

СТАТЬЯ

УДК 579.64:631.46(575.1)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОКРУГ ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА ТАШКЕНТА**

¹Жаббаров З.А., ¹Атоева Г.Р., ²Сайитов С.С.

¹Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Ташкент;

²Институт минеральных ресурсов, Ташкент, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

Тяжелые металлы, основная группа элементов загрязнения почв, на протяжении последних десятилетий является актуальной проблемой экологии, поскольку при их высокой концентрации оказывает токсичное воздействие на химию почвы и растения. Почва – первичная среда, куда попадают тяжелые металлы из атмосферы, а также из воды. Растения на такой почве сорбируют тяжелые металлы, впоследствии отдельные из них попадают на стол в пищу. Главными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами являются цветная и черная металлургия, энергетика (сжигание угля и нефти), горная промышленность. В этот ряд можно добавить полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), так как человеком в хозяйственной деятельности широко используются химические вещества и предметы, содержащие металлические части, которые в конечном итоге оказываются среди ТБО. В статье приведены результаты исследований по изучению загрязнения почвенного покрова, прилегающего к территории полигона ТБО г. Ташкента в Ахангаранском районе. Результаты проведенного исследования показали, что почвенный покров, прилегающий к территории полигона ТБО, загрязнен тяжелыми металлами. Цинк, мышьяк, молибден, медь, висмут, селен – это еще не полный перечень тяжелых металлов, металлоидов высокой концентрации, характерных для этих почв. Наивысшее превышение ПДК имеют мышьяк, медь и сера, а также небольшое количество цинка. В зональном удалении от полигона ТБО замечена тенденция понижения содержания цинка, свинца, меди, хрома и олова.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, почва, твердые бытовые отходы, ПДК, содержание, полигон ТБО г. Ташкента

**SOIL POLLUTION WITH HEAVY METALS AROUND THE HOUSEHOLD
WASTE LANDFILL OF TASHKENT**

¹Zhabbarov Z.A., ¹Atoeva G.R., ²Sayitov S.S.

¹National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent;

²Institute of Mineral Resources, Tashkent, e-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com

Heavy metals as the main group of elements of soil pollution over the past decades have been an urgent problem of ecology, since at their high concentration they have a toxic effect on the chemistry of soil and plants. Soil is the primary medium where heavy metals get from the atmosphere, as well as by water. Plants on such soil sorb heavy metals, and as a result, some of them end up on the table with food. The main causes of soil pollution with heavy metals are non-ferrous and ferrous metallurgy, energy (coal and oil combustion), and mining. This series can be supplemented with landfills for solid household waste (SHW), since a person widely uses chemicals and objects containing metal parts in household activities and at the end end up among SHW. The article presents the results of studies on the study of soil contamination adjacent to the territory of the landfill of the Tashkent city in the Akhangaran region. The results of the study showed that the soil cover adjacent to the territory of the solid waste landfill is contaminated with heavy metals. Zinc, arsenic, molybdenum, copper, bismuth, selenium – this is not a complete list of heavy metals and metalloids, which high concentration characteristic of these soils. Arsenic, copper and sulfur, as well as a small amount of zinc, have the highest overestimation of the MPC. In the zonal distance from the SHW landfill, a tendency to a decrease in the content of zinc, lead, copper, chromium and tin is observed.

Keywords: heavy metals, pollution, soil, solid household waste, maximum permissible concentration, content, household waste landfill of Tashkent

В условиях техногенной насыщенности тяжелыми металлами почв остается актуальным вопрос разгрузки земель агроландшафта от нарастающего загрязнения, для дальнейшего экологически безопасного и рационального их использования. Успешное решение этого вопроса зависит от грамотного подхода к изучению источника загрязнения, а также рассмотрения закономерностей их распространения в ландшафтах участка.

