

УДК 64.01 : 628.04 : 504.064.47

КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЧВ И СВАЛОЧНОГО ГРУНТА ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

© 2022 Е.И. Каненкин, Л.А. Бегунова, О.В. Уланова

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

Статья поступила в редакцию 05.09.2022

Наиболее крупным полигоном ТКО в Иркутской области, является полигон ТКО г. Иркутска. В 2014 году в пробах свалочного грунта на территории полигона было установлено высокое содержание тяжелых металлов. В рамках исследования, было предложено в 2019 году провести мониторинг за пределами полигона и выявить ареал распространения загрязнений. В данной статье показан сравнительный анализ степени загрязнения тяжелыми металлами свалочного грунта полигона и почв в районе санитарно-защитной зоны. Установлено, что исследуемый свалочный грунт относится к чрезвычайно опасным грунтам с превышением ПДК по тяжелым металлам до 68 раз. Исследуемые образцы почв также содержат тяжёлые металлы в высоких концентрациях. Производственный контроль полигона ТКО должен предусматривать постоянное наблюдение за состоянием почвы, воды и воздуха в зоне возможного влияния полигона, для принятия своевременных средозащитных мер и предотвращению дальнейшего негативного воздействия полигона на экосистему.

Ключевые слова: экологический мониторинг, пробоотбор, полигоны твердых коммунальных отходов, тяжелые металлы, свалочный грунт.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-44-50

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем охраны окружающей среды в Байкальском регионе в настоящее время является вопрос по обращению с отходами. В регионе на данный момент не налажена система по утилизации, переработке и селективному накоплению твердых коммунальных отходов (ТКО), соответствующая требованиям экологического законодательства. Отсутствие системы раздельного сбора мусора в Иркутской области является причиной опасного загрязнения всех компонентов окружающей среды. Это приводит к значительному экологическому и экономическому ущербу, что является реальной угрозой для уникальной экосистемы озера Байкал. В то же время отсутствует соответствующая система мониторинга, поэтому параметры техногенной нагрузки и воздействие на окружающую среду, вызванное работой полигонов для твердых коммунальных отходов, нуждаются в специальных исследованиях.

По данным управления Росприроднадзора по Иркутской области, за последний год на полигоны ТКО было сдано около 56 млн т отходов. Согласно статистическим данным, по объему произведенных ТКО Иркутская область за-

нимает девятое место в Российской Федерации и третье место в Сибирском федеральном округе (после Кемеровской области и Красноярского края), производя 2,5% от общего объема производства. Однако по переработке и утилизации мусора область занимает одно из последних мест. В настоящее время срок службы полигона отработан на 90%, поэтому необходимо срочно построить новый полигон или внедрить систему раздельного сбора мусора, чтобы уменьшить количество отходов, подлежащих удалению, и начать частичную переработку [4, 5].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовательской работе проводилась оценка степени загрязнения тяжелыми металлами свалочного грунта полигона ТКО и почв в районе санитарно-защитной зоны. В целях выявления влияния полигона на компоненты окружающей среды определялись общехимические показатели качества природных вод, содержание тяжелых металлов, микробиологические и паразитологические показатели.

Исследования свалочного грунта и проб почвы проводились при помощи атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией и индуктивно связанной плазмой. Также исследования проводились с использованием потенциометрического и фотометрического методов.

При помощи метода квартования был осуществлен отбор проб свалочного грунта и проб почв, проведено исследование гранулометриче-

Каненкин Евгений Игоревич, аспирант.

E-mail: KanenkinEvgeniu@mail.ru

Бегунова Лариса Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры химии и биотехнологии имени В.В. Тугуриной. E-mail: lbegunova@mail.ru

Уланова Ольга Владимировна, кандидат технических наук. E-mail: Olga.ulanova@gmx.de

ского и морфологического состава проб свалочного грунта [3].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является оценка негативного воздействия на окружающую среду полигона ТКО в Иркутске.

