Научная статья

УДК 614.7:32(211-17)

DOI: 10.24412/2658-4255-2025-3-35-44

EDN: SXQKSK

Для цитирования:
Новикова Ю.А., Копытенкова О.И., Алентьева О.С. Химическое загрязнение почвы городов Российской Арктики // Российская Арктика. 2025. Т. 7. № 3. С. 35-44. https://doi.org/10.24412/2658-4255-2025-3-35-44

Получена: 08.09.2025
Принята: 30.09.2025
Опубликована: 10.10.2025

For citation:
Novikova YuA., Kopytenkova OI, Alenteva OS. Chemical pollution of soil in Russian Arctic cities. *Russian Arctic*. 2025;7(3):35-44. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2658-4255-2025-3-35-44

Конфликт интересов.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование.
Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы № 124032000007-7, не имело спонсорской поддержки

CC BY

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Ю.А. Новикова[1]*, О.И. Копытенкова[1,2], О.С. Алентьева[1]

[1] Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия
[2] Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: *j.novikova@s-znc.ru

Аннотация
Своевременное обнаружение антропогенного воздействия на окружающую среду является важной научной и практической задачей. Почва аккумулирует химические загрязнения и может быть источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов. Химические вещества, содержащиеся в почве, могут воздействовать на здоровье населения при прямом контакте с почвой и опосредованно – через контактирующие с почвой атмосферный воздух и воду. Цель исследования – оценить качество почвы городских поселений Российской Арктики по химическим показателям. Использованы результаты лабораторных исследований и испытаний почвы, выполненные в 2024 году в рамках социально-гигиенического мониторинга. Проведена статистическая обработка данных, рассчитаны суммарные показатели загрязнения почвы Zc для городов Мурманской области. В 2024 году почва 27 актических городов из 31 проанализированного соответствовала гигиеническим нормативам. Отсутствие превышений гигиенических нормативов в почве арктических городов Республики Карелия, Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Чукотского и Ямало-Ненецкого автономного округа может быть связано не только с качеством почвы, но и с отсутствием контроля химических веществ. По степени химического загрязнения почва городов Апатиты, Заполярный, Кандалакша, Ковдор, Кировск, Мончегорск, Оленегорск, Североморск относится к категории «допустимая», городов Кола и Мурманск – к категории «умеренно опасная». Организация мониторинга почвы соответствует существующим рекомендациям только в арктических городах Архангельской области. В городах Республики Коми, Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа необходимо пересмотреть программы мониторинга. В городах Красноярского края и Мурманской области необходимо увеличить кратность отбора проб, Республики Карелия и Ямало-Ненецкого автономного округа – расширить перечень исследуемых химических показателей. Дальнейшие исследования будут посвящены возможности использования результатов экологического мониторинга, мониторинга вечной мерзлоты для оценки влияния почвы на здоровье населения.

Ключевые слова: почва населенных мест, комфортность городской среды, социально-гигиенический мониторинг, суммарный показатель загрязнения почвы, Арктическая зона Российской Федерации

CHEMICAL POLLUTION OF SOIL IN RUSSIAN ARCTIC CITIES

Yu.A. Novikova[1]*, O.I. Kopytenkova[1,2], O.S. Alenteva[1]

[1] Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia
[2] Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

E-mail: *j.novikova@s-znc.ru

Abstract
Timely detection of anthropogenic impact on the environment is an important scientific and practical task. The soil accumulates chemical pollutants and can be a source of secondary pollution of atmospheric air and water bodies. Chemicals contained in the soil can affect public health through direct contact with the soil and indirectly through atmospheric air and water in contact with the soil. The purpose of the study is to evaluate the soil quality of urban settlements in the Russian Arctic by chemical parameters. The results of laboratory studies and soil tests carried out in 2024 as part of social and hygienic monitoring were used. Statistical data processing was carried out, and the total indicators of Zc soil pollution for the cities of the Murmansk region were calculated. In 2024, the soil of 27 of the 31 analyzed Arctic cities met hygienic standards. The absence of excess hygiene standards in the soil of the Arctic cities of the Republic of Karelia, the Republic of Komi, the Republic of Sakha (Yakutia), the Chukotka and Yamalo-Nenets Autonomous Okrugs may be due not only to soil quality, but also to the lack of control of chemicals. According to the degree of chemical contamination of the soil of the cities of Apatity, Zapolyarny, Kandalaksha, Kovdor, Kirovsk, Monchegorsk, Olenegorsk, Severomorsk belongs to the "permissible" category, the cities of Kola and Murmansk belong to the "moderately dangerous" category. The organization of soil monitoring complies with existing recommendations only in the Arctic cities of the Arkhangelsk region. Monitoring programs should be reviewed in the cities of the Komi Republic, the Republic of Sakha (Yakutia) and the Chukotka Autonomous Okrug. In the cities of the Krasnoyarsk Territory and the Murmansk Region, it is necessary to increase the sampling frequency, and in the Republic of Karelia and the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, to expand the list of chemical parameters studied. Further research will be devoted to the possibility of using the results of environmental monitoring and permafrost monitoring to assess the impact of soil on public health.

