

УДК 550.423(98)

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В АРКТИЧЕСКИХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН

© 2014 г. В. В. Крячюнас, С. А. Игловский, Е. В. Шахова,
*А. В. Малков

Институт экологических проблем Севера УрО РАН,
*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Тяжелые металлы относятся к числу приоритетных загрязняющих веществ, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. В настоящее время существует ряд классификаций. Так, к тяжелым металлам относятся более 40 химических элементов периодической системы с атомным весом свыше 50, в этот список попадают все металлы, начиная с ванадия, независимо от плотности. По классификации Н. М. Реймерса часто используемым критерием является плотность, примерно равная или большая плотности железа (8 г/см^3). Некоторые классификации делают исключения для благородных и редких металлов, не относя их к тяжелым, некоторые исключают не цветные металлы (железо, марганец).

Термин «тяжелый металл» чаще всего рассматривается не с химической, а с медицинской и природоохранной точек зрения [15, 20], и таким образом при включении в эту категорию учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность. Антропогенное поступление тяжелых металлов в биосферу в подавляющем большинстве случаев приводит к отравлению живых организмов, включая человека.

При загрязнении окружающей среды тяжелыми металлами почвы являются биогеохимическим барьером, который поглощает тонкодисперсные вещества и газы, поступающие из атмосферы, одновременно очищая другие сопредельные среды. В атмосфере и гидросфере происходит периодическое самоочищение от загрязнителей, почва же практически не обладает такой способностью [18].

Тяжелые металлы хорошо адсорбируются слоями почвы, их соединения длительное время сохраняют высокую подвижность и токсичные свойства. Являясь накопителями техногенных веществ, почвы могут стать вторичными источниками загрязнения воздуха, растений и природных вод, что может вызвать нарастание экологически опасных последствий [3, 19]. Металлы сравнительно легко накапливаются в почвах, но трудно и медленно из нее удаляются. Так, период полураспада из почвы: цинка — до 500 лет, кадмия — до 1 100 лет, меди — до 1 500 лет, свинца — до нескольких тысяч лет [13].

Актуальность данной работы прежде всего продиктована тем, что стратегия экономического развития пяти арктических стран направлена на использования природных ресурсов Арктики, в том числе углеводородных месторождений. Техногенные катастрофы на нефтяных месторождениях диктуют необходимость знать не только аномальные значения тех или иных загрязнителей, но и значения, входящие в реперентный интервал. Все это позволит спрогнозировать картину развития загрязнения, в том числе и тяжелыми металлами, в случае возникновения нештатной ситуации на добывающих предприятиях.

Цель исследования — получить объективные данные по содержанию тяжелых металлов в почвах, сформированных на морских террасах за-

Изучены аккумуляция, миграция тяжелых металлов в арктических почвах западного побережья острова Западный Шпицберген. Установлены основные пути поступления тяжелых металлов в почву. Повышенное содержание стронция в арктических почвах архипелага обусловлено его естественным содержанием в материнской горной породе.

Ключевые слова: арктические тундрово-глеевые почвы, архипелаг Шпицберген, тяжелые металлы, геохимический барьер, ванадий, стронций, цинк

падного побережья архипелага Шпицберген, установить основные пути поступления в почвенную среду.

Методы

Исследование тяжелых металлов в почвах проводилось на морских террасах, расположенных на западном побережье острова Западный Шпицберген вблизи поселков Лонгйир (норв. *Longyearbyen*) (N 78°13,098; E 015°41,199), Баренцбург (норв. *Barentsburg*) (N 78°04,264; E 014°12,025), Нью-Олесунн (норв. *Ny-Ålesund*) (N 78°55,891; E 011°51,765). На морских террасах делались почвенные профили до материнской породы или до границы сезонно-талого слоя мерзлоты, из каждого почвенного слоя на анализ отбирались почвенные образцы. Предыдущие результаты почвенно-геохимических исследований архипелага опубликованы в работах [7, 10, 17].

Арктические почвы, подверженные действию холодного климата и многолетней мерзлоты, характеризуются тем, что период самоочищения у них практически отсутствует.

