

## ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 504.062 550.46

doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.005

### ГЕОХИМИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ХАРП И ЕГО ОКРЕСТНОСТЯХ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ, ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

*Роман Александрович Колесников<sup>1</sup>, Ростислав Игоревич Локтев<sup>2</sup>, Елена Владимировна Шинкарук<sup>3</sup>, Евгения Николаевна Моргун<sup>4</sup>, Руслан Михайлович Ильясов<sup>5</sup>, Георгий Александрович Андреев<sup>6</sup>*

*<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия*

*<sup>1</sup>roman387@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>*

*<sup>2</sup>rost.lok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5696-945X>*

*<sup>3</sup>elena1608197@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-6275>*

*<sup>4</sup>morgun148@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4178-4417>*

*<sup>5</sup>frandy@mail.ru*

*<sup>6</sup>andreev89.09@gmail.com*

**Аннотация.** В статье представлены данные геохимического состава снежного покрова в поселке городского типа Харп Ямало-Ненецкого автономного округа. Проведено сравнение содержания загрязняющих веществ в пробах снега, отобранных в черте населенного пункта, с пробами, отобранными на фоновых участках за его границами, а также со средними региональными значениями, характерными для этой территории. Выявлено, что в черте населенного пункта концентрации нефтепродуктов, аммоний-ионов, нитрат-ионов, сульфат-ионов, хлорид-ионов, фенолов, железа, хрома VI, меди, цинка и свинца выше, чем на полигонах, где отобраны фоновые пробы.

**Ключевые слова:** урбанизированные территории, техногенез, геохимия, снежный покров, тяжелые металлы, нефтепродукты, Ямал, Полярный Урал.

**Цитирование:** Колесников Р.А., Локтев Р.И., Шинкарук Е.В., Моргун Е.Н., Ильясов Р.М., Андреев Г.А. Геохимия снежного покрова в поселке городского типа Харп и его окрестностях (Полярный Урал, Ямало-Ненецкий автономный округ) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2023. (120). № 3. С. 76-90. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.005

Original article

## GEOCHEMISTRY OF SNOW COVER IN THE URBAN-TYPE SETTLEMENT OF KHARP AND ITS ENVIRONS (POLYARNY URAL, YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT)

**Roman A. Kolesnikov<sup>1</sup>, Rostislav I. Loktev<sup>2</sup>, Elena V. Shinkaruk<sup>3</sup>, Evgenia N. Morgun<sup>4</sup>, Ruslan M. Ilyasov<sup>5</sup>, Georgy A. Andreev<sup>6</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Arctic Research Center, Salekhard, Russia

<sup>1</sup>roman387@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2722-5133>

<sup>2</sup>rost.lok@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5696-945X>

<sup>3</sup>elena1608197@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-6275>

<sup>4</sup>morgun148@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4178-4417>

<sup>5</sup>frandly@mail.ru

<sup>6</sup>andreev89.09@gmail.com

**Abstract.** The article presents data on the geochemical composition of the snow cover in the urban-type settlement of Kharp, Yamalo-Nenets Autonomous District. A comparison was made of the content of pollutants in snow samples taken within the boundaries of the settlement with samples taken in background areas outside its borders, as well as with average regional values characteristic of this territory. It was revealed that within the boundaries of the settlement, the concentrations of oil products, ammonium ions, nitrate ions, sulfate ions, chloride ions, phenols, iron, chromium VI, copper, zinc and lead are higher than at the landfills where background samples were taken.

**Keywords:** urbanized territories, technogenesis, geochemistry, snow cover, heavy metals, oil products, Yamal, Polar Urals.

**Citation:** Kolesnikov R.A., Loktev R.I., Shinkaruk E.V., Morgun E.N., Piyasov R.M., Andreev G.A. Geochemistry of snow cover in the urban-type settlement of Kharp and its environs (Polyarny Ural, Yamalo-Nenets Autonomous District) // Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous District. 2023. (120). No. S.76-90. doi: 10.26110/ARCTIC.2023.120.3.005.