Keywords: soil of populated areas, comfort of the urban environment, social and hygienic monitoring, total indicator of soil pollution, Russian Arctic

Введение

В настоящее время Арктическая зона Российской Федерации (или Российская Арктика) играет ключевую роль в экономических и стратегических планах России. Проблема освоения арктического пространства усугубляется наличием объектов накопленного вреда, ростом затрат на поддержание социальной и транспортной инфраструктуры, трудностями обеспечения достойного уровня и качества жизни арктического населения [1]. Негативные последствия хозяйственной деятельности в этом регионе могут вызвать необратимые процессы разрушения экосистемы [2].

За последние десятилетия в Арктике наблюдалось быстрое потепление климата и сокращение площади морского льда, при этом частая повторяемость аномально холодных зим [3].

Изменение климата привело к увеличению привлекательности Арктики для инвестиций и хозяйственного развития, но, с другой стороны, таяние многолетней мерзлоты может вызывать критические разрушения инфраструктуры, изменения природных условий для охоты и рыболовства местных жителей [4, 5].

Приоритетными источниками загрязнения среды обитания населенных пунктов Российской Арктики являются предприятия добывающей и перерабатывающей промышленности. В Российской Арктике 14 городов имеют статус моногородов: наиболее сложное социально-экономическое положение в 4 моногородах, риски ухудшения социально-экономического положения имеются в 8 моногородах, в остальных — социально-экономическая ситуация характеризуется как стабильная [5]. Устойчивость компонентов экосистем к антропогенным нагрузкам снижает суровый климат [7].

Дальнейшее развитие Российской Арктики связано с освоением Северного морского пути, расширением поиска месторождений полезных ископаемых, трансформацией аграрной сферы, развитием туризма и т.д. [8, 9]. При реализации проектов освоения ресурсов в экстремальных природно-климатических условиях высок риск разрушения экологических систем [10]. С 2021 года в рамках Государственной про-

граммы по оказанию содействия добровольному переселению[1] гражданам Российской Федерации и соотечественникам, которые добровольно переселяются в Россию, предоставлена возможность получить в Российской Арктике земельный участок для строительства дома или любой предпринимательской деятельности.

Дискомфортность проживания населения Российской Арктики создается неустранимыми природно-климатическими факторами, своеобразным режимом грунтовых вод, наличием многолетней мерзлоты и развивающихся в разных направлениях мерзлотно-грунтовых процессов, заболачиванием огромных территорий [2].

Методы оценки комфортности проживания постоянно совершенствуются [11-15]. В настоящее время на основе методологии оценки риска для здоровья населения формируются методы комплексной гигиенической оценки комфортности окружающей среды городских поселения.

Своевременное обнаружение антропогенного воздействия на окружающую среду является важной научной и практической задачей. В качестве факторов уязвимости почвы Российской Арктики, кроме отрицательных температур в течение большей части года, выделяют затруднение оттока загрязняющих веществ, которое связано с неглубоким залеганием многомерзлых пород [16].

Почва аккумулирует химические загрязнения и может быть источником вторичного загрязнения атмосферного воздуха воды водных объектов [17]. Химические вещества, содержащиеся в почве, могут воздействовать на здоровье населения при прямом контакте с почвой и опосредованно через контактирующие с почвой атмосферный воздух и воду [18]. К приоритетным химическим веществам, загрязняющим почву, относятся свинец, кадмий, мышьяк и никель [18]. Оценка неблагоприятного воздействия почвы на здоровье населения проводится на основе суммарного показателя загрязнения Zc с учетом региональных фоновых концентраций химических веществ в почве[2].

Цель исследования – оценить качество почвы городских поселений Российской Арктики по химическим показателям.

Материалы и методы

В настоящем исследовании использованы результаты лабораторных исследований и испытаний почвы, выполненные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в субъектах Арктической зоны Российской Федерации в 2007-2024 гг. в рамках социально-гигиенического мониторинга. Сформирована электронная база, проведена статистическая обработка данных с использованием пакета MS Office Excel. Организация мониторинга почвы населенных мест оценивалась в соответствии с письмом Роспотребнадзора[3]. Расчет суммарного показателя загрязнения Zc проводился в соответствии с п. 6.7. МУ 2.1.7.730-99[4]. Суммарный показатель загрязнения почвы Zc был рассчитан для городов Мурманской области по 8 химическим веществам: бенз/а/пирен, кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк. Степень загрязнения почвы оценивалась в зависимости от значения суммарного показателя загрязнения Zc по следующей шкале: Zc <16 – допустимая, Zc = 16-32 – умеренно опасная, Zc = 32-128 – опасная, Zc > 128 – чрезвычайно опасная[5].