Почвенный профиль в районе п. Лонгйир сделан на морской террасе, которая образовалась в результате изменения уровня моря. Высота террасы составляет 5 м над уровнем моря. Мощность почвенного профиля составляет 17 см. Профиль почв состоит из следующих горизонтов: A_0 — подстилка из мхов, корней осок и других растений мощностью до 3–5 см, нижняя граница неровная; A_0A_1 — грубогумусовый горизонт мощностью 7 см, темно-коричневого цвета с серым оттенком, с большим количеством корней, по гранулометрическому составу — тяжелый суглинок, сырой, с резким переходом; Bg — коричнево-бурый с рыжеватыми и сизоватыми пятнами горизонт мощностью от 10 до 12 см, с большим количеством корней, по гранулометрическому составу — легкий суглинок, мокрый. Ниже располагается суглинисто-глинистая почвообразующая порода с большим содержанием щебня и глыб. Такое морфологическое строение почвенного профиля соответствует *подтипу арктотундровых глееватых почв*.

Второй почвенный разрез был выполнен на морской террасе вблизи п. Баренцбург. Генезис морской террасы связан с изменением уровня моря. Высота террасы составляет 25 м над уровнем моря. Растительность представлена в основном мхом и осокой. Мощность почвенного профиля составляет 22 см. Профиль почв состоит из следующих горизонтов: A_0 — подстилка из мхов, корней осок и других растений мощностью до 2 см, нижняя граница неровная; A_{1g} — гумусово-торфянистый горизонт с признаками глеевых подтеков в верхней части горизонта, мощность горизонта 7 см, темно-серого цвета, с большим количеством корней, по гранулометрическому составу суглинистый, хорошо отслаивается от других горизонтов, сырой, с резким переходом, граница неровная; Bg — оглеенный горизонт мощностью до 5–7 см, коричнево-бурый с сизоватым оттенком, с большим количеством корней, по гранулометрическому составу — легкий суглинок, мокрый, тиксотропный, переход по границе оттаива-

ния; G_m — оглеенный, темно-сизый, суглинистый. Ниже располагается суглинисто-глинистая почвообразующая порода с большим содержанием щебня и глыб. Такое морфологическое строение почвенного профиля соответствует *подтипу арктотундровых глееватых типичных торфянистых почв*.

Третий почвенный разрез был выполнен на молодой аккумулятивной морской террасе вблизи п. Нью-Олесунн. Высота террасы составляет 7 м над уровнем моря. К борту морской террасы прилегает снежник. В небольших углублениях площадки морской террасы встречается снег. Растительный покров представлен редкими куртинами, расположенными на расстоянии нескольких метров друг от друга, состоящими из мхов, лишайников и отдельных цветковых растений. Мощность почвенного профиля составляет 25 см. Профиль почв имеет следующее морфологическое строение: A_0 — мохово-лишайниковая куртина, мощность до 2 см; A_1 — гумусовый горизонт мощностью до 4 см, светло-серый, легкосуглинистый, непрочно зернистой структуры, содержит карбонатные выделения, наблюдается нормальное вскипание горизонта под действием 10 % HCl , граница размытая; A_1C — переходный горизонт мощностью 19 см, буровато-желтоватый, легкосуглинистый, непрочно комковатой структуры; переход по границе оттаивания; C — материнская порода, светло-бурая, супесчаная, плотная, щебнистая. Такое морфологическое строение почвенного профиля характерно для *пустынно-арктических почв*.

В процессе исследования использовался метод рентгенофлуоресцентного анализа. Определялись следующие элементы, которые всегда включаются в группу тяжелых металлов: стронций, ванадий, цинк, медь, никель, хром, кобальт и свинец. Массовая доля всех вышеперечисленных элементов в порошковых пробах почв и донных отложений определялась по методике М049-П/04 [14] на рентгенофлуоресцентном спектрометре «СПЕКТРОСКАН — МАКС» GF-2E.

Данная методика предусматривает определение валового содержания элемента (суммарного содержания элемента во всех присутствующих в анализируемой пробе химических формах). В зависимости от целей конкретной аналитической задачи анализ может быть ограничен определением одного или нескольких элементов (далее — компонентов). Диапазоны измерений массовой доли определяемых компонентов приведены в таблице.

