

УДК 551.324

КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В СЕЗОННЫХ СЛОЯХ ЛЕДНИКА ГАРАБАШИ НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЭЛЬБРУСА

Татаренко Н.В.*ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик,
e-mail: tatarenko.nic@yandex.ru*

На южном склоне горы Эльбрус в пределах ледника Гарабаша изучена динамика химического состава снежно-фирновой толщи на высоте 4000 метров над уровнем моря за два периода: с 2006 по 2008 г. и с 2019 по 2020 г. Сезонная динамика и распределение тяжелых металлов на фирновом поле ледника Гарабаша крайне неравномерна. Содержание тяжелых металлов за анализируемый период изменяется в следующих пределах: Pb (0,36-230), Zn (2,54-65,08), Cr (0,63-42), Mn (1,61-11,62), Ni (0,45-1,25), мкг/л. Для большинства тяжелых металлов, таких как Ni (1,25), Mn (11,62), Zn (65,08), мкг/л, максимальные концентрации содержания приходится на сентябрь 2007 г., тогда как максимальное содержание Cr (42 мкг/л) в годовых слоях отмечается в сентябре 2019 г. Содержание Ni, Mn, Co, Cd в 2019-2020 гг. не обнаружено. Предел обнаружения этих элементов находится ниже порога определения. В ходе исследований выявлено аномальное содержание Pb в ледниковых отложениях. Максимальные концентрации Pb (230 ± 50 мкг/л) отмечены как летом (июнь 2019 г.), так и зимой (январь 2020 г.) (150 ± 30 мкг/л) соответственно. Для летних проб наблюдается семикратное превышение содержания Pb по значению ПДК. В зимних пробах отмечено пятикратное превышение ПДК. Установлено, что превышение фоновых концентраций Pb в ледниковых отложениях носит природный характер, обусловленный наличием в районе исследования геохимических аномалий, приуроченных к Кюкюртлинской рудно-магматической системе, для которой характерно наличие локальных геохимических аномалий содержания Zn и Pb. Проведенный геохимический анализ талых ледниковых проб показал, что содержание тяжелых металлов на леднике Гарабаша не превышает разовых ПДК, за исключением аномального содержания Pb (230 мкг/л).

Ключевые слова: тяжелые металлы, твердые осадки, снег, лед, фирн, фирновое поле, оледенение Эльбруса

CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN SEASONAL LAYERS OF THE GARABASHI GLACIER ON THE SOUTHERN SLOPE OF ELBRUS

Tatarenko N.V.*Kabardino-Balkarian University named H.M. Berbekov, Nalchik, e-mail: tatarenko.nic@yandex.ru.*

On the southern slope of Mount Elbrus within the Garabashi glacier, the dynamics of the chemical composition of the snow-firn layer at an altitude of 4000 meters above sea level was studied for two periods: from 2006 to 2008 and from 2019 to 2020. Seasonal dynamics and distribution of heavy metals in the firn field of the Garabashi glacier is extremely uneven. The content of heavy metals for the analyzed period varies within the following limits: Pb (0,36-230) Zn (2,54-65,08), Cr (0,63-42), Mn (1,61-11,62), Ni (0,45-1,25), $\mu\text{g} / \text{L}$. For most heavy metals such as: Ni (1,25) Mn (11,62) Zn (65,08) $\mu\text{g} / \text{L}$, the maximum concentration of the content falls on September 2007, while the maximum content of Cr ($42 \mu\text{g} / \text{L}$) per annum layers observed in September 2019 Content of Ni, Mn, Co, Cd in 2019-2020 not found. The detection limit for these elements is below the detection threshold. In the course of research, anomalous Pb content in glacial deposits was revealed. The maximum Pb concentrations ($230 \pm 50 \mu\text{g} / \text{L}$) were noted both in summer (June 2019) and in winter (January 2020) ($150 \pm 30 \mu\text{g} / \text{L}$), respectively. For summer samples, there is a sevenfold excess of the Pb content over the MPC value. In winter samples, a five-fold excess of the MPC was noted. It has been established that the excess of the background Pb concentrations in glacial deposits is of a natural nature, due to the presence in the study area of geochemical anomalies confined to the Kyukyurtla ore-magmatic system, which is characterized by the presence of local geochemical anomalies in the Zn and Pb contents. The geochemical analysis of thawed glacial samples showed that the content of heavy metals on the Garabashi glacier does not exceed one-time MPC, with the exception of an abnormal Pb content ($230 \mu\text{g}/\text{L}$).

