

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

Институт Наук о Земле

Кафедра геохимии

Джораева Алина

**Минералого-геохимические особенности почво-грунтов
мусороперерабатывающего завода МПБО – 2 (Янино-1)**

Выпускная бакалаврская работа
по направлению 050301 «Геология»

Научный руководитель:
д.г.-м.н., проф. Е.Г. Панова

Заведующий кафедрой:
д.г.-м.н., проф. М.В. Чарыкова

Санкт Петербург

2020

ВВЕДЕНИЕ	3
1 КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА	5
1.1 ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ	5
1.2 ГЕОЛОГИЯ РАЙОНА.....	5
2 УСТРОЙСТВО МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА МПБО-2 ЯНИНО.....	7
2.1 СХЕМА ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА МПБО-2.....	7
2.2 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ.....	9
2.3 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ТБО	13
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЧВО-ГРУНТОВ МПБО-2	18
3.1 МЕТОДИКА ОТБОРА ПРОБ И ПРОБОПОДГОТОВКА	18
3.2 СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПГ	19
4 МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЧВО-ГРУНТОВ МПБО-2.....	27
4.1 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	28
4.2 КОМПОНЕНТЫ ПОЧВО-ГРУНТОВ.....	30
4.3 СКАНИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ	32
5 ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВО-ГРУНТОВ МПБО-2.....	35
5.1 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ	35
5.2 РТУТЬ В ПОЧВО-ГРУНТАХ ЗАВОДА МПБО-2.....	39
5.3 ОРГАНИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПГ	41
5.4 МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВО-ГРУНТАХ МПБО-2.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	56

ВВЕДЕНИЕ

Проблема переработки, обезвреживания и складирования твердых коммунальных отходов является актуальной для любого государства. При складировании продуктов переработки на открытом воздухе в результате процессов выветривания под действием механического, химического и биологического разложения химические элементы и соединения могут мигрировать на окружающие территории, создавая почвенные и гидрохимические аномалии.

На сегодняшний день основная технология обезвреживания органической части отходов на заводе МПБО-2 – это технология аэробного биотермического компостирования [18]. Процесс работы завода проходит в три этапа: приём, предварительная подготовка, биотермическое аэробное компостирование; окончательная обработка и складирование компоста. Поскольку в компост перерабатывается менее половины сухой массы поступающих на завод твердых бытовых отходов, этот метод может использоваться только в сочетании с другими методами обезвреживания отходов (компостирование, термохимическая обработка, захоронение), а также налаженной городской схемой раздельного сбора. Некомпостируемая фракция (пластмасса, резина, камни и др.) составляющая основную часть балласта, либо вывозится на полигоны временного накопления [18], либо складировается на территории завода [1]. Балласт в естественных условиях со временем становится более плотным, в нём проявляются признаки почвообразования. Компоненты, входящие в состав балласта, вступают во взаимодействие между собой и окружающей средой. Данные антропогенные образования, именуемые в данной работе почво-грунтами, обладают весьма интересным составом с точки зрения геохимии. Однако, с точки зрения экологии и рационального природопользования являются ли такие объекты безопасными и не несут ли урон окружающей природе, вопрос остаётся открытым, требующим досконального исследования. В связи с чем, проводимая мною работа является актуальной и востребованной в современных экологических реалиях.

Целью данной работы является выявление минерального и химического состава почво-грунтов в пределах территорий завода МПБО-2 Янино-1.

Задачи исследования:

1. Изучить структуру почво-грунтов завода МПБО-2
2. Проанализировать минеральный состав почво-грунтов
3. Изучить геохимические особенности ПГ
4. Проанализировать закономерности поведения химических элементов и соединений в почво-грунтах

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы:

- полевая документация;
- макро – и микроскопический анализ;
- гранулометрический анализ;
- рентгеноспектральные флуоресцентные методы анализа;
- анализ содержания ртути с помощью анализатора ртути и пиролизной установки;
- анализ методами сканирующей электронной микроскопии;
- определение органической составляющей методом определения зольности $C_{орг}$;

Материал для данного исследования был отобран автором в конце октября 2019 года на территории мусороперерабатывающего завода в Янино-1 в 14 точках, находящихся на разном расстоянии от МПБО-2 до 700 м.

Автор выражает искреннюю благодарность за неоценимую помощь в проведении исследований своему научному руководителю Пановой Е.Г., а также, сотрудникам Ресурсных центров СПбГУ: «Микроскопии и микроанализа», «Методы анализа состава вещества», «Рентгено-дифракционные исследования», «Геомодель».

1 КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ЛАНДШАФТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

1.1 Географическое положение

СПб ГУП «ЗАВОД МПБО-2» (Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие «Завод по механизированной переработке бытовых отходов») располагается на северо-востоке города Санкт-Петербург (рис.1.1). Территория города расположена в пределах Приневской низменности, и прилегает к устью реки Невы, имеющей множество древних морских террас. Территория завода расположена в 15-17 км от исторического центра города, и 10 км от ближайшей точки правого берега р. Невы. Головное предприятие и основная производственная площадка СПб ГУП «Завод МПБО-2» располагается по адресу: Область Ленинградская, район Всеволожский, г.п. Янино-1, проезд Промышленный, Производственная зона Янино, здание 9.



А



Б

Рисунок 1.1 А) Аэроснимок территории завода Б) Схематическая карта объектов завода

1.2 Геология района

Территория г. Санкт-Петербург расположена в зоне сочленения Балтийского щита, сложенного породами кристаллического фундамента и Русской платформы, образованной древними осадочными породами. Кристаллический фундамент сложен комплексом гранитных пород. Фундамент характеризуется сложным блоковым строением и залегает на глубине от 140 м на западной окраине Курортной зоны до 300 м у южных границ города.

