

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ Г. АНГАРСКА

**Кузнецов<sup>1</sup> П.В., Гребенщикова<sup>2</sup> В.И.**

<sup>1</sup>*Центр по проблемам продуктивности и экологии лесов РАН, г. Москва,  
e-mail: petr-kr@mail.ru;*

<sup>2</sup>*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск,  
e-mail: vgreb@igc.irk.ru*

Среди загрязняющих веществ по масштабам загрязнения и воздействию на биологические объекты особое место занимают тяжелые металлы (ТМ) [Агроэкология, 2000]. Особенно это становится актуальным в местах проживания населения – городах и поселках, так как тяжелые металлы могут являться причиной различных заболеваний.

Одной из экологических характеристик территории города является химическое состояние почв. Содержание ТМ в почвах с одной стороны отражает естественное (фоновое) их содержание, а с другой – степень антропогенного влияния. Почва является депонирующей средой, способной накапливать значительные количества металлов, которые могут вовлекаться в биологический круговорот. Изучение химического состава почв также является основой для последующего их мониторинга.

Целью настоящей работы было изучение загрязнения почв территории города Ангарска и его окрестностей ТМ, выявление наиболее загрязненных участков и закономерностей их пространственного распределения на территории города и его окружения.

Город Ангарск расположен на юге Восточной Сибири в междуречье Китоя и Ангары. С востока от города вдоль р. Ангары расположена промышленная зона, являющаяся, наряду с автотранспортом, основным источником загрязняющих веществ. Из литературных данных следует, что Ангарск характеризуется очень высоким показателем загрязнения атмосферы; почвы загрязнены в основном цинком, свинцом, марганцем, ванадием, хромом и никелем, а наибольшее загрязнение суммарными выпадениями металлов отмечалось в зоне 1.1-5 км от границы города [Мусихина, 2009].

Почвенно-геохимическая съемка проводилась нами в 2011 году в масштабе 1:100 000 и включала в себя 75 пунктов опробования. Были отобраны образцы аккумулятивных горизонтов почв. В зеленых зонах города также отбирались образцы лесных подстилок и растений (травостоя). Образцы анализировались в Аккредитованном аналитическом центре ИГХ СО РАН на содержание тяжелых металлов: в почвах – методом атомно-эмиссионного анализа (кроме ртути), в лесных подстилках и растениях, а также ртуть в почвах – методом атомной абсорбции.

Большая часть почв на изучаемой территории в той или иной степени нарушена хозяйственной деятельностью человека. Исходными почвами являлись дерновые таежные и серые лесные. В местах повышенного увлажнения распространены лугово-болотные почвы, а в поймах рек – аллювиально-луговые.

Результаты изучения показывают, что содержания тяжелых металлов в аккумулятивных горизонтах почв, лесных подстилках и травостое варьируют в широком интервале значений (табл. 1-3).

*Никель.* Почвы города Ангарска в основном характеризуются содержаниями данного элемента близкими к региональному фону, составляющему 43-44 мг/кг [Гребенщикова и др., 2008]. На распределение никеля в почвах в пространственном отношении, кроме загрязнения, вероятно, оказывает влияние характер изменения состава почвообразующих пород и степень нарушенности почвенного покрова. Наименьшие содержания никеля (менее 50 мг/кг) отмечаются преимущественно в аккумулятивных горизонтах почв защитных лесополос и почвах поймы р. Ангары. Более высокие содержания (50-100 мг/кг) характерны для почв в центральной части города. Наивысшие концентрации приурочены к аллювиальным почвам поймы р. Китой. Заметные различия в содержаниях никеля в поймах

рек Китоя и Ангары могут быть связаны с различием в составе аллювиальных отложений. Однако данный вопрос еще требует изучения. Подобная ситуация авторами была отмечена в г. Черемхово, где наибольшие содержания никеля в почвах отмечались в нарушенных и рекультивированных почвах с выходами на поверхность почвообразующих пород [Кузнецов, Гребенщикова, 2011]. В отличие от других рассматриваемых элементов, никель не накапливается в лесной подстилке (табл. 2), но в повышенных концентрациях присутствует в травостое в сравнении со среднемировыми данными (табл. 3). Это может свидетельствовать о его накоплении травянистыми растениями.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в аккумулятивных горизонтах почв г. Ангарска и его окружения, мг/кг