Диапазоны измерений массовой доли компонентов, $\times 10^{-6}$

Определяемый компонент	Диапазон измерений массовой доли определяемого компонента, от—до
Sr	50—310
V	10—180
Zn	10—610
Cu	20—310
Ni	10—380
Cr	80—180
Co	10—150
Pb	25—280

Отбор проб проводился согласно ГОСТ 28168-89 [9]. Пробы готовили к анализу в соответствии с ОСТ 10-259-2000 [16]. Высушивали пробы до воздушно-сухого состояния при температуре 105 °С. Сухая проба должна быть измельчена так, чтобы максимальный размер частиц не превышал 1 мм. Масса измельчённой пробы должна быть не менее 100 г.

Для проведения рентгеновского анализа из измельченной пробы отбирался рабочий образец массой 15–25 г. С этой целью применяли квартование пробы. Рабочий образец дополнительно измельчали до пудры на оборудовании, не загрязняющем пробу. Степень измельчения считается удовлетворительной, если выход класса 71 мкм после измельчения не менее 95 %.

Рабочий образец засыпали в кювету, поставляемую со спектрометром, до образования горки и уплотняли с помощью цилиндрического пуансона, изготовленного из материала, не загрязняющего образец. Затем вновь добавляли материал до образования горки и раздавливали стеклом для формирования плоской поверхности, находящейся вровень с краями кюветы. Образовавшуюся поверхность закрывали плёнкой из полиэтилентерефталата толщиной 5 мкм. Плёнка закреплялась кольцом, входящим в комплект кюветы. Кювету вставляли в обойму, обойму в спектрометр.

Первый и второй рабочий образец (дубликат) вводили последовательно. Значения массовой доли компонентов в рабочем образце (результат опреде-

ления) автоматически вычисляли после окончания измерений. Результаты, полученные для первого и второго рабочего образца усредняли, получая среднее арифметическое значение массовой доли компонента – С (% или мг·л⁻¹). Доверительный интервал результата анализа ($p = 0,95$) рассчитывали, исходя из среднего арифметического двух определений по зависимостям, приведенным в методике.

Результаты

Анализ данных, полученных в ходе измерения почвенных образцов на рентгенофлуоресцентном спектрометре, показал особенности распределения тяжелых металлов в трех профилях, различающихся по месту нахождения и морфологическому строению (рис. 1–3).

Обсуждение результатов

Валовое содержание стронция (Sr) на западном побережье острова Западный Шпицберген составляет от 78,2 до 622 мг/кг. Кларк Sr в почве равен 300 мг/кг. ПДК элемента отсутствует. Высокая концентрации Sr отмечается в почвенном профиле, сделанном на морских террасах вблизи п. Баренцбург, наибольшая концентрация его приходится на центральную часть профиля, где развиваются процессы оглеения, здесь концентрация данного тяжелого металла превышает кларк Sr в почве почти в два раза (рис. 2). В почвенных профилях *арктотундровых глееватых почв* и *пустынно-арктических почв* в районе поселков

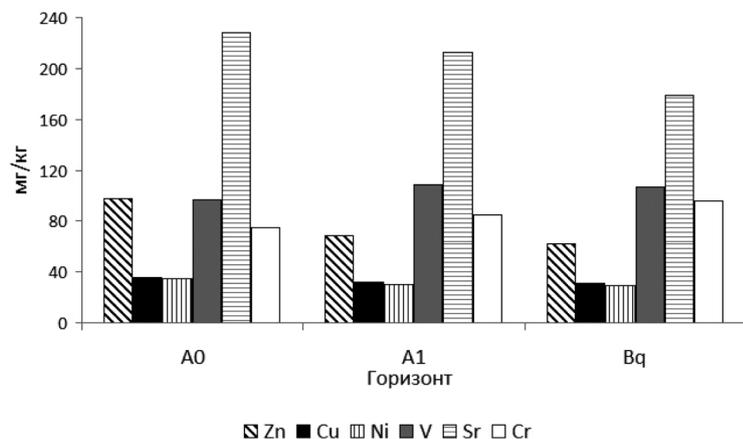


Рис. 1. Распределение валового содержания тяжелых металлов по почвенному профилю арктотундровых глееватых почв в районе п. Лонгйир

