

## НАКОПЛЕНИЕ Cu, Pb, Ni И Cr В ПОЧВАХ г. МОЛОДЕЧНО

А. А. Карпиченко, Н. К. Чертко, А. С. Семенюк

Белорусский государственный университет, географический факультет,  
пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь; karp@bsu.by

Формирование почв городов в значительной мере обусловлено техногенезом, отличающимся специфичностью, территориальной неоднородностью и разнонаправленностью воздействия, что приводит к формированию особой высококонтрастной структуры почвенного покрова. Техногенно-сформированные и нарушенные почвы отличаются морфологией, гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, нарушениями в водном и воздушном режимах, кислотнo-щелочной и окислительно-восстановительной обстановках [1, 2]. В результате техногенеза в почвах городов часто наблюдается накопление тяжёлых металлов, происходящее за счёт пылевых и газообразных выбросов от стационарных источников и транспорта, при складировании и перевозке бытовых и промышленных отходов. Данное обстоятельство приводит к формированию геохимических аномалий, в которых может отмечаться многократное превышение фоновых и предельно допустимых концентраций ряда химических элементов, набор которых во многом обусловлен специализацией промышленности. Подобные аномалии могут сказываться на состоянии растительности, влиять на здоровье населения, что определяет актуальность исследования особенностей сопряжённого накопления технофильных элементов в почвах и растительности, поскольку наложение множества антропогенных и природных факторов ведет к формированию специфичной картины накопления, отличающейся для каждого города [2, 3].

Для изучения содержания тяжёлых металлов в почвах г. Молодечно в конце июня 2016 г. проводился отбор проб во всех функциональных зонах города (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема отбора образцов

Анализ валового содержания Cu, Pb, Ni, Cr в почвах производился эмиссионно-спектральным методом на многоканальном атомно-эмиссионном спектрометре ЭМАС-200ДДМ в дуге переменного тока в НИЛ экологии ландшафтов БГУ. Статистическая обработка результатов анализов проводилась в пакетах Microsoft Excel и Statsoft Statistica 6.0.

По результатам эмиссионно-спектрального анализа проб почв было установлено содержание валовых форм Cu, Pb, Ni, Cr в воздушно-сухой почве, представленное в табл. Геохимическая оценка загрязнения производилась путём сравнения валового содержания исследуемых элементов их с фоновым содержанием в почвах Беларуси и с установленными санитарно-гигиеническими нормативами (ОДК/ПДК) [2, 4].

Содержание исследуемых элементов отличается значительным размахом варьирования, разница между максимальным и минимальным содержанием исследуемых химических элементов колеблется от 7,0 раз для Cu до 27,7 для Ni. Гистограммы содержаний элементов показывают на ряд одиночных пиков, заметно возвышающихся над средними значениями, при этом коэффициенты вариации (V) свидетельствуют о высоком варьировании для практически всех исследуемых элементов, за исключением Ni, для которого отмечено очень высокое варьирование ( $V = 87,6\%$ ). Высокое варьирование вместе с отмечаемым для исследуемых элементов отклонением от нормального распределения указывает на явный техногенный генезис геохимического накопления данных элементов, формирующий локальные геохимические аномалии [1].

Таблица – Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах г. Молодечно

Показатель	Химические элементы, мг/кг воздушно-сухой почвы (n = 44)			
	Cu	Pb	Ni	Cr
Минимум	6,6	3,1	2,3	9,9
Максимум	46,4	72,9	63,3	108,2
Среднее	17,5	18,7	11,0	36,5
Медиана	14,3	15,6	8,4	33,9
Коэффициент вариации (V)	51,3	59,7	87,6	43,0
Фон	13	12	20	36
ПДК	33	32	20	100

Среднее содержание Cu в верхнем горизонте почв г. Молодечно (17,5 мг/кг) превышает фоновое для почв республики, концентрации выше фона отмечены для 57 % проб. При этом из-за положительной асимметричности распределения медиана (14,3) заметно ближе к фону (13 мг/кг), поэтому разница между средним арифметическим и медианой может показывать техногенный вклад в накопление этого элемента в почвах города. Максимальные значения содержания Cu приурочены к жилой усадебной застройке (46,4 мг/кг) и производственно-складской зоне вблизи железнодорожного вокзала на западе города (рис. 2). Вторая зона существенного накопления (37,4–41,0 мг/кг) с превышением ПДК сформировалась на восточной окраине, недалеко от завода порошковой металлургии, который, в силу специфики продукции и сырья (бронзовый и медный порошки), потенциально мог служить источником эмиссии металла. Более чистые территории расположены в южной части города с многоэтажной застройкой и парками.

Для Pb, как и для Cu, характерно заметное превышение среднего содержания (18,7 мг/кг) над фоновым (12 мг/кг), которое наблюдается для 77 % отобранных образцов, а также существенная положительная асимметрия распределения, указывающая на заметную роль хозяйственной деятельности человека в формировании данной геохимической аномалии. Однако превышение ПДК (в 1,2–2,2 раза) отмечено лишь для двух смешанных проб, еще у семи были зафиксированы значения в два раза превышающие фоновые и близкие к ПДК. Наиболее загрязнённая зона близка к таковой для Cu – район железнодорожного и автовокзала с прилегающими территориями близ Либаво-Роменской улицы, заметно загруженной автотранспортом. Второе превышение ПДК отмечено на улице Михаленка, к юго-востоку от завода металлоизделий.