Действующий с 1963 года Маратовский полигон ТКО г. Иркутска имеет площадь 42 гектара и расположен на 5-м километре Александровского тракта.

Для изучения воздействия тяжелых металлов на окружающую среду на территории полигона были взяты пробы свалочного грунта с глубины 1 м; 3-5 м; 10 м; 20 м (Рис 1). Также

пробы были отобраны на границе полигона и на расстоянии 500 м в районе санитарно-защитной зоны. Выбор точек производился с учетом геохимической миграции элементов, на автономной позиции, на пологих склонах водораздела, на высокой пойме и на низкой пойме в супераквальных ландшафтах. В результате анализа этих проб можно будет выявить геохимические барьеры и распространение загрязнителей в почве. Свалочный грунт отбирался в сентябре 2014 года. Почвы отбирали в сентябре 2019 года с четырех сторон полигона, учитывая ландшафт, преобладающие ветра, и условия обводненности. Также фиксировались координаты точек отбора проб, и производилась фото и видео съемка (Рис.2) [6].



Рис. 1. Точки отбора проб свалочного грунта (точки 1-5) на полигоне ТКО г. Иркутска 2014 г.



Рис. 2. Точки отбора проб почвы (точки 1-8) на полигоне ТКО г. Иркутска 2019 г.

По исследованиям физико-химических свойств и определения степени загрязнённости свалочного грунта за 2014 г., было показано превышение по содержанию свинца, мышьяка, кобальта, никеля, меди в сотни и даже тысячи раз.

Поэтому было решено продолжить исследование прилегающей к полигону территории и определить те показатели, которые имели превышения нормативных значений в 2014 году (Таблица 1).

Для изучения физико-химических свойств свалочного грунта и определения степени его загрязнённости на полигоне ТКО г. Иркутска в экологической лаборатории кафедры обогащения полезных ископаемых и инженерной экологии Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ) были проведены исследования свалочного грунта.

Для этого были отобраны по три пробы в пяти точках по глубине залегания свалочно-

го грунта. Пробоотбор осуществлялся согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017 [5].

В таблице 2 представлены результаты гранулометрического анализа. Фракции с размером частиц менее 2 мм принималась за свалочный грунт, фракция с частицами более 10 мм разбиралась вручную на компоненты для определения морфологического состава отходов.

В таблице 3 показаны результаты исследования морфологического состава отобранных проб. Как видно из этой таблицы, основными компонентами свалочного грунта являются инертные материалы (стекло, пластик, камни, металл, резина), смесь почвы и биоразлагаемых компонентов. Во всех точках наблюдается большое количество стекла; в точках № 3, 4, 5 наблюдается его уменьшение с 5,86 до 22,02% по глубине залегания свалочного грунта. Содержание пластика колеблется от 0,33 до 2,47%. Максимальное содержание камней найдено в нижних слоях отходов

Таблица 1. Превышение ПДК тяжелых металлов в свалочном грунте, 2014 г.

| Класс опасности | Металл | № точки | Превышение ПДК, раз |
|-----------------|---------|---------|---------------------|
| I | Свинец | 3 | 51,3 |
| | | 5 | 1863,0 |
| | Цинк | 3 | 61,3 |
| | | 5 | 546,3 |
| | Мышьяк | 3 | 192,5 |
| | | 5 | 25,0 |
| II | Медь | 1 | 66,6 |
| | | 5 | 25,3 |
| | Кобальт | 3 | 2,2 |
| | | 5 | 5,0 |
| | Никель | 3 | 20,0 |
| | | 5 | 49,0 |

