

УДК 504.064.2.001.18

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ХРОМА И НИКЕЛЯ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ПОЧВЫ СЕЛИТЕБНЫХ ЗОН ГОРОДА НОВЫЙ УРЕНГОЙ

© 2011 А.П. Сергеев, Е.М. Баглаева, И.Е. Субботина

Институт промышленной экологии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург

Поступила в редакцию 18.08.2011

Представлены особенности пространственных распределений концентраций валовых форм хрома и никеля в почвах селитебных зон города Новый Уренгой по результатам почвенного экологического скрининга. Обнаружены пятна аномально высоких концентраций валовой формы хрома в почве, превышающих фоновые на порядок величины, и аналогичные по форме и пространственному расположению пятна концентраций валовой формы никеля в почве, превышающих фоновые примерно в два раза. Показано, что происхождение пятен концентраций валовой формы хрома не связано с индустриальной активностью.

Ключевые слова: почва, экологический скрининг, пространственное распределение, хром, никель

Почвенный экологический скрининг как составляющая мониторинга есть важная часть изучения состояния окружающей среды. Пространственная картина загрязнения почв отражает как особенности эмиссии загрязняющих веществ, так и механизмы их распространения [1, 2, 5, 11]. Картирование пространственного распределения загрязняющих веществ в депонирующих средах позволяет распознавать аномалии разных размеров и уровней и предоставляет важную информацию для географических информационных систем – ГИС [6, 8]. Имеющиеся опубликованные данные о распределениях химических агентов, в частности, тяжелых металлов в депонирующих средах показывают, что вероятностное распределение концентраций не всегда соответствуют нормальному, а их пространственное распределение часто неоднородно [8, 12]. Поскольку тяжелые металлы представляют угрозу среде обитания здоровью человека, то обнаружение таких пространственных неоднородностей и изучение их происхождения актуально как в научном, так и в практическом плане. Пространственные неоднородности распределений

тяжелых металлов характерны для старопромышленных районов Урала, что вполне очевидно может быть следствием длительной индустриальной нагрузки на окружающую среду. Для проверки этого предположения необходимо исследование территорий, не имеющих промышленности, сложившейся за длительный исторический период. Наиболее подходящими для этой задачи являются северные территории.

Цель работы – представление особенностей пространственных распределений концентраций валовых форм хрома и никеля в почвах селитебных зон города Новый Уренгой Ямало-Ненецкого автономного округа по результатам почвенного экологического скрининга.

Общая характеристика территории. Город Новый Уренгой, основанный в 1975 г., расположен приблизительно в 50 км к югу от Северного полярного круга в Ямало-Ненецком автономном округе. Примерно в 5 км к юго-западу от центра города расположен аэропорт. Основание города связано с началом разработки Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. Рабочие поселки Лимбяха и Коротчаево были основаны в 1983 г и 1982 г. приблизительно в 60 км и 70 км к востоку от Нового Уренгоя, соответственно, и вошли в состав г. Новый Уренгой в 2004 г. В поселке Лимбяха расположена гидроэлектростанция, в поселке Коротчаево находится железнодорожная станция и речной порт на реке Пур.

Основной отраслью промышленности является добывающая (газ, конденсат и нефть). Аграрный сектор, а также производство, связанное с возможной эмиссией соединений

Сергеев Александр Петрович, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией физики и экологии. E-mail: aleksandrpsergeev@gmail.com

Баглаева Елена Михайловна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории физики и экологии. E-mail: sem@ecko.uran.ru

Субботина Ирина Евгеньевна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории физики и экологии. E-mail: iesub@mail.ru

хрома, отсутствуют. Практически везде почва представлена песком с фракциями менее 1 мм. Как правило, для этих территорий характерны аллювиально-гумусовые подзолы с небольшим содержанием органических компонентов. Известно, что растворимые формы тяжелых металлов выщелачиваются из аллювиально-гумусных подзолов [4].

Почвенный экологический скрининг и химический анализ. В настоящей работе использованы данные, полученные авторами в рамках рутинного экологического скрининга г. Новый Уренгой в 2008 г. Отбор проб почвы в селитебных зонах г. Новый Уренгой спланирован по квадратной сетке с шагом 250 м и проведен в июне 2008 г. Всего было отобрано 340 проб почвы. Из них 306 проб составили регулярную выборку и 34 пробы – фоновую. Регулярная выборка составлена из 4 территориальных групп проб почвы: Южная часть (NUS) – 150 проб, Северная часть (NUN) – 80 проб, Лимбьяха (NUL) – 20 проб, Коротчаево (NUK) – 56 проб. Фоновая выборка (NUB) представлена 34 пробами, удаленными от урбанизированных территорий, с целью исключения

влияния возможных источников загрязнения. В скобках приведены пространственные префиксы групп проб почвы. Отобранные пробы подвергались стандартной процедуре пробоподготовки, включающей следующие стадии: сушка до воздушно-сухого состояния при температуре до 105 С; просеивание на сите 1,0 мм для определения подвижных форм; измельчение до 0,074 мм для определения валовых форм.

