

# ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПОЛИГОНОВ КОММУНАЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. РУБЦОВСК

**ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL  
EVALUATION OF SOIL POLLUTION  
OF MUNICIPAL AND INDUSTRIAL  
WASTE POLYGONS ON THE EXAMPLE  
OF RUBTSOVSK**

**K. Maksimovich  
E. Maksimovich**

*Summary.* In this work, an environmental assessment of the impact on environmental pollution of waste landfills near the city of Rubtsovsk was carried out. For two years, the boundaries of the sanitary zone of municipal and industrial waste landfills have been investigated for soil pollution with heavy metals. Sanitary and hygienic studies of soil samples were carried out.

*Keywords:* MSW landfill, industrial waste landfill, anthropogenic load, toxicity, heavy metals.

**Максимович Кирилл Юрьевич**

*Аспирант, Новосибирский Государственный  
Аграрный Университет*

**Максимович Елизавета Юрьевна**

*Новосибирский Государственный Технический  
Университет  
kiri-maksimovi@mail.ru*

*Аннотация.* В предоставленной работе проведена экологическая оценка влияния на загрязнение окружающей среды полигонов по работе с отходами вблизи г. Рубцовска. На протяжении двух лет, исследованы границы санитарной зоны полигонов коммунальных и промышленных отходов на предмет загрязнения почвы тяжелыми металлами. Выполнены санитарно-гигиенические исследования образцов почвы.

*Ключевые слова:* полигон ТКО, полигон промышленных отходов, антропогенная нагрузка, токсичность, тяжелые металлы.

## Введение

**Е**жегодно повышается уровень негативного воздействия остаточных продуктов производства на экосистемы различного уровня. Благодаря высоким темпам промышленности и производства, антропогенная нагрузка достигла своего пика в 21 веке. Природные комплексы подвергаются воздействию ежедневно, что влечет за собой некие изменения и перестройки в естественных природных процессах. Это обусловлено несколькими причинами: большая накопительная способность полигонов ТКО; отсутствие эффективной системы по переработки и утилизации отходов, которые часто не совпадают с физико-химическими свойствами отходов; слабое развитие вторичного сырьевого рынка.

Атмосфера, почва, вода — компоненты природного комплекса, которые сегодня наиболее подвержены влиянию со стороны деятельности человека и нуждаются в постоянном экологическом контроле. Одними из самых опасных и токсичных для биологических организмов и природной среды, являются тяжелые металлы, которые обладают мутагенными свойствами, имеют накопительный эффект и могут нанести непоправимый вред для природных сообществ различного уровня. Чаще всего, мы можем встретить сведения о таких элементах, как: ртуть, цинк, кадмий, свинец, мышьяк, селен

и т.д. Многие исследователи и ученые приводят множество характеристик-классификаций ТМ, однако суммируя опыт прошлых лет, можно сделать некоторый вывод, например: к биологическим элементам чаще всего относят такие металлы, как (Zn, Mn, Fe), необходимым для живых организмов и в первую очередь человека. У других групп металлов замечено противоположное действие, попадая в биоту, оказывают негативное действие и приводя к ее гибели. Это чаще всего: медь, мышьяк, никель, цинк и хром, а ртуть, свинец и кадмий являются одними из самых токсичных. Данные элементы отличаются высокой мобильностью и в процессе естественных реакций (превращений), могут свободно мигрировать в природных системах и компонентах систем, вступать в реакции, изменять свои свойства, тем самым оказывая негативный эффект. Если говорить о почве, то она одним из первоначальных звеньев в биогеохимическом круговороте элементов природы. Формирование современных почв осуществляется в тесной взаимосвязи не только с геологическими особенностями территории, но и с учетом антропогенного фактора. В г. Рубцовске городе ранее проводились исследования, касающиеся радиационного загрязнения и загрязнения грунтовых вод, однако не было комплексного анализа загрязнения почв. Рассмотрение таких вопросов является не маловажным, поскольку почва — индикатор загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. В связи с этим, исследу-

дование почвенного покрова вблизи площадок по работе с отходами является актуальным и необходимым.

