

УДК 504.054

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В БЕЛАРУСИ

С. Д. Дробенок

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, sdrobenok@gmail.com*

В статье представлены результаты оценки степени загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами в районах размещения объектов захоронения твердых коммунальных отходов в Беларуси (далее – полигонов ТКО). Рассмотрены основные закономерности распределения загрязняющих веществ в почвах в зависимости от характера почвенно-экологических условий исследуемых территорий и потенциального влияния на почвы полигонов ТКО путем расчета коэффициента концентрации и суммарного показателя загрязнения почв. Полученные данные позволили оценить степень загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами.

Установленные закономерности основываются на полевых исследованиях НИЛ экологии ландшафтов БГУ за 2022-2023 гг.

Ключевые слова: почвы; концентрации тяжелых металлов; химическое загрязнение почв; распределение; охрана почв; оценка; окружающая среда; воздействие; экологическое состояние; твердые коммунальные отходы.

ASSESSMENT OF THE DEGREE OF SOIL COVER POLLUTION WITH HEAVY METALS IN THE AREAS OF LOCATION OF SOLID MUNICIPAL WASTE DISPOSAL OBJECTS IN BELARUS

S. D. Drobenok

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,
220030, Minsk, Belarus, sdrobenok@gmail.com*

The article presents the results of assessing the degree of soil contamination with heavy metals in the areas where municipal solid waste disposal facilities are located in Belarus (hereinafter referred to as MSW landfills). The main patterns of distribution of pollutants in soils are considered depending on the nature of the soil-ecological conditions of the study areas and the potential impact of MSW landfills on soils by calculating the concentration coefficient and the total indicator of soil pollution. The data obtained made it possible to assess the degree of soil contamination with heavy metals.

The established patterns are based on field studies of the Research Laboratory of Landscape Ecology BSU for 2022-2023.

Keywords: soils; concentrations of heavy metals; chemical contamination of soils; distribution; soil protection; assessment; environment; impact; ecological state; municipal solid waste.

В качестве основных материалов для исследования служили результаты полевого обследования почв в районах размещения полигонов ТКО д. Дубеи и г. п. Красная Слобода в период с 2022 по 2023 гг. и данные химико-аналитических работ по определению в отобранных в пределах санитарно-защитных зон (СЗЗ) полигонов пробах почв концентраций (валовые формы) тяжелых металлов (кадмий, медь, мышьяк, никель, свинец, хром, цинк, ртуть, марганец).

Исследование степени загрязнения почвенного покрова в районах размещения полигонов захоронения твердых коммунальных отходов включало три этапа: предполевой, полевой и камеральный.

Предполевой этап включал сбор исходной информации о полигонах ТКО, условиях хранения отходов, инженерных сооружениях, препятствующих распространению загрязнения от полигонов. Также проводился анализ геоморфологических, гидрогеологических и гидрогеохимических условий размещения полигонов.

На полевом этапе осуществлялись обследования территорий полигонов, отбор проб почв для анализа загрязнения химическими веществами и корректировка границ пробных площадок с учетом состояния исследуемой территории. Отбор проб осуществлялся в СЗЗ полигонов в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 и ГОСТ 17.4.4.02-84.

На камеральном этапе выполнялись работы по анализу нормативных и методических документов, используемых для оценки характера воздействия объектов хранения твердых коммунальных отходов на окружающую среду; анализ полученных данных и оценку состояния почв в зоне воздействия полигонов ТКО согласно ЭкоНиП 17.03.01-001-2021 «Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению», утвержденных Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 25 ноября 2021 г. № 13-Т «Об утверждении экологических норм и правил» и вступивших в силу с 1 июля 2022 г.

Для оценки загрязнения почвенного покрова территории применялся показатель Z_c — суммарный показатель загрязнения. Он представляет собой сумму коэффициентов концентрации (K_c) токсикантов (загрязнителей) I, II и III классов токсикологической опасности по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \left(\sum_{i=1}^n K_c \right) - (n - 1),$$

где K_c – коэффициент концентрации i -го химического элемента, n – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

Коэффициент концентрации (K_c) рассчитывается по формуле:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{фон}}},$$

где C_i – фактическое содержание элемента; $C_{\text{фон}}$ – геохимический фон.