Количественный химический анализ был проведен в аккредитованном химико-аналитическом центре ИПЭ УрО РАН с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра (AAS-3, Carl Zeiss Jena, Germany) и масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ELAN 9000, Perkin Elmer. Список показателей и веществ программы химического анализа проб почвы составлен на основании их потенциальной опасности для среды обитания: pH, нефтепродукты; валовые формы (Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb, Hg, Pb); растворимые формы (F, Cr, Co, Ni, Cu, Zn.).

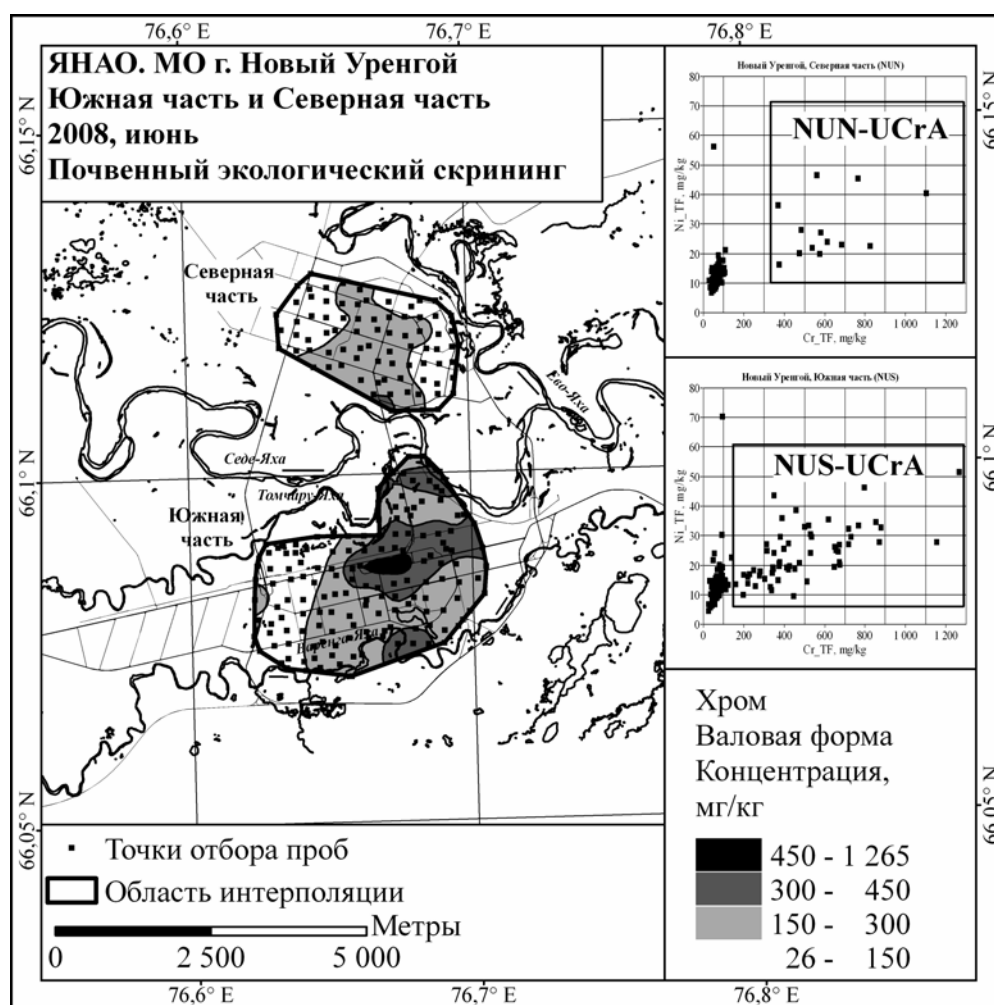


Рис. 1. Пространственное распределение концентрации валовой формы хрома в почве селитебных зон Южной части и Северной части

Результаты и обсуждение. В большинстве проб почвы концентрации растворимых форм хрома, кобальта и никеля, а также валовых форм кадмия, сурьмы и ртути оказались ниже пределов обнаружения методов химического анализа, использованных в настоящей работе. Анализ показал, что эмпирические функции плотности вероятности концентраций валовых форм хрома и никеля бимодальны для всех исследуемых пространственных групп: NUS, NUN, NUL, NUK. На рис. 1 представлены результаты интерполяции полей пространственного распределения в почве концентрации валовой формы хрома, построенные в пакете ESRI ArcGIS методом ординарного кригинга с параметрами по умолчанию для пространственных групп NUS и NUN. Там же представлены диаграммы рассеивания в координатах концентраций валовых форм хрома и никеля, на которых отчетливо видны два кластера проб.