Химический элемент	Минимум	Максимум	Среднее	Медиана	Стандартная ошибка
Никель	20	120	53	48	2.3
Медь	< 5	58	23	22	1.1
Цинк	5.7	1100	117	70	20
Свинец	12	130	27	20	2.5
Ртуть	< 0.002	0.439	0.056	0.04	0.007

*Медь.* В целом содержания меди в аккумулятивных горизонтах почв и травостое характеризуются фоновыми значениями. Существующие аномалии в почвах (> 40 мг/кг) не имеют определенной закономерности распределения в пространстве города и, как правило, приурочены к участкам хозяйственной деятельности и могут быть вызваны различными причинами: использованием фунгицидов (медный купорос) и микроудобрений в частном секторе, а также связаны с различными медь-содержащими отходами (электропровода). Повышенные содержания меди (25-40 мг/кг) приурочены преимущественно к частному сектору (пос. Китой) и примыкающей промышленной зоне, что также может характеризовать совместное влияние сельскохозяйственной деятельности и промышленности. Медь заметно аккумулируется (в том числе биогенным путем) в лесных подстилках почв, где среднее ее содержание составляет 37 мг/кг.

*Цинк.* По содержаниям цинка в аккумулятивных горизонтах почв, а также в травостое заметного превышения фоновых значений в целом не наблюдается. Повышенные содержания цинка более характерны для территории, примыкающей к железной дороге, и в районе старого московского тракта, что свидетельствует об интенсивном воздействии автотранспорта. Так же, как и медь, цинк активно аккумулируется в лесных подстилках почв (в среднем 206 мг/кг), что указывает не только на биогенное накопление, но и на активное поступление из атмосферы. Наибольшие аномалии связаны с иными источниками, например, с цинк-содержащими отходами – отработанными батарейками, аккумуляторами, лампами накаливания.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в лесных подстилках почв зеленых зон г. Ангарска, мг/кг

Химический элемент	Минимум	Максимум	Среднее	Медиана	Стандартная ошибка
Никель	40	62	47	46	1.7
Медь	20	74	37	32	4.8
Цинк	86	1075	206	123	73
Свинец	26	415	77	44	29
Ртуть	0.033	0.122	0.075	0.076	0.008

*Свинец.* Содержания свинца в аккумулятивных горизонтах почв города Ангарска и его окрестностей повышено (фон составляет 10 мг/кг) [Гребенщикова и др., 2008]) и варьирует от 15 до 30 мг/кг, это обусловлено, прежде всего, влиянием автотранспорта. В связи с этим закономерным является повышение его содержаний на участках вблизи старого московского тракта. Максимальные содержания свинца (более 100 мг/кг) отмечены вблизи гаражного кооператива. Также высокие содержания свинца отмечены на оработанном полигоне твердых бытовых отходов и в частном секторе в зоне рекреации пос. Майск. Наименьшие содержания свинца, как правило, приурочены к почвам поймы р. Китой.

Свинец не является жизненно необходимым элементом питания растений, и еще более высокие его содержания в лесных подстилках почв (в среднем 77 мг/кг, табл. 2) подтверждают его поступление из атмосферы, однако при этом он не поглощается травостоем (табл. 3).

*Ртуть.* Общим повышенным фоном ртути в почвах (0.04 мг/кг) по сравнению с фоном (0.02 мг/кг) [Гребенщикова и др., 2008] и в лесных подстилках (0.076 мг/кг) характеризуется большая часть изучаемой территории и отражает ее поступление из атмосферы. Ртуть является атмосферным мигрантом. Ее поступление, по всей видимости, связано со сжиганием угля [Юдович, Кетрис, 2010]. Вторым возможным источником может служить атмосферный перенос с Усольского химического комбината, использовавшего ранее ртутный электролиз. Наиболее высокая аномалия ртути (0.439 мг/кг), вероятно, связана с хозяйственными отходами (например, лампы дневного света или ртутные термометры). Несмотря на поступление ртути в почвы из атмосферы, накопление ее травянистыми растениями не наблюдается.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в травостое зеленых зон г. Ангарска, мг/кг сухой массы