Разрез осадочного чехла в основании представлен отложениями вендского комплекса (редкинский и котлинский горизонты), моноклинально залегающими на кристаллическом фундаменте. На размытой поверхности отложений вендского комплекса залегают песчаники и алевролиты ломоносовской свиты лонтоваского горизонта нижнего кембрия. Их мощность не превышает 10-12м [19]. На дочетвертичную поверхность свита выходит узкой полосой

шириной 1-2км в южных районах города. Перекрываются песчаники ломоносовской свиты мощной (115-120м) толщей голубовато-серых глин сиверской свиты лонтоваского горизонта. Отложения сиверской свиты выходят на дочетвертичную поверхность широкой полосой 12-18 вдоль южного побережья Финского Залива. Выше по разрезу залегают локально развитые пески и песчаники среднего и верхнего отделов кембрия [19].

Только на юге Красносельского и Пушкинского районов в разрезе осадочного чехла появляются карбонатные отложения ордовикского комплекса мощностью до 40 м, содержащие прослой ураноносных диктионемовых сланцев. Самыми молодыми дочетвертичными образованиями, выходящими на дочетвертичную поверхность на крайнем юге города и имеющими весьма ограниченное распространение, являются породы наровского горизонта среднего девона, представленные мергелями и доломитами с прослоями глин [19].

Четвертичные отложения различного генезиса практически полностью перекрывают с поверхности территорию города. На большей части их мощность не превышает 20-30 м. Четвертичные отложения отличаются частой литологической изменчивостью, как в плане, так и в разрезе. Наиболее полно разрез четвертичных отложений представлен в древних погребенных долинах, где их мощность возрастает до 100-130 м. Здесь в составе четвертичных отложений выделяются 2-3 моренных песчано-глинистых горизонта и, разделяющие их, песчаные межморенные слои [19].

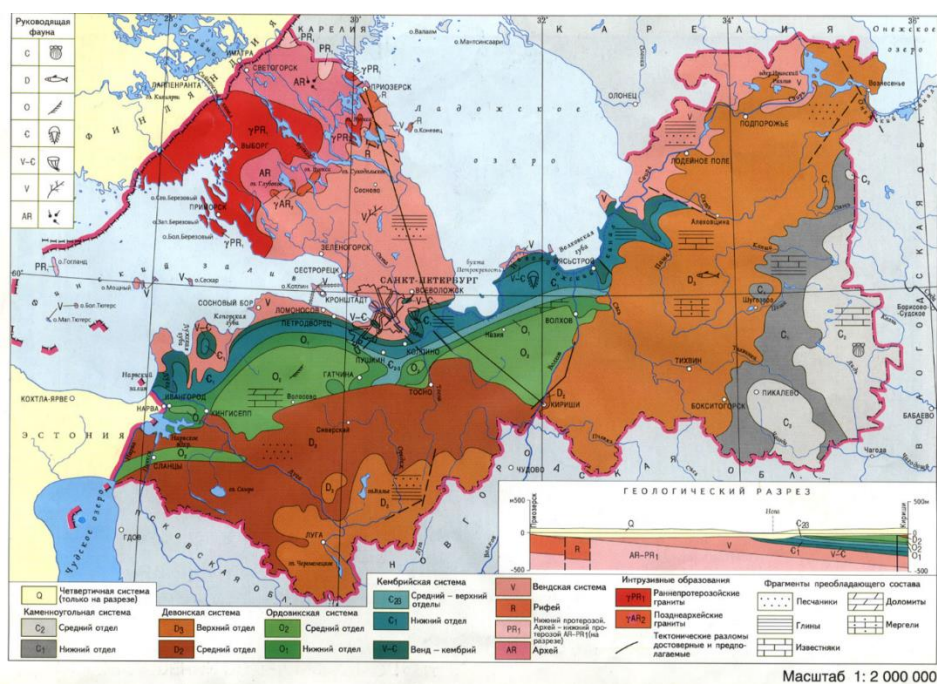


Рис. 1.2 Геологическая карта Ленинградской области (Учебный географический атлас Ленинградской области и Санкт-Петербурга, 1997г.)

2 УСТРОЙСТВО МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА МПБО-2 ЯНИНО

2.1 Схема переработки твёрдых бытовых отходов на МПБО-2

Мусороперерабатывающий завод МПБО – 2 (далее МПЗ) на данный момент является региональным предприятием по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО) Санкт-Петербурга и прилегающих территорий, обладая лицензией на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов IV-V классов опасности (78)-6029-СТОБ/П от 23.01.2019 [18]. Завод ежедневно перерабатывает до 500-600 тонн мусора, то есть около 13% всех отходов Санкт – Петербурга. Доля вторичного сырья, сортируемого на заводе, составляет всего 5 % от общей массы. По данным приводимым на сайте завода, технологический процесс переработки отходов (далее – обезвреживание) состоит из нескольких этапов и включает в себя:

- прием отходов в целях их дальнейших обработки, утилизации, обезвреживания, размещения;
- обработка отходов, т.е. предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку;
- утилизация, т.е. использование отходов для производства товаров (продукции).

Отходы производства и потребления – остатки сырья, материалов, веществ, изделий предметов, образовавшихся в процессе производства продукции или утратившие свои первоначальные качества. К этой категории относят не только твёрдые бытовые отходы (равнозначно ТКО), но и отходы торговых предприятий, а также школ, больниц, офисов, муниципальных учреждений (также называются – муниципальные отходы) [1]. Твердые коммунальные отходы, по классификации Федерального каталога отходов, относятся к IV классу опасности. В них по оценке содержится не более 6% по массе фракций, относимых к более высоким классам опасности.

Мусор пребывающий на завод, уже спрессованный, взвешивается, проходит проверку на радиоактивность, а потом загружается на конвейерную ленту