

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ГОРОДОВ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

В.А. Рыжиков, С.В. Савченко, В.В. Парфенов

*Государственное научное учреждение «Институт природопользования  
Национальной академии наук Беларуси», г.Минск, geosystem1@rambler.ru*

Для Припятского Полесья, как и в целом для Беларуси, особую актуальность представляет загрязнение почв в городах. Концентрация на городских территориях промышленных производств, высокая насыщенность автомобильным транспортом, наличие искусственных сооружений и покрытий интенсифицируют геохимические процессы, нарушают естественные циклы химических элементов и их соединений, что приводит к коренному преобразованию почвенного покрова городов и его загрязнению. В то же время каждый город отличается размерами, количеством проживающего в нем населения, структурой промышленности, объемами производства и, как следствие, характеризуется различными объемами поступления загрязняющих веществ и различной степенью загрязнения почв. В своих пределах каждый город имеет неоднородные территории с разным сочетанием техногенных и ландшафтных форм, типов почв, характеризующихся различной степенью устойчивости к химическому загрязнению и самоочищению.

Среди городов Припятского Полесья наиболее изучены города, относящиеся к категории промышленных, – Пинск и Мозырь, на территории которых проводились ландшафтные и почвенно-геохимические исследования (Калинин, 1999; Хомич, 2007). Однако из-за использования разных микро-аналитических методов (спектрального и атомно-абсорбционного) сопоставить данные о содержании химических веществ в почвах этих городов весьма проблематично, а относительная давность исследований в некоторых из них (более 20 лет) не дает целостной картины современного состояния почв. В то же время почвенный покров на территории малых агропромышленных городов, расположенных в пределах данного региона, не исследовался. В связи с этим эколого-геохимическая оценка городов разного категориального статуса, характеризующихся разными природными и техногенными условиями, является актуальной.

Цель исследования – выполнить оценку состояния почв на территории городов, относящихся к разному функциональному статусу, расположенных в разных ландшафтных условиях на территории Припятского Полесья. Исследования проводились в Пинске, Мозыре, Лунинце, Житковичах и Петрикове (таблица 1).

**Таблица 1.** Характеристика объектов исследования

Город	Категория города	Функциональный статус города	Ландшафты	Преобладающий гранулометрический состав почв
Мозырь	Большой	Промышленный	Возвышенные	Суглинистые, супесчаные
Пинск	Большой	Промышленный	Низменные	Песчаные
Лунинец	Средний	Промышленный	Низменные	Супесчаные
Житковичи	Малый	Агропромышленный	Низменные	Песчаные
Петриков	Малый	Агропромышленный	Низменные	Супесчаные

Информационной основой для анализа и оценки загрязнения почв на территории городов послужили результаты почвенно-геохимических исследований, выполненных в 2014 г., данные, полученные Центром радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Гидромета Республики Беларусь при проведении мониторинга загрязнения земель на территории городов в 1993–2014 гг., а также фондовые материалы Института природопользования НАН Беларуси, полученные в разные годы при изучении загрязнения почв на территории Мозыря и Пинска.

При выполнении натурных исследований учитывались ландшафтная структура города, функциональное зонирование территории, местоположение источников загрязнения, возможные аэральные и водно-поточные пути миграции загрязняющих веществ, предполагаемые участки аккумуляции загрязнителей, соотношение открытых и «запечатанных» пространств. Отбор проб почв производился почвенным буром с глубины 0–10 см. Почвенные пробы формировались из 10–15 точечных уколов. Для определения тяжелых металлов применялся метод атомно-абсорбционной спектроскопии (*Сборник методик...*, 2005).

Для эколого-геохимической оценки состояния почв использовались фактические значения содержания химических элементов, коэффициент аномальности  $K_a$  (отношение содержания элемента в исследованном объекте к местному геохимическому фону), а также сравнение абсолютных значений с санитарно-гигиеническими нормативами (ПДК/ОДК) с учетом гранулометрического состава почв (*Методические рекомендации...*, 1982; *Перечень предельно...*, 2004). Геохимический фон рассчитан для Припятского Полесья на основании данных фонового мониторинга почв, осуществляемого Гидрометом Республики Беларусь.

Пинск относится к промышленным городам, в пределах которого функционируют предприятия по судостроению и судоремонту, производству машин и оборудования, мебели, пищевых продуктов, развито текстильное производство, деревообработка, производство гальванических элементов. Он расположен в пределах низменных пойменных ландшафтов с преобладанием песчаных и торфяных почв.