### *Введение*

На урбанизированных территориях выбросы в атмосферу от стационарных и передвижных источников, коммунально-бытовые и промышленные стоки создают геохимические потоки загрязняющих веществ [1]. Химический состав снежного покрова является индикатором техногенного загрязнения урбанизированных ландшафтов. По степени загрязнения снежного покрова определяют количество загрязняющих веществ, поступающих в поверхностные воды и почвы [2; 3]. Основными источниками загрязнения снега в населенных пунктах являются выбросы от автотранспорта, объектов энергетики, добывающей и перерабатывающей промышленности, антигололедные средства [4]. Довольно часто наблюдается повышенное загрязнение снега вдоль автомобильных дорог. За счет сжигания угля и мазута в снежном покрове населенных пунктов аккумулируются тяжелые металлы, нефтепродукты, медь и цинк накапливаются из-за эксплуатации автотранспорта, свинец – в результате сжигания этилированного бензина [5].

В поселке городского типа Харп городского округа Лабытнанги Ямало-Ненецкого автономного округа располагаются автотранспортные и производственные площадки предприятий, осуществляющих добычу твердых полезных ископаемых (хром, строительный камень, амфиболиты), эксплуатируются электростанция, оборудованная четырьмя газопоршневыми установками, и сети газоснабжения, работает дробильно-сортировочный комплекс, функционируют железная дорога и железнодорожная станция. В Харпе загружаются и транспортируются вагоны с хромовой рудой. В населенном пункте широко используется автомобильный транспорт, в том числе вездеходный и большегрузный, для перевозки полезных ископаемых. В 23 км на северо-запад от пгт Харп расположен действующий карьер, в котором открытым способом ведется добыча хромовых руд.

На территории пгт Харп выбросы в атмосферный воздух идут от 16 стационарных источников, а также от автотранспорта. В атмосферу поступает 55 веществ. К приоритетным загрязнителям атмосферного воз-

духа с учетом их опасности и величин поступления относятся 22 вещества: свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), азота диоксид, аммиак, азот (II) оксид, сажа, сера диоксид, дигидросульфид, углерод оксид, фтористые газообразные соединения, метан, бензол, этилбензол, бенз(а)пирен, гидроксibenзол, ацетальдегид, формальдегид, керосин, взвешенные вещества, мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий), пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: более 70, пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20, пыль неорганическая: до 20% SiO<sub>2</sub> [6; 7].

В 2023 году на Полярном Урале планируют запустить новый туристический кластер Рай-Из. На базе Харбей будут проводить деловые мероприятия, организовывать вездеходные, пешие и снегоходные маршруты. В природном парке «Ингилор» обустраиваются экологические маршруты. В 2026 году планируется к открытию горнолыжный комплекс с 20 км трасс, двумя гостиницами. Поселок Харп как ближайший к этим объектам транспортный узел должен стать центром данного туристического кластера.

В связи с тем, что поселок Харп является населенным пунктом, внутри которого и в окрестностях которого сосредоточено большое количество промышленных объектов, а в дальнейшем здесь планируют развивать туризм, – назрела необходимость в получении геохимических данных, характеризующих техногенную нагрузку на окружающую среду в данном населенном пункте.

Для решения этого вопроса была проведена оценка загрязнения снежного покрова в пгт Харп, выполнено сравнение содержания загрязняющих веществ на полигонах внутри населенного пункта с данными, собранными с фоновых участков, а также со средними региональными значениями содержания контролируемых компонентов в снежном покрове на территории Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Определены наиболее экологически опасные элементы, имеющие максимальные величины выпадения и концентрации в снеге.

### *Материалы и методы исследования*

Материалы исследования собраны в рамках работы по проекту «Современные климатические изменения и их влияние на ландшафтную структуру Ямало-Ненецкого автономного округа» в период с 2021-го по 2023 г., также при написании статьи использованы данные химического анализа снега, представленные в аналитическом отчете ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» [8].

Снегомерная геохимическая съемка проведена в третьей декаде марта – первой декаде апреля 2023 года при максимальной высоте снежного

покрова. Она выполнена на трех полигонах, находящихся в черте поселка Харп (контрольные участки), и на трех полигонах, расположенных за пределами населенного пункта (фоновые участки). Площадь полигонов 1 км x 1 км. Координаты полигонов указаны в таблице 1.