Keywords: heavy metals, solid precipitation, snow, ice, firn, firn field, glaciation of Elbrus

В последние десятилетия изучение геохимического состава снежного покрова и ледниковых отложений представляет особый интерес. Высокогорные ледники являются своеобразными индикаторами загрязнения природной среды. Физические процессы, определяющие химический состав ледников, очень сложны. Механизм формирования химических примесей на леднике определяется характером атмосферной циркуляции, составом атмос-

ферного аэрозоля, особенностями поступления поллютантов с осадками и при непосредственном сухом выпадении. Состав ледников со временем в результате своего длительного существования подвержен трансформации. Следовательно, ледники являются своеобразными естественными планшет-накопителями загрязнителей природной среды. Изучение химического состава ледниковых отложений в зоне аккумуляции ледников позволяет выявить их

современное состояние, а также проводить палеогеографические реконструкции условий прошлого.

Цель исследования – исследовать факторы формирования химического состава ледников и их пространственно-временные характеристики, изменение первоначальных геохимических характеристик и их трансформация со временем при метаморфизме. Организация и проведение фоновый мониторинга высокогорных ледников как индикаторов состояния качества загрязнения природной среды и факторов, приводящих к их изменению.

Материалы и методы исследования

Систематические геохимические исследования за состоянием качества окружающей среды на южном склоне Эльбруса ведутся с 80-х гг. XX века. Вопрос вертикального распределения микрочастиц в атмосферных осадках и снежном покрове высокогорий Приэльбрусья изучен в работе [1]. Особенности взаимосвязи содержания тяжелых металлов по данным сезонных и годовых слоев изучены авторами [2]. Функция распределения содержания тяжелых металлов в ледниковых отложениях и их экспериментальные и вычисленные значения водонерастворимых частиц в твердых осадках получены в работе [3]. Керимов А.М. [4] провел сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в ледниковых отложениях и талых ледниковых вод за 1999-2010 гг.

Авторы [5; 6] в своих работах изучили динамику химического состава снежно-ледяной толщи Эльбруса за последние 75 лет. В работе [7] представлен сравнительный анализ ледниковых кернов, отобранных в вулканических массивах ледников Казбек и Эльбрус.

По данным Чижовой Ю.Н. и др. [8], в Приэльбрусье изучены геохимические особенности содержания тяжелых металлов ледниковых отложений. На леднике Гарабаши в 1997 году в поверхностном снеге определено содержание таких металлов, как Fe, Zn, Cu, Mn. Максимум концентраций был отмечен для Fe (0,02 мг/л) и Zn (0,22 мг/л). Содержание Cu, Mn находится ниже предела обнаружения. Авторами [8] изучены концентрации тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Mn) в твердых осадках на леднике Гарабаши в летний сезон в диапазоне высот 2300-3800 м. Анализ данных показал, что только концентрации Fe (0,025 мг/л) и Mn (0,012-0,017 мг/л) оказались выше предела обнаружения. Геохимические исследования

ледникового льда в 2001 г. ледника Большой Азау показали, что концентрации микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Mn) не превышают 0,005 мг/л.

Фоновый мониторинг нивально-гляциальных систем и оценка состояния качества окружающей среды рассмотрены на примере высокогорных ледников Приэльбрусья.

Ледники Эльбруса относятся к ледникам конических вершин. Они имеют большие относительные и абсолютные высоты. Относительный перепад высоты от дна долины до вершины горы Эльбрус составляет около 3500 метров. Такой высотный интервал дает возможность изучать особенности процесса формирования химического состава твердых осадков по ледниковым отложениям. Высотный уровень 4000 метров над уровнем моря и выше отвечает уровню средней атмосферы. Процессы осадкообразования, перенос воздушных масс, поступление поллютантов в атмосферу и их выпадение на ледники характеризуют фоновые концентрации и характер загрязнения природной среды регионального масштаба [1; 2]. Химический состав твердых атмосферных осадков высокогорных ледников в зоне аккумуляции характеризуется незначительными трансформациями химических примесей.

