, докто мед. наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва, Россия. E-mail: info@cspfmba.ru

About the authors

Irina S. Evseeva, PhD (Medicine), senior researcher, Hygiene department, Centre for Strategic Planning of the Federal medical and biological agency of Russia, 119121, Moscow, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0001-5765-0192> E-mail: Ievseeva@cspfmba.ru

Olga V. Ushakova, PhD (Medicine), leading researcher, Hygiene department, Centre for Strategic Planning of the Federal medical and biological agency of Russia, 119121, Moscow, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-2275-9010> E-mail: Oushakova@cspfmba.ru

Saida Sh. Ibragimova, specialist, Hygiene department, Centre for Strategic Planning of the Federal medical and biological agency of Russia, 119121, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0002-2155-9754> E-mail: Slbragimova@cspfmba.ru

Sergey M., Yudin, DSc (Medicine), professor, general director, Centre for Strategic Planning of the Federal medical and biological agency of Russia, 119121, Moscow, Russian Federation <https://orcid.org/0000-0002-7942-8004> E-mail: info@cspfmba.ru