Результаты

Мониторинг качества почвы в арктических городах Архангельской и Мурманской областей, Республики Карелия, Республики Коми, Ямало-Ненецкого автономного округа проводится с 2007 г., арктических городах Красноярского края – с 2018 г., арктических городах Республики Саха (Якутия) – с 2021 г., арктических городах Чукотского автономного округа – с 2023 г. В г. Нарьян-Мар (Ненецкий автономный округ) почва исследуется только микробиологическим и паразитологическим показателям.

[1] Указ Президента РФ от 22.06.2006 № 637 (ред. от 18.09.2024) «О мерах по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом» (вместе с «Государственной программой по оказанию содействия добровольному переселению в Российскую Федерацию соотечественников, проживающих за рубежом») URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61111/ (дата обращения: 05.09.2025)

[2] Раздел IV СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

[3] Письмо Роспотребнадзора от 28.01.2016 № 01/870-16-32 «Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга».

[4] МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

[5] Раздел IV СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

В 2024 году лабораторные исследования и испытания по химическим показателям проводились в 126 точках отбора проб почвы 31 арктического города 8 субъектов Арктической зоны Российской Федерации (табл. 1).

Таблица 1

Лабораторные исследования и испытания почвы городов Арктической зоны Российской Федерации в 2024 году

Субъект Российской Федерации	Количество		
	городов	точек отбора проб почвы	лабораторных исследований и испытаний
Арктические территории Архангельской области	3	39	2465
Арктические территории Красноярского края	2	4	69
Мурманская область	10	31	700
Арктические территории Республики Карелия	4	6	132
Арктические территории Республики Коми	2	4	66
Арктические территории Республики Саха (Якутия)	1	1	6
Чукотский автономный округ	1	1	4
Ямало-Ненецкий автономный округ	8	40	960
Итого	31	126	4402

Более половины точек отбора проб почвы расположено на территории детских дошкольных и школьных учреждений (табл. 2).

Таблица 2

Количество лабораторных исследований и испытаний проб почвы городов Арктической зоны Российской Федерации по видам территории в 2024 году

Населенный пункт	Вид территории				
	Детские образовательные организации	Селитебная территория	Зоны санитарной охраны водных объектов	Рекреационные зоны	Территория медицинских организаций
Арктические территории Архангельской области					
город Архангельск	13/858	1/66		2/132	1/55
город Новодвинск	2/132	6/396			1/66
город Северодвинск	8/460	3/180		2/120	
Арктические территории Красноярского края					
город Норильск	2/33				1/18
город Игарка	1/18				
Мурманская область					
город Апатиты	2/48				1/24
город Кировск	2/48				
город Мончегорск	2/48	2/49		1/24	1/24
город Оленегорск	1/24	2/48			
город-герой Мурманск	5/96	1/24			
ЗАТО город Североморск		1/24			1/3
город Кандалакша	2/48			1/24	
город Ковдор	2/48				
город Кола	2/48				
пгт Никель	2/48				
Арктические территории Республики Карелия					
город Беломорск	1/24				
город Костомукша				1/12	1/24
город Кемь	1/24				
город Сегежа	1/24			1/24	

Населенный пункт	Вид территории				
	Детские образовательные организации	Селитебная территория	Зоны санитарной охраны водных объектов	Рекреационные зоны	Территория медицинских организаций
Арктические территории Республики Коми					
город Инта		1/10			
город Воркута		1/21		1/14	1/21
Арктические территории Республики Саха (Якутия)					
город Среднеколымск		1/6			
Чукотский автономный округ					
город Анадырь	1/4				
Ямало-Ненецкий автономный округ					
город Губкинский	2/48	1/24		1/24	
город Лабытнанги	2/48		1/24		
город Муравленко	1/24			2/48	
город Новый Уренгой			3/73	1/23	
город Ноябрьск	3/72	3/72		1/24	2/48
город Салехард	3/72	1/24		1/24	1/24
город Надым	6/144	1/24		2/48	
город Тарко-Сале	1/24			1/24	

Примечание: в числителе указано количество точек, в знаменателе – количество исследований

Почва арктических городов Архангельской области исследуется 6 раз в год, Красноярского края – 3 раза в год, Мурманской области – 1-4 раза в год, Республики Карелия – 3-6 раз в год, Республики Коми – 2-3 раза в года, Ямало-Ненецкого автономного округа – 5-8 раз в год, Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округу – 1 раз в год в весенне-летний период.

Лабораторные исследования и испытания почвы арктических городов проводились по 12 неорганическим и органическим веществам: бенз/а/пирен, кадмий, кобальт, марганец, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, фтор, хром, цинк и определялось содержание нефтепродуктов. В почве арктических территория Архангельской области определялось содержание кадмия, кобальта, марганца, медь, нефтепродуктов, никеля, ртути, свинца, хрома, цинка (рис. 1).