Основными источниками питания ледников южного склона Эльбруса служат юго-западные морские воздушные массы умеренных широт, приносящие сюда основную массу осадков [1; 2]. По данным авторов [3], на Эльбрусе с высотой количество осадков увеличивается, достигая своих максимумов на высоте 3100-3500 м. Увеличение осадков с высотой в зимний период обусловлено массами тропического воздуха, приносимыми средиземноморскими циклонами, а также орографически фронтами окклюзии.

Изучение состояния и качества загрязнения снежного покрова и ледников Приэльбрусья в течение года проводилось 2 раза в год в июне, на момент конца периода аккумуляции, когда наступает максимальное снегонакопление, и в сентябре, на момент конца периода абляции, когда отмечаются минимальные значения мощности снежного покрова. Тяжелые металлы относятся к наиболее опасным загрязнителям природной среды. Формы нахождения тяжелых металлов в снежном покрове и ледниках Приэльбрусья в области аккумуляции в меньшей степени подвержены процессам миграции и трансформации.

Фоновый мониторинг геохимических особенностей и оценка уровня загрязненности снежного покрова и ледниковых отложений в Приэльбрусье проводились с помощью эмиссионного спектрального и атомно-адсорбционного анализа. В ходе исследований изучался микроэлементный состав. Геохимический анализ проб проводился в лабораториях с 2006 по 2008 г. в ФГБУ «Высокогорный геофизический институт» и с 2019 по 2020 г. в ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО». В образцах снега, фирна и льда были определены такие тяжелые металлы, как Pb, Zn, Cr, Ni, Mn, Cd, Sr, Co. Эмиссионный спектральный анализ в ВГИ проводился на спектрографах ДФС-8-3 с дифракционной решеткой (1800 штрих/мм) и ИСП-30 с кварцевой призмой, с установленным автоматическим штативом передвижения электродов и генератора дуги. Входные щели спектрографов расположены на одной оптической оси. Пределы обнаружения тяжелых металлов: Cr (0,42); Ni (0,36); Mn (0,03); Pb (0,24); Zn (1,5) мкг/л. Анализ проб за период с 2019 по 2020 г. проводился на атомно-адсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-7000 в сертифицированной лаборатории ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО» – ЦЛАТИ по Ставропольскому краю. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 31861-2012. Лабораторный анализ воды – вода природная. Количественный химический анализ проводился согласно методике измерений ПНД Ф 14.1:2.214-06 (2011 г.). Предел обнаружения концентраций: Mn (0,001); Zn (0,001); Ni (0,005); Cd (0,001); Pb (0,002); Cr (0,005); Co (0,005) мг/дм³.

Результаты исследования и их обсуждение

Сезонная изменчивость и годовой ход концентрации тяжелых металлов на леднике Гарабаши изучался на уровне 4000 метров за два периода: с 2006 по 2008 г. и с 2019 по 2020 г. Сезонный ход концентрации тяжелых металлов за рассматриваемые периоды и место отбора проб представлены на рисунках 1-6 и в таблице.

Сравнительный анализ данных, которые были получены нами во время исследований, указывают на то, что содержание тяжелых металлов в толще снежного покрова распределяется крайне неравномерно.

Самые высокие концентрации тяжелых металлов наблюдались в 2019-2020 годах в отличие от периода 2006-2008 годов. Содержание загрязнителей за первый период (2006-2008 гг.) изменяется

незначительно. Микроэлементный состав загрязнителей в ледниковых отложениях с 2006 по 2008 г. распределился непосредственно: никель (1,25-0,45); хром (5,53-0,63); марганец (11,62-1,61); цинк (65,08-2,54) и свинец (5,57-0,36) мкг/л.

