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.

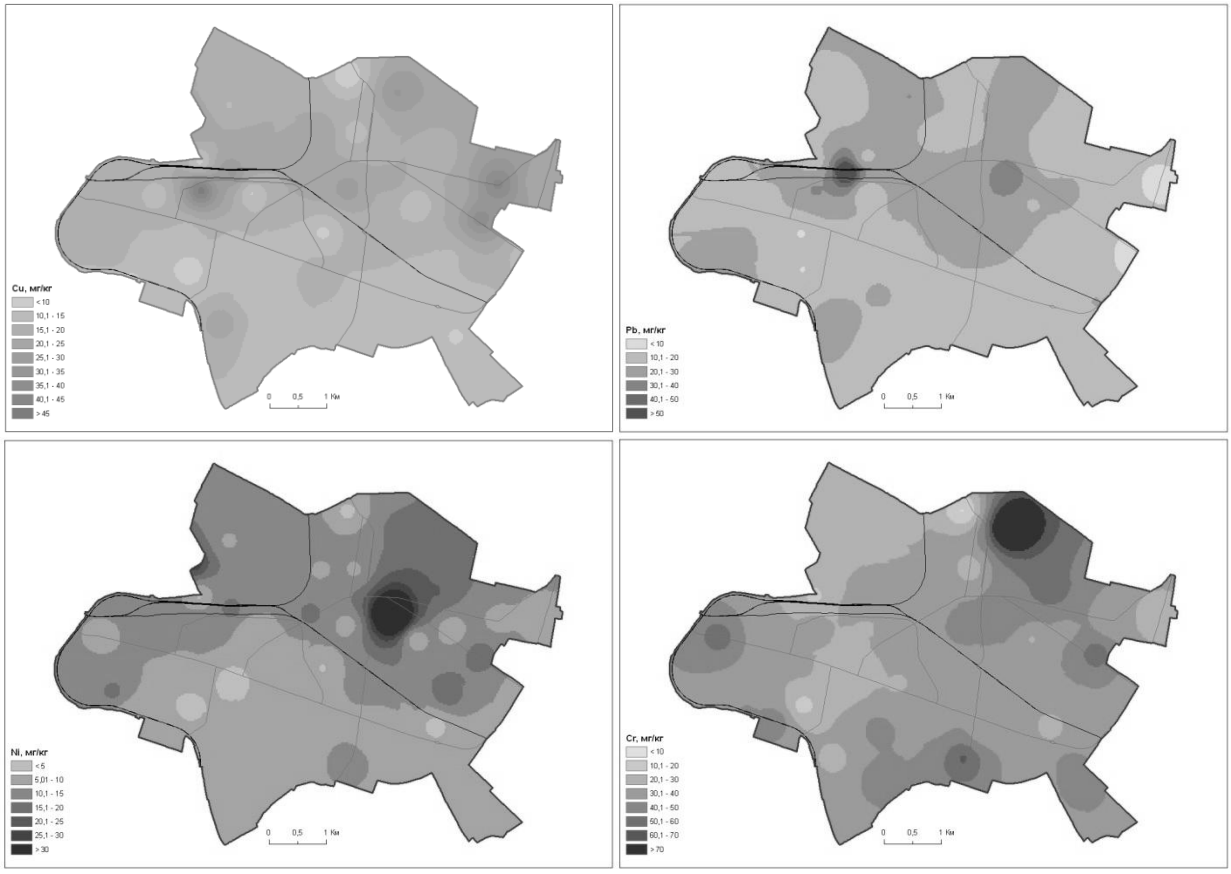

Рисунок 2 – Распределение Cu, Pb, Ni, Cr в почвах г. Молодечно, мг/кг

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. Кобрина 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-

лы как Cd, Cr, Zn, Co и другие, что связано с использованием при их производстве широкого перечня различных пигментов, в том числе свинцового сурика, свинцовых и цинковых кронов, цинковых белил, фосфата Zn, окиси Cr, фосфата Cr и пр. [1]. Указанные элементы и их соединения входят в состав нелетучей части лакокрасочных материалов, поэтому готовая продукция является источником тяжёлых металлов и потенциальным загрязнителем окружающей среды.