На основе сравнения пространственных распределений концентраций валовой формы хрома и диаграмм рассеивания каждая пространственная группа проб (NUS, NUN, NUL, NUK) была разделена на 2 подгруппы: городской хромовый фон (Urban Chromium Background — UCrB) и городская хромовая аномалия (Urban Chromium Anomaly — UCrA). Оказалось, что пробы почвы разделились на фоновые и аномальные подгруппы по хромю и на пространственных распределениях и на диаграммах рассеивания. Количество проб почвы, средние значения и стандартные отклонения в подгруппах представлены в таблице 1. Средние концентрации валовой формы хрома в аномальных подгруппах (суффикс UCrA) на порядок величины выше, чем в фоновых подгруппах (суффикс UCrB), а для никеля – в 2 раза. Статистический анализ с использованием критерия Манна-Уитни показал значимое различие концентраций валовой формы хрома (и никеля) для фоновых (суффикс UCrB) и аномальных (суффикс UCrA) подгрупп для всех четырех пространственных групп: NUS, NUN, NUL, NUK. Эти результаты свидетельствуют, что пространственные группы проб почвы разделены по концентрации валовой формы хрома на фоновые и аномальные подгруппы достаточно корректно, что позволяет предположить различное происхождение соединений хрома (и никеля) в почвенных пробах аномальных и фоновых подгрупп.

Таблица 1. Подгрупповые средние (M) и стандартные отклонения (SD)

Подгруппа	Количество проб в подгруппе	Cr _{TF} , мг/кг		Ni _{TF} , мг/кг	
		M	SD	M	SD
NUS-UCrB	91	67	22	12,8	7,4
NUS-UCrA	59	491	231	24,0	9,0
NUN-UCrB	67	62	18	12,6	6,2
NUN-UCrA	13	611	198	28,6	10,1
NUL-UCrB	16	65	19	12,4	3,2
NUL-UCrA	4	573	66	22,8	8,7
NUK-UCrB	37	57	13	11,4	4,2
NUK-UCrA	19	608	120	25,7	6,7

Заключение и выводы. В результате проведенного почвенного экологического скрининга в селитебных зонах субарктической урбанизированной территории муниципального образования город Новый Уренгой, включая поселки Лимбьяха и Коротчаево, обнаружены пробы с аномально высокими концентрациями валовой формы хрома. Пространственные распределения концентраций валовых форм хрома и никеля в почве носят пятнистый характер, а соответствующие функции распределения вероятностей – бимодальны для всех четырех пространственных групп проб почвы. Пространственный и статистический анализ позволил разделить пробы почвы по концентрации валовой формы хрома на аномальные и фоновые подгруппы.

Сравнение фоновых концентраций валовых форм хрома в Уральском регионе России (Уральский кларк – 300 мг/кг) и в почвах мира (Мировой кларк – 200 мг/кг) показало, что концентрация валовой формы хрома в подгруппах UCrB не превышает этих величин. В то же время концентрация валовой формы хрома в подгруппах UCrA в два раза выше, чем Уральский кларк [10, 11]. Концентрация валовой формы хрома в подзолах находится в диапазоне 2,6-34 мг/кг в Канаде [3] и в диапазоне 3-200 мг/кг в США [7].

Средние концентрации валовой формы хрома в аномальных подгруппах на порядок величины превосходят средние концентрации валовой формы хрома в фоновых подгруппах. Средние концентрации валовой формы никеля в аномальных подгруппах примерно в два раза выше, чем в фоновых подгруппах.