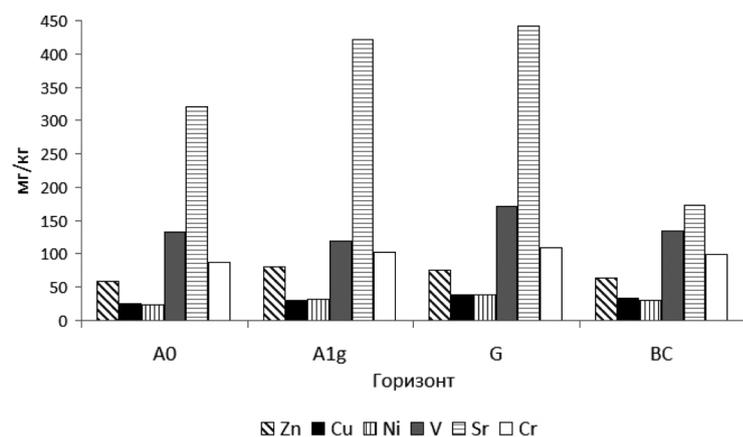


Рис. 2. Распределение валового содержания тяжелых металлов по почвенному профилю арктотундровых глееватых типичных торфянистых почв в районе п. Баренцбург

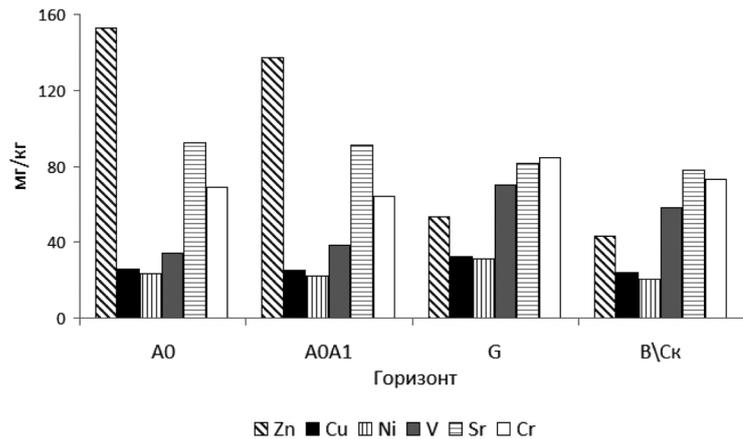


Рис. 3. Распределение валового содержания тяжелых металлов по почвенному профилю пустынно-арктических почв в районе п. Нью-Олесунн

Лонгйир и Нью-Олесунн концентрация Sr уменьшается сверху вниз по профилю.

Такую закономерность можно объяснить тем, что Sr легко переходит в почвенный раствор и сорбируется почвенным комплексом. Далее распределение Sr в почвенном профиле наследует главные тенденции циркуляции почвенного раствора. Высокие значения Sr в верхних частях профиля свидетельствуют о его внешнем поступлении. Основной путь поступления Sr в почву — дальний перенос тяжелого металла атмосферными потоками на аэрозольных частицах. Основной поток аэрозольных частиц наблюдается со стороны металлургических предприятий Кольского полуострова. Современные методы получения и анализа метеорологической информации позволяют оценивать среднее воздействие крупных промышленных регионов на природные среды и объекты как близлежащих, так и удаленных территорий [5, 12].

С воздушными массами переносятся морские аэрозоли, основную часть которых составляют водорастворимые соли, при количестве осадков 400 мм/год в западных районах архипелага Шпицберген осаждаются около 4 т/км² морских солей, в виде ничтожной, но постоянно присутствующей примеси в них находятся тяжелые металлы [11]. Как известно, вдоль всего западного побережья архипелага проходит теплое западно-шпицбергенское течение, одно из ответвлений Гольфстрима, которое переносит водорастворимые тяжелые металлы с западноевропейских предприятий, в том числе и с радиохимических заводов (Селлафилд, Ла-Хауга, Доунрей) [1].

Следующим тяжелым металлом, особенности поведения которого исследовались в почвенных профилях, был ванадий (V). Кларк V в почве равен 100 мг/кг. ПДК в почве 150 мг/кг. Относительно равномерное распределение V вниз по почвенному профилю отмечается в районе поселков Лонгйир и Баренцбург. В почвенном профиле, сделанном на морской террасе в районе п. Нью-Олесунн, валовое содержание V увеличивается вниз по профилю. Следует отметить, что во всех разрезах, выполненных на территории исследования, концентрация V повышается в почвенных горизонтах, где преобладают процессы оглеения. Мы предполагаем, что повышенные концентрации V в по-

чвах на архипелаге Шпицберген связаны с залежами угля. Данный металл имеет свойство накапливаться в биолитах, в нашем случае в каменном угле. Атмосферные и талые воды выщелачивают V из угольных пластов; попадая в почву, он образует комплексные соединения с органическими веществами, особенно с гумусовыми кислотами. Дальнейшая миграция V связана с распределением гумусовых кислот по почвенному профилю.