Поступление тяжёлых металлов в почву может осуществляться непосредственно при проведении покрасочных работ, а также вследствие «старения» краски, её отшелушивания, осыпания и последующего рассеяния. Наиболее подвержены такому загрязнению почвы в районах индивидуальной застройки, где краска используется как для наружных, так и для внутренних работ. Отшелушившаяся краска, загрязнённая почва и пыль, содержащие Pb, попадая в дом, на детские площадки, приусадебные участки, в свою очередь, становятся источником его поступления в организм человека, прежде всего детей. Именно почвы приусадебных участков стали объектом пристального внимания еще в 1970-е гг. в США, когда была установлена зависимость накопления Pb в крови детей от содержания Pb в краске, используемой для бытовых целей [5, 6]. Как известно, различные химические соединения Pb, Zn и Cd оказывают токсическое действие на организм человека и могут вызывать заболевания дыхательной и пищеварительной систем, а хроматы Pb и Zn являются канцерогенными веществами.

Исследования, посвящённые изучению загрязнения почв тяжёлыми металлами в результате использования лакокрасочных материалов, проводились нами в районах индивидуальной застройки в г. Лиде (Гродненская обл.), гг. Гомеле, Речице и Светлогорске (Гомельская обл.). Пробы почв отбирались на различном расстоянии от окрашенных поверхностей (стен домов, других зданий, заборов): в непосредственной близости от них (до 0,5 м), на удалении примерно 1 м и на удалении более 2 м. При этом в первых двух случаях выбирались относительно ненарушенные задернованные участки, глубина опробования на которых составляла 0–2 и/или 0–5 см. В третьем случае пробы почвы отбирались с глубины 0–10 см на огородах.

Содержание тяжёлых металлов определялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии; анализировалось валовое содержание Pb, Zn, Cd, Cu, Cr и Ni. Всего отобрано и проанализировано 46 проб.

Полученные результаты свидетельствуют о высоких уровнях накопления тяжёлых металлов возле окрашенных поверхностей, прежде всего Zn, Pb, Cd и Cr, в ряде случае – Cu. Как и следовало ожидать, максимальные концентрации указанных элементов отмечаются в пробах почв, отобранных в непосредственной близости от окрашенных поверхностей. Среднее содержание Zn здесь оценивается в 395 мг/кг, Pb – 105, Cr – 35, Cd – 1,3 мг/кг. В 92 % отобранных проб более чем в 1,5 раза превышены фоновые значения для Pb (кратность превышения составила 1,9–28,5 раз), в 100 % проб для Zn (в 2–35,7 раз), в 54 % проб для Cr (в 1,6–7,8 раз), в 88 % проб для Cd (в 5,5–113 раз). Здесь же отмечается и наибольший диапазон вариабельности величин концентраций большинства тяжёлых металлов (за исключением Ni), что подтверждается величинами стандартного отклонения (табл.).

Таблица – Валовое содержание тяжёлых металлов в почвах у окрашенных поверхностей и на удалении от них, мг/кг

Расстояние от окрашенной поверхности	Параметр	Zn	Pb	Ni	Cd	Cu	Cr
до 0,5 м, 24 пробы	Минимум	70,3	10,3	1,9	–	7,2	3,4
	Максимум	1 252,8	342,5	14,0	11,3	243,3	116,7
	Среднее	394,8	105,1	4,4	1,3	31,0	34,8
	Стандартное отклонение	325,4	103,3	3,2	2,2	50,3	31,2
1 м, 7 проб	Минимум	76,7	13,6	3,2	0,8	6,4	9,3
	Максимум	546,7	36,6	11,4	1,4	162,5	32,7
	Среднее	210,1	22,9	5,4	0,9	38,9	20,4
	Стандартное отклонение	163,9	7,3	2,8	0,2	57,2	8,3
более 2 м, 15 проб	Минимум	46,5	15,6	2,1	–	9,6	2,3
	Максимум	430,9	208,7	4,7	1,4	39,2	37,3
	Среднее	173,7	47,2	2,9	0,9	20,5	19,4
	Стандартное отклонение	97,7	46,4	1,0	0,3	9,3	13,1

Установлено, что почвы загрязнены тяжёлыми металлами вследствие поступления краски как минимум на расстоянии до 1 м, где среднее содержание Zn составило 210 мг/кг (максимальное – 547 мг/кг), Pb – 23 (37), Cd – 0,9 (1,4), Cu – 39 мг/кг (максимальное – 162 мг/кг).