Занимая второе место по степени опасности, тяжелые металлы уступают лишь

пестицидам, оставляя далеко позади такие загрязнители, как широко распространенные двуокись серы и углерода. Имеется перспектива обогнать опасные твердые отходы и еще более опасные отходы атомных электростанций. Частое использование тяжелых элементов в промышленном производстве – причина широкого распространения загрязнения ими [1].

Чуть более чем 40 элементов, атомной массой 50 и выше атомных единиц Cr, V, Cu, Mn, Co, Zn, Ni, Fe, Pb, Cd, Bi и др. – являлись основными



люю исследования – экологического мониторинга и изучения загрязнения окружающей среды. Металлы с плотностью 5 г/см³ и более являются тяжелыми (классификация Н. Реймерса) [2]. К категорированию тяжелых металлов относят их токсичность в низких концентрациях для живых организмов, способность к биологической аккумуляции и магнификации. По опасности нежелательной концентрации тяжелые металлы, металлоиды подразделяют на 3 класса: высоко опасные элементы – Cd, As, Se, Hg, F, Pb, Zn; умеренно опасные элементы – Co, V, Mo, Ni, Cr, Sb, Cu; мало опасные элементы – V, Ba, W, Mn, Sr [3].

Прогрессирующая урбанизация и, как следствие, огромное количество бытовых отходов и их утилизация – главная причина экологических проблем и загрязнения окружающей среды. На сегодняшний день вокруг всех крупных городов имеются полигоны твердых бытовых отходов (ТБО), где хранятся и частично утилизируются ТБО. Анализ последних лет показал, что в Узбекистане образуется более 100 млн т промышленных отходов, на долю бытового мусора приходится около 35 млн т в год. Согласно открытым данным, на площадях в 12 тыс. га оттаивается 2 млн т промышленных, бытовых, а также строительных отходов [4].

Процесс хранения и утилизация (в основном сжигание) могут влиять на изменение структуры и свойств почвенного покрова, динамику плодородия и агроэкологическое состояние почв. Одним из негативных воздействий полигонов ТБО на почвенный покров может быть их загрязнение тяжелыми металлами, так как среди бытовых отходов также могут оказаться предметы, содержащие металлические части. В процессе хранения, утилизации они могут попасть в почвенный покров. Например, И.Н. Бузиновой установлено, что в Харьковской области на территории близ полигона ТБО содержание тяжелых металлов подвижных форм в почвах превышает ПДК в 5 раз, это создает критическую экологическую ситуацию, также установлены условия распространения тяжелых металлов в ландшафтах участка [5].

Так же как в зоне Балаковского полигона, для почв в местах захоронения отходов опасно загрязнение такими тяжелыми элементами, как Zn, Cu и Ni, где они образуют большие площадные аномалии. Пики высоких концентраций тяжелых элементов группируются у северо-восточных, а также юго-западных границ полигона. Также идет распространение в почвы частных садоводческих участков. Отдельные терри-

тории почв загрязнены опасными формами Zn и Cu. Причинами такого распространения загрязнения являлись, во-первых, пологий характер территории, позволяющий местным ветрам переносить аэрозольные выбросы тяжелых металлов с полигона; во-вторых, глинистый и суглинистый состав почв, активно сорбирующих Cu, Ni и Zn [6, 7].

Изучив состояние окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области Т.В. Ашихмина установила загрязнение почв и подземных вод с тяжелыми металлами и другими токсичными компонентами и разработала рекомендации по минимизации негативных последствий воздействия полигонов ТБО на окружающую среду [8]. Также изучением загрязнения почв и подземных вод вокруг полигонов ТБО занимались Ю.Н. Водяницкий, Д.В. Ладонин, А.Т. Савичев, Г.К. Лобачева, Н.В. Колодницкая и др. [9–10].

Мониторинг окружающей среды в Узбекистане закреплен Постановлением Кабинета Министров № 273 от 23.08.2016 г. Об утверждении программы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016–2020 гг., где введены главные механизмы и мероприятия реализации мониторинга окружающей среды. Сформирован перечень основных природных и техногенных источников загрязнения окружающей среды, разработаны современные методики выполнения измерений, проработана материально-техническая база экологически-аналитических лабораторий [11].