Таблица 2. Гранулометрический состав свалочного грунта

| № точки | Глубина | Полный остаток на сите % (по массе), при размере отверстий, мм | | | | | | | |
|---------|---------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | | <0,4 | 0,4 | 1,2 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 10,0 |
| 1 | 10,5 | 4,4 | 31,7 | 0,5 | 10,7 | 10,3 | 7,2 | 7,7 | 27,5 |
| | 13,7 | 4,0 | 18,8 | 0,4 | 9,0 | 8,7 | 9,7 | 7,7 | 38,1 |
| | 15,3 | 0,4 | 10,8 | 2,6 | 16,1 | 12,8 | 9,2 | 10,0 | 39,0 |
| 2 | 10,2 | 0,5 | 10,0 | 2,8 | 14,7 | 11,9 | 11,3 | 9,8 | 39,0 |
| | 17,0 | 5,1 | 20,7 | 0,6 | 17,3 | 16,8 | 10,1 | 10,4 | 18,9 |
| | 20,2 | 0,1 | 6,1 | 3,0 | 14,4 | 11,5 | 13,2 | 11,5 | 40,3 |
| 3 | 10,2 | 1,4 | 12,7 | 0,2 | 9,7 | 9,9 | 11,2 | 8,9 | 46,0 |
| | 13,1 | 1,4 | 12,9 | 0,3 | 9,5 | 11,9 | 10,7 | 10,5 | 42,8 |
| | 15,1 | 0,7 | 15,4 | 1,3 | 15,2 | 10,8 | 12,4 | 9,9 | 34,3 |
| 4 | 10,2 | 1,8 | 21,6 | 0,3 | 15,9 | 12,3 | 9,4 | 8,2 | 30,6 |
| | 14,9 | 4,2 | 20,4 | 0,3 | 11,7 | 11,4 | 9,6 | 7,2 | 35,2 |
| | 17,4 | 0,6 | 10,4 | 18,0 | 15,5 | 12,5 | 6,9 | 6,3 | 29,8 |
| 5 | 10,2 | 0,3 | 11,1 | 0,1 | 14,3 | 7,3 | 7,0 | 5,4 | 54,4 |
| | 14,0 | 0,2 | 10,1 | 3,9 | 21,0 | 11,3 | 7,5 | 7,3 | 38,7 |
| | 17,0 | 0,1 | 4,2 | 1,7 | 12,7 | 7,5 | 18,5 | 10,9 | 44,4 |

в точках № 1 и 2, что обусловлено размещением в местах отбора проб строительных отходов; в среднем же оно составляет 3,01-6,07%. Незначительное количество резины (0,26%) наблюдается на поверхности в точке № 3 [6].

Содержание металлов в большинстве отобранных проб не превышает 1%; максимальное его значение составило 4,97% в точке № 1 на глубине 13,7 м. Содержание биоразлагаемых компонентов (бумаги, текстиля, дерева и др.) наблюдается во всех образцах свалочного грунта. Пробы из скважин не содержат других органических отходов, так как они полностью разложились и стали компонентом свалочного грунта. Текстиля в отходах очень мало; исключение составила точка № 5 на глубине 17 м, в которой его зафиксировано 6,36%. Содержание древесины колеблется 0,20 до 5,78%.

Почва (отсев) представляет собой смесь конечных продуктов разложения органических компонентов отходов, мелких частичек древесины, стекла, стройматериалов, природной почвы. Среднее содержание почвы в пробах свалочного грунта колеблется от 68,13% в точке № 5 до 81,11% в точке № 4 [6].

Свалочный грунт был исследован на содержание тяжелых металлов с определением его основных физико-химических и физико-механических свойств (влажности, pH, пористости, плотности, зольности).

Содержание влаги в точках колеблется от 10 до 36%. Максимальным (36%) оно является в точке № 5 на глубине 17 м. В точках № 1, 3, 4 наблюдается уменьшение влажности по глубине залегания свалочного грунта с 32,96 до 14,78 %.

Низкое водонасыщение нижних слоев свидетельствует о глубоком залегании в теле полигона грунтовых вод и снижении проницаемости техногенных отложений.