Достаточно высокие концентрации тяжёлых металлов, превышающие фоновые значения более чем в 5 раз, отмечаются в почвах огородов (для Zn – в 40 % проб, Pb – 13 %, Cd – 93 %). Как известно, перечень источников поступления загрязняющих веществ, в том числе тяжёлых металлов, в почвы огородов весьма широк; наиболее существенный вклад может вносить зола от сжигания твёрдого топлива в бытовых печах, зола от сжигания бытовых отходов, а также смыв с оцинкованных поверхностей крыш [3]. Тем не менее, не исключается попадание и остатков краски в почву огородов, в особенности там, где наружные поверхности домов, хозяйственных построек, заборов и других сооружений красятся и регулярно обновляются.

Установлено, что в большинстве проб почв, отобранных в районах индивидуальной застройки г. Лиды, содержание Pb и Zn превышает установленные нормативы. При этом у окрашенных поверхностей по сравнению с огородами значительно выше доля проб, где кратность превышения ПДК достигает 5 раз и более. Например, содержание Pb более 5 ПДК (32 мг/кг) и 5 ОДК Zn (55 мг/кг) зафиксировано в 21 и 54 % проб почв, отобранных у окрашенных поверхностей (рис.). Максимальное превышение ПДК Pb составило 11 раз, ОДК Zn – 23 раза.

Об опасности загрязнения почв тяжёлыми металлами в районах индивидуальной застройки свидетельствуют и полученные ранее данные о содержании подвижных форм исследованных элементов в почвах огородов в гг. Светлогорске, Полоцке, Березовке и Лиде, где практически во всех случаях превышены ПДК по подвижному Zn, в ряде случаев – по Pb; имеет место накопления тяжёлых металлов в растениеводческой продукции, выращенной на таких огородах [2–4].

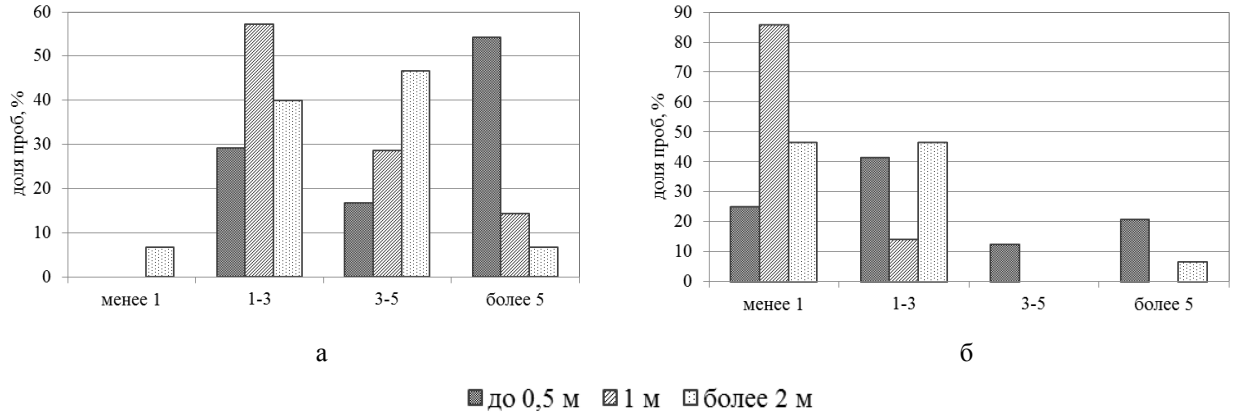

Рисунок – Уровни содержания Zn (а) и Pb (б) в почвах приусадебных участков на различном расстоянии от окрашенных поверхностей по отношению к ПДК/ОДК

Таким образом, проведённые исследования позволяют говорить о формировании специфического типа геохимических аномалий, характерных для районов индивидуальной застройки и отличающихся контрастностью уровней; существенную роль в их возникновении играет использование в быту лакокрасочной продукции. Поскольку, несмотря на принимаемые во многих странах меры по прекращению и/или ограничению использования тяжёлых металлов при производстве лакокрасочной продукции, отсутствует строгая регламентация их содержания в красках и продолжается их использование, сохраняется актуальность продолжения и развития исследований в данном направлении.

1. *Андруцкая О. М.* В фокусе конференции – сырьё для производства ЛКМ // Лакокрасочные материалы и их применение. 2012. № 4. С. 30–36.