Детальные ландшафтно-геохимические исследования почвенного покрова на территории г.Пинска проводились коллективом авторов под руководством В.С. Хомича в 1996 г. (*Хомич, 2004*). Установлено, что содержание тяжелых металлов в почвах города находится в следующих пределах: цинк – 16,0–153,8 мг/кг (среднее 46,0 мг/кг), свинец – 12,0–36,7 (14,6), медь – 6,2–43,8 (8,3), никель – 5,3–28,9 мг/кг (5,4 мг/кг), а зона с наиболее высоким их содержанием приурочена к центральной, старообжитой части города (*Хомич, 2007*).

Полученные нами в 2009 г. данные показали, что содержание тяжелых металлов в почвах города варьируется в широком диапазоне и сопоставимо с данными В.С. Хомича (таблица 2). Превышение порога аномальности ( $K_a > 1,5$ ) отмечается для всех определяемых металлов. Зафиксированные максимальные концентрации в ряде случаев в десятки раз превышают региональный фоновый уровень: кадмия – в 1,5 раза, цинка – 9,8, свинца – 26,2, меди – 6,3, никеля – 2,0 раза. Сравнение данных о содержании загрязняющих веществ в почвах города Пинска за разные годы показало, что для цинка прослеживается тенденция накопления в почвах. Средняя концентрация металла за период наблюдений увеличилась в 2,9 раза с 19,4 мг/кг в 1993 г. (*Состояние природной...*, 1993) до 57,3 мг/кг – в 2009 г. Для других элементов определенных тенденций накопления в почвах города не выявлено.

Сопоставление полученных данных с установленными санитарно-гигиеническими нормативами показало, что в почвенном покрове г.Пинска максимальное превышение ОДК и ПДК на отдельных участках зафиксировано для цинка и свинца – в 2,7 и 3,7 раза соответственно. Содержание других элементов находится ниже допустимых уровней.

**Таблица 2.** Содержание тяжелых металлов в почвах г.Пинска (2009 г.)

Показатель	Тяжелые металлы (валовое содержание)				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание, мг/кг	0,12	57,3	14,9	2,8	4,1
Минимальное содержание, мг/кг	0,08	13,9	3,6	7,2	2,1
Максимальное содержание, мг/кг	0,21	146,5	149,4	22,7	6,3
Максимальное содержание в долях ПДК/ОДК, раз	0,4	2,7	3,7	0,7	0,3
Региональный фон, мг/кг	0,14	14,8	5,7	3,6	3,1
ПДК/ОДК	0,5	55,0	40,0	33,0	20,0

Мозырь является крупным промышленным центром, на территории и вблизи которого сосредоточены предприятия машиностроения и нефтепереработки, заводы по производству пищевых продуктов и другие промышленные объекты. Город расположен в пределах возвышенных холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов с преобладанием суглинистых почв.

Проведенные в 2014 г. почвенно-геохимические исследования на территории Мозыря показали неоднородность содержания тяжелых металлов в почвах города (таблица 3). Максимальные уровни большинства рассматриваемых элементов фиксируются в промышленной и жилой зоне города, а минимальные – в рекреационной. Эти данные согласуются с результатами, полученными М.Ю. Калининым при разработке территориальной комплексной схемы охраны окружающей среды г.Мозыря и Мозырского района (*Калинин, 1999*). Было показано, что наибольшему техногенному загрязнению подвергнуты почвы в центральной и северной частях Мозыря, в районе объединения «Беларусь-кабель» и «Мозырского завода мелиоративных машин», а минимальные – в южной.

**Таблица 3.** Содержание тяжелых металлов в почвах г.Мозыря (2014 г.)

Показатель	Тяжелые металлы (валовое содержание)				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание, мг/кг	0,12	19,7	7,0	6,0	3,8
Минимальное содержание, мг/кг	0,05	2,2	0,4	0,2	0,4
Максимальное содержание, мг/кг	0,38	103,6	26,0	33,6	9,8
Максимальное содержание в долях ПДК/ОДК, раз	0,8	1,9	0,8	1,1	0,5
Региональный фон, мг/кг	0,14	14,8	5,7	3,6	3,1
ПДК/ОДК	0,5	55,0	40,0	33,0	20,0

Максимальные содержания исследуемых металлов в почвах г. Мозыря отмечаются превышения фоновых величин: кадмия – в 2,7 раза, цинка – 7,0, свинца – 4,6, меди – 9,3 и никеля – в 3,2 раза. Максимальное содержание цинка (103,6 мг/кг) зафиксировано на территории жилой зоны вблизи дороги с интенсивным движением автомобильного транспорта, которое превышает ОДК в 1,9 раза. Максимальная концентрация меди (33,6 мг/кг), находящаяся в почвах на уровне ОДК, зафиксирована в промышленной зоне города. Содержание остальных элементов находится ниже установленных нормативов.