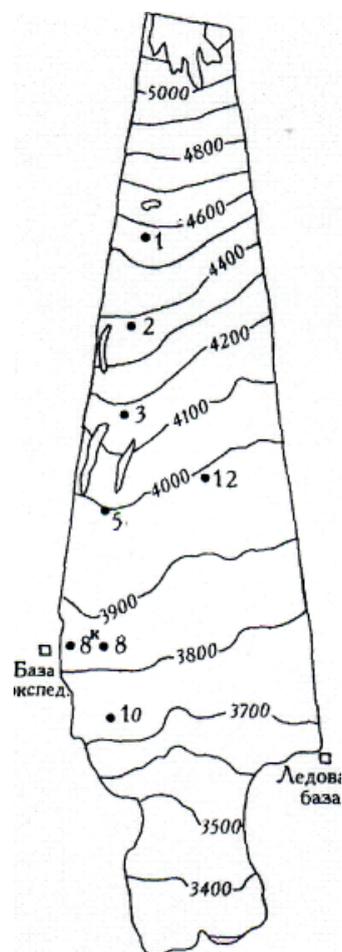


Рис. 1. Место отбора проб на леднике Гарабаши

В период с 2006 по 2008 г. практически для всех микроэлементов максимальные концентрации тяжелых металлов приходятся на июнь 2007 года, за исключением содержания хрома, его максимальные значения приходятся на 2006 год.

Содержание хрома в снежном покрове на леднике Гарабаши на высотном уровне 4000 м показано на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2, сезонная изменчивость и вариация содержания хрома в снежном покрове имеет два четких максимума. Первый максимум, с концентрацией 5,53 мкг/л, был установлен в июне 2006 года, а второй максимум, с содержанием 42 мкг/л, отмечен в сентябре 2019 года.

Средние значения концентрации микроэлементного состава в снежном покрове на леднике Гарабаши за период 2019-2020 гг. (мкг/л)

Место отбора и характер проб	Элемент						
	Mn	Zn	Ni	Kd	Pb	Cr	Co
Вежа № 5 (H = 4000 м) Снег, лето (2019), макс.-мин.	< 1	7±3	< 5	< 1	230±50	42±8	< 5
Вежа № 5 (снег) (H = 3950 м) Снег, зима (2020), макс.-мин.	< 1	23±7	< 5	< 1	150±30	42±8	< 5
Вежа № 12 (H = 4000 м) Снег, лето (2019), макс.-мин.	< 1	12±4	< 5	< 1	160±30	64±13	< 5
ПДК (мкг/л)	100	5000	100	1	30	500 (Cr ³⁺) 50 (Cr ⁶⁺)	100

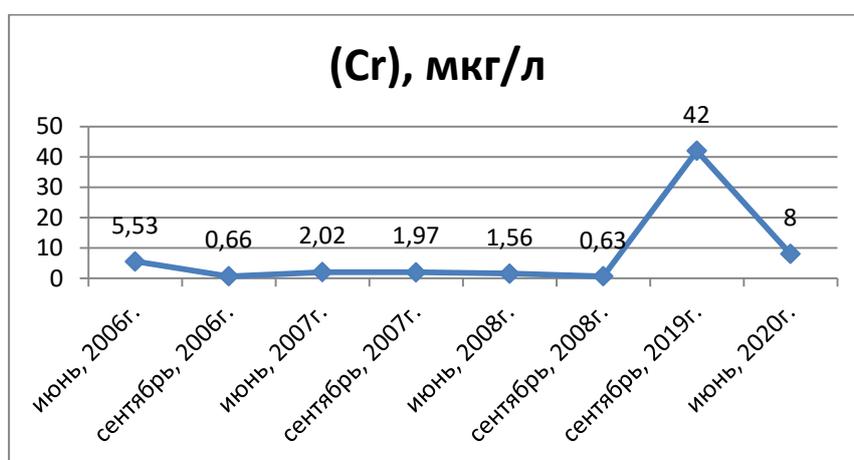


Рис. 2. Сезонный ход концентрации хрома в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Природа и источники поступления хрома в снежный покров могут быть обусловлены как естественными, так и антропогенными факторами. Эмиссия хрома за счет антропогенного поступления связана с производством продукции черной металлургии, обусловленной выплавкой стали, хрома и легирующих сплавов железа.