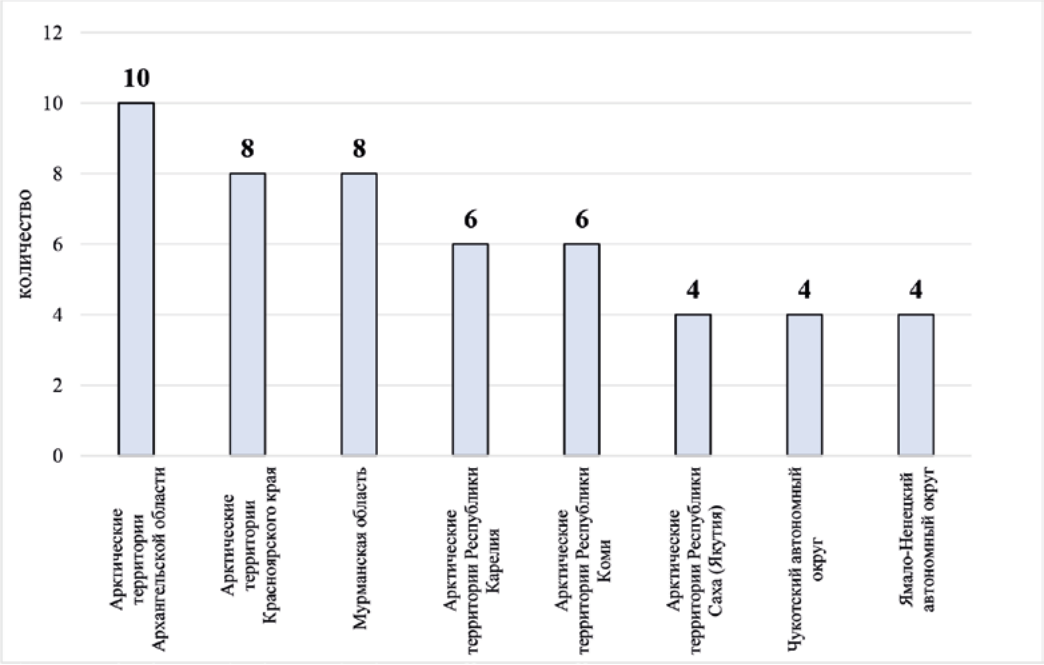

Рисунок 1. Количество химических веществ, исследованных в почве городов Арктической зоны Российской Федерации в 2024 году

Средняя концентрация кадмия в почве арктических городов – от 0,017 до 0,14 мг/кг, мышьяка – от 0,027 до 0,70 мг/кг, никеля – от 1,8 до 5,4 мг/кг, ртути – от 0,012 до 0,070 мг/кг, свинца – от 1,3 до 3,2 мг/кг, цинка – от 1,9 до 7,9 мг/кг (рис. 2, табл. 3).

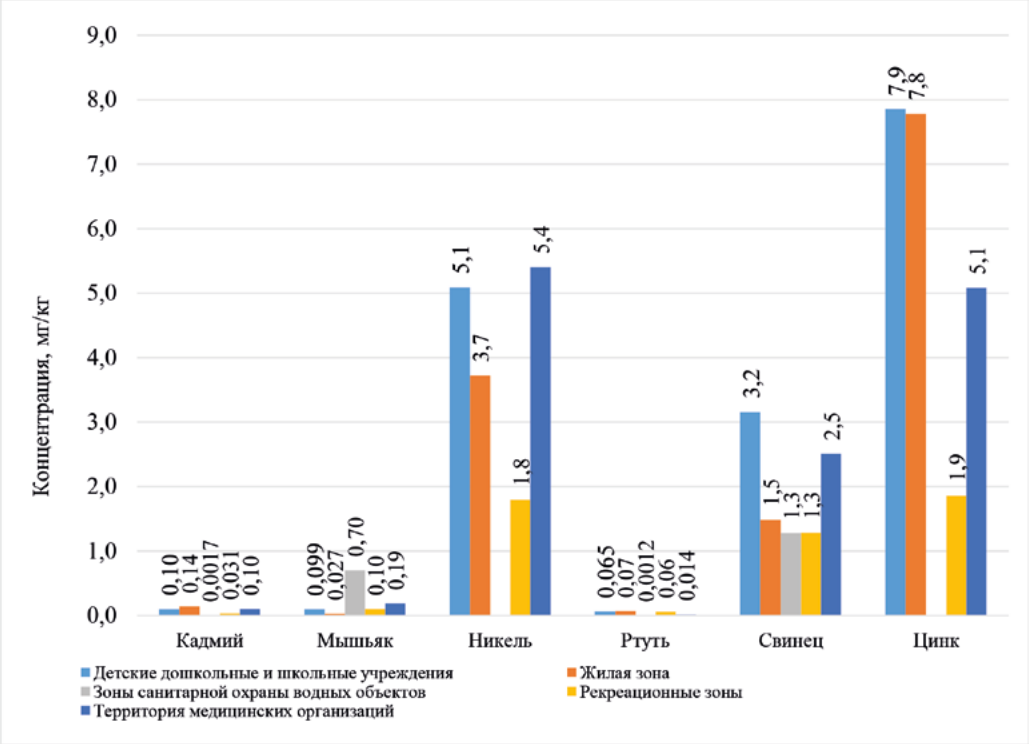

Рисунок 2. Средняя концентрация химических веществ, исследованных в почве городов Российской Арктики в 2024 году