Согласно (*Калинин, 1999*), наибольшая степень загрязнения почв (с превышением в десятки раз ПДК и ОДК) отмечается для ряда металлов на территории и в зоне влияния крупных промышленных предприятий (Мозырский нефтеперерабатывающий завод, Мозырская ТЭЦ и др.), входящих в состав промышленного узла, расположенного в 20 км южнее города. Это свидетельствует о том, что выбросы предприятий промузла не оказывают значительного влияния на загрязнение почв города. Главным источником поступления тяжелых металлов в городские почвы являются выбросы автомобильного транспорта и промышленных предприятий, расположенных в городской черте.

Лунинец относится к средним промышленным городам, на его территории функционируют предприятия машиностроения, строительных материалов, деревообработки и пищевой промышленности. Город расположен в пределах низменных озерно-ледниковых ландшафтов с преобладанием супесчаных почв.

Содержание большинства исследуемых металлов в почвенном покрове города характеризуется значительной вариабельностью (таблица 4). Превышения над региональным фоном (Ка) максимальных содержаний тяжелых металлов составляют: для кадмия – 1,7 раза, цинка – 3,6, свинца – 2,8, меди – 1,9, никеля – 3,2 раза.

Оценка накопления загрязняющих веществ в почвах Лунинца в период наблюдения за состоянием почв (2001–2009 гг.) показала, что среди рассматриваемых элементов процессы аккумуляции в

почвах города отмечаются только для цинка. Так, в 2001 г. среднее содержание данного элемента составляло 20,6 мг/кг (*Состояние природной...*, 2002), в 2009 г. – 24,9 мг/кг. Сопоставление данных о содержании тяжелых металлов в почвах г.Лунинца с установленными санитарно-гигиеническими нормативами ПДК и ОДК не выявило загрязнения почв, поскольку концентрации рассматриваемых металлов ниже допустимых уровней.

**Таблица 4.** Содержание тяжелых металлов в почвах г.Лунинца (2009 г.)

Показатель	Тяжелые металлы (валовое содержание)				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание, мг/кг	0,17	24,9	8,4	4,8	6,0
Минимальное содержание, мг/кг	0,10	7,6	1,6	1,8	2,6
Максимальное содержание, мг/кг	0,24	52,8	15,9	11,2	9,8
Максимальное содержание в долях ПДК/ОДК, раз	0,5	0,9	0,4	0,3	0,5
Региональный фон, мг/кг	0,14	14,8	5,7	3,6	3,1
ПДК/ОДК	0,5	55,0	40,0	33,0	20,0

Житковичи относятся к малым агропромышленным городам. На территории города функционируют предприятия пищевой промышленности, энергетики (котельные, электроподстанции) и деревообработки. Территория города расположена в пределах низменных озеро-ледниковых ландшафтов с преобладанием песчаных почв.

Исследования состояния почв на территории г.Житковичи проводились в 2014 г. (таблица 5). Сравнение полученных данных с фоновыми величинами показало, что в почвах города максимальное содержание цинка превышает фоновые величины в 3,7 раза, свинца – 4,7, меди – 1,7, а содержание кадмия и никеля находится ниже регионального фона. Четких пространственных закономерностей в распределении данных элементов в городских почвах не наблюдается. В большинстве случаев максимальные содержания металлов фиксируются на участках, расположенных вблизи автомобильных дорог и на территории промышленно-складской зоны города. Эта особенность свидетельствует о том, что основная доля тяжелых металлов поступает в почвы исследуемой территории с выбросами от автотранспорта и в результате утечек и пыления грузов при погрузочно-разгрузочных работах на территории открытых складских площадок. Однако при сопоставлении данных о содержании тяжелых металлов в почвах с ПДК и ОДК загрязнение почв на территории города не выявлено.

**Таблица 5.** Содержание тяжелых металлов в почвах г. Житковичи (2014 г.)

Показатель	Тяжелые металлы (валовое содержание)				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание, мг/кг	0,05	34,3	19,1	4,5	2,0
Минимальное содержание, мг/кг	0,04	13,73	11,3	3,07	1,9
Максимальное содержание, мг/кг	0,06	54,8	26,8	6,0	2,1
Максимальное содержание в долях ПДК/ОДК, раз	0,1	0,9	0,7	0,2	0,1
Региональный фон, мг/кг	0,14	14,8	5,7	3,6	3,1
ПДК/ОДК	0,5	55,0	40,0	33,0	20,0

Петриков относится к категории малых агропромышленных городов, в котором получили развитие предприятия пищевой и легкой промышленности, сельскохозяйственного машиностроения, судоремонта, деревообработки и предприятия по производству строительных материалов. Город расположен в пределах низменных пойменных и аллювиальных террасированных ландшафтов с преобладанием супесчаных почв.

