

УДК 631.4: 574.2: 622.333

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА

Осипова Н.А.¹, Перегудина Е.В.¹, Язиков Е.Г.¹

¹ФГАО ВО Национальный исследовательский «Томский политехнический университет», Томск, Россия (634050, Томск, ул. Ленина, 30), e-mail: osipova@tpu.ru

Изучены геохимические особенности накопления элементов I–III классов опасности в почвах г. Междуреченска. Почвы различных районов города отличаются по уровню накопления тех или иных элементов. Повышенные концентрации характерны для элементов, входящих в органической и неорганических формах в состав угля, добыча, обогащение и сгорание которого происходят на ряде предприятий, окружающих город. Существует ореол загрязнения в центральной части Восточного района (район автовокзала), в промышленной зоне (ремонтно-механический завод и цех литейного производства). Зафиксированный ореол загрязнения в Сыркашах, по-видимому, отражает геологическую особенность данного района, обусловленную наличием Сыркашинского силла. Составлены карты-схемы распределения химических элементов в почвах города. По величине суммарного показателя загрязнения (16–32 единицы) г. Междуреченск относится к территориям, имеющим слабое и среднее загрязнение.

Ключевые слова: загрязнение почв, угледобывающий район, геохимия почв, тяжелые металлы

CHEMICAL ELEMENTS IN SOILS OF MEZHDURECHENSK

Osipova N.A.¹, Peregudina E.V.¹, Yazikov E.G.¹

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, Lenin avenue, 30), e-mail, osipova@tpu.ru

Geochemical accumulation features of the I-III hazard classes of elements have been studied in soils of Mezhdurechensk. Soils of various city areas differ according to the accumulation level of certain elements. Elevated concentrations are typical for the elements included in organic and inorganic forms of coal composition which mining, beneficiation and combustion occurs at a number of plants surrounding the city. The halo of pollution exists in the central part of the Eastern district (near the bus station), in the industrial area (mechanical-repair factory and foundry production shop). Fixed halo of pollution in Syrkashi apparently reflects geological peculiarity of this district due to the presence of Syrkashi sill. Distribution maps-schemes of chemical elements in the city soils are worked out. According to the magnitude of total pollution index (16-32 units) Mezhdurechensk refers to the areas that have mild or moderate pollution.

Keywords: soil pollution, coal mining district, soil geochemistry, heavy metals

Выявление закономерностей распределения и накопления тяжелых металлов в почвенном покрове представляется важной и актуальной задачей при оценке геоэкологической ситуации и степени ее изменения в регионе [1, 6]. Настоящее исследование выполнено в городе, где угольная отрасль является градообразующей. В структуре промышленного производства 90 % приходится на долю предприятий, осуществляющих добычу и переработку полезных ископаемых (в основном это каменный уголь). Крупнейшими угольными объединениями города являются: ЗАО «Распадская угольная компания», ОАО «Междуречье», ОАО УК «Южный Кузбасс», «ОАО ОУК «Южкузбассуголь». Доля Междуреченска составляет 16% от объемов добычи угля по области в целом.

Промышленные предприятия, не относящиеся к угольной промышленности, развиты слабо. В основном это единичные предприятия машиностроения, металлообработки, деревообработки, пищевой промышленности, стройиндустрии, коммунального хозяйства.

Природные почвы в окрестностях Междуреченска относятся к почвам горных территорий. Среди них выделены следующие типы: горные тундровые, горные лесные бурые, горные луговые, горные, лесные подзолистые, серые лесные. Кроме того, выделены почвы речных долин – аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, аллювиально-болотные (в том числе: торфяные и торфянистые различной мощности).

В результате большой техногенной нагрузки, длительного воздействия вредных выбросов в атмосферу, нарушения ландшафта, формирования отвалов горных пород, воздействия транспорта на больших площадях развиваются процессы деградации и загрязнения почвенного покрова, снижается его биологическая продуктивность, формируются ареалы загрязнения токсичными веществами.

Экспериментальная часть

Опробование проводилось по сети наблюдений 250 x 250 м. Пробы отбирались из верхнего горизонта рыхлых отложений, который является наиболее загрязненным. Образцы почв (199 проб) отбирались в соответствии с ГОСТами [3, 4, 5]. В пробах определено содержание тяжелых металлов методом электронной спектроскопии (полуколичественный анализ), ртути – атомно-адсорбционным методом. Анализы части проб продублированы методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ISP-MS). Сходимость по выбранным элементам удовлетворительная [7, 11].