Таблица 3

Средняя концентрация химических веществ в почве арктических городов в 2024 году, мг/кг

Наименование показателя	Форма вещества	Вид территории				
		Детские дошкольные и школьные учреждения	Жилая зона	Зоны санитарной охраны водных объектов	Рекреационные зоны	Территория медицинских организаций
Арктические территории Архангельской области						
Кадмий, мг/кг	валовая	0,0097	0,0078		0,0038	ниже нпо
Кобальт, мг/кг	подвижная	0,094	0,097		0,19	ниже нпо
Марганец, мг/кг	подвижная	11,6	12,0		15,9	34,0
Медь, мг/кг	подвижная	0,16	0,18		0,13	0,52
Нефтепродукты (суммарно), мг/кг		24,0	21,7		30,9	16,1
Никель, мг/кг	подвижная	0,080	0,076		0,21	ниже нпо
Ртуть, мг/кг	валовая	0,14	0,12		0,17	0,033
Свинец, мг/кг	подвижная	0,19	0,28		0,41	0,52
Хром, мг/кг	подвижная	0,054	ниже нпо		ниже нпо	ниже нпо
Цинк, мг/кг	подвижная	2,6	2,6		1,9	2,0
Арктические территории Красноярского края						
Бенз/а/пирен, мг/кг	валовая	ниже нпо				
Кадмий, мг/кг	валовая	0,028				
Медь, мг/кг	валовая	30,7				38,2
Мышьяк, мг/кг	валовая	1,9				1,6
Никель, мг/кг	валовая	15,2				14,2
Ртуть, мг/кг	валовая	0,046				0,049
Свинец, мг/кг	валовая	10,2				12,9
Фтор, мг/кг	водоратворимая	ниже нпо				
Мурманская область						
Бенз/а/пирен, мг/кг	валовая	0,0025	0,001		ниже нпо	ниже нпо
Кадмий, мг/кг	валовая	0,49	0,82		0,12	0,061
Медь, мг/кг	валовая	10,8	4,6		4,4	2,9
Мышьяк, мг/кг	валовая	0,019	ниже нпо		ниже нпо	ниже нпо
Никель, мг/кг	валовая	4,0	3,7		1,8	0,99
Ртуть, мг/кг	валовая	0,015	0,069		0,12	0

Наименование показателя	Форма вещества	Вид территории				
		Детские дошкольные и школьные учреждения	Жилая зона	Зоны санитарной охраны водных объектов	Рекреационные зоны	Территория медицинских организаций
Свинец, мг/кг	валовая	5,4	2,5		1,2	2,3
Цинк, мг/кг	валовая	7,9	9,2		2,3	4,8
Арктические территории Республики Карелия						
Кадмий, мг/кг	валовая	0,0027			0	0
Медь, мг/кг	подвижная	0,39			0,42	0,245
Свинец, мг/кг	подвижная	ниже нпо			ниже нпо	ниже нпо
Цинк, мг/кг	подвижная	1,1			0,42	0,49
Арктические территории Республики Коми						
Кадмий, мг/кг	валовая		0,10		0,19	1,4
Медь, мг/кг	валовая		1,0		0,45	28,5
Мышьяк, мг/кг	валовая		0,17		0,26	0,29
Нефтепродукты (суммарно), мг/кг			0,087		0,10	0,071
Свинец, мг/кг	валовая		2,2		1,1	4,9
Цинк, мг/кг	валовая		2,8		0,45	5,6
Арктические территории Республики Саха (Якутия)						
Кадмий, мг/кг	валовая		ниже нпо			
Медь, мг/кг	подвижная		ниже нпо			
Мышьяк, мг/кг	подвижная		ниже нпо			
Ртуть, мг/кг	валовая		ниже нпо			
Свинец, мг/кг	подвижная		1,6			
Цинк, мг/кг	подвижная		6,7			
Чукотский автономный округ						
Кадмий, мг/кг	валовая	ниже нпо				
Мышьяк, мг/кг	валовая	ниже нпо				
Ртуть, мг/кг	валовая	ниже нпо				
Свинец, мг/кг	подвижная	0,56				
Ямало-Ненецкий автономный округ						
Кадмий, мг/кг	валовая	0,024	0,013	0,0017	0,033	0,000080
Мышьяк, мг/кг	валовая	0,039	0,021	0,70	0,11	0,00039
Ртуть, мг/кг	валовая	0,0010	0,00084	0,0012	0,0016	0,00047
Свинец, мг/кг	валовая	1,4	0,90	1,3	1,3	0,44
Свинец, мг/кг	подвижная			0,12	0,075	

В 2024 году суммарный показатель загрязнения почвы Zc в г. Оленегорск составил -6,5, в г. Мурманске – 29,0 (рис. 3).