Исследования почв на территории г.Петрикова выполнены в 2014 г. Как показывают данные химико-аналитических исследований, содержание тяжелых металлов в почвах города варьирует в широких пределах (таблица 6).

Максимальные уровни накопления тяжелых металлов характерны для почв пробных площадок, приуроченных к транспортной и промышленной зонам города (промплощадка «Петриковского райжилкомхоза» – предприятие по производству и распределению электроэнергии, теплоэнергии и воды), а минимальные – к рекреационной (парк им. В.И. Талаша). Сопоставление полученных данных с фоновыми значениями показало, что коэффициенты аномальности для максимальных значений рассматриваемых элементов составляют: цинка – 3,8, свинца – 5,7, меди – 3,4. Содержание кадмия и никеля в почвах города ниже регионального фона.

**Таблица 6.** Содержание тяжелых металлов в почвах г.Петрикова (2014 г.)

Показатель	Тяжелые металлы (валовое содержание)				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание, мг/кг	0,03	32,7	14,4	6,0	2,3
Минимальное содержание, мг/кг	0,02	14,1	5,4	2,7	1,5
Максимальное содержание, мг/кг	0,05	57,7	32,3	12,3	3,0
Максимальное содержание в долях ПДК/ОДК, раз	0,1	1,1	0,8	0,4	0,2
Региональный фон, мг/кг	0,14	14,8	5,7	3,6	3,1
ПДК/ОДК	0,5	55,0	40,0	33,0	20,0

Сравнение полученных концентраций тяжелых металлов с санитарно-гигиеническими нормативами показало, что для большинства рассматриваемых элементов превышение ПДК и ОДК не выявлено, исключение составляет цинк, содержание которого в почвах промышленной зоны города составляет 1,1 ОДК.

Таким образом, анализ содержания тяжелых металлов в почвах городов Припятского Полесья показал, что низкую степень загрязнения почв имеют города, относящиеся к категории средних промышленных и малых агропромышленных городов, расположенных в пределах низменных ландшафтов с преобладанием песчаных и супесчаных почв (Лунинец, Петриков и Житковичи). Средняя степень загрязнения почв характерна для больших промышленных городов, расположенных как в пределах возвышенных ландшафтов с преобладанием суглинистых почв (Мозырь), так и в пределах низменных ландшафтов с песчаными почвами (Пинск). Это свидетельствует о том, что высокие уровни содержания тяжелых металлов в почвах городов данного региона главным образом зависят от уровня техногенной нагрузки и в меньшей степени от их ландшафтного перераспределения.

Приоритетными загрязняющими веществами почв большинства рассматриваемых городов являются цинк, свинец и медь, что согласуется с данными по другим городам (Хомич, 2007). Для этих металлов наиболее часто встречаются случаи превышения санитарно-гигиенических нормативов (ПДК/ОДК), а максимальная кратность превышения составляет 2,7, 3,7 и 1,1 соответственно. Максимальные концентрации металлов характерны для почв, приуроченных к транспортной и промышленной зонам городов, а минимальные – к рекреационной (скверам и паркам).

Оценка динамики накопления загрязняющих веществ в почвах городов Припятского Полесья показала, что наиболее интенсивные процессы аккумуляции в городских почвах отмечаются для цинка. За период наблюдений (с 1993 по 2009 г.) среднее содержание данного элемента возросло в г.Пинске в 2,9 раза, в г.Лунинце – в 1,2 раза.

#### Список использованных источников

- Калинин, М.Ю. Охрана окружающей среды г.Мозыря и Мозырьского района: Экологические проблемы и пути их решения. – Минск: Белсэнс, – 1999. – 96 с.
- Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М., 1982. – 46 с.
- Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.12–1–2004.
- Сборник методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. – В 3 ч. – Мн., 2005.
- Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень, 1992 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 1993. – 162 с.
- Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень, 2001 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2002. – 232 с.
- Хомич, В.С. Проблемы химического загрязнения окружающей среды в Полесском регионе / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик // Европейское Полесье – хозяйственная значимость и экологические риски: Материалы Междунар. семинара, г. Пинск, 19–21 июня 2007 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: И.И. Лиштван [и др.]. – Минск: Минсктиппроект, 2007. – С. 69–76.
- Хомич, В.С. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси / В.С. Хомич, С.В. Какарека, Т.И. Кухарчик. – Мн., 2004. – 260 с.

\* \* \* \* \*