Результаты и их обсуждение

Территория г. Междуреченск разделена на 4 района: Западный, Прибрежный (примыкает к реке Томи), Восточный и Промышленный (промышленная зона). К Западному району примыкает пос. Сыркаши. В таблице приведено содержание микроэлементов в почво-грунтах промышленного и жилых районов г. Междуреченска. Полученные результаты приведены в сравнении с предельно допустимыми концентрациями согласно гигиеническим нормативам РФ [9], а также в сравнении с нормативами, принятыми в Нидерландах и некоторых других странах мира, по данным [10]. Согласно [2] именно там развивался гибкий поход к нормированию как результат многочисленных и разнообразных экотоксикологических исследований. Также следует отметить, что содержание химических веществ в почве нормируется, как правило, в национальных стандартах. На международном уровне нормативов содержания загрязняющих веществ в почве нет.

Средние содержания элементов в почвах г. Междуреченска, мг/кг

Химический элемент	Восточный район (81 проба)	Западный район (48 проб)	Прибрежный район (26 проб)	Промышленный район (44 пробы)	В целом по городу (199 проб)	ПДК, мг/кг [9]	Нормативы, Нидерланды [10]
	1	2	3	4	5		
Элементы I класса опасности							
Hg	0,20±0,02	0,13±0,02	0,09±0,02	0,12±0,02	0,15±0,01	2,1	0,3
Pb	37±4	37±6	33±7	34±4	35±3	6,0	85
Zn	128±14	91±16	97±19	94±9	108±4	23,0	140
As	14±1	9±2	8±2	10±1	11±1	2,0	29
Элементы II класса опасности							
Cr	62±7	83±14	78±16	72±10	71±5	6,0(Cr ⁺³) 0,05(Cr ⁺⁶)	100
Ni	48±5	47±8	38±8	37±5	43±3	4,0	35
Co	19±2	17±3	19±4	18±2	18±1	5,0	20
Cu	53±6	46±8	54±11	66±9	56±4	3,0	36
Mo	2,9±0,3	3,2±0,5	3,4±0,7	3,4±0,4	3,1±0,2		10-200
Элементы III класса опасности							
Mn	388±43	449±77	388±78	383±50	397±28	1500	
Ba	466±51	471±81	588±118	517±68	496±35		200
V	52±6	77±13	74±15	61±8	62±4	150	

Содержание элементов I класса опасности показано на схемах распределения ртути, свинца, цинка, мышьяка в почвах города (рис. 1).

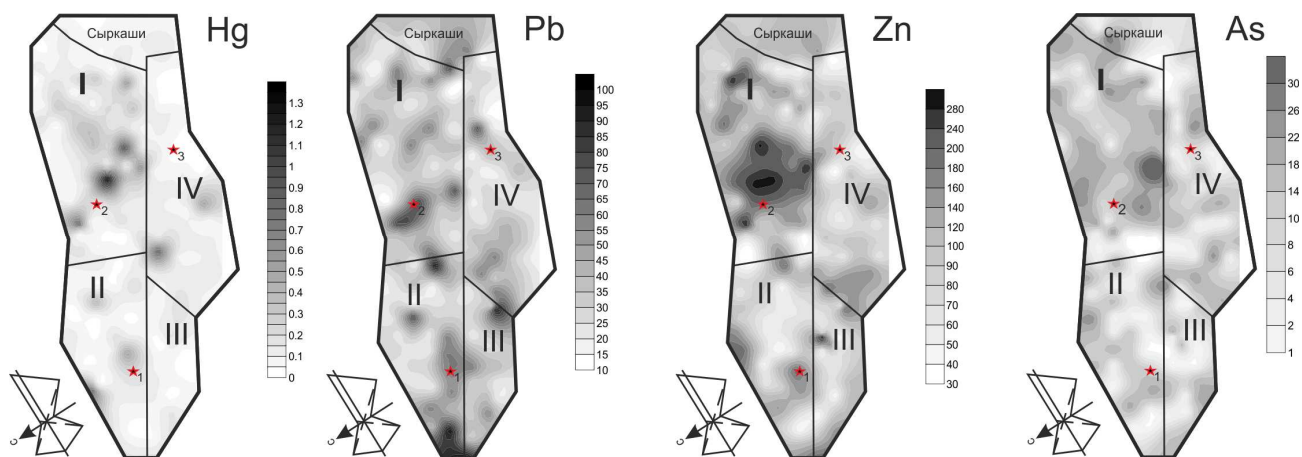


Рис. 1 Схема распределения ртути, свинца, цинка, мышьяка в почвах г. Междуреченска (1 — железнодорожный вокзал, 2 — автовокзал, 3 — транспортный ремонтно-механический завод; I — Восточный район, II — Западный район, III — Прибрежный район, IV — Промышленный район)