Специализированные площадки по работе с отходами — полигоны — представляют собой целые комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для вторичной работы с отходами, а именно: размещение, складирование, обезвреживание, обеспечение безопасного захоронения, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, грунтовых вод. Важным элементом является внешнее обустройство такой площадки, которое должно отвечать соответствующим требованиям и препятствует распространению насекомых, болезнетворных микроорганизмов и вредных веществ. Исследования, которые проводились в последние 15–20 лет показали, что многие такие площадки по работе с отходами не отвечают природоохранным и санитарным требованиям [3,9]. Данное исследование направлено на детальное изучение, анализ и оценку почвы на границе санитарно-защитных зон при полигонах коммунальных и промышленных отходов. Санитарно-защитная зона — специальная территория с особым режимом использования, которая устанавливается вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. Размер данной зоны обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения (биологического, химического) на окружающую среду, до допустимых значений, которые установлены определенными гигиеническими нормативами (ПДК) [1,2]. СЗЗ является неким стратегически важным для населения объектом, так как это своего рода барьер для локализации вредных факторов и негативного воздействия, которые оказывает сама площадка по работе с отходами на окружающую среду. Важным компонентом экологического надзора является контроль ПДК вредных веществ и микроорганизмов как на самом полигоне, так и на границах санитарно-защитной зоны. По своему назначению санитарно-защитная зона должна обеспечить высокий уровень безопасности населения при эксплуатации объекта размещения отходов в штатном режиме. Границы таких зон представляют огромный интерес для детального изучения, с целью составления прогноза и возможности уменьшения негативного влияния, так как большинство полигонов располагается если не в самом населенном пункте, то непосредственно рядом с ним. Если многие полигоны носят закрытый характер, то СЗЗ имеют особый режим и изучение и проведение исследования не составит труда для рабочей группы. Санитарно-гигиеническим критерием качества природного объекта может служить предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в объектах окружающей среды. ПДК несет в себе информацию по максимальному содержанию изучаемого вещества в природных объектах, которое не оказывает негативно влияния на здоровье человека и его потомство. Опре-

деление степени загрязнения почвы и присвоение уровня проводят по (ПДК) химических веществ в почвах и их фоновому содержанию [6]. По степени загрязнения почвы разделяют на: 1) сильнозагрязненные; 2) среднезагрязненные; 3) слабозагрязненные. К сильнозагрязненным относят почвы, содержание загрязняющих веществ в которых в несколько раз превышает ПДК. Среднезагрязненные — почвы, почвы, в которых установлено небольшое превышение ПДК без видимых изменений в составе почв. Слабозагрязненные — почвы, содержание химических веществ в которых не превышает ПДК.

## Материал и методы исследований

В основе исследования заложены данные по двухгодичному мониторингу площадок по работе с отходами и их границ санитарно-защитной зоны, вблизи г. Рубцовска. Объектом нашего исследования выступили такие площадки, как: полигон ТКО «ООО Благоустройство» поселок Мичуринский, полигон промышленных отходов «Рубцовский филиал ОАО «Алтайвагон»» и городская свалка № 3 (ГС Юго-Запад). Акцент делался на оценку состояния почвы (загрязнение тяжелыми металлами) на границе санитарно-защитной зоны — это целый комплекс физико-химических, биологических свойств почвы, которые определяют качество и степень ее безопасности в эпидемическом и гигиеническом отношении. В процессе 2-х годичного исследования, было отобрано более 80 проб. Места отбора проб предварительно отмечались на картосхеме, отражающей структуру местного ландшафта. Отбор проб осуществлялся согласно ГОСТ 17.4.4.01–83 «Общие требования к отбору проб почвы»; ГОСТ Отбор почвенных образцов проводился точно, с помощью лопаты с глубины 0–20 и 20–40 см почвы, по 250–300 г почвы каждого выделенного горизонта, методом конверта. Химический анализ почв с границ СЗЗ проведен по ФР.1.31.2005.02119 ПНД Ф 16.1:2:2:3.48–06 «Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в почвах, тепличных грунтах, сапропелях, илах, донных отложениях, твердых отходах методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА». Отобранные образцы помещались в стерильную посуду и доставлялись в лабораторию для дальнейшего изучения. Анализ полученных образцов был проведен на базе ФЛ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае в г. Рубцовске». Фактическое содержание металлов в почве не дает в полной мере сделать выводы о степени загрязнения природного объекта [1]. Для определения степени загрязнения почвенного покрова нами был рассчитан коэффициент концентрации —  $K, \%$ , который выразили в отношении фактической концентрации исследуемого элемента (из данных химического анализа по металлам) к его фоновой концентрации в почве. Данные по фоновому содержанию валовых форм сое-