В последние годы изучением влияния промышленных предприятий и прилегающих зон на окружающую среду, а также формами тяжелых металлов в почвах и их влиянием на микроорганизмы почвенного покрова Ахангаранского района занимался Н.Э. Шукуров [12–13]. Изучая концентрации тяжелых металлов в почвах, Шукуров установил, что содержание тяжелых металлов всегда увеличивается с приближением к очагу загрязнения (Ангренская ТЭС, горнопромышленные предприятия АГМК) и уменьшается по мере удаления от него [12]. Валовые содержания тяжелых металлов в почвенных пробах распределяются по ряду $Zn > Cu > Pb > Cr > Ni$ в Альмалыке и $Zn > Pb > Cu > Ni > Cr$ в Ангрене. Также в верхних слоях почвенного покрова отмечаются более высокие содержания тяжелых металлов, чем в нижних слоях.

Формы нахождения техногенных элементов-токсикантов в почвах, отобранных вблизи предприятий АГМК и Ангренской

ТЭС, представлены весьма сложными составами первичных и вторичных рудных минералов, различных шаровидных техногенных новообразований. В пробах Алмалыка встречаются шарики, состоящие из чистой меди и цинка, большинство из них – это смеси металлов и их окислов. В некоторых почвенных пробах, отобранных на территории цинкового завода, наблюдаются явные сфероидальные (шаровые) структуры. В периферийных слоях большинства этих шариков содержатся послойно (%): Pb – до 61,03, Zn – до 73,49, Cu – до 55,72, S – до 26,73 и др. В их ядрах обнаружены дендриты, срастающие в большом количестве железо (до 58%), а в других зернах наблюдается срастание железа с медью. Тяжелые фракции Ангренских почв состоят в основном из различных шариков, состоящих из окислов железа [12].

Загрязнение почв тяжелыми металлами негативно влияет на мир микроорганизмов почвенного покрова Ангрен-Алмалыкского промышленного района (Ахангаран). На основе изучения содержания тяжелых металлов и микроорганизмов установлено, что в сильно загрязненных тяжелыми металлами почвах количество микроорганизмов значительно ниже, чем в незагрязненных или мало загрязненных почвах. Различные показатели экосистемы микроорганизмов (общие количества нематод, базальное дыхание, микробная биомасса C, N, микробный коэффициент) увеличиваются по удалении от источников загрязнения почв тяжелыми металлами [13].

Попадание техногенных бытовых отходов в плодородные земли оказывает сильное влияние на активность бактерий, микроорганизмов, а также питательные вещества (калий, фосфор, азот), это показали результаты последних исследований [14]. Идет распространение подвижного калия, фосфора и гумуса в почвах прилегающих зон полигона ТБО г. Ташкента. В накопившейся с годами искусственной биомассе стремительно повышается количество гумуса и углерода. Подвижный калий и фосфор увеличились при переваривании отдельных бытовых отходов (преимущественно пищевых), а также накопленных биомасс. В зональном удалении от полигонов бытовых отходов установлена тенденция к увеличению содержания подвижного фосфора и калия [15].

Район работ

Полигон твердых бытовых отходов г. Ташкента расположен в Ахангаранском районе Ташкентской области. Район исследования представляет собой предгорные

возвышенности, равнины, адыры и долины рек. Для континентального климата района характерны сухое и жаркое лето, холодная зима. Характерна среднегодовая температура в +15,0°C, со средними температурами -3,0°C в январе, и +26,0°C в июле. Абсолютный минимум -28°C, максимум +50°C. 220–280 мм – среднее количество осадков, выпадающих в год, основная их часть приходится на осень и весну. Вегетационный период длится 180 дней. Лугово-сероземные и сероземные почвы – основной характерный покров адыров.