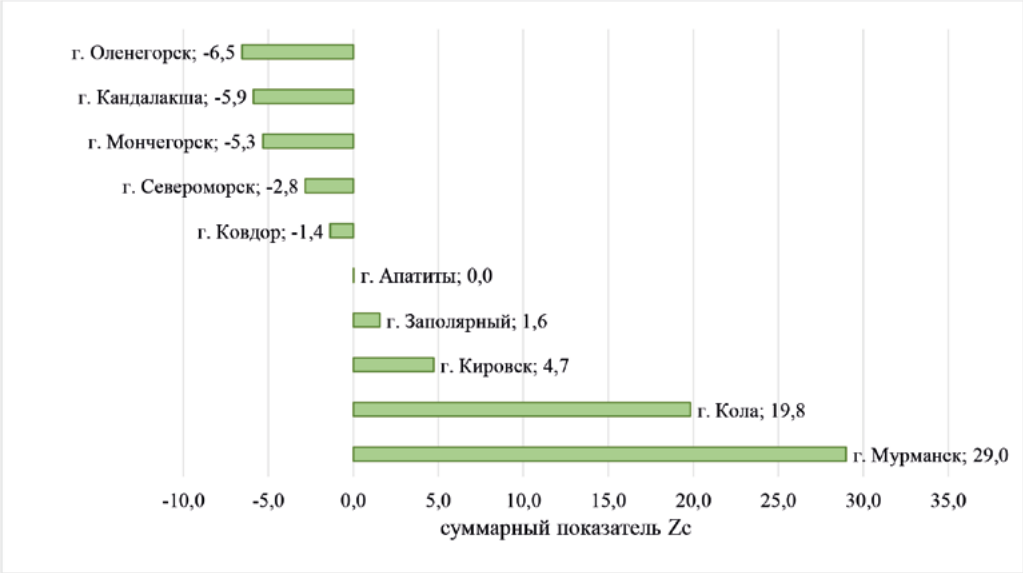

Рисунок 3. Значения суммарных показателей загрязнения почвы Zc в городах Мурманской области в 2024 году

Обсуждение

В 2024 году качество почвы в 27 арктических городах из 31 проанализированного соответствовало гигиеническим нормативам. В городе Воркута зарегистрированы превышения ПДК по содержанию кадмия, Мурманске – кадмия, меди, никеля, Северодвинске – цинка.

По степени химического загрязнения почва городов Апатиты, Заполярный, Кандалакша, Ковдор, Кировск, Мончегорск, Оленегорск, Североморск относится к категории «допустимая», городов Кола и Мурманск – к категории «умеренно опасная».

Проведенное исследование выявило различия в организации мониторинга почвы городов АЗРФ по количеству точек и кратности отбора проб, перечню контролируемых показателей.

В соответствии с нормативно-методическими документами мониторинговые точки отбора проб почвы необходимо размещать на территориях детских образовательных организаций, игровых, спортивных, детских площадок селитебной территории, в зонах рекреаций, на территориях лечебно-профилактических учреждений. В 24 городах исследуется почва на территории детских образовательных организаций, в 14 городах – селитебной территории, в 14 городах – рекреационных зонах, в 10 городах – территории медицинских учреждений. Почва на территории в зонах санитарной охраны водных объектов исследуется в городах Лабытнанги и Новый Уренгой.

Рекомендуемая кратность отбора проб почвы (не менее 6 раз в год во все сезоны за исключением зимнего для территорий с минусовыми температурами) соблюдается только в арктических городах Архангельской области, Республика Карелия и Ямало-Ненецкого автономного округа. Возможно, это связано с длительностью зимнего сезона и трудностью транспортировки проб почвы в испытательные лабораторные центры.

Рекомендуемого перечня химических веществ, позволяющего оценить влияние почвы на здоровье населения, в настоящее время не разработано. В нормативных документах приведен перечень химических показателей, которые необходимо исследовать для предварительной оценки санитарно-эпидемиологического состояния почв территории проектируемого строительства. Различие перечня исследуемых показателей не позволяет провести сравнение качества почвы в городах Российской Арктики.

Ограничениями исследования можно считать использование только лабораторных исследований и испытаний, проведенных в рамках социально-гигиенического мониторинга, и отсутствие фоновых концентраций во всех арктических регионах, за исключением Мурманской области.

Заключение

По результатам лабораторных исследований и испытаний в 2024 году почва практически во всех арктических городах соответствовала гигиеническим нормативам. Отсутствие превышений гигиенических нормативов в почве арктических городов Республики Карелия, Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Чукотского и Ямало-Ненецкого автономного округа может быть связано не только с качеством почвы, но и с отсутствием контроля химических веществ.

Организация мониторинга почвы соответствует существующим рекомендациям только в арктических городах Архангельской области. В городах Республики Коми, Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа необходимо пересмотреть программы мониторинга. В городах Красноярского края и Мурманской области необходимо увеличить кратность отбора проб, Республики Карелия и Ямало-Ненецкого автономного округа – расширить перечень исследуемых химических показателей.