Другим тяжелым металлом, который имеет высокие концентрации в почве, является цинк (Zn). Кларк Zn в почве 50 мг/кг [6]. ПДК его в почве 100 мг/кг. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 [8] Zn относится к первому классу опасности, то есть к высокоопасным веществам. Валовое содержание Zn в почвенных разрезах, сделанных на морских террасах в районе поселков Нью-Олесунн и Лонгйир, уменьшается сверху вниз по профилю. Такое распределение тяжелого металла связано с его внешним аэрозольным поступлением. В почвенном профиле, сделанном в районе п. Баренцбург, повышенное содержание Zn замерено в почвенных образцах, отобранных из горизонтов, имеющих яркие признаки оглеения. Вероятно, что аккумуляция металла в данных горизонтах связана с его выщелачиванием из подстилающих пород — карбонатов, в которых Zn имеет свойство накапливаться.

Следующий химический элемент, который анализировался в почвах Шпицбергена, медь (Cu). Кларк Cu в земной коре 47 мг/кг [4]. ПДК его в почве 55 мг/кг. Среднее содержание Cu в почвах мира 30 мг/кг. Почвенные образцы, отобранные на территории исследования, имеют концентрацию Cu от 18 до 38 мг/кг. Во всех почвенных профилях обнаруживаются слабые вариации суммарного содержания Cu по слоям. Это связано с тем, что Cu — малоподвижный элемент в почвах. Основопологающим фактором, влияющим на величину содержания Cu, является концентрация ее в почвообразующих породах, так как медь проявляет большую склонность к химическому взаимодействию с минеральными и органическими компонентами. Ионы Cu могут также легко осаждаться такими анионами, как сульфид, карбонат и гидроксид. Аккумуляция в верхних горизонтах — обычная черта распределения Cu в почвенном профиле. Это явление есть результат

действия разных факторов, но прежде всего концентрация Си в верхнем слое почвы отражает ее биоаккумуляцию, Си образует устойчивые комплексы с гуминовыми и фульвокислотами. Некоторое влияние на концентрацию Си в почве оказывает и угольные залежи. По данным [2], каменный уголь разных месторождений может содержать от 15 до 340 мг/кг соединений меди.

Концентрация никеля (Ni) в почвах западного побережья архипелага Шпицберген изменяется от 14 до 38 мг/кг. Содержание никеля в почвах мира колеблется в широких пределах – от 1 до \approx 100 мг/кг. Суммарная концентрация Ni, так же как и Си, незначительно варьирует по профилю. В верхних горизонтах почв никель присутствует главным образом в органически связанных формах, часть из которых может быть представлена легкорастворимыми хелатами [21]. В нижних горизонтах состояние Ni в почвах во многом определяется его содержанием в материнских породах.

Во всех почвенных разрезах, сделанных на западном побережье Западного Шпицбергена, наблюдается слабая дифференциация хрома (Cr) по горизонтам. Содержание тяжелых металлов кобальта (Co) и свинца (Pb) ниже диапазона измерений массовой доли определяемого компонента.

Таким образом, на кумуляцию и миграцию тяжелых металлов в арктических почвах архипелага Шпицберген влияют специфика почвообразовательного процесса, содержание металла в материнской породе и дальний перенос тяжелых металлов атмосферными потоками на аэрозольных частицах.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП НО «Арктика» (Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова) при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Айбулатов Н. А. Экологическое эхо холодной войны в морях Российской Арктики. М. : ГЕОС, 2000. 306 с.
2. Байдина Н. Л. Загрязнение городских почв и огородных культур тяжелыми металлами // *Агрохимия*. 1995. № 12. С. 99–104.
3. Бузинов Р. В., Парфёнова Е. П., Гудков А. Б., Унгурияну Т. Н., Гордиенко Т. А. Оценка эпидемической опасности почвы на территории Архангельской области // *Экология человека*. 2012. № 4. С. 3–10.
4. Виноградов А. П. Среднее содержание элементов в земной коре // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555–557.
5. Виноградова А. А., Пономарева Т. Я. Источники и стоки антропогенных микроэлементов в атмосфере Арктики: тенденции изменения с 1981 по 2005 г. // *Оптика атмосферы и океана*. 2007. Т. 20, № 6. С. 471–480.
6. Войткевич Г. В., Мирошников А. Е., Поваренных А. С., Прохоров В. Г. Краткий справочник по геохимии. М. : Недра, 1970. С. 61.
7. Горячкин С. В., Караваева Н. А., Таргульян В. О. География почв Арктики: современные проблемы // *Почвоведение*. 1998. № 5. С. 520–530.
8. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Класси-