Таблица 1. Координаты расположения полигонов проведения снегомерной геохимической съемки

Полигон	Координаты		Полигон	Координаты	
Полигоны на фоновых участках			Полигоны на контрольных участках		
Полигон № 1	66°50'17.8"N	65°44'48.0"E	Полигон № 4	66°47'48.3"N	65°48'52.2"E
	66°50'54.3"N	65°44'47.7"E		66°47'23.6"N	65°49'40.3"E
	66°50'54.8"N	65°46'19.5"E		66°47'38.4"N	65°47'41.0"E
	66°50'16.0"N	65°46'18.5"E		66°47'08.5"N	65°48'42.0"E
Полигон № 2	66°49'58.8"N	65°48'32.0"E	Полигон № 5	66°48'45.6"N	65°47'58.4"E
	66°49'59.4"N	65°50'17.8"E		66°48'20.6"N	65°48'01.4"E
	66°49'26.1"N	65°49'06.0"E		66°48'28.4"N	65°49'27.7"E
	66°49'47.1"N	65°50'36.8"E		66°48'58.5"N	65°48'49.0"E
Полигон № 3	66°46'24.6"N	65°50'56.4"E	Полигон № 6	66°49'24.0"N	65°47'33.2"E
	66°46'50.7"N	65°51'23.6"E		66°49'35.4"N	65°48'56.0"E
	66°46'12.8"N	65°51'52.4"E		66°48'58.9"N	65°48'07.5"E
	66°46'37.5"N	65°52'20.4"E		66°49'06.1"N	65°49'05.9"E

Полигон № 1. Фоновый участок. Расположен в 2,5 км на северо-запад от пгт Харп, в 2 км на восток находится Северная железная дорога, а в 22 км на запад разрабатывается месторождение «Центральное», на котором открытым способом добываются хромовые руды. Полигон находится на отрогах массива Рай-Из восточного макросклона Полярного Урала (рис. 1). Северо-восточная часть представляет собой возвышенную наклонную предгорную равнину на высотах 160-180 м, в долине безымянного ручья. Юго-западная половина лежит в низкогорье на склонах и куполовидных вершинах отрогов массива Рай-Из с максимальными отметками 230-265 м. Крутизна склонов составляет 7-13%. Крайняя юго-западная часть представляет собой низкогорное слабонаклонное к югу плато на высоте 240 м. Участок пересекается безымянным ручьем, который берет начало на западном склоне массива Рай-Из на высоте около 560 м. Ручей питается талыми водами снежников и имеет протяженность от истока до устья 7,7 км. По территории полигона ручей протекает в своем среднем течении на расстоянии 4,5-4,6 км от истока. В русле ручья распространены старичные озера. В северо-западной части участка расположено озеро площадью 0,8 га, связанное протокой с ручьем. Пологонаклонные поверхности представлены лесотундрой, склоны гор поросли хвойным лесом, выше 210-220 м начинается гольцовый пояс [8].

Полигон № 2. Фоновый участок. Находится на левом берегу реки Сось на расстоянии 1,2 км на северо-восток от пгт Харп (рис. 1). Территория представляет собой возвышенную наклонную предгорную равнину на высотах 140-160 м. Поверхность покрыта еловым лесом высотой около 5 м, с отдельными лиственницами и с примесью березы. На участке протекает безымянный ручей, который впадает в реку Сось. Напочвенный покров сформирован кустарниками, кустарничками и мхами.