Обнаруженные пятна хромовых аномалий расположены в селитебных зонах вдали от промышленных зон, что позволяет предположить, что их происхождение не связано с промышленной активностью. Подобные результаты,

такие как пятнистость картин пространственных распределений и бимодальность эмпирических функций плотности вероятности, получены авторами в предельно подробных экологических скринингах снегового покрова малых площадок (с характерным размером около нескольких метров) и профилей (длиной несколько десятков метров) на предмет пылевого загрязнения снега от действующих карьеров [12] и при снеговых экологических скринингах территорий промышленных городов [9]. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования происхождения пятен хромовых аномалий и идентификация соединений хрома, характерных для фоновых и аномальных подгрупп проб почвы, что поможет прояснить происхождение обнаруженных в настоящей работе хромовых аномалий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Chipres, J.A.* Geochemical mapping of major and trace elements in soils from the Altiplano Potosino, Mexico: a multi-scale comparison / *J.A. Chipres, J.C. Salinas, J. Castro-Larragoitia, M.G. Monroy* // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2008. Vol. 8. P. 279-290.
2. *Chukanov, V.N.* Diagnostics of Snow-Cover Contamination with Soluble and Insoluble Metal Impurities / *V.N. Chukanov, A.P. Sergeev, S.M. Ovchinnikov, A.N. Medvedev* // *Russian Journal of Nondestructive Testing*. 2006. Vol. 42, No 9. P. 630-636.
3. *Frank, R.* Metals in agricultural soils of Ontario / *R. Frank, K. Ishida, P. Suda* // *Canadian Journal of Soil Science*. 1976. Vol. 56. P. 181-196.
4. *Kabata-Pendias, A. H.* Trace Elements in Soils and Plants / *A. Kabata-Pendias, H. Pendias*. – CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C., 2001. P. 266-270.
5. *Kimbrough, D.E.* Critical assessment of chromium in the environment / *D.E. Kimbrough, Y. Cohen, A.M. Winer et al.* // *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 1999. No 29(1). P. 1-46.
6. *Salminen, R.* Geochemical baselines of nickel and chromium in various surficial materials in the Barents region, NW Russia and Finland / *R. Salminen, I. Bogatyrev, V. Chekushin et al.* // *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2004. Vol. 28. P. 333-341.
7. *Shacklette, H.T.* Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States / *H.T. Shacklette, J.G. Boerngen* // *U.S. Geological Survey professional paper*. 1984, 1270. 105 p.
8. *Zhang, C.* Use of trans-Gaussian kriging for national soil geochemical mapping in Ireland / *C. Zhang, D. Fay, D. McGrath et al.* // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2008. Vol. 8. P. 255-265.
9. *Баглаева, Е.М.* Загрязнение снегового покрова как экологический показатель / *Е.М. Баглаева, А.П. Сергеев, А.Н. Медведев* // *Вестник УрО РАН*. 2010. № 3(33). С. 74-79.
10. *Войткевич, Г.В.* Краткий справочник по геохимии / *Г.В. Войткевич, А.Е. Мирошников, А.С. Поваренных, В.Г. Прохоров*. – М.: Недра, 1977. 185 с.
11. *Сает, Ю.Е.* Геохимия окружающей среды / *Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин*. – М.: Недра, 1990. 335 с.
12. *Сергеев, А.П.* Мониторинг загрязнения естественных депонирующих сред. Исследование представительности единичной пробы снега по интенсивности накопления (выпадения) пыли в подробных снеговых съемках четырех малых площадок и двух профилей / *А.П. Сергеев, А.В. Шичкин, А.Г. Бувич* // *Вестник КрасГАУ*. 2009. № 2(28). С. 100-109.

FEATURES OF CHROME AND NICKEL SPATIAL DISTRIBUTIONS IN SURFACE SOIL LAYER OF RESIDENTIAL ZONES AT NOVY URENGOY CITY

© 2011 A.P. Sergeev, E.M. Baglaeva, I.E. Subbotin

Institute of Industrial Ecology UrB RAS, Ekaterinburg

Features of concentration spatial distributions of chrome and nickel total forms in soils of residential zones in Novy Urengoy city by results of soil ecological screening are presented. Spots of abnormal high concentration of chrome total form in soil, exceeding background sizes on order of magnitude, and similar under the form and spatial arrangement of spot of concentration of nickel total form in soil, exceeding background approximately twice were found out. It is shown that the origin of spots of concentration of chrome total form is not associated with industrial activity.

Key words: *soil, ecological screening, spatial distribution, chrome, nickel*

Alexander Sergeev, Candidate of Physics and Mathematics, Chief of the Physics and Ecology Laboratory. E-mail: alexandrpsergeev@gmail.com
Elena Baglaeva, Candidate of Physics and Mathematics, Research Fellow at the Physics and Ecology Laboratory. E-mail: sem@ecko.uran.ru
Irina Subbotina, Candidate of Physics and Mathematics, Research Fellow at the Physics and Ecology Laboratory. E-mail: iesub@mail.ru