фикация химических веществ для контроля загрязнения». URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/4/4723/index.htm (дата обращения 04.09.2013).

9. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/30/30080/index.htm> (дата обращения 04.09.2013).

10. Добровольский В. В. Геохимия почв Шпицбергена // *Почвоведение*. 1990. № 2. С. 5–20.

11. Добровольский В. В. Основы биогеохимии. М. : Академия, 2003. 400 с.

12. Кизеев А. Н., Жиров В. К., Никанов А. Н. Влияние промышленных эмиссий предприятий Кольского полуострова на ассимиляционный аппарат сосны / *Экология человека*. 2009. № 1. С. 9–14.

13. Лебедева О. Ю., Фрумин Г. Т. Распределение валовых форм тяжелых металлов в почвах Костромской области // *Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana)*. 2010. № 3. С. 239–242.

14. Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошкообразных пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа. М 049-П/04. СПб. : ООО НПО «Спектрон», 2004. 20 с.

15. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей – жителей г. Мончегорска // *Экология человека*. 2004. № 2. С. 30–32.

16. ОСТ 10-259-2000. Стандарт отрасли. Почвы. Рентгенофлуоресцентное определение валового содержания тяжелых металлов. Минсельхоз России, 2001. 24 с.

17. Переверзев В. Н., Литвинова Т. И. Почвы морских террас и коренных склонов на побережьях фьордов острова западный Шпицберген // *Почвоведение*. 2010. № 3. С. 259–269.

18. Репницына О. Н., Попова Л. Ф. Трансформация подвижных форм меди в сезоннопромерзающих почвах города Архангельска // *Арктика и Север*. 2012. № 9. С. 1–15.

19. Сахонин А. П. Трансформация соединений тяжелых металлов в почвах Нижнего Дона : автореф. дис. канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2003. 43 с.

20. «Heavy metals» - a meaningless term? // *Pure Appl. Chem*. 2002. Vol. 74, N 5. P. 793–807.

21. Bloomfield C. The translocation of metals in soils // *The Chemistry of Soil Processes*, Greenland D. J. and Hayes M. H. B. Eds., John Wiley & Sons, New York, 1981, 463.

References

1. Aybulatov N. A. *Ekologicheskoe echo holodnoy voyuny v moryakh Rossiyskoy Arktiki* [Ecological echo of the cold war in the seas of the Russian Arctic]. Moscow, 2000, 306 p.
2. Baydina N. L. Pollution of city soils and garden cultures by heavy metals. *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. 1995, 12, pp. 99-104. [in Russian]
3. Buzinov R. V., Parfenova E. P., Gudkov A. B., Unguraynu T. N., Gordienko T. A. Estimation of epidemic danger of soil in the Arkhangelsk region. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 4. pp. 3-10. [in Russian]
4. Vinogradov A. P. The average maintenance of elements in crust. *Geokhimiya* [Geochemistry]. 1962, 7, pp. 555-557. [in Russian]
5. Vinogradova A. A., Ponomareva T. Ya. Sources and sinks of anthropogenic microelements in the Arctic atmosphere: trends from 1981 to 2005. *Optika atmosfery i okeana* [Atmosphere and ocean optics]. 2007, 20 (6), pp. 471-480. [in Russian]