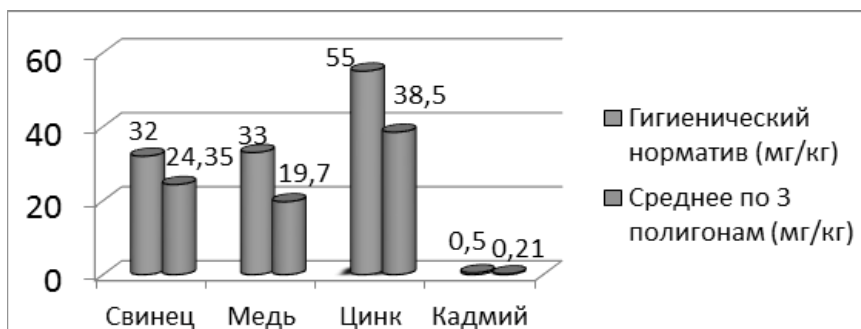


Рис. 1. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2018г

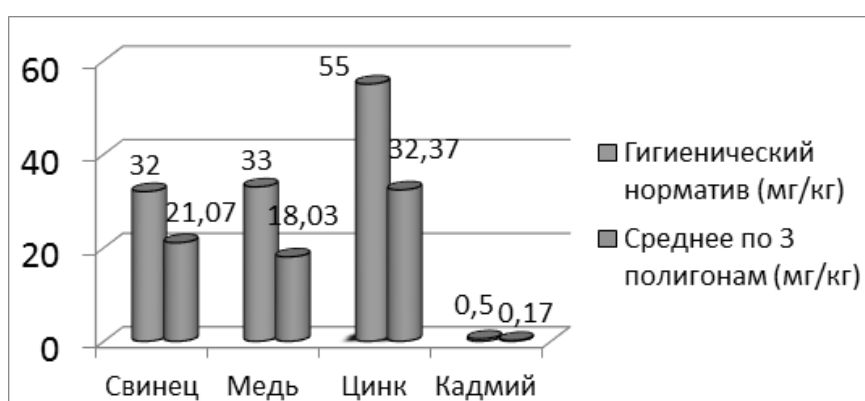


Рис. 2. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2019г

динений тяжелых металлов в почвах черноземов взяты по Г.В. Мотузовой и равны: Zn=68 мг/кг, Cd=0,24 мг/кг, Pb=20 мг/кг, Cu=25 мг/кг.

### Результаты и их обсуждение

По данным результата химического анализа проб на тяжелые металлы, превышений ПДК за исследуемый промежуток времени — не обнаружено (Табл. 1–2).

Можно отметить, что показатели на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон» для Zn, Pb, Cu в 2018 г. приближались к соответствующим границам допустимой концентрации, однако в 2019 г. можно увидеть спад концентраций данных элементов, что создает положительную для окружающей среды динамику уменьшения негативного влияния. Пробы с городской свалки юго-западного направления от города, не выявили превышения допустимых норм в течение 2-х лет.

Однако необходимо обратить внимание на достаточно высокий показатель по уровню свинца и кадмия

в образцах за 2 года. Гигиенический норматив в пробах почв вблизи поселка Мичуринский не был превышен. Следует обратить внимание, что в 2019 г. концентрация Cu выросла. Полученные результаты оказались ниже предельно допустимого значения.

Превышение фактического содержания ТМ почв над фоновыми значениями (коэффициент концентрации) присуще таким элементам, как: Pb, Cu, Cd, в образце за 2018 г. на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон», а так же превышение по Pb на территории С33 ГС Юго-Запад. Вероятнее всего, повышенные концентрации металлов Табл. 1. Результаты санитарно-гигиенического исследования образцов почвы за 2018 г. по 3 полигонам на территории С33 полигона «Алтайвагон» носили локальный характер загрязнения и связано это с повышенной антропогенной нагрузкой на почву, особенностями предприятия и спецификой производства. Средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам работы с отходами за 2018–2019 гг. не выявили серьезных повышений концентраций веществ (Рис. 1–2). В качестве рекомендации,

Таблица 2. Результаты санитарно-гигиенического исследования образцов почвы за 2019г по 3 полигонам

Проба / Образец	Pb		Cu		Zn		Cd	
	мг/кг	К*	мг/кг	К*	мг/кг	К*	мг/кг	К*
П. Мичуринский	17	0,85	20	0,8	31	0,45	< 0.1	-
П. Алтайвагон	28.1	1,04	23.3	0,93	45.1	0,66	< 0.1	-
ГС Юго-Запад	20.08	1,004	10.8	0,43	21	0,3	< 0.1	-
Норматив ПДК	32		33		55		0.5	

можно рассмотреть каждую площадку индивидуально, средние значения позволяют оценить общий фон загрязнения по тем или иным веществам. Как и в предыдущие годы, в 2019 г. приоритетными для наблюдения загрязнителями почв остаются: Zn, Pb, Cu.