Оптимальная величина pH для образования метана в ходе разложения отходов находится в пределах 7,0-8,3. При реакции среды образование этого газа может быть подавлено. Результаты исследований свалочного грунта показали pH от 2,91 (кислая среда) до 10,54 (щелочная среда). Максимальная величина (10,54) наблюдалась для пробы свалочного грунта, отобранной с глубины 10,5 м в точке № 1, минимальная (2,91) – с глубины 10,2 м в точке № 4. Если последнюю из указанных проб считать непредставительной для свалочных грунтов, то средние значения pH в точках составит 9,8 – 10,1, что характерно для метаногенной фазы [6].

С глубиной отбора пробы наблюдается снижение пористости свалочных грунтов. Результаты ее определения представлены в таблице 4.

Установлено, что плотность свалочных грунтов растет с увеличением глубины залегания и колеблется от 0,60 до 0,92 г/см³.

Зольность имеет тенденцию к снижению с увеличением глубины залегания грунта. Наибольшее значение (86,1%) она имеет залегания грунта. Наибольшее значение (86,1%) она имеет в приповерхностном слое в точке № 5, наименьшее (47,9%) – в точке № 2.

Исследуемый свалочный грунт по гигиеническим характеристикам согласно СанПиН 4266-87 можно считать чрезвычайно опасным. Согласно ГН 2.1.7.2041-06 в нем наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов: меди

Таблица 3. Морфологический состав свалочного грунта

| № точки | Глубина | Содержание по массе, % | | | | | | | | | | Остальное (песок, пыль) |
|---------|---------|------------------------|---------|--------|----------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------------------------|
| | | стекло | Пластик | Дерево | Текстиль | Бумага | Камни | Металл | кости | Резина | Волосы | |
| 1 | 10,5 | 6,44 | 0,72 | 0,20 | 0,10 | 1,71 | 4,02 | 3,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 83,03 |
| | 13,7 | 14,90 | 0,33 | 4,56 | 0,17 | 3,54 | 5,75 | 4,97 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 65,77 |
| | 15,3 | 6,47 | 0,76 | 1,97 | 0,51 | 2,30 | 6,00 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 81,91 |
| 2 | 10,2 | 14,24 | 1,44 | 1,95 | 0,38 | 5,76 | 1,67 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,45 | 73,98 |
| | 17,0 | 8,05 | 0,72 | 3,06 | 0,00 | 2,12 | 1,45 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 84,54 |
| | 20,2 | 11,86 | 2,16 | 2,09 | 0,11 | 2,35 | 6,64 | 0,66 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 74,14 |
| 3 | 10,2 | 22,02 | 0,56 | 2,06 | 0,22 | 1,62 | 4,15 | 0,99 | 1,06 | 0,26 | 0,00 | 67,05 |
| | 13,1 | 15,12 | 2,46 | 2,13 | 0,37 | 5,73 | 0,78 | 0,48 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 72,93 |
| | 15,1 | 9,85 | 1,67 | 0,73 | 0,02 | 0,86 | 4,09 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 82,43 |
| 4 | 10,2 | 13,78 | 0,00 | 0,69 | 0,00 | 0,24 | 4,94 | 0,84 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 79,51 |
| | 14,9 | 6,45 | 2,47 | 3,67 | 0,10 | 1,10 | 7,57 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 78,64 |
| | 17,4 | 5,86 | 1,11 | 0,84 | 0,04 | 0,97 | 5,71 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 85,1 |
| 5 | 10,2 | 19,66 | 0,49 | 2,41 | 0,00 | 0,67 | 2,41 | 0,00 | 3,14 | 0,00 | 0,00 | 71,23 |
| | 14,0 | 18,64 | 0,46 | 5,78 | 0,00 | 4,66 | 6,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 63,68 |
| | 17,0 | 14,16 | 1,91 | 1,20 | 6,36 | 0,69 | 2,14 | 3,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 69,49 |