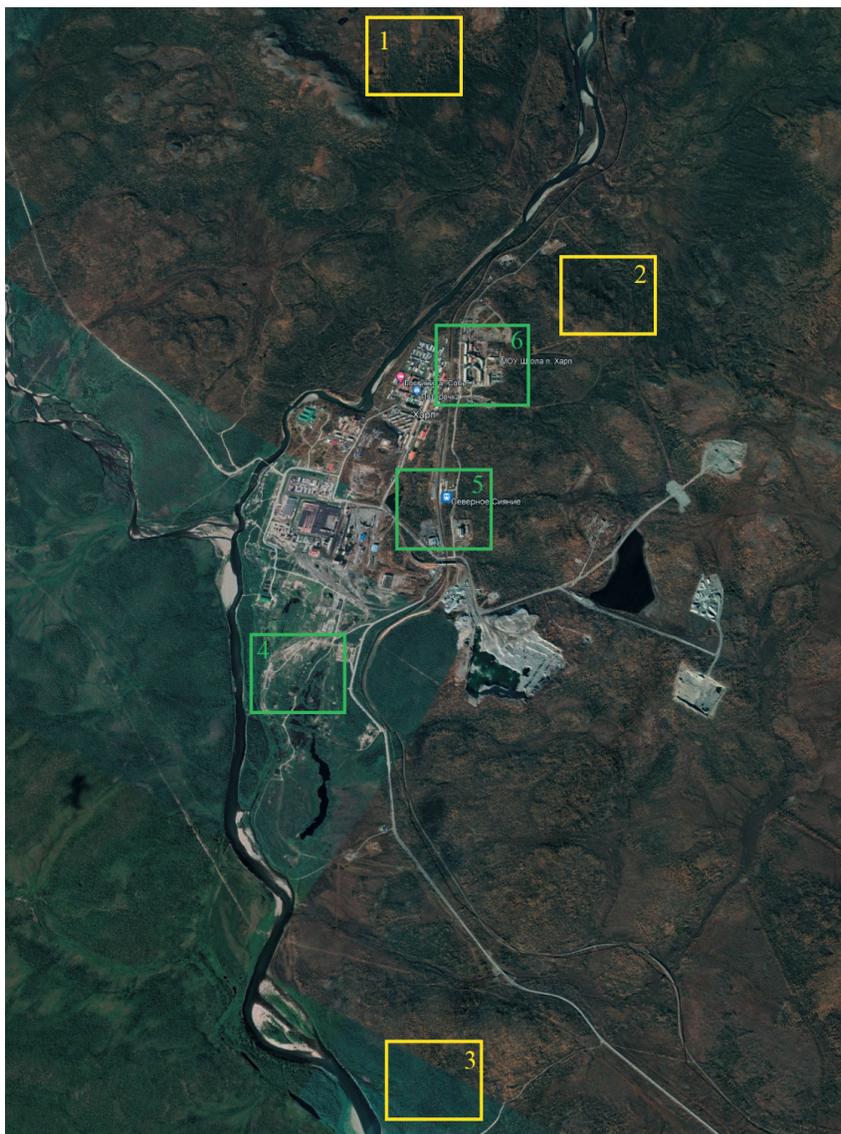


Рис. 1. Карта-схема расположения полигонов геохимической снегомерной съемки в пгт Харп и его окрестностях

Полигон № 3. Фоновый участок. Расположен на расстоянии 1,5 км на юг от населенного пункта (рис. 1). Между рекой Сось и ручьем Гэрд-Из-Шор участок пересекается увалом высотой 118 м с пологонаклонной вершиной, южным затяжным и северо-западным коротким покатым склоном крутизной около 7%. Увал покрыт густым, преимущественно еловым лесом высотой 5-8 м, с отдельными лиственницами, с примесью березы. На южном склоне на элементах долинного комплекса р. Сось увеличивается роль мелколиственных пород – березы и ольхи. Напочвенный покров представлен кустарниками, кустарничками и мхами.

Полигон № 4. Контрольный участок. Располагается в южной промышленной части пгт Харп. По территории проложены ветка заброшенной железной дороги и грунтовые дороги, находится множество разрушенных бетонных строений, металлолом, остатки бетонных плит. По восточной границе полигона проходит автомобильная дорога с твердым покрытием, соединяющая поселок с городом Лабытнанги, на расстоянии 110 м расположена действующая Северная железная дорога (рис. 1).

Полигон № 5. Контрольный участок. Находится в восточной части населенного пункта в районе функционирования железнодорожного полотна и железнодорожной станции Харп-Северное Сияние. Также на участке имеется автозаправочная станция, электроподстанция, гаражи. Функционируют автодороги с твердым покрытием (рис. 1).

Полигон № 6. Контрольный участок. Селитебная зона. На участке построены многоквартирные дома, общеобразовательная школа, спортивная школа (рис. 1).

На каждом полигоне отбирались смешанные пробы методом конверта. Шаг отбора проб 250-300 м. Всего на полигоне отбирались пробы из 25 точек, смешанная проба выполнялась из пяти отдельных проб. Общее количество точек на всех полигонах 125, из которых отобрано 50 смешанных проб (по 10 смешанных проб на каждом полигоне). Пробы отбирали с помощью снегомера весового ВС-43 со всей снежной толщи за исключением нижних 5 см, прилегающих к почвенно-растительному покрову. Объединенные пробы снега помещались в пластиковые 20-литровые контейнеры и растапливались при комнатной температуре.

Химический состав снега анализировался в аккредитованной испытательной лаборатории Федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Ямало-Ненецком автономном округе» и химико-аналитической лаборатории ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». В полученных растворах определяли водородный показатель pH, удельную электропроводность, аммоний-ионы, нитрат-ионы, сульфат-ионы, хлорид-ионы, нефтепродукты, фенолы (общие и летучие), Fe (общ.), Cr VI, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb.