**Выводы**

Таким образом, химический анализ почвы с границ С33 полигонов по работе с отходами показал:

- ◆ превышений ПДК за исследуемый промежуток времени — не обнаружено;
- ◆ превышение фактического содержания ТМ почв над фоновыми значениями было зафиксировано для таких элементов, как: Pb, Cu, Cd, в образце за 2018 г. на полигоне промышленных отходов «Алтайвагон», а также превышение по Pb на территории С33 ГС Юго-Запад;
- ◆ средние значения фактического содержания твердых металлов в почве по трем площадкам

работы с отходами за 2018–2019 гг. не выявили серьезных повышений концентраций веществ;

- ◆ приоритетными для наблюдения загрязнителями почв остаются: Zn, Pb, Cu.

Анализ динамики загрязнения почв С33 полигонов вблизи г. Рубцовска показал, что в целом удельный вес проб, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям за период 2018–2019 гг. существенно снизился. Нами был сделан вывод, что вблизи г. Рубцовска, границы С33 полигонов по работе с отходами, в наименьшей степени подвержены влиянию загрязняющих веществ и их можно отнести к слабозагрязненным. Экологическое состояние почв вблизи города нуждается в более углубленном исследовании, которое позволило бы установить причинно-следственные связи между конкретными очагами загрязнения, а также проанализировать динамику изменения концентраций различных веществ во временном промежутке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водяницкий Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами и металлоидами и их экологическая опасность (аналитический обзор)// *Агрохимия*.— 2013.— № 7. — С. 872–881.
2. ГОСТ 17.4.3.01 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб». — М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. — 4 с.
3. ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» — М.: Стандартинформ, 2003. — 8 с.
4. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад — 2015 / С. М. Плаксин, А. Г. Зуев, А. В. Кнутов, С. И. Максимова [и др.]. — М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2016. — 126 с.
5. Лим Т.Е., Бек А. В., Аликбаева Л. А. Оценка воздействия на население Санкт-Петербурга загрязнений почвы канцерогенными веществами // *Профилактическая и клиническая медицина*. — 2013. — Т. 47, № 2. — С. 11–15.
6. Мотузова Г. В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга.-М.: Изд-во МГУ, 1988. — 101 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. — 219 с.
8. Онищенко Г. Г. Критерии опасности загрязнения окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2003; 82(6): 3–4.
9. Попова Л. Ф., Наквасина Е. Н. // *Экология и промышленность России*. — 2013. — № 1. — С. 47.
10. Постановление Правительства Российской Федерации № 426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге». М.; 2000.
11. Романова, Е. М. Экологический мониторинг свалок и полигонов ТБО на примере Ульяновской области / Е. М. Романова, В. Н. Намазова. *Вестник УГСХА // Научно-теоретический журнал* № 2 (5). Август-ноябрь 2007. 58–61 с.
12. Садовникова, Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозаловская. 3-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 2006. 334 с.: ил.

13. Унгурияну Т.Н., Гудков А. Б., Никанов А. Н. Оценка риска для здоровья городского населения при воздействии контаминантов почвы // Профилактическая и клиническая медицина. — 2012. — № 1. -С. 101–105.
14. Alexander van Geen, Carolina Bravo, Vladimir Gil, Shaky Sherpa & Darby Jack. Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting examples // Bulletin of the World Health Organization. — 2012. — Vol. 90, № 12. — P. 869–944.
15. Ministry for the Environment. 2011. Methodology for Deriving Standards for Contaminants in Soil to Protect Human Health. Wellington: Ministry for the Environment [Электронный ресурс]. Publication number: ME1055. — 2011. — 219 p.
16. Singh Jiwan and Kalamdhad Ajay S. Effects of Heavy Metals on Soil, Plants, Human Health and Aquatic Lif // International Journal of Research in Chemistry and Environment. — 2011. — Vol. 1, № 2. — P. 15–21.

© Максимович Кирилл Юрьевич, Максимович Елизавета Юрьевна ( kiri-maksimovi@mail.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Г. Новосибирск