Химический элемент	Минимум	Максимум	Среднее	Медиана	Стандартная ошибка	Фон [Кабата-Пендиас, 1989]
Никель	1.8	10	4.7	4.4	0.7	0.1-1.7
Медь	4.5	11	7.5	7.2	0.5	1.1-15
Цинк	15	80	38	31	5.6	12-47
Свинец	0.2	1.9	0.5	0.4	0.1	0.1-10
Ртуть	0.009	0.036	0.019	0.021	0.002	< 0.1

Исходя из проведенных исследований, несмотря на общий повышенный фон ряда ТМ, почвы города Ангарска характеризуются допустимым уровнем загрязнения. Индекс суммарного загрязнения составляет менее 16. Наиболее приоритетные загрязнители – свинец, ртуть и цинк поступают преимущественно из атмосферы, что подтверждает мнение других исследователей [Экогеохимия..., 1993; Мусихина, 2009]. Отдельные аномалии, где уровень загрязнения почв повышен (индекс суммарного загрязнения составляет более 16, но менее 32), по всей видимости, связаны непосредственно с использованием и утилизацией различных изделий, содержащих эти металлы. Повышенные содержания никеля, скорее всего, в большей степени обусловлены составом почвообразующих пород. Однако это утверждение нуждается в подтверждении.

Таким образом, установлено, что закономерным является повышение содержаний цинка и свинца вблизи крупных автомобильных и железнодорожных магистралей, что соответствует общепринятым представлениям. Повышенные содержания меди более характерны для северной части территории города (пос. Китой), что связано, вероятно, с использованием в хозяйственной деятельности людей медьсодержащих препаратов (микроудобрений и фунгицидов), а также влиянием промышленности. Более интересно

распределение никеля в почвах по площади города, отражающее антропогенное воздействие и, возможно, изменение химического состава почвообразующих пород. Наиболее характерным и специфичным для почв территорий Иркутско-Черемховской равнины, является относительно повышенный уровень ртути, занимающий большие площади, что отмечается и в других исследованиях [Экогеохимия..., 1993; Бутаков и др., 2007; Кузнецов, Гребенщикова, 2011; Халбаев, Гребенщикова, 2011].

В целом следует отметить, что почвы города Ангарска, несмотря на современный техногенный пресс, почти сохранили свое природное химическое состояние и относятся к категории «допустимого» по уровню загрязнения тяжелыми металлами. Причины относительно благополучного состояния почв города и его окружения по содержаниям в них тяжелых металлов, скорее всего, связаны со следующими факторами: наличием большого количества на территории города зеленых насаждений, являющихся естественными фильтрами, способствующими оседанию пыли; наличие вдоль территории города широких лесозащитных полос, отделяющих его от промышленной зоны; особенности ветрового режима рассматриваемой территории.

### Литература

Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под. ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

Бутаков Е.В., Зарипов Р.Х., Корбатова Л.С. Ртуть в почвах приустьевых участков Ангаро-Бельского междуречья // Проблемы геохимии эндогенных процессов и окружающей среды: Материалы Всероссийской научной конференции (с участием иностранных ученых). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. Т.1. с.136-139.

Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон). – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – 234 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 440 с.

Кузнецов П.В., Гребенщикова В.И. Картирование химического загрязнения почв г. Черемхово и его окрестностей / Матер. конфер. «Природа и общество: взгляд из прошлого в будущее». – Иркутск: ИГ СО РАН, 2011, с.143-145.

Мусихина Е.А. Методологический аспект технологии комплексной оценки экологической емкости территорий. – М.: Изд-во «Академия естествознания», 2009. – 137 с.

Халбаев В.Л., Гребенщикова В.И. Распределение ртути в почвах и почвогрунтах г. Иркутска и его окружения / Матер.конфер. «Геология Западного Забайкалья». – Улан-Удэ: БГУ, 2011, с.115-117.

Экогеохимия городов Восточной Сибири / И.С. Ломоносов, В.Н. Макаров, А.П. Хаустов и др. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 1993. – 108 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ртуть в углях – серьезная экологическая проблема // Биосфера. 2010. Т. 1. № 2. С. 237-247.