Невозможность использования суммарного показателя Zc для оценки уровня химического загрязнения почвы городов Архангельской области, Красноярского края, Республик Карелия, Коми, Саха (Якутия) Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов связана с отсутствием фоновых концентраций содержания химических веществ в почве.

Дальнейшие исследования будут посвящены возможности использования результатов экологического мониторинга, мониторинга вечной мерзлоты для оценки влияния почвы на здоровье населения.

Список литературы:

1. Губина О.В., Проворова А.А. Современные подходы к хозяйственному освоению арктических территорий РФ в аспекте перспективного пространственного развития // Фундаментальные исследования. 2018. № 11 (Ч. 1). С. 46-51. EDN YNRHIL https://doi.org/10.17513/fr.42298
2. Воронина Е.П. Экологические аспекты трансформации социально- экономического пространства в контексте повышения безопасности и сбережения экосистем // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2025. № 1 (21). С. 59-71. EDN YGSQSW
3. Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М. [и др.] Существует ли связь между сокращением морского льда в Арктике и ростом повторяемости аномально холодных зим в Евразии и Северной Америке? Синтез современных исследований // Метеорология и гидрология. 2018. № 11. С. 49-67. EDN YOFNWP
4. Сафин З.Ф., Лунева Е. В., Редникова Т. В. Охрана и использование природных ресурсов Арктики: проблемы правового регулирования // Труды Института государства и права Российской академии наук. 2025. Т. 20. № 1. С. 259-290. EDN TYBVKZ http://dx.doi.org/10.35427/2073-4522-2021-16-2-luneva-popova-rednikova
5. Harada D. Behind the recent acceleration of the Arctic oil and gas development in Russia: Potential, ongoing projects and challenges // Polar Science. 2020. Vol. 56. P. 1-8. https://doi.org/10.1017/S0032247420000091
6. Волхонская З.И. Перспективы развития моногородов Арктической зоны // Международный студенческий научный вестник. 2020. № 3. С. 155. EDN RKYVKB
7. Попова Л.Ф., Никитина М.В., Андреева Ю.И. [и др.] Тяжелые металлы в почвах Евро-Арктических территорий // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2019. Т. 62. № 3. С. 102-107. EDN ZAWHVZ https://doi.org/10.6060/ivkkt201962fp.5854
8. Сагина О.А. Геостратегическая роль Арктической зоны Российской Федерации // Вестник евразийской науки. 2024. Т. 16. № s6. URL: https://esj.today/PDF/04FAVN624.pdf
9. Чурсина А.С. Арктическая зона РФ: Некоторые направления социально-экономического развития на примере Красноярского края // Аграрное и земельное право. 2024. № 12 (240). С. 308-310. http://doi.org/10.47643/1815-1329_2024_12_308
10. Андреева Е.Н., Воронина Е.П., Ильина Л.Н. Арктика в пространственном развитии Российской Федерации. Социально-экологические проблемы управления: монография. СПб.: ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2022. 336 с.
11. Агафонова Ю.О. Методики оценки качества городской среды городов-миллионников // Казанский экономический вестник. 2020. № 1 (45). С. 11-17.
12. Дидковская О.В., Селезнева Ж.В. К вопросу о методике оценки комфортности городских территорий // Основы экономики, управления и права. 2023. № 3 (38). С. 41-45. http://doi.org/10.51608/23058641_2023_3_41
13. Беляева Л.О., Стрелец К.И. Оценка комфортности городской среды // Русский журнал строительных наук и технологий. 2023. Т. 9, № 1. С. 33-47. http://doi.org/10.15826/rjcst.2023.1.004
14. Полякова Н.В., Залешин В.Е., Поляков В.В. Диагностика комфортности среды проживания в городах: обоснование и формирование методики // Известия Байкальского государственного университета. 2020. Т. 30, № 1. С. 121-129. http://doi.org/10.17150/2500-2759.2020.30(1).121-129
15. Нотман О.В. Индексный метод оценки качества городской среды: международный и российский опыт // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2021. № 2 (279). С. 89-99. http://doi.org/10.53598/2410-3691-2021-2-279-89-99
16. Телеснина В.М., Жуков М.А. Проблемы устойчивости арктических почв и биоремедиации нефтезагрязнений // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения. 2021. № 1 (5). С. 48-53. EDN TPAVTA http://doi.org/10.51823/74670_2021_1_48
17. Тафеева Е.А., Иванов А.В., Титова А.А., Петров И.В. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве на территории нефтедобывающих районов Республики Татарстан. Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 10. С. 939-941. http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-939-941
18. Водянова М.А., Крятов И.А., Донерьян Л.Г., Евсеева И.С., Ушаков Д.И., Сбитнев А.В. Эколого-гигиеническая оценка качества почв урбанизированных территорий. Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 10. С. 913-916. http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-913-916
19. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. 424 с.