Значения рН в почвах составляют 3,69–6,68 единицы. Сильнокислая среда ($\text{pH} < 4,5$) отмечается в 28,6 % почвенных образцов, кислая ($4,6 < \text{pH} < 5,5$), слабокислая ($5,6 < \text{pH} < 6,5$) — 28,6 %; нейтральная ($6,6 < \text{pH} < 7,2$) — в 14,2%.

Коэффициент концентрации и суммарный показатель загрязнения почв для полигонов твердых коммунальных отходов Беларуси

Кол-во точек	Коэффициент концентрации (K_c)						Суммарный показатель загрязнения (Z_c)
	Pb	Zn	Cd	Cr	Cu	Ni	
Полигон ТКО д. Дубеи							
ПП1	1,60	1,07	3,57	2,57	4,34	2,50	10,65
ПП2	2,19	1,57	3,57	3,05	1,90	1,33	8,60
ПП3	1,51	0,99	3,57	2,82	2,00	1,59	7,48
ПП4	2,21	0,50	3,57	2,31	1,50	1,14	6,23
Полигон ТКО г.п. Красная Слобода							
ПП5	0,46	0,20	2,08	0,90	1,79	0,59	1,03
ПП6	1,01	0,72	2,78	2,07	2,71	0,25	4,54
ПП7	1,02	0,80	2,78	2,89	3,81	1,49	7,79

По значениям суммарного показателя загрязнения (Z_c) исследованные участки были отнесены к категории земель с допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16,0$).

Незначительные превышения («низкая степень загрязнения») в некоторых случаях были выявлены по Cu и Ni (не более 5 % от всех отобранных проб). Наиболее часто (до 15 % отобранных проб) загрязнение низкой степени фиксируется по Cr. Химического загрязнения почв с более

высокой степенью в СЗЗ полигонов захоронения ТКО установлено не было.

Результаты выполненного исследования указывают на то, что для большинства проб (по Cd, As, Hg, Mn, Pb, Zn) фактические концентрации анализируемых веществ в почвах земель, расположенных в СЗЗ зон размещения полигонов захоронения ТКО земель, не превышают пороговых значений, установленных ЭкоНиП 17.03.01-001-2021 и классифицируются как «незагрязненные» данными веществами. Выявленные незначительные превышения, в основном, по Cu и Ni (не более 5 % от всех отобранных проб) и по Cr (соответственно до 15 %) на отдельных участках полигонов, как правило, соответствуют «низкой степени загрязнения». С учетом требований природоохранного законодательства для таких участков необходимо реализовывать природоохранные мероприятия.

Библиографические ссылки

1. Демидов А. Л., Кузьмин С. И., Олешкевич О. М. Экологическая оценка воздействия объектов захоронения отходов потребления на подземные воды // Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. 2016. № 3. С. 154-158.

2. Ерошина, Д. М. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов на полигонах / Д. М. Ерошина, В. В. Ходин, В. С. Зубрицкий, А. Л. Демидов. Минск: Бел НИЦ «Экология», 2010. 152 с.

3. Кузьмин С. И., Дробенок С. Д., Лаппо В. М. Распределение тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах санитарно-защитных зон полигонов твердых коммунальных отходов // Почвенные и земельные ресурсы: традиционные и инновационные подходы к изучению и управлению [Электронный ресурс]: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–24 сент. 2023 г. / БГУ; редкол.: А. Н. Червань (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2023. С. 214–218.

4. Лукашев, О. В. Закономерности распределения элементов-металлов в почвах земель Беларуси / О. В. Лукашёв, С. И. Кузьмин, Н. В. Жуковская, Н. Г. Лукашёва // Земля Беларуси. 2014. № 2. С. 37–43.

5. Национальная стратегия по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь на период до 2035 г., утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 567 от 28 июля 2017 г.