Земля вокруг полигона ТБО города Ташкента в Ахангаранском районе орошается и используется в сельском хозяйстве для выращивания овощей. Отбор образцов производился в координатах:

41°05'32.5"N / 69°28'48.8"E; 41°05'31.9"N / 69°28'48.0"E; 41°05'26.7"N / 69°28'45.8"E; 41°05'20.7"N / 69°28'45.4"E; 41°05'19.0"N / 69°28'31.8"E; 41°05'32.5"N / 69°28'48.8"E; 41°05'32.5"N / 69°28'48.8"E; 41°08'15.0"N / 69°26'35.0"E; 41°10'13.6"N / 69°24'49.0"E [14].

Материалы и методы исследования

Для изучения степени загрязнения почв тяжелыми металлами пробы отбирали из слоев почвы 0–15 см и на различных расстояниях: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 1,2; 3; 6 и 10 км от полигона. Также для изучения распределения тяжелых металлов по вертикали были отобраны почвенные пробы по разрезам глубиной до 2 м. После высушивания при комнатной температуре отобранные пробы были истерты до аналитического размера 0,045 мм. Определение содержания тяжелых металлов осуществлялось методом оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-ОЭС). Полученные данные были сопоставлены с предельными допустимыми концентрациями (ПДК) и кларковыми содержаниями элементов в земной коре для определения степени загрязнения почв тяжелыми металлами. Также были сопоставлены содержания тяжелых металлов в почвах, отобранных в прилегающих территориях полигона ТБО и на удалении (6–10 км).

Результаты исследования и их обсуждение

Зола ТБО (проба 0 м), отобранная на территории полигона ТБО, содержит повышенные содержания Zn (1610 г/т), Pb (26,7 г/т), Cu (306 г/т), Cr (91,0 г/т) Se (9,08 г/т), из тяжелых металлов и металлоидов и S (12600), которая обычно образует различные (сульфиды, сульфаты) соединения с металлами и металлоидами (табл. 1).

Таблица 1

Содержание элементов в почвенных пробах по данным ИСП-ОЭС, г/т

Элементы	Место отбора проб (м от полигона ТБО)									ПДК, г/т	Кларк ЗК, г/т
	0	5	200	400	600	1200	3000	6000	10000		
As	8,78	12,9	13,8	11,3	14,4	7,11	11,4	8,24	12,3	2	1,7
Bi	1,9	1,82	2	1,78	1,85	1,88	1,69	1,42	1,77		0,009
Cd	0,115	0,135	0,144	0,134	0,138	0,105	0,104	0,109	0,1		0,13
Co	7,03	10,6	11	9,19	11,7	10,8	9,25	9,75	5,75		18
Cr	91	51,9	50,5	51,3	66,2	51,2	47,5	53,1	43,8	200	83
Cu	306	94,8	80,8	86,6	78,9	92,1	96,8	90,6	143	55	47
Fe	28900	31500	34500	31500	37000	30500	29600	33000	24000		46500
Mn	528	670	733	888	837	620	639	818	618	1500	1000
Mo	7,05	14,8	6,63	11,2	9,19	6,07	9,53	6,02	6,23		1,1
Ni	35,8	30,8	26,9	29,7	30,8	26,8	27,4	25,8	20,2	85	58
Pb	26,7	16,8	14,4	19,4	15	15,5	12,7	21	13,1	30	16
S	12600	805	778	2480	998	3150	747	648	673	160	470
Sb	0,605	0,601	0,592	0,584	0,618	0,558	0,538	0,518	0,504	4,5	0,5
Se	9,08	4,68	5,15	6,27	7,24	7,29	7,34	4,61	5,22		0,05
Sn	8,93	5,52	2,31	2,7	3,96	2,54	3,51	3,86	3,53		2,5
V	45,3	87,8	94,8	85	103	84,4	82,3	87,2	58,7	150	90
Zn	1610	84,4	105	79,3	83,8	87,2	78,8	100	67,3	100	83