Таблица 4. Результаты определения пористости

| № | Глубина | Средняя пористость, % |
|---|-----------|-----------------------|
| 1 | 10,2 | 58,54 |
| 2 | 13,1-14,0 | 62,01 |
| 3 | 15,1-17,0 | 59,22 |
| 4 | 20,0 | 42,00 |

(макс. в 67,6 раза), цинку (макс. в 9,9 раза), свинцу (макс. в 7,1 раза), кадмию (макс. в 2,4 раза). Основной причиной высокого содержания тяжелых металлов является захоронение на полигоне опасных отходов, которые образуются в результате жизнедеятельности человека (ртутных ламп, градусников, батареек, банок из-под краски и т.д.). Атмосферными осадками эти металлы из свалочного тела постоянно вымываются, загрязняя почву, проникают в поверхностные и грунтовые воды [6].

Для комплексной оценки воздействия полигона твёрдых коммунальных отходов на окружающую среду и изучению ареала распространения вредных веществ были проведены исследования территорий, прилегающих к полигону. Точки отбирали с 4 сторон полигона на

границе с полигоном ТКО и на расстоянии 500 метров в санитарно-защитной зоне. Для исследования проб почв использовали потенциометрический анализ и метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Полученные результаты представлены в таблице 5 и 6 [9].

Как видно из представленных данных по меди, никелю и свинцу в пробах, отобранных на границе с полигоном концентрации превышают ПДК в несколько раз. В пробах, отобранных в границах санитарно-защитной зоны также наблюдается превышение ПДК по данным металлам.

Вероятной причиной высокого содержания тяжёлых металлов в почвах на границе с полигоном и санитарно-защитной зоне является захоронение опасных отходов. К фракции опасных отходов относится медицинские отходы и ртуть-

Таблица 5. Содержание металлов в пробах почв, 2019 г.

| N Пробы | Тяжелые металлы | | | | | |
|------------|-----------------|------------|-----------|-------------|------------|----------|
| | Ni | Cu | Pb | Cd | Mn | Fe |
| 1 | 9,22±2,77 | 9,48±2,84 | 8,05±2,42 | 0,071±0,021 | 18,76±5,63 | 1610±241 |
| 2 | 19,88±5,96 | 6,99±2,1 | 6,53±1,96 | 0,03±0,009 | 19,19±5,76 | 391±58 |
| 3 | 22,32±6,7 | 14,43±4,33 | 6,79±2,04 | 0,096±0,029 | 19,25±5,78 | 1060±159 |
| 4 | 13,06±3,92 | 7,64±2,29 | 6,47±1,94 | 0,047±0,014 | 19,26±5,78 | 579±86 |
| 5 | 11,97±3,59 | 10,22±3,07 | 7,57±2,27 | 0,145±0,043 | 19,59±5,88 | 115±17 |
| 6 | 34,28±10,28 | 10,78±3,23 | 2,44±0,73 | 0,027±0,008 | 19,31±5,79 | 282±42 |
| 7 | 29,15±8,75 | 5,18±1,55 | 8,21±2,46 | 0,053±0,016 | 19,23±5,77 | 420±63 |
| 8 | 24,40±7,32 | 9,4±2,82 | 6,34±1,9 | 0,092±0,028 | 19,53±5,86 | 141±21 |
| ПДК | 4 | 3 | 6 | - | 1500 | - |