Геохимическую нагрузку на окружающую среду оценивали на осно-

вании расчета суммарного показателя химического загрязнения снега ( $Z_c$ ), который характеризует степень химического загрязнения снега обследуемых территорий вредными веществами различных классов опасности и определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов загрязнения по формуле:  $Z_c = K_{c1} + \dots + K_{ci} + \dots + K_{cn} \cdot (n-1)$ , где  $n$  – число определяемых компонентов,  $K_{ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением. При расчете  $Z_c$  использовались следующие компоненты: нефтепродукты, фенолы, Fe (общ.), Cr VI, Mn, Ni, Cu, Zn, Pb.

Уровни загрязнения снежного покрова и соответствующие им градации экологической опасности представлены в соответствии с [9; 5] (табл. 2).

Таблица 2. Уровни загрязнения снежного покрова и соответствующие им градации экологической опасности

Уровень загрязнения	Уровень экологической опасности	Суммарный показатель загрязнения снега, $Z_c$
Низкий	Неопасный	< 32
Средний	Умеренно опасный	32-64
Высокий	Опасный	64-128
Очень высокий	Очень опасный	128-256
Максимальный	Чрезвычайно опасный	> 256

В ходе исследования проведено сравнение между собой геохимических показателей снега фоновых и контрольных участков. Вследствие того, что содержание загрязняющих веществ в снеге не нормируется, оценка состояния окружающей среды осуществлялась также на основании сравнения полученных результатов лабораторных испытаний со средними региональными значениями содержания контролируемых компонентов в снежном покрове на территории Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа [10].

### *Результаты и обсуждение*

Исследования физико-химических свойств показали, что на фоновых полигонах рН растворов талого снега изменяется от 6,76 до 6,94, то есть они относятся к нейтральному типу. На полигонах, находящихся в черте населенного пункта, наблюдается незначительное подкисление растворов, рН достигает 6,24-6,34 – слабокислая реакция среды (табл. 3). Подкисление относительно фоновых территорий составляет в среднем 0,5.

В снежном покрове фоновых участков большинство элементов имеют показатели ниже, чем установлено средними региональными значениями для Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Исключение составляет концентрация сульфат- и хлорид-ионов. При среднерегionalном значении сульфат-ионов  $0,47 \text{ мг/дм}^3$  на фоновых участках содержание варьирует в пределах  $0,55-1,48 \text{ мг/дм}^3$ . Концентрации сульфат-ионов в черте пгт Харп выше среднерегionalных, характерных для Приуральского района, однако не превышают показатели с фоновых участков и находятся в пределах  $0,69-1,17 \text{ мг/дм}^3$ . Концентрации гидрокарбонатов как на фоновых, так и на контрольных полигонах изменяются от  $0,90$  до  $3,42 \text{ мг/дм}^3$ .

Таблица 3. Концентрации химических веществ и элементов в пробах талого снега + в пгт Харп и его окрестностях

Водородный показатель	Уд. электропроводность	Взвешенные вещества	Сухой остаток	Аммоний-ионы	Нефтепродукты	Нитрат-ионы	Сульфат-ионы	Фенолы (общие и летучие)	Хлорид-ионы	Fe (общ.)	Cr VI	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb
pH	мкСм/см	мг/дм <sup>3</sup>														
<b>Фоновый полигон № 1</b>																
2021 год																
6,81	16,44	< 0,5	11,56	< 0,05	0,031	1,02	1,48	< 0,0005	1,13	< 0,05	< 0,0002	< 0,01	< 0,0002	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0002
2023 год																
6,92	20,3	< 0,5	9,8	< 0,05	0,017	0,89	0,94	< 0,0005	1,15	< 0,05	< 0,0002	< 0,01	< 0,0002	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0002
<b>Фоновый полигон № 2</b>																
2023 год																
6,78	12,40	< 0,5	13,2	< 0,05	0,016	0,70	0,78	< 0,0005	< 0,05	< 0,05	< 0,0002	< 0,01	< 0,0002	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0002
<b>Фоновый полигон № 3</b>																
2021 год																
6,94	17,74	< 0,5	11,2	< 0,05	0,027	0,73	0,75	< 0,0005	0,87	< 0,05	< 0,0002	< 0,01	< 0,0002	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0002
2023 год																
6,76	20,1	< 0,5	13,0	< 0,05	0,023	0,70	0,55	< 0,0005	0,89	< 0,05	< 0,0002	< 0,01	< 0,0002	< 0,0001	< 0,0005	< 0,0002
<b>Контрольный полигон № 4</b>																
2022 год																
6,28	16,34	1,6	19,36	0,34	0,075	0,96	1,17	0,0009	1,34	0,240	0,0012	< 0,01	< 0,0002	0,0014	0,0010	0,0019