Поведение мышьяка As (8,78 г/т) и ванадия V (45,3 г/т) несколько отличается из остальных загрязнителей по удалению от источника загрязнения. Содержание их почти не меняется по удалению от ТБО. Это можно объяснить фоновым содержанием. По сравнению с содержаниями ПДК установлено высокое содержание мышьяка, которое в 3,6–7,2 раза выше нормы. Также превышают ПДК медь, сера во всех проанализированных пробах. Содержание цинка превышает в 165 раз ПДК в золах ТБО. В почвенных пробах содержание цинка близко к ПДК (67,3–100) или незначительно превышает его рядом с полигоном ТБО (105 г/т). Результаты работ показали, что остальные элементы в почве не превышают значений ПДК (табл. 1).

По сравнению с кларковыми содержаниями элементов в земной коре (Виноградов, 1962) отмечаются высокие кларк концентрации мышьяка, висмута, молибдена, селена, олова, меди. Например, кларк концентрации мышьяка выше в 4,2–8,7 раз, висмута в 157,7–222,2 раза, меди в 1,68–6,5 раз, молибдена 5,47–13,45 раз. Остальные тяжелые металлы характеризуются близкларковыми содержаниями.

Отмечается тенденция снижения содержаний цинка, свинца, хрома, меди, олова на удалении от полигона ТБО (рис. 1). Если в составе золы ТБО цинк составляет 1610 г/т, то в почвенных пробах, отобранных в 10 км от полигона ТБО, содержание цинка сни-

жается до 67,3 г/т. Содержание хрома в почвенных покровах вблизи полигона ТБО (0–600 м) составляет 51,3–91 г/т, на удалении (1200–10000 м) снижается до 43,8 г/т.

При анализе распределения элементов по вертикальному разрезу почв установлено, что содержания кобальта, хрома, железа, марганца, молибдена, свинца, ванадия, иттрия и цинка в верхних слоях почвенного покрова (0–70 см) выше, чем в нижних горизонтах (70–200 см, рис. 2). Такое распределение этих металлов можно объяснить ареальными выбросами вредных веществ, образованных при сжигании ТБО, а также их хранением в открытом состоянии. То есть результаты показали, что зола, образованная при сжигании ТБО, содержит значительное количество тяжелых металлов и металлоидов, таких как цинк, свинец, хром, мышьяк, медь, молибден и др. Под воздействием естественных процессов, таких как ветер, осадки, они могут попасть в почвенный покров. Для остальных элементов не отмечаются четкие закономерности распределения элементов по вертикальному разрезу (табл. 2).

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что почвенный покров, прилегающий к территории полигона ТБО, загрязнен тяжелыми металлами. Высокие концентрации тяжелых металлов и металлоидов в почвах характерны для мышьяка, цинка, меди, молибдена, селена, висмута и др. Сильно

превышают ПДК медь, мышьяк, сера, в незначительном количестве цинк. Отмечается тенденция снижения содержаний цинка, свинца, хрома, меди, олова по мере удаления от полигона ТБО. По вертикальному разрезу почв содержание кобальта, хрома, железа, марганца, молибдена, свинца,

ванадия, иттрия и цинка в верхних слоях почвенного покрова выше, чем в нижних горизонтах. Такое распределение этих металлов можно объяснить ареальными выбросами вредных веществ, образованных при сжигании ТБО, а также их сохранением в открытом состоянии.