Таблица 6. Результаты испытаний проб почв

| N Пробы | pH водной вытяжки , ед. pH | Азот общий, % | Азот аммония обменного, млн ⁻¹ | Азот нитратов млн ⁻¹ | Азот нитритов, мг/кг | Фосфат-ионы, мг/кг |
|------------|-------------------------------------|------------------|--|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 8,5±0,1 | 0,11±0,02 | 7,2±1,1 | 0,95±0,3 | 0,3±0,12 | 45±11 |
| 2 | 6,5±0,1 | 0,29±0,04 | 10±1 | 0,61±0,19 | 0,47±0,19 | 46±12 |
| 3 | 8,8±0,1 | 0,067±0,016 | 2,4±0,4 | 1,0±0,3 | 0,32±0,13 | 36±9 |
| 4 | 4,8±0,1 | 0,83±0,1 | 17±2 | 2,7±0,9 | 0,17±0,07 | 375±56 |
| 5 | 5,8±0,1 | 0,53±0,07 | 39±3 | 4,0±1,3 | 0,17±0,07 | >500(1034) |
| 6 | 6,8±0,1 | 0,028±0,012 | 1,3±0,2 | 1,0±0,3 | 0,16±0,06 | 34±9 |
| 7 | 5,8±0,1 | 0,043±0,013 | 6,3±0,9 | 0,30±0,1 | 0,16±0,06 | 43±11 |
| 8 | 5,8±0,1 | 0,051±0,07 | 31±2 | 2,6±0,8 | 0,22±0,09 | 421±63 |
| НД | ГОСТ 26423-85 | ГОСТ 26107-84 | ГОСТ 26489-85 | ПНД Ф 16.1:2:2:3:67-10 | ПНД Ф 16.1:2:2:3:51-10 | ПНД Ф 16.1:2:2:2:3:52-08 |

содержащие отходы (термометры и ртутные лампы, различные отработанные элементы питания, аккумуляторы и батарейки. Наибольшую угрозу представляет фильтрат, который образуется при попадании на полигон атмосферных осадков. Проникая в тело полигона, осадки вымывают металлы и заражают почву вокруг полигона, а также есть вероятность попадания в основные водоносные горизонты, которые являются источником питьевой воды деревень Глазуново и Карлук. Также на содержание тяжёлых металлов в почках оказывает влияние проходящая рядом оживлённая автомобильная дорога.

На основании проведённых исследований проб свалочного грунта и почв, с прилегающих территорий к полигону, можно предположить, что воздействие данного полигона ТКО на природную среду будет проявляться в следующем:

- развитие геохимических процессов воздушной и водной миграции вредных элементов и веществ;
- изменение природных ландшафтов;
- активизация физико-геологических процессов (выщелачивание и выветривание);
- нарушение поверхностного и подземного стока;
- загрязнение токсичными элементами большого ареала в границах СЗЗ;
- изменение свойств грунтов и почв, что способствует угнетению растительности.

ВЫВОДЫ

В данной работе проведен анализ на основе проведенных исследований проб свалочного грунта, отобранного на территории полигона, и почв, отобранных на границе полигона и в границах санитарно-защитной зоны. Определены физико-химические показатели потенциометрическими методами анализа и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Установлено, что исследуемый свалочный грунт можно считать чрезвычайно опасным, так как в нем наблюдается превышение ПДК тяжелых металлов от 2,4 до 67, 6 раз. Исследуемые образцы почв также содержат тяжёлые металлы в высоких концентрациях. Загрязнению почв способствует водная миграция химических веществ, в том числе тяжёлых металлов, образующихся в теле полигона при захоронении отходов и расположение полигона вблизи оживлённой автомобильной трассы.

Комплексная оценка, в данной работе, помогает сделать главный вывод, что полигон ТКО подлежит незамедлительной биологической и технической рекультивации. Исследуемый объект используется с 1963 года и в действительности выработал свои ресурсы и свой срок эксплуатации. Необходима разработка эффективной стратегии развития управления отходами, со-