Сезонная изменчивость и годовой ход концентрации тяжелых металлов (никель, марганец, свинец, цинк) в снежном покрове ледника Гарабаши за периоды 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров рассмотрены на рисунках 3-6.

Из рис. 3-6 видно, что максимальные концентрации тяжелых металлов в снежном покрове за период 2006-2008 гг. установлены в июне 2007 г. Максимальные концентрации тяжелых металлов составили: Zn (65,08); Mn (11,62); Pb (5,57); Ni (1,25) мкг/л.

Содержание Ni, Mn, Co, Cd в талых пробах ледниковых отложений, отобранных

в 2019-2020 гг., находится ниже предела обнаружения.

Проведенный геохимический анализ проб выявил наличие аномалий содержания свинца. Повышенные концентрации поллютантов в ледниковых отложениях, по сравнению с фоновыми значениями, отмечены только для содержания свинца. Максимальные концентрации свинца (230 ± 50 мкг/л) отмечены как летом (июнь 2019 г.), так и зимой (январь 2020 г.) (150 ± 30 мкг/л) соответственно. Для летних проб наблюдается семикратное превышение концентраций свинца по значению ПДК. В зимних пробах отмечено пятикратное превышение ПДК.

Таким образом, вероятно, можно предположить, что геохимические аномалии содержания свинца в ледниковых отложениях на южном склоне Эльбруса обусловлены литологическим составом горных пород и составом андезитодацитовых лав.

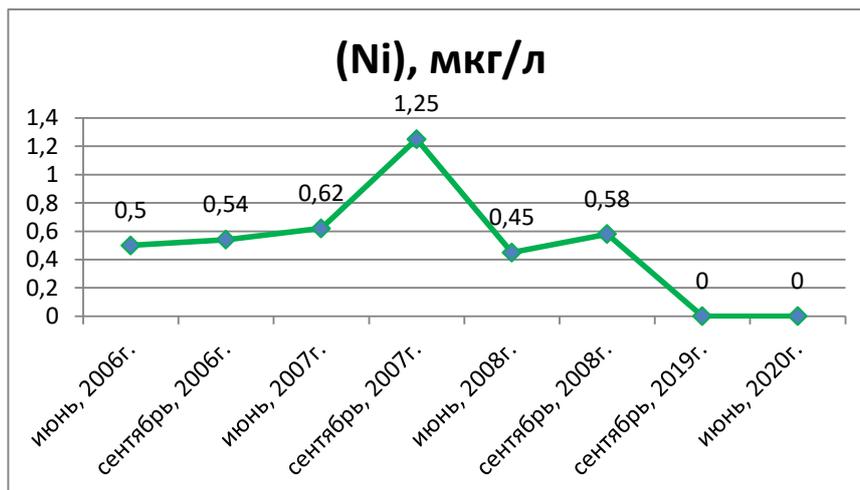


Рис. 3. Сезонный ход концентрации никеля в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