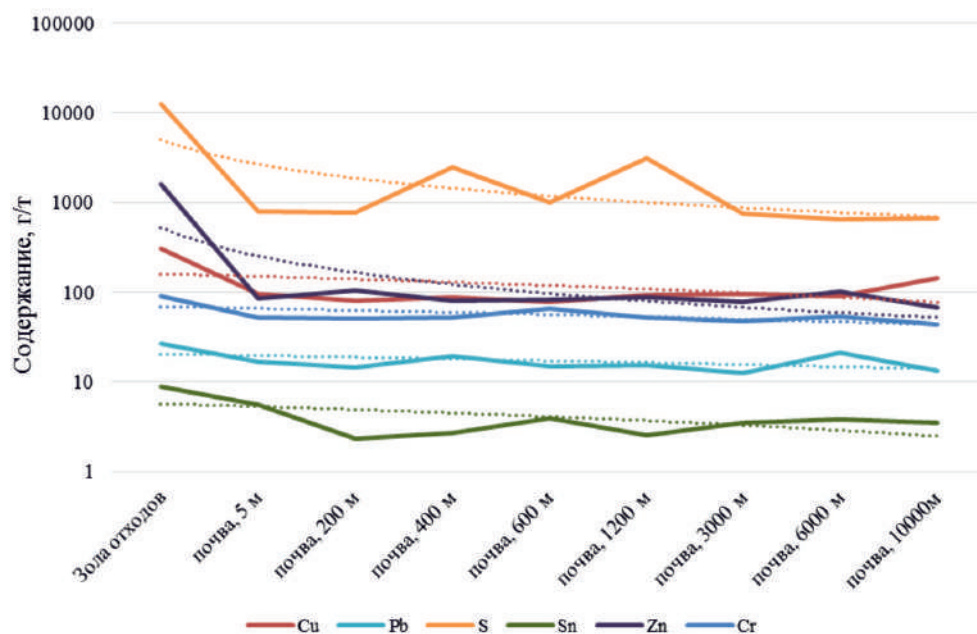


Рис. 1. Изменение содержания элементов в процессе удаления от полигона ТБО

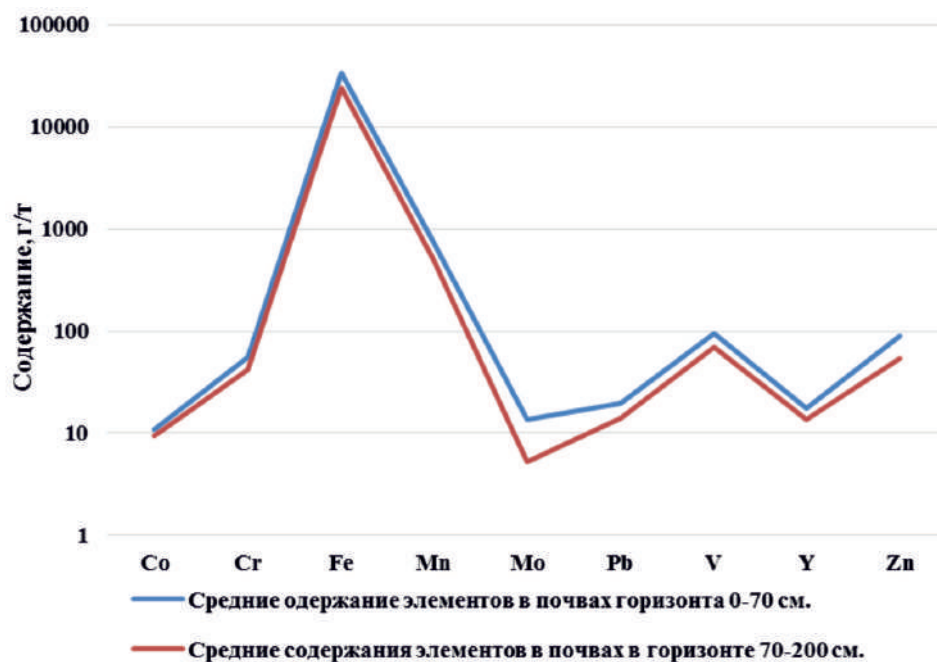


Рис. 2. Распределение тяжелых металлов в различных горизонтах почвенного покрова

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов и металлоидов в почвенных пробах, отобранных на различных глубинах, г/т