References:

1. Gubina OV, Provorova AA. Modern approaches to the economic development of the Arctic territories of the Russian Federation in the aspect of prospective spatial development. *Fundamental research*. 2018;11-1:46-51. (In Russ.). EDN YNRHIL https://doi.org/10.17513/fr.42298
2. Voronina EP. Ecological aspects of transformation of socio-economic space in the context of increasing safety and preserving ecosystems. *Arctic 2035: current issues, problems, solutions*. 2025;(1(21)):59-71. (In Russ.). EDN YGSQSW
3. Meleshko VP, Kattsov VM, Mirvis VM, et al. Is there a connection between the reduction of sea ice in the Arctic and the increase in the frequency of abnormally cold winters in Eurasia and North America? Synthesis of modern research. *Meteorology and Hydrology.* 2018;11:49-67. (In Russ.). EDN YOFNWP
4. Safin ZF, Luneva EV, Rednikova TV. Protection and use of natural resources of the Arctic: problems of legal regulation. *Proceedings of the Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences*. 2025;20(1):259-290. (In Russ.). EDN TYBVKZ http://dx.doi.org/10.35427/2073-4522-2021-16-2-luneva-popova-rednikova
5. Harada D. Behind the recent acceleration of the Arctic oil and gas development in Russia: Potential, ongoing projects and challenges. *Polar Science*. 2020;56:1-8. https://doi.org/10.1017/S0032247420000091
6. Volkhonskaya ZI. Prospects for the development of single-industry towns in the Arctic zone. *International Student Scientific Bulletin*. 2020;3:155. (In Russ.). EDN RKYVKB
7. Popova LF , Nikitina MV, Andreeva YuI, et al. Heavy metals in soils of the Euro-Arctic territories. *News of higher educational institutions. Series: Chemistry and chemical technology*. 2019;62(3):102-107. (In Russ.). EDN ZAWHVZ https://doi.org/10.6060/ivkkt201962fp.5854
8. Sagina OA. The geostrategic role of the Arctic Zone of the Russian Federation. *The Eurasian Scientific Journal.* 2024;16(s6):04FAVN624. Available at: https://esj.today/PDF/04FAVN624.pdf. (In Russ.).
9. Chursina AS. Arctic zone of the Russian Federation: Some directions of socio-economic development on the example of Krasnoyarsk Krai. *Agrarian and land law*. 2024;(12(240)):308-310. (In Russ.). http://doi.org/10.47643/1815-1329_2024_12_308
10. Andreeva EN, Voronina EP, Ilina LN. The Arctic in the spatial development of the Russian Federation. Social and environmental issues of management. SPb. IPC SZIU RANEPA Publ. 2022; 336 p. (In Russ.).
11. Agafonova YuO. Methods for assessing the quality of the urban environment of cities with millions. *Kazan Economic Bulletin*. 2020;(1(45)):11-17. (In Russ.).
12. Didkovskaya OV, Selezneva ZhV. On the issue of the methodology for assessing the comfort of urban areas. *Fundamentals of economics, management and law.* 2023;(3(38)):41-45. (In Russ.). http://doi.org/10.51608/23058641_2023_3_41
13. Belyaeva LO, Strelets KI. Assessment of the comfort of the urban environment. *Russian Journal of Building Sciences and Technologies*. 2023;9(1):33-47. (In Russ.). http://doi.org/10.15826/rjcst.2023.1.004
14. Polyakova NV, Zaleshin VE, Polyakov VV. Diagnostics of the comfort of the urban living environment: justification and formation of methodology. *Izvestiya Baykalskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020;30(1):121-129. (In Russ.). http://doi.org/10.17150/2500-2759.2020.30(1).121-129
15. Notman OV. Index method of urban environment quality assessment: international and Russian experience. *Bulletin of the Adygea State University. Series 1: Regional Studies: philosophy, history, sociology, law, political science, cultural studies.* 2021;(2(279)):89-99. (In Russ.). http://doi.org/10.53598/2410-3691-2021-2-279-89-99
16. Telesnina VM, Zhukov MA. Problems of Arctic Soil Stability and Bioremediation of Oil Pollution. *Arctic 2035: Current Issues, Problems, Solutions*. 2021;(1(5)):48-53. (In Russ.). EDN TPAVTA http://doi.org/10.51823/74670_2021_1_48
17. Tafeeva EA, Ivanov AV, Titova AA, Petrov IV. Content of heavy metals and petroleum products in the soil on the territory of oil-producing areas of the Republic of Tatarstan. *Hygiene and Sanitation*. 2016;95(10):939-941. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-939-941
18. Vodianova MA, Kriatov IA, Donerian LG, Evseeva IS, Ushakov D.I, Sbitnev AV. Ecological hygienic assessment of soils quality in urban areas. *Hygiene and Sanitation.* 2016;95(10):913-916. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-10-913-916
19. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2024: State report. Moscow: Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. 2025. 424 p. (In Russ.).