Ртуть. Содержание элемента изменяется в почво-грунтах от 0,02 до 1,5 мг/кг при средней величине 0,16 мг/кг. На схеме распределения ртути отмечаются несколько ореолов с содержанием элемента, превышающим 0,2 мг/кг, их большая часть приходится на Восточный район. Уровни накопления ртути в почвах ниже ПДК, установленных для почв,

согласно некоторым национальным стандартам, в качестве которых выбраны Нидерланды, и стандартам, принятым в нашей стране.

Свинец. Содержание элемента колеблется от 10 до 300 мг/кг при средней величине 35 мг/кг. Во всех районах города концентрации практически одинаковы, только отмечаются несколько локальных ореолов, приходящихся на участки интенсивного движения автотранспорта и промышленные предприятия (ремонтно-механический завод). Содержание свинца превышает гигиенические нормативы РФ. На сегодня в России утверждены наиболее жесткие по сравнению с зарубежными странами предельно допустимые концентрации по ряду элементов, это касается и свинца.

Цинк. Содержание элемента меняется от 30 до 300 мг/кг при средней величине 108 мг/кг. Из всех районов выделяются Восточный и Прибрежный, где средние концентрации соответственно равны 128 и 97 мг/кг. Площадные и локальные ореолы повышенных концентраций элементов приходятся на центр района Восточный, где раньше находился городской автовокзал. Известно, что цинк попадает в почву при истирании автомобильных шин. Средние значения превышают ПДК, принятые в России, но укладываются в национальные стандарты большинства зарубежных стран [10].

Мышьяк. Содержание элемента меняется от 1 до 28 мг/кг при средней величине 11 мг/кг. В отдельных точках в районе ремонтно-механического завода содержание мышьяка составляет 51 мг/кг.

Распределение элементов II класса опасности в почвах города приведено на рисунке 2.

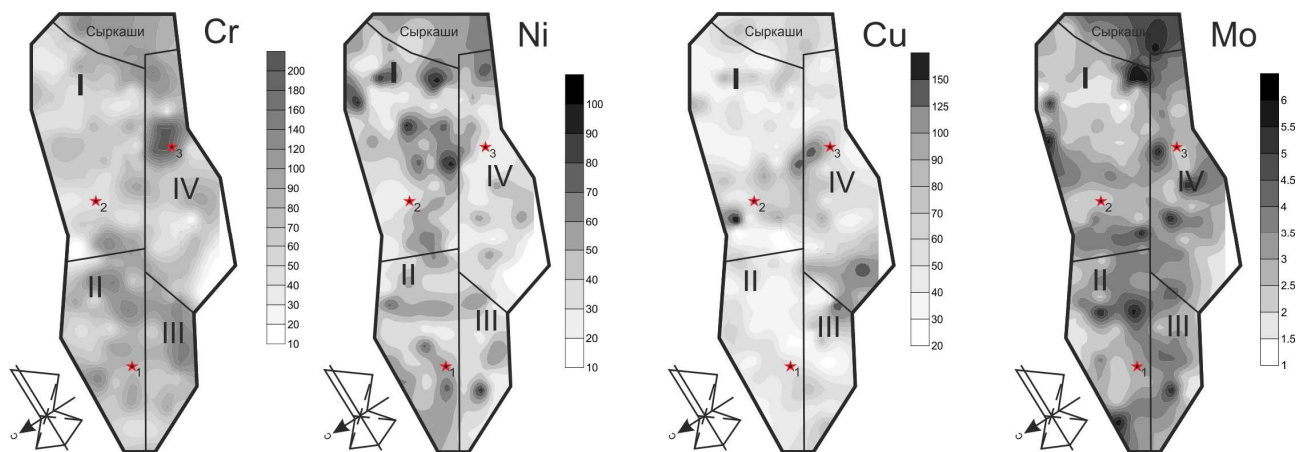


Рис. 2 Схема распределения хрома, никеля, меди, молибдена в почвах г. Междуреченска (1 — железнодорожный вокзал, 2 — автовокзал, 3 — транспортный ремонтно-механический завод; I — Восточный район, II — Западный район, III — Прибрежный район, IV — Промышленный район)

Хром. Содержание элемента изменяется от 8 до 600 мг/кг при средней величине 71 мг/кг. Для всех районов города средние концентрации близки, хотя в Западном несколько выше и составляет 83 мг/кг. Область повышенных концентраций приходится на район

расположения ремонтно-механического завода. Возможно, сказывается влияние чугунолитейного производства.