Глубина, см	Разрез № 2										Разрез № 6					ИДК	Кларк в ЗК
	0–15	15–50	50–70	Ср. по 0–70 см	70–120	120–180	180–200	ср. по 70–200 см	0–30	30–50	50–80	Ср. по 0–80 см	80–100	100–200	ср. по 80–200 см		
As	12,9	10,2	12,9	12,00	15	10,2	13,1	12,77	14,4	3,32	13,9	10,54	7,52	0,25	3,89	2	1,7
Bi	1,82	1,83	1,65	1,77	1,81	1,8	2,54	2,05	1,85	1,86	2	1,90	1,74	1,94	1,84		0,009
Cd	0,135	0,128	0,134	0,13	0,11	0,105	0,189	0,13	0,138	0,117	0,135	0,13	0,129	0,126	0,13	0,7	0,13
Co	10,6	10,1	12,2	10,97	8,89	8,7	10,7	9,43	11,7	9,32	10,2	10,41	8,06	7,26	7,66		18
Cr	51,9	59,1	55,1	55,37	40,9	34,3	50,4	41,87	66,2	46,1	53,6	55,30	40,2	52,6	46,40	200	83
Cu	94,8	84,1	80,4	86,43	91,8	129	83	101,27	78,9	123	98,3	100,07	91,9	85,1	88,50	55	47
Fe	31500	33400	37300	34066,7	30500	14200	26500	23733,3	37000	21200	33400	30533,3	28900	29500	29200		46500
Ga	13,5	14,1	15,8	14,47	10,1	12,7	17,5	13,43	15,7	14,8	15,3	15,27	12,8	12,5	12,65		19
Mn	670	700	848	739,3	615	296	563	491,33	837	452	692	660,33	559	593	576,00	1500	1000
Mo	14,8	10,7	15,7	13,7	1,9	5,44	8,44	5,26	9,19	4,58	9,68	7,82	7,85	6,07	6,96		1,1
Nb	12,7	13,1	15	13,60	12,5	12,6	12,6	12,57	13,6	13	12,2	12,93	11,9	11,9	11,90		20
Ni	30,8	24,9	27,9	27,87	21,8	23,6	67,4	37,60	30,8	31	30,2	30,67	21,9	26,9	24,40	85	58
Pb	16,8	20,3	21,5	19,5	13,5	16,3	12,5	14,10	15	16,4	15,1	15,50	16,4	36,1	26,25	30	16
Rb	105	117	84,6	102,20	109	62	136	102,33	85,4	116	105	102,13	130	149	139,50		150
S	805	737	631	724,33	1330	748	2380	1486,00	998	3530	897	1808,33	5120	3400	4260,00	160	470
Sb	0,601	0,591	0,56	0,58	0,547	0,554	0,752	0,62	0,618	0,567	0,592	0,59	0,539	0,603	0,57	4,5	0,5
Se	4,68	1,76	7,3	4,58	8,66	5,99	6,85	7,17	7,24	0,732	6,21	4,73	4,28	4,22	4,25		0,05
Sn	5,52	1,68	1,92	3,04	3,5	4,08	11,2	6,26	3,96	2,75	6,33	4,35	1,94	6,46	4,20		2,5
V	87,8	92,4	104	94,7	83,9	42,8	82,4	69,70	103	59,6	90,3	84,30	79,3	80,2	79,75	150	90
W	2,7	14,8	0,037	5,85	2,72	62	4,55	23,09	0,73	50,4	4,8	18,64	0,25	377	188,63		1,3
Y	16	18,4	18	17,5	15,8	14,1	10,8	13,57	18,6	13,4	16,1	16,03	15,4	16,7	16,05		29
Zn	84,4	83	99	88,8	65	32,9	62,9	53,60	83,8	54,7	88,4	75,63	60,4	65,8	63,10	100	83

Установленный нами характер распределения тяжелых металлов в почвенных покровах похож на результаты Н.Э. Шукурова, который в своих исследованиях доказал, что источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в Ангрен-Алмалыкском горнопромышленном районе являются горнодобывающие предприятия АГМК и Ангренской ТЭС. Изучая концентрации тяжелых металлов в почвах, Шукуров установил (2006), что содержание тяжелых металлов всегда увеличивается с приближением к очагу загрязнения (Ангренская ТЭС, горнопромышленные предприятия АГМК) и уменьшается по мере удаления от него.