Наибольшее внимание привлекает пик с более чем трёхкратным превышением фона, выявленным для пробы, отобранной к юго-востоку от завода металлоизделий, для которой также характерны повышенные концентрации Pb, Sn и Cr. На расстоянии около 1 км на северо-восток от места отбора этого образца отмечается ещё одно незначительное превышение ПДК (20,1 мг/кг) восточнее воинской части и КУП Коммунальник, при этом содержание Cr также остается повышенным. Третий случай превышения фона отмечен для осушенного торфяника с заметными признаками деградации, распо-

ложенного на северо-западной окраине города в зоне влияния ГУП «Молодечненское ППТК» (поставки металлопродукции, конструкционных и строительных материалов) и филиала Белвторчермет.

Распределение Cr отличается единственным случаем превышения ПДК в частном секторе на севере города, превышение фона установлено для 43 % образцов, а среднее содержание (36,5 мг/кг) близко к фоновому. Распределение характеризуется заметной положительной асимметрией и эксцессом. Низкие концентрации характерны для центрально и северо-западной частей города, повышенные наблюдаются на северо-востоке, южной и западной периферии.

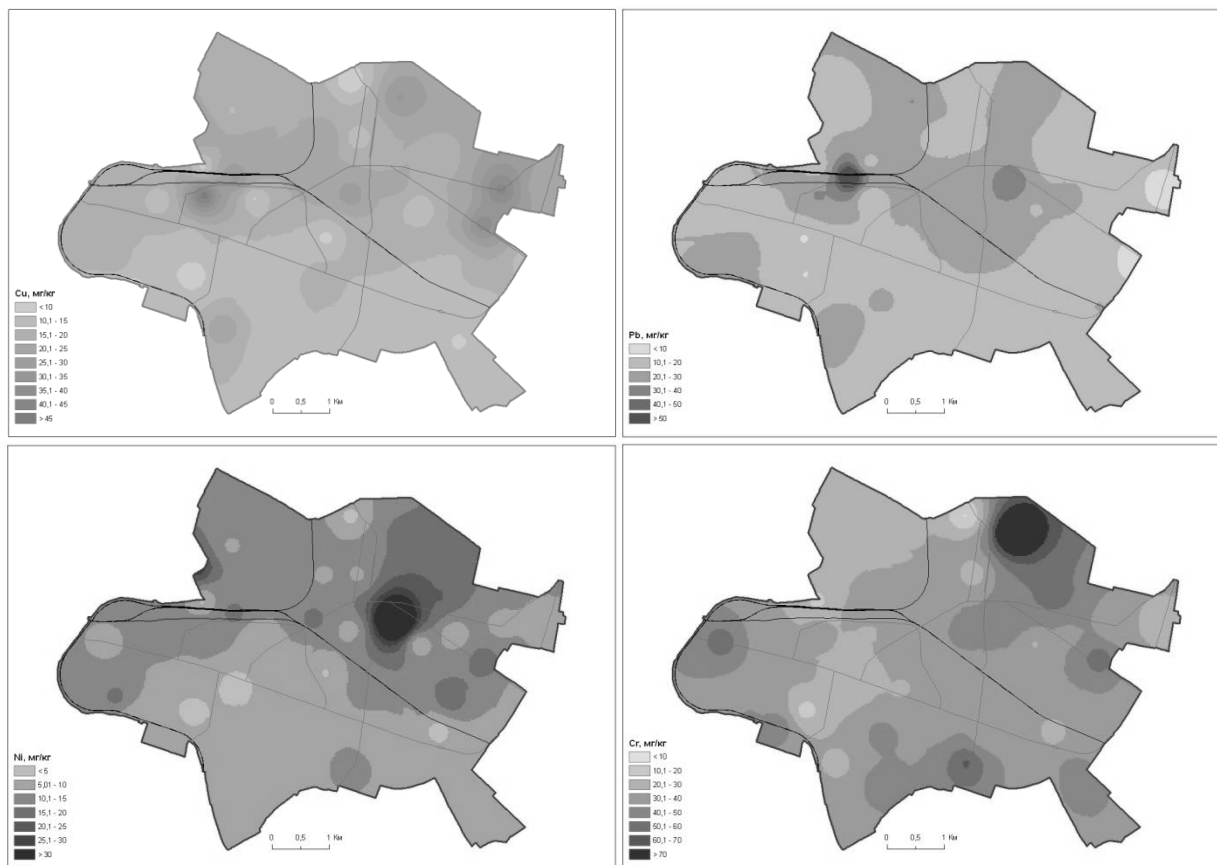


Рисунок 2 – Распределение Cu, Pb, Ni, Cr в почвах г. Молодечно, мг/кг

1. Геохимия ландшафта: учеб. Пособие / Под ред. Н. К. Чертко. Минск: БГУ, 2011. 303 с.
2. Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Минск: Минсктиппроект, 2004. 260 с.
3. Лукашев О. В., Жуковская Н. В. Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Кобрин металлами // Природные ресурсы. 2009. № 1. С. 15–21.
4. Петухова Н. Н. Геохимия почв Белорусской ССР. М.: Наука и техника, 1987. 231 с.

УДК 550.4

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

М. И. Козыренко, Т. И. Кухарчик

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,  
220114 Минск, Республика Беларусь; margarita\_kozyrenko@tut.by

Одним из источников загрязнения почв в городах тяжёлыми металлами являются используемые в быту лакокрасочные материалы. Наряду со Pb в состав многих красок входят такие тяжёлые метал-