2. *Козыренко М. И., Кухарчик Т. И.* Загрязнение почв тяжелыми металлами у окрашенных поверхностей: результаты изучения на примере г. Лиды // Природопользование. 2014. Вып. 26. С. 54–59.

3. *Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И., Кравчук Л. А.* Светлогорск. Экологический анализ города. М.: РУП «Минсктиппроект», 2002. 216 с.

4. *Хомич В. С., Какарека С. В., Кухарчик Т. И. и др.* Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Мн.: Минсктиппроект, 2004. 260 с.

5. *Marcus A., Elias R.* Estimating the Contribution of Lead-based Paint to Soil Lead, Dust Lead and Childhood Blood Lead // Lead in Paint, Soil and Dust: Health Risks, Exposure Studies, Control Measures, Measurement Methods, and Quality Assurance. American Soc. for Testing and Materials. Philadelphia, 1995. P.12–23.

6. *Staes C., Rinehart R.* Does Residential Lead-Based Paint Hazard Control Work? // A Review of the Sci. Evidence. The National Center for Lead-Safe Housing, 1995. 78 p.

УДК 556.3:628.1

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРЕСНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ПРИПЯТСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

Б. И. Коробейников

Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины 10,
220114 Минск, Республика Беларусь; bkor@bk.ru

Проблема взаимодействия окружающей среды и различных видов инженерно-хозяйственной деятельности человека превратилась в последние годы в одну из важнейших проблем, стала предметом особого внимания не только науки, но и широкой общественности. Острота проблемы обусловлена возрастающей нагрузкой на среду (в том числе на гидросферу) промышленного производства, химизацией сельского хозяйства, мелиорацией земель, увеличением водопотребления, разработкой месторождений полезных ископаемых и др., а также недостаточным вниманием к проведению природоохранных мероприятий. Недоучёт компенсационных возможностей природы зачастую ведет к нарушению равновесия природных и природно-технических систем, к возникновению кризисных ситуаций не только в отдельных компонентах окружающей среды, но и в балансовой структуре всей природной геосистемы в целом.

Современный научно-технический прогресс во всём мире непосредственным образом связан с глобальным использованием природных ресурсов, в том числе пресных и подземных вод. В связи с этим гидрогеологические исследования нашли многочисленные практические применения: это оценка и защита ресурсов подземных вод, охрана гидросферы от техногенного загрязнения.

Наши знания в изучении и управлении гидросферой довольно ограничены. Если мы в какой-то мере на основе законов подземной гидродинамики можем управлять количеством ресурсов подземных вод, то наши представления о регулировании качества подземных вод совсем невелики [1]. Как показывает опыт, локальные техногенные перегрузки превращаются в региональные, что заставляет весьма настороженно относиться к техногенным перегрузкам подземной гидросферы.

Гидрогеологическая среда очень чувствительна и быстро загрязняется от внешних интенсивных источников загрязнения и очень медленно самоочищается, т. е. устойчивость её в условиях техногенеза, как правило, невысокая. Поэтому негативные последствия техногенных нагрузок легче и дешевле предотвратить, чем ликвидировать. Например, одна только Арсенальная свалка (отходы военного производства) в США потребует для своей очистки около 10 млрд долл. [2].

В качестве примера приводится методика оценки техногенного воздействия на пресные подземные воды Припятского артезианского бассейна. Основным методическим подходом по оценке техногенного воздействия на подземные воды Припятского артезианского бассейна является рассмотрение во взаимосвязи сложившейся техногенной обстановки и природной среды посредством синтезирования серии оценок различных признаков, определяющих особенности и характер геологической среды.

Для оценки современного техногенного воздействия на подземные воды проведена типизация техногенных объектов.

Выделенные техногенные объекты в пределах рассматриваемой территории типизированы следующим образом: объекты горнодобывающей промышленности [3], объекты мелиорации, месторождения подземных вод, объекты химической промышленности, объекты нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, объекты сельскохозяйственной деятельности, объекты промышленного и гражданского строительства (урбанизированные), военные базы, крупные автомагистрали и железные дороги и ряд других.

Основные изменения под влиянием техногенной деятельности происходят в двух направлениях:
1. Изменения условий питания и разгрузки подземных вод, вызывающие изменение соотношения