Полученные результаты показывают, что полигон твердых бытовых отходов является источником загрязнения почв тяжелыми металлами. Нужно отметить, что почвенный покров прилегающих к полигону ТБО территорий в меньшей степени загрязнен тяжелыми металлами. Но несоблюдение мер при утилизации ТБО может привести к более интенсивному загрязнению почв тяжелыми металлами. Загрязнение почв негативно влияет на микроорганизмы почв, растительный мир, через них на здоровье человека, так как земля вокруг полигона ТБО г. Ташкента в Ахангаранском районе орошается и используется в сельском хозяйстве для выращивания овощей.

Список литературы

1. Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв: учебно-методическое пособие для вузов. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. 22 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: «Мысль», 1990. 638 с.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. 2008. 8 с.
4. Важные аспекты организации деятельности государственных инспекторов в сфере переработки отходов // Вестник экологии. 2018. № 1. С. 49.
5. Бузина И.Н. Состояние почв и оценка окружающей среды вокруг полигона твердых бытовых отходов // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад., 2014. № 2. С. 102–106.
6. Ерёмин В.Н., Решетников М.В., Шешнев А.С. Влияние полигонов захоронения отходов в Саратовской области на санитарное состояние почв // Hygiene & Sanitation (Russian Journal). 2017. № 96 (2). С. 117–121.
7. Ерёмин В.Н., Павлов П.Д., Решетников М.В., Шешнев А.С. и др. Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова в районе Балаковского полигона захоронения твердых бытовых отходов (Саратовская область) // Инженерная геология. 2016. № 2. С. 50–58.
8. Ашихмина Т.В. Геоэкологический анализ состояния окружающей среды и природоохранные рекомендации в районе расположения полигонов ТБО Воронежской области: дис. ... канд. геогр. наук, Воронеж, 2014. 187 с.
9. Водяницкий Ю.Н., Ладонин Д.В., Савичев А.Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М., 2012. 304 с.
10. Лобачева Г.К., Колодницкая Н.В., Сметанин В.И. и др. Предотвращение загрязнения подземных вод путем создания искусственных биогеохимических барьеров // Экология и недропользование. Вестник ВолГУ. Серия 11. 2012. № 1 (3). С. 48–57.
11. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 273 от 23.08.2016 г. «Об утверждении программы мониторинга окружающей природной среды в Республике Узбекистан на 2016–2020 годы». 2016. 42 с.
12. Шукуров Н.Э., Талипов Р.М., Отабоева Н.А. Тяжелые металлы в почвах Ангрен-Алмалыкского горнопромышленного района (концентрация и формы нахождения). Ангрен истикболли шахар. «Фалсафа ва ҳукук». Ташкент, 2006. С. 253–255.
13. Shukurov N., Kodirov O., Peitzsch M., Kersten M., Pen-Mouratov S., Steinberger Y. Coupling geochemical, mineralogical and microbiological approaches to assess the health of contaminated soil around the Almalyk mining and smelter complex, Uzbekistan // Science of the Total Environment. 2014. P. 447–459.
14. Белоус И.Н., Прудников П.В. Мониторинг радиационной обстановки и плодородия почв пашни Новозыбковской опытной станции. // Вестник Брянской ГСХА. 2019. № 1. С. 3–8.
15. Жаббаров З.А., Атоева Г.Р. Изменение агрохимических свойств почв, загрязненных бытовыми отходами // Научное образование. Биологические науки. 2020. № 4. С. 22–27.