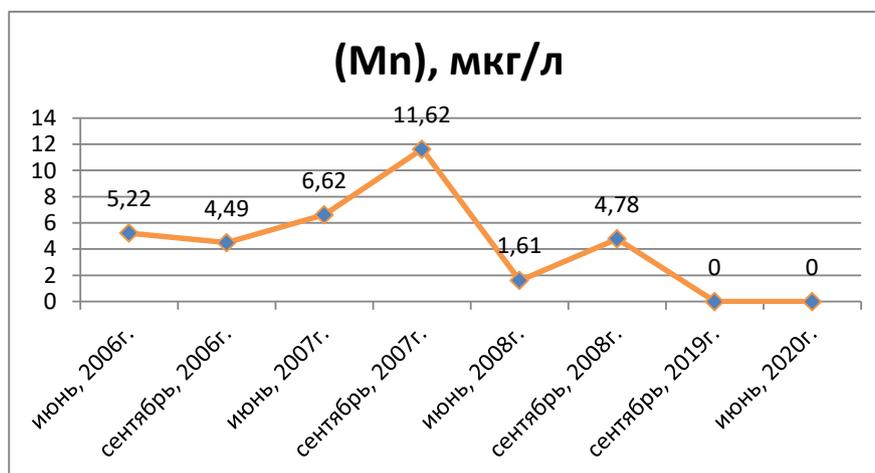


Рис. 4. Сезонный ход концентрации марганца в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Проведенные инженерные изыскания ООО «Мегаполис» в работе [9] также отмечают превышения ПДК в образцах почв и грунтов по свинцу и цинку. Как отмечают авторы [9], превышение фоновых концентраций вредных веществ носит природный характер, обусловленный наличием в районе исследования геохимических аномалий, приуроченных к Кюкюртлинской рудно-магматической системе, для которой характерно наличие площадных геохимических аномалий мышьяка и локальных геохимических аномалий цинка и свинца.

Аномальное содержание свинца в ледниковых отложениях вулканического массива г. Эльбрус отмечалось и ранее в работах ряда авторов [4; 9]. В пробах снега и льда,

отобранных из кратера восточной вершины, было установлено четырехкратное превышение концентрации свинца по ПДК [4]. Естественная эмиссия свинца обусловлена литологическим составом вулканических пород, а техногенная эмиссия связана с использованием бензина и производством красителей. Максимум содержания цинка в ледниковых отложениях, вероятно, связан с выходами фумарол, а также со скрытой вулканической деятельностью.

Как правило, техногенная эмиссия никеля может превышать природную эмиссию в два раза. Антропогенная эмиссия никеля обусловлена выбросами автотранспорта, добычей сульфидных, силикатных и никелевых руд.

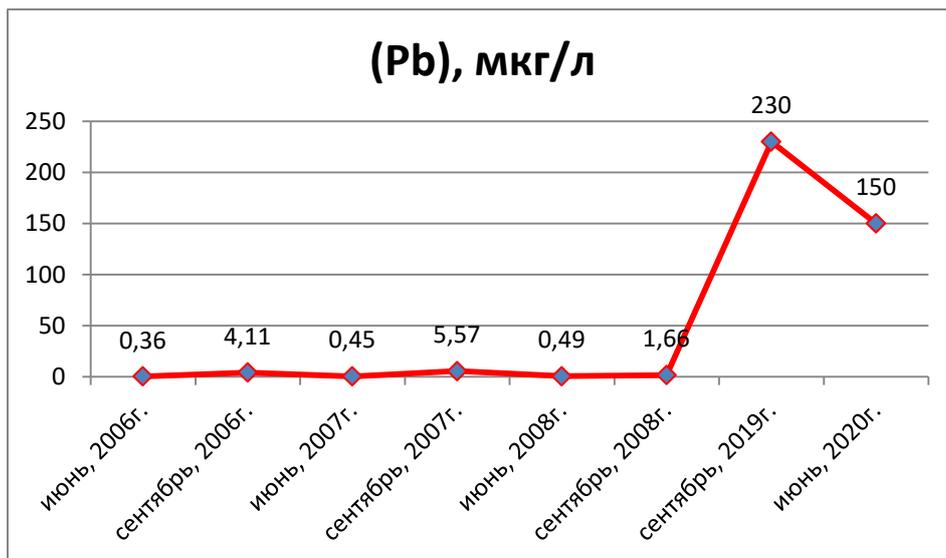


Рис. 5. Сезонный ход концентрации свинца в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