вместно с оператором по обращению с ТКО, для снижения техногенной нагрузки Байкальского региона. Также должен осуществляться непрерывный мониторинг за состоянием воздуха, почвы и воды в зоне влияния полигона ТКО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аринушкина Е.В.* Методы химического анализа почв. – М.: Изд-во МГУ. – 1980. – 263 с.
2. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
3. Официальный сайт регионального оператора РТ-НАО Иркутск – URL: <https://rtneo-irk.ru/> (дата обращения 15.04. 2022).
4. Интернет-версия газеты «Иркутские новости». – URL: <http://www.irk.ru/news/articles/20181203/garbage/> (дата обращения 11.01. 2022).
5. Информационная сводка по мониторингу подземных вод . Сибирский региональный центр ГМСН филиал ФГБУ «Гидроспецгеология» – URL: <https://sfo.geomonitoring.ru/monitoring/pv/pollution/> (дата обращения 01.06. 2022)
6. *Карлушина Н.В., Тулохонова А.В., Уланова О.В.* Комплексная оценка воздействия полигона твердых бытовых отходов г. Иркутска на компоненты окружающей среды // Инженерная экология. 2014. № 2. С. 54–62.
7. *Kopteva N, Ulanova O and Graeber P. W.* - 2013. Entwicklung von Deponiegasprognose fuer Siedlungsdeponien der Baikalregion (Russland). Proc. Int. Symp. Oekologische, technologische und rechtliche Aspekte der Lebensversorgung (Hannover), pp 62–64.
8. Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области 2020. – URL: <https://irkobl.ru/sites/ecology> (дата обращения 18.02. 2022)
9. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
10. *Semenov M.Y., Semenov Y.M, Silaev A.V., Begunova L.A.* Assessing the Self-Purification Capacity of Surface Waters in Lake Baikal Watershed Water 2019, Volume 11, Issue 7, 1505.
11. *Semenov M.Y., Silaev A.V., Semenov Y.M, Begunova L.A.* Using Si, Al and Fe as Tracers for Source Apportionment of Air Pollutants in Lake Baikal Snowpack // Published: 22 April 2020 by MDPI in Sustainability, Volume 12; doi:10.3390/su12083392
12. *Titova A. G.* 2019. Environmental assessment of a SMW landfill using interdisciplinary approach. Regional Environmental Issues 2, 53–58. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12053
13. *Trifonova T.A. at all.* Problems of utilization of the solid household waste in landfills // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. Vol.15. № 3(2). P. 685–687.
14. *Ulanova O and Karluschina N,* Integrated assessment of the environmental impact of landfill in Irkutsk 13th Int. Cong. on Waste Management, Waste Technology, Landfill Technology and Site Remediation DepoTech-2014 (Leoben) pp 713–716.
15. Издательская группа «Восточно-Сибирская правда» – URL: <https://www.vsp.ru/2017/05/05/podhodyk-othodam/> (дата обращения 03.03. 2022)
16. *Zilenina V.G., Ulanova O.V. and Begunova L.A.* 2017 Problem of heavy metal pollution of environmental

- media IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87(2017)042028. DOI: 10.1088/1755-1315/87/4/042028
17. Zilenina V.G., Ulanova O.V. and Dornak K. 2016 PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development, 3, 20–38.
18. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 23.03. 2022).

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF SOILS AND LAND GROUND OF THE PUBLIC SOLID WASTE LANDFILL

© 2022 E.I. Kanenkin, L.A. Begunova, O.V. Ulanova

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

Abstract. The largest SMW landfill in the Irkutsk region is that in the Irkutsk city. In 2014, high heavy metal contents were registered in landfill soil samples taken at the landfill site, and it was proposed to perform monitoring outside the landfill in 2019 and determine the pollution distribution area. In this article, the comparative analysis of the degree of heavy metal pollution of the landfill soil and soil from sanitary protection zone is presented. It was established that the studied landfill soil refers to extremely hazardous soils with heavy metal contents that are up to 68 times higher than TLV. Soil samples from the landfill-affected area also contain heavy metals in high concentrations. The manufacturing supervision of the SMW landfill should include the continuous observation of the soil, water, and air condition in the zone of possible impact of the landfill for taking timely environmental protection measures and preventing further negative impact of the landfill on the ecosystem.