Никель. Содержание элемента изменяется от 10 до 100 мг/кг при средней величине 43 мг/кг. В Восточном районе концентрация равна 48 мг/кг. Ореолы с повышенными содержаниями элемента приурочены к улицам 50 лет Комсомола – пер. Тигровый, район участка механизации УЖКХ, около Виадука и ул. Пионерской.

Кобальт. Содержание элемента изменяется от 3 до 60 мг/кг при средней величине 18 мг/кг. Из всех районов по среднему содержанию элементов выделяются Восточный и Прибрежный, где средние концентрации равны 19 мг/кг. На схеме распределения кобальта выделяется несколько контрастных локальных ореолов в районе ул. Ермака, улиц Юдина — Кузнецкой, ул. Пионерской, д. 17.

Медь. Содержание элемента изменяется от 20 до 200 мг/кг при средней величине 56 мг/кг. Из всех исследованных районов выделяется промышленная зона, где средняя величина равна 66 мг/кг. На схеме распределения меди выделяются несколько локальных контрастных ореолов с повышенными концентрациями, приуроченными к пересечению улиц 50 лет Комсомола — Кузнецкая, ул. Горького и др. В целом содержание меди не превышает ПДК по зарубежным данным, за исключением нескольких локальных точек в Прибрежном, Промышленном и Восточном районах, где концентрации в 1,5–2 раза выше нормативных показателей.

Сравнивая содержание хрома, никеля, меди, кобальта в почвах города с ПДК, следует сказать, что практически повсюду жесткие российские нормативы превышены.

Молибден. Содержание элемента изменяется от 1 до 6 мг/кг при среднем значении 3,1 мг/кг. Лишь в отдельных точках незначительно превышены нормативные показатели.

Распределение элементов III класса опасности в почвах города приведено на рисунке 3.

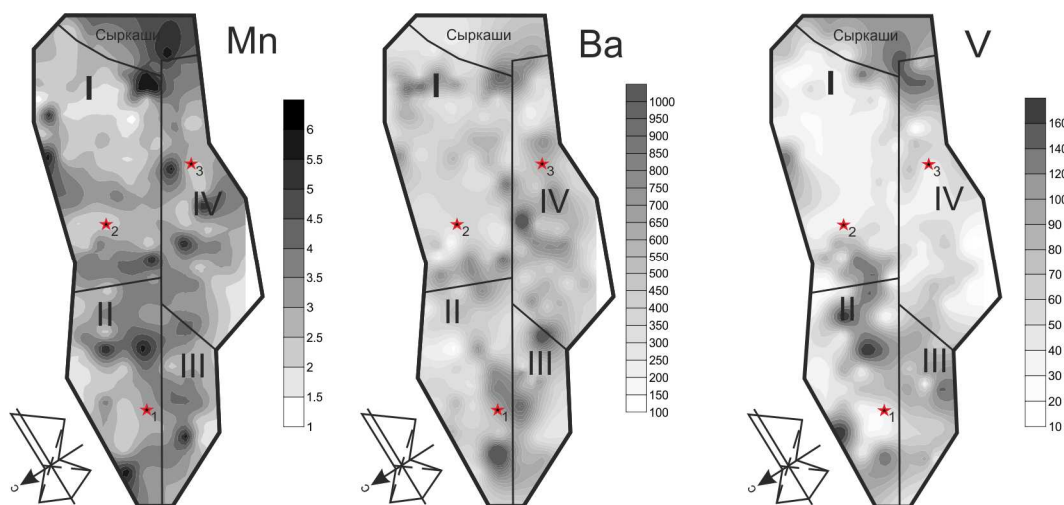


Рис. 3 Схема распределения марганца, бария, ванадия в почвах г. Междуреченска (1 — железнодорожный вокзал, 2 — автовокзал, 3 — транспортный ремонтно-механический

завод; I — Восточный район, II — Западный район, III — Прибрежный район, IV —
Промышленный район)

Марганец. Содержание марганца изменяется от 100 до 1000 мг/кг при среднем значении 397 мг/кг. Средние повышенные концентрации характерны для Западного района (449 мг/кг). Несколько локальных контрастных ореолов с повышенными концентрациями элемента фиксируются в районах пересечения улицы Юдина – пр. Строителей, ул. Интернациональная, ж/д станция Междуреченск. В целом, содержание марганца не превышает ПДК РФ (1500 мг/кг), но в отдельных точках Центра, Восточного и Западного районов превышает нормативные показатели, принятые в зарубежных странах [10].