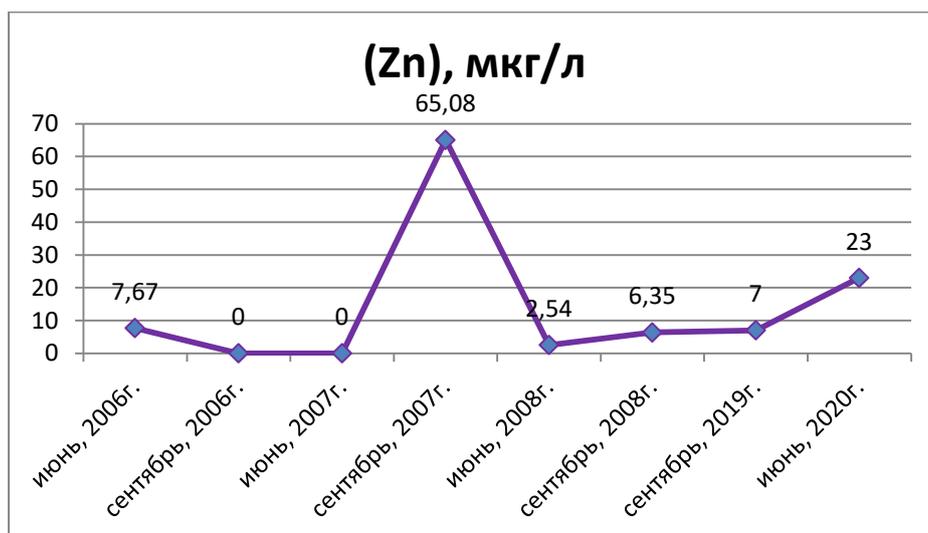


Рис. 6. Сезонный ход концентрации цинка в снежном покрове ледника Гарабаши за период 2006-2008 гг. и 2019-2020 гг. на уровне 4000 метров (мкг/л)

Сезонная изменчивость тяжелых металлов в годовых слоях снежного покрова имеет ярко выраженный годовой ход. Наиболее хорошо просматривается сезонный ход концентрации для свинца и марганца. Установлено, что максимальное содержание свинца и марганца за рассматриваемый период отмечается в летних горизонтах снежного покрова к концу периода абляции.

Антропогенная эмиссия свинца характеризуется выбросами газов, поступающими

от автотранспорта, а естественный источник поступления обусловлен литологией и скрытой вулканической деятельностью. Источник поступления марганца в снежный покров связан с литогенетическим составом подстилающих пород.

Выводы

1. Сезонная динамика концентрации тяжелых металлов (Cr, Ni, Mn, Pb, Zn) в снежном покрове ледника Гарабаши на уровне 4000 метров за периоды 2006-2008 гг.

и 2019-2020 гг. имеет четко выраженный сезонный ход.

2. Максимум концентрации никеля, марганца и цинка в снежном покрове ледника Гарабаши за рассматриваемый период был установлен в июне 2007 г. Максимальные значения концентрации представленных металлов составили: Ni (1,25), Mn (11,62), Zn (65,08) мкг/л.

3. Сезонная изменчивость и вариация концентраций тяжелых металлов (Cr, Ni, Mn, Zn), за исключением выявленных природных аномалий содержания Pb (230 мкг/л), не превышает разовой ПДК.