6. Voytkovich G. V., Miroshnikov A. E., Povarennyh A. S., Prohorov V. G. *Kratkiy spravochnik po geokhimii* [Quick-reference book on geochemistry]. Moscow, 1970, 61 p.
7. Goryachkin S. V., Karavaeva N. A., Targul'yan V. O. Geography of Arctic soils: current problems. *Pochvovedenie* [Pedology]. 1998, 5. pp. 520-530. [in Russian]
8. GOST 17.4.1.02-83. *Okhrana prirody. Pochvy. Klassifikatsiya khimicheskikh veshchestv dlya kontrolya za zaryazneniya* [Nature protection. Soils. Classification of chemicals for pollution control]. Available at: URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/4/4723/index.htm (accessed 4 Sep. 2013).
9. GOST 28168-89. *Pochvy. Otbor prob.* [Soils. Sampling]. Available at: URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/30/30080/index.htm> (accessed 4 Sep. 2013).
10. Dobrovolskiy V. V. Geochemistry of Spitsbergen's soils. *Pochvovedenie* [Pedology]. 1990, 2, pp. 5-20. [in Russian]
11. Dobrovolskiy V. V. *Osnovy biogeokhimii* [Biogeochemistry bases]. Moscow, 2003, 400 p.
12. Kizeev A. N., Zhirov V. K., Nikanov A. N. Impact of industrial emissions of Kola Peninsula enterprises on pine assimilatory apparatus. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, 1, pp. 9-14. [in Russian]
13. Lebedeva O. Yu., Frumin G. T. Distribution of heavy metals in the soil of Kostroma oblast. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie* (Terra Humana) [Society. Environment. Development (Terra Humana)]. 2010, 3, pp. 239-242. [in Russian]
14. *Metodika vypolneniya izmereniy massovoy doli metallov i oksidov metallov v poroshkoobraznykh probakh pochv metodom rentgenofluorescentnogo analiza M 049-P/04* [Technique of measurements' performance of a mass fraction of metals and metal oxides in pulverulent samples of soils by a method of the X-ray fluorescent analysis M 049-P/04]. Saint Petersburg, 2004, 20 p.
15. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Effect of seaweed and drink "Algapekt" on the mineral composition of the blood in children - Monchergorsk residents. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30-32. [in Russian]
16. OST 10-259-2000. *Standart otrasli. Pochvy. Rentgenofluorescentnoe opredelenie valovogo sodержaniya tyazhyolykh metallov. Minsel'khoz Rossii* [OST 10-259-2000. Branch standard. Soils. X-ray fluorescent definition of the total concentration of heavy metals. Ministry of Agriculture of the Russian Federation], 2001. 24 p.
17. Pereverzev V. N., Litvinova T. I. Soil's of sea terraces and bedrock slopes of fiords in Western Spitsbergen.

Pochvovedenie [Soil Science]. 2010, 3, pp. 259-269. [in Russian]

18. Reprintsina O. N., Popova L. F. Transformation of the mobile forms of the cooper in the seasonally frozen soils of the Arkhangelsk region. *Arktika i Sever* [Arctic and the North]. 2012, 9, pp. 1-15. [in Russian]

19. Samokhin A. P. *Transformatsiya soedineniy tyazhyolykh metallov v pochvakh Nizhnego Dona. Avtoref. kand. diss.* [Transformation of compounds of heavy metals in soils of Nizhny Don river. Author's Abstract of the candidate's dissertation]. Rostov-on-Don, 2003. 43 p.

20. «Heavy metals» - a meaningless term? *Pure Appl. Chem.* 2002, 74 (5). pp. 793-807.

21. Bloomfield C. The translocation of metals in soils. In: *The Chemistry of Soil Processes*, Greenland D. J. and Hayes M. H. B., Eds., John Wiley & Sons, New York, 1981, 463.

HEAVY METALS IN THE ARCTIC SOILS OF THE WESTERN COAST OF SVALBARD ARCHIPELAGO

V. V. Kryauchyunas, S. A. Iglovsky, E. V. Shakhova, A. V. Malkov

*Institute of Environmental Physiology, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk *Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia*

Accumulation, migration of heavy metals in the Arctic soils of the western coast of the island West Spitsbergen have been studied. The main ways of heavy metals intake to the soil have been established. The raised concentration of strontium in the Arctic soils of the archipelago is induced by its natural concentration in maternal deposits.

Keywords: arctic tundra and gley soils, Svalbard, heavy metals, geochemical barrier, vanadium, strontium, zinc

Контактная информация:

Кряучюнас Видас Винанто — кандидат геолого-минералогических наук ФГБУН «Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук»

Адрес: 163000, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 23

E-mail: vidas76@mail.ru