Продолжение таблицы 3

Водородный показатель	Уд. электропроводность	Взвешенные вещества	Сухой остаток	Аммоний-ионы	Нефтепродукты	Нитрат-ионы	Сульфат-ионы	Фенолы (общие и летучие)	Хлорид-ионы	Fe (общ.)	Cr VI	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb
рН	мкСм/см	мг/дм <sup>3</sup>														
2023 год																
6,32	18,27	1,6	18,24	0,27	0,081	0,94	1,24	0,0009	1,32	0,238	0,0012	< 0,01	< 0,0002	0,0017	0,0012	0,0021
Контрольный полигон № 5																
2023 год																
6,24	15,4	2,4	21,5	0,48	0,089	1,69	1,52	0,0009	1,46	0,257	0,0025	0,01	< 0,0002	0,0008	0,0012	0,0024
Контрольный полигон № 6																
2023 год																
6,35	14,2	1,4	19,6	0,14	0,064	1,49	0,69	0,0008	0,85	0,102	0,0025	< 0,01	< 0,0002	0,0004	0,0008	0,0017
Средние региональные значения содержания контролируемых компонентов в снежном покрове на территории Приуральского района, в мг/дм <sup>3</sup>																
-	-	-	-	0,22	0,031	0,81	0,47	0,0009	0,65	0,104	0,0025	0,006	0,0027	0,0023	0,0005	0,0017

Концентрации хлорид-ионов на фоновых полигонах № 1 и 3 превышают установленные среднерегionalные (0,65 мг/дм<sup>3</sup>) и достигают 0,87-1,13 мг/дм<sup>3</sup>. На фоновом полигоне № 2 содержание хлорид-ионов ниже предела обнаружения. Концентрации нитрат-ионов на всех фоновых участках либо ниже региональных значений (0,81 мг/дм<sup>3</sup>), либо близки к ним.

Несколько иная ситуация наблюдается с содержанием и распределением загрязняющих веществ в черте населенного пункта. На всех контрольных участках в пробах снега фиксируется двухкратное превышение количества нефтепродуктов над среднерегionalным показателем, установленным для Приуральского района, и трех-, четырехкратное превышение над концентрациями фоновых участков. Наибольшая кратность превышения наблюдается на участках № 4, где находится заброшенная производственная база, и № 5, где расположена железнодорожная станция и автозаправка.

В отличие от фоновых участков, где мы не наблюдали присутствие аммоний-ионов, на всех объектах в черте поселка фиксируется данное соединение, а на полигонах № 4 и 5 его концентрация выше региональ-

ного фона, рассчитанного для Приуральского района ЯНАО в 1,5-2 раза. Концентрации нитрат-, сульфат- и хлорид-ионов также возрастают по сравнению с рассчитанным региональным фоном в 2-3 раза, однако существенно не отличаются от фоновых точек.

Количество фенолов на территории пгт Харп сопоставимо с показателями регионального фона, свойственного для Приуральского района, и не превышает 0,0009 мг/дм<sup>3</sup>. Однако на фоновых участках фенолы зафиксированы не были.

Железо появляется в пробах, отобранных в населенном пункте. Его содержание изменяется от 0,102 мг/дм<sup>3</sup> на полигоне № 6, что не превышает установленный региональный фон 0,104 мг/дм<sup>3</sup>, до 0,238 мг/дм<sup>3</sup> на полигоне № 4 и 0,257 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3). На фоновых полигонах количество железа в отобранных пробах ниже предела обнаружения.

Хром VI, отсутствовавший на фоновых участках в незначительном количестве, фиксируется в населенном пункте. Концентрации варьируют в пределах 0,0012-0,0025 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает региональный фон, установленный для Приуральского района Ямало-Ненецкого автономного округа.

Тяжелые металлы Cu, Zn, Pb в незначительном количестве фиксируются в черте населенного пункта в точках, находящихся вблизи автомобильных и железной дорог. Содержание меди изменяется от 0,0004 до 0,0017 мг/дм<sup>3</sup>, что выше, чем на фоновых участках, где химический элемент не обнаружен, но ниже регионального значения, установленного для Приуральского района – 0,0023 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрации цинка находятся в пределах 0,0008-0,0012 мг/дм<sup>3</sup>, это выше, чем на фоновых участках (кратность превышения 1,6 и 2). Свинец, который не был выявлен на фоновых участках, отмечен в черте населенного пункта в количестве 0,0017-0,0024 мг/дм<sup>3</sup>, при расчетном фоновом уровне, характерном для Приуральского района, равном 0,0017 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3).

Суммарный показатель загрязнения снега изменяется от 25 до 53. Наименьшее значение показателя наблюдается в селитебной зоне (полигон № 6). Уровень загрязнения – низкий, по уровню экологической опасности территории безопасна.

На полигоне № 5, где расположены железнодорожная станция и автозаправка, а также проходит автомобильная дорога, фиксируется наиболее высокий суммарный показатель загрязнения – 53. Уровень загрязнения – средний, уровень экологической опасности – умеренно опасный.

На полигоне № 4, расположенном на въезде в населенный пункт, суммарный показатель загрязнения равен 39. Несмотря на то, что данное значение близко к границе низкого и среднего уровней загрязнения, перевес все же идет в сторону среднего загрязнения и умеренной экологической опасности.

Таблица 4. Уровни загрязнения снежного покрова и соответствующие им градации экологической опасности

№ контрольного полигона	Суммарный показатель загрязнения снега, Zс	Уровень загрязнения	Уровень экологической опасности
4	39	Средний	Умеренно опасный
5	53	Средний	Умеренно опасный
6	25	Низкий	Неопасный

Наибольший вклад в загрязнение всех контрольных полигонов вносят тяжелые металлы (Cu, Pb, Cr, Fe), а также нефтепродукты. Кратность превышения над уровнем фоновых полигонов наибольшая по меди, свинцу и хрому. Загрязнение снежного покрова в черте населённого пункта медью, свинцом и нефтепродуктами связана, в первую очередь, с эксплуатацией автотранспорта. Хром имеет наибольшую кратность превышения в транспортной зоне на полигонах 5 и 6.

### *Заключение*

Минерализация снеговых вод на территории населенного пункта Харп несколько возрастает по сравнению с фоновыми. Также происходит незначительное подкисление снеговых вод в черте населенного пункта. В составе талых снежных вод как на фоновых участках, так и на территории населенного пункта преобладают сульфат- и хлорид-ионы. В талых водах населенного пункта появляются аммоний-ионы и нитрат-ионы.

Концентрации всех проанализированных тяжёлых металлов (Cu, Pb, Cr, Mn, Ni, Zn), за исключением Fe, не превышают региональные значения, установленные для Приуральского района. Иная ситуация с нефтепродуктами. Кратность их превышения как над фоновыми участками, так и над региональным значением, установленным для Приуральского района, – 3-4 раза. Фенолами фоновые и контрольные участки не загрязнены.

Снежный покров селитебной зоны имеет низкий уровень загрязнений, по уровню экологической опасности – неопасный. На участках, приуроченных к промышленной и транспортной инфраструктуре, уровень загрязнения снега средний, уровень экологической опасности – умеренный.

### *Список источников*

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 768 с.
2. Engelhard C., De Toffol S., Lek I. et al. Environmental impacts of urban

- snow management - The alpine case study of Innsbruck // *Sci. of Tot. Environ.* 2007. Vol. 382. Iss. 2-3. P. 286-294.
3. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 181 с.
  4. Westerlund C., Viklander M. Particles and associated metals in road runoff during snowmelt and rainfall // *Sci. of Tot. Environ.* 2006. Vol. 362. Iss. 1-3. P. 143-156.
  5. Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Терская Е.В. Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы // *Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География.* 2012. № 4. С. 14-24.
  6. Русакова М.А., Агбалян Е.В., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В., Попова Т.Л., Ефимова Н.В., Винокуров М.В. Оценка рисков здоровью населения арктических городов // В книге: *Связь климатических изменений с изменениями биологического и ландшафтного разнообразия Арктики и Субарктики. Тезисы докладов международного симпозиума.* Отв. редактор А.Ю. Левых, ред. перевода Н.В. Ганжерли. Ишим, 2022. С. 48-49.
  7. Русакова М.А., Колесников Р.А., Шинкарук Е.В. Экологическая обстановка как фактор влияния на здоровье населения арктического города // В сборнике: *Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции: в 3 т. Российский университет дружбы народов.* Москва, 2022. С. 429-432.
  8. Выбор места размещения природно-рекреационного парка (зоопарка) на территории восточного макросклона Полярного Урала и его окрестностей: Аналитический отчет / ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики»; Андреев Г.А., Колесников Р.А., Краев Г.Н., Моргун Е.Н., Шеин А.Н. Салехард, 2021. 31 с.
  9. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. М.: ИМГРЭ, 2006. 7 с.
  10. Справочник по применению региональных значений содержания контролируемых компонентов на региональных полигонах экологического мониторинга при оценке состояния и уровня загрязнения окружающей среды на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Тюмень, 2020. 14 с.

### *Сведения об авторах*

---

**Колесников Роман Александрович**, кандидат географических наук, специалист в области охраны окружающей среды, ведущий научный сотрудник ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Эксперт

Национального арктического научно-образовательного консорциума, эксперт ситуационного центра сферы туризма Российского государственного университета туризма и сервиса, член Международной ассоциации ландшафтной экологии. Автор и соавтор более 70 научных работ. Область научных интересов: охрана окружающей среды и рациональное природопользование, геоэкология, геохимия, ландшафтоведение, почвоведение и география почв, палеоэкология и экологическое прогнозирование, рекреационное природопользование, экономическая география.

**Локтев Ростислав Игоревич**, научный сотрудник ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», заместитель председателя Совета молодых учёных и специалистов при губернаторе ЯНАО, специалист в сфере рекреационной географии, сервиса и туризма. Победитель Всероссийского конкурса «Мастера гостеприимства». Автор и соавтор 32 научных работ. Область научных интересов: рекреационное природопользование, геоэкология, география, геоинформационные системы.

**Шинкарук Елена Владимировна**, заведующий химико-аналитической лабораторией ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор 76 научных работ. Сфера научных интересов: охрана окружающей среды, биология, экология, исследования в испытательных лабораториях.

**Моргун Евгения Николаевна**, ведущий научный сотрудник ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», докторант Института географии РАН. Автор и соавтор более 120 научных публикаций, 6 монографий, 2 учебно-методических пособий, 3 базы данных зарегистрированы в Роспатенте РФ. Председатель Общественного совета департамента природных ресурсов и экологии ЯНАО. Сфера научных интересов: экология, почвоведение, охрана природы, охрана окружающей среды, заповедное дело, кочевое образование.

**Ильясов Руслан Михайлович**, научный сотрудник ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики». Автор и соавтор более 40 научных публикаций. ГИС-специалист и картограф. Ключевые научные работы посвящены методам применения технологий БПЛА. Сфера научных интересов: экология, картография, ДЗЗ, ГИС и охрана окружающей среды.

**Андреев Георгий Александрович**, научный сотрудник ГАУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», проектный руководитель МОЭО «Зеленая Арктика», участник и организатор пяти волонтерских экспедиций на острова Белый и Вилькицкого и полуостров Ямал, идейный вдохновитель и руководитель проекта комплексной подготовки «Волонтеры Арктики».

### *Участие авторов*

---

Колесников Р.А. – проведение научного исследования, сбор и обработка полевых материалов, проведение геохимической снегомерной съемки, анализ результатов химических анализов, написание текста статьи.

Локтев Р.И. – сбор и обработка полевых материалов, проведение геохимической снегомерной съемки, написание текста статьи.

Шинкарук Е.В. – проведение лабораторных химических анализов образцов талой снеговой воды, написание текста статьи.

Моргун Е.Н. – сбор и обработка полевых материалов, проведение геохимической снегомерной съемки, написание текста статьи.

Ильясов Р.М. – сбор и обработка полевых материалов, проведение геохимической снегомерной съемки.

Андреев Г.А. – сбор и обработка полевых материалов, проведение геохимической снегомерной съемки.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Статья поступила в редакцию 31.08.2023 г., принята к публикации 29.09.2023 г.

The article was submitted on August 31, 2023, accepted for publication on September 29, 2023.