Список литературы / Reference

1. Татаренко Н.В., Гуяргиев А.В. Высотное распределение концентраций микрочастиц в снежно-фирновой толще на южном склоне Эльбруса в интервале высот 3700-5450 м н.у.м // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2012. № 5 (49). С. 68-72.
1. Tatarenko N.V., Gyaurgiev A.V. Altitudinal distribution of microparticle concentrations in the snow-firm thickness on the southern slope of Elbrus in the altitude range of 3700-5450 m above sea level // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2012. № 5 (49). P. 68-72 (in Russian).
2. Керимов А.М., Гуяргиев А.В., Татаренко Н.В. Взаимосвязь концентрации тяжелых металлов и мощных снегопадов по данным сезонных слоев снежно-фирновой толщи на южном склоне Эльбруса на уровне 4000 м. н.у.м. // Устойчивое развитие горных территорий. 2012. Т. 4. № 3. С. 149-152.
2. Kerimov A.M., Guyargiev A.V., Tatarenko N.V. Interrelation of heavy metals concentration and heavy snowfall according to seasonal layers of snow-firm strata on the southern slope of Elbrus at the level of 4000 m. n.m. // Ustoychivoye razvitiye gomnykh territoriy. 2012. Vol. 4. № 3. P. 149-152 (in Russian).
3. Керимов А.М., Татаренко Н.В., Татаренко З.М., Курашева О.А. Особенности поступления аэрозольных частиц в снежный покров путем вымывания и сухого осаждения в условиях высокогорья // Успехи современного естествознания. 2018. № 4. С. 121-126.
3. Kerimov A.M., Tatarenko N.V., Tatarenko Z.M., Kurashева O.A. Features of aerosol particles entering the snow cover by leaching and dry deposition in high-altitude conditions // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2018. № 4. P. 121-126 (in Russian).
4. Керимов А.М., Курашева О.А. Сравнительный анализ концентраций тяжелых металлов в истоках реки Баксан и леднике Гарабаши (южный склон Эльбруса) // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 1. С. 49-56.
4. Kerimov A.M., Kurashева O.A. Comparative analysis of heavy metal concentrations in the sources of the Baksan River and the Garabashi glacier (southern slope of Elbrus) // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Yestestvennyye i tochnyye nauki. 2018. Vol. 12. № 1. P. 49-56 (in Russian).
5. Кутузов С.С., Михаленко В.Н., Шахгеданова М., Жино П., Козачек А.В., Лаврентьев И.И., Кудерина Т.М., Попов Г.В. Пути дальнего переноса пыли на ледники Кавказа и химический состав снега на западном плато Эльбруса // Лед и снег. 2014. №3 (127). С. 5-15.
5. Kutuzov S.S., Mikhalenko V.N., Shakhgedanova M., Zhino P., Kozachek A.V., Lavrentiev I.I., Kuderina T.M., Popov G.V. Ways of long-range dust transfer to the glaciers of the Caucasus and the chemical composition of snow on the western plateau of Elbrus // Led i sneg. 2014. № 3 (127). P. 5-15 (in Russian).
6. Кутузов С.С., Михаленко В.Н. Изменение концентрации микрочастиц и химического состава фирново-ледяной толщи Эльбруса за последние 75 лет по данным ледниковых кернов // Изменения климата и природной среды северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация: материалы междунар. школы-конференции молодых ученых. М.: Изд-во GEOS, 2014. С. 94-95.
6. Kutuzov S.S., Mikhalenko V.N. Changes in the concentration of microparticles and the chemical composition of the firn-ice strata of Elbrus over the past 75 years according to the data of glacial cores // Izmeneniya klimata i prirodnoy sredy severnoy Yevrazii: analiz, prognoz, adaptatsiya: materialy mezhdunar. shkoly-konferentsii molodykh uchenykh. M.: Izd-vo GEOS, 2014. P. 94-95 (in Russian).
7. Хайрединова А.Г., Кутузов С.С., Жино П., Михайленко В.Н. Сравнительный анализ коротких кернов Казбека и Эльбруса для получения информации об окружающей среде // Современные подходы к изучению экологических проблем в физической и социально-экономической географии: материалы конференции – X Международная молодежная школа-конференция. Институт географии РАН. Курск: Изд-во 11-й ФОРМАТ, 2017. С.110-121.
7. Khayredinova A.G., Kutuzov S.S., Zhino P., Mikhaylenko V.N. Comparative analysis of short cores of Kazbek and Elbrus for obtaining information about the environment // Sovremennyye podkhody k izucheniyu ekologicheskikh problem v fizicheskoy i sotsial'no-ekonomicheskoy geografii: materialy konferentsii – X Mezhdunarodnaya molodezhnaya shkola-konferentsiya. Institut geografii RAN. Kursk: Izd-vo 11-y FORMAT, 2017. P.110-121 (in Russian).
8. Чижова Ю.Н., Буданцева Н.А., Васильчук Ю.К. Тяжелые металлы в ледниках Полярного Урала и Кавказа // Арктика и Антарктика. 2017. № 1. С. 35- 46.
8. Chizhova Yu.N., Budantseva N.A., Vasilchuk Yu.K. Heavy metals in the glaciers of the Polar Urals and the Caucasus // Arktika i Antarktika. 2017. № 1. P. 35- 46 (in Russian).
9. Всесезонный туристско-рекреационный комплекс «Эльбрус», Кабардино-Балкарская Республика. Пассажирская подвесная канатная дорога EL3: Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для подготовки проектной документации ООО «Мегаполис» СПб., 2019. Книга 1. Текстовая часть. 91 с.
9. All-season tourist and recreational complex «Elbrus», Kabardino-Balkarian Republic. Passenger suspended cable car EL3: Technical report on the results of engineering and environmental surveys for the preparation of project documentation of Megapolis LLC. SPb., 2019. Kniga 1. Tekstovaya chast'. 91 p. (in Russian).