Барий. Содержание бария изменяется от 200 до 3000 мг/кг при средней величине 496 мг/кг. Из всех районов выделяется Прибрежный район, где средняя концентрация бария равна 588 мг/кг, а также прослеживаются три локальных ореола в Западном и Прибрежном районах.

Ванадий. Содержание элемента изменяется от 20 до 200 мг/кг при среднем значении 62 мг/кг. Наиболее контрастно по данному компоненту просматриваются Западный и Прибрежный районы (средние концентрации составляет соответственно 77 и 74 мг/кг). На схеме распределения ванадия выделяются ореолы в районах Сыркаши и Западный. В Сыркашах его повышенное значение может быть объяснено геологической природой (кора выветривания Сыркашинского силла). В целом содержание ванадия превышает ПДК в 1,2 раза по зарубежным данным, но ниже нормативных показателей, установленных в РФ, за исключением отдельных точек наблюдения, где концентрации в 1,3 раза превышают российские нормы.

Техногенные аномалии чаще всего имеют полиэлементный состав, для них рассчитан суммарный показатель загрязнения, характеризующий эффект воздействия группы элементов [8]:

$$Z_c (\text{СПЗ}) = \sum KK - (n - 1),$$

где $\sum KK$ – сумма коэффициентов концентраций; n – число учитываемых аномальных элементов;

$KK = C_i / C_{\phi i}$ – коэффициент концентрации аномального содержания i -го химического элемента;

C_i – фактическое содержание i -го химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг;

$C_{\phi i}$ – фоновое содержание i -го химического элемента в почвах или ПДК, мг/кг;

n – число учитываемых химических элементов с $KK > 1$.

Оценка суммарного показателя загрязнения [11] показала, что существует ореол загрязнения в центральной части Восточного района (район автовокзала), в промышленной

зоне (ремонтно-механический завод и цех литейного производства). Зафиксированный ореол загрязнения в Сыркашах, по-видимому, отражает геологическую особенность данного района, обусловленную наличием Сыркашинского силла. По величине суммарного показателя загрязнения (16–32) г. Междуреченск относится к числу территорий, имеющих слабое и среднее загрязнение с умеренно опасным уровнем заболевания. В целом, повышенные концентрации характерны для элементов, входящих в органической и неорганических формах в состав угля, добыча, обогащение и сгорание которого происходят на ряде предприятий, окружающих город.

Список литературы

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях // Л.: Агропромиздат. – 1987. – 142 с.
2. Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах /металлоидах в почвах // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2011. – Вып. 68. – С. 56–81.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения// М.: Стандартинформ. – 2008. – 4 с.
4. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Изд-во стандартов. – 1989. – 7 с.
5. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб // Сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ. – 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-4-3-01-83> (дата обращения: 22.04.2015)
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва—растение// Новосибирск: Наука. – 1991. – 151 с.
7. Михальчук А.А., Язиков Е.Г., Ершов В.В. Статистический анализ эколого-геохимической информации // Томск: изд-во ТПУ – 2006. – 235 с.
8. Методические рекомендации, по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами // М.: ИМГРЭ. — 1982. – 111 с.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2041-06 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46714/index.php (дата обращения: 22.04.2015)
10. Промежуточный технический отчет. Блок деятельности 10. Нормативы качества окружающей среды. 10.4b – Особенности нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах России и за рубежом. [Электронный ресурс]. – С.Пб., 2008. – URL: http://www.ipccrussia.org/public/cluster10/10-4b_soil_RU.pdf. (дата обращения 12.03.2012).

11. Язиков Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: Автореферат дис. доктора геол.-мин. наук: 25.00.36. — 2006, Томск, ТПУ. – 46 с.

Рецензенты:

Пасько О.А., д.с.-х.н., профессор кафедры общей геологии и землеустройства Томского политехнического университета, г. Томск;

Лукашевич О.Д., д.т.н., профессор кафедры охраны труда и окружающей среды Томского политехнического университета, г. Томск.