Keywords: environmental monitoring, sampling, municipal solid waste landfills, heavy metals, landfill soil.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-5-44-50

REFERENCES

1. Arinushkina E.V. Metody khimicheskogo analiza pochv (Methods of chemical analysis of soils) - Moscow: Moscow State University. – 1980 – 263 p.
2. GOST 17.4.4.02-2017 2017 Methods of sample collection and preparation for chemical, bacteriological, and helminthological analyses.
3. Official site of the regional waste management operator RT-NEO Irkutsk Retrieved from – URL: <https://rtneo-irk.ru/> C.
4. Online version of the “Irkutskie novosti” newspaper Retrieved from: - URL: <http://www.irk.ru/news/articles/20181203/garbage/> (date of the application 01.06. 2022).
5. Information report on underground water monitoring. Siberian regional center for state subsoil monitoring, branch of Gidrospetsgeologiya - URL: <https://sfo.geomonitoring.ru/monitoring/pv/pollution/>.
6. Karlushina N.V., Tulokhonova A.V. and Ulanova O.V. 2014, Inzhenernaya geologiya, 2, 54–62.
7. Kopteva N., Ulanova O. and Graeber P.W. 2013 Entwicklung von Deponiegasprognose fuer Siedlungsdeponien der Baikalregion (Russland). Proc. Int. Symp. Oekologische, technologische und rechtliche Aspekte der Lebensversorgung (Hannover), pp 62–64
8. Report of the Ministry of Natural Resources of the Irkutsk region for 2020 - URL: <https://irkobl.ru/sites/ecology> (date of the application 18.02.2022).
9. Sanitary rules and norms of SanPiN 1.2.3685 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans.
10. Semenov M.Y., Semenov Y.M, Silaev A.V., Begunova L.A. Assessing the Self-Purification Capacity of Surface Waters in Lake Baikal Watershed Water 2019, Volume 11, Issue 7, 1505.
11. Semenov M.Y., Silaev A.V., Semenov Y.M, Begunova L.A. Using Si, Al and Fe as Tracers for Source Apportionment of Air Pollutants in Lake Baikal Snowpack // Published: 22 April 2020 by MDPI in Sustainability, Volume 12; DOI:10.3390/su12083392.
12. Titova A.G. 2019 Environmental assessment of a SMW landfill using interdisciplinary approach. Regional Environmental Issues, 2, 53–58. DOI: 10.24411/1728-323X-2019-12053.
13. Trifonova T.A. at all. Problems of utilization of the solid household waste in landfills // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. Vol.15. № 3(2). P. 685–687.
14. Ulanova O and Karluschina N 2014 Integrated assessment of the environmental impact of landfill in Irkutsk 13th Int. Cong. on Waste Management, Waste Technology, Landfill Technology and Site Remediation DepoTech-2014 (Leoben) pp 713–716
15. Vostochno-Sibirskaya pravda - URL: <https://www.vsp.ru/2017/05/05/podhody-k-othodam/> (date of the application 03.03. 2022).
16. Zilenina V.G., Ulanova O.V. and Begunova L.A. 2017 Problem of heavy metal pollution of environmental media IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 87(2017)042028. DOI: 10.1088/1755-1315/87/4/042028.
17. Zilenina V.G., Ulanova O.V. and Dornak K. 2016 PNRPU Bulletin. Applied ecology. Urban development 3 20–38
18. SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans» - URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (date of the application 23.03. 2022)

Evgeniy Kanenkin, Postgraduate Student.

E-mail: KanenkinEvgeniu@mail.ru

Larisa Begunova, Candidate of Technical Science,

Associate Professor of the Department of the Chemistry and Biotechnology Named after V.V. Tuturina.

E-mail: lbegunova@mail.ru

Olga Ulanova, Candidate of Technical Science.

E-mail: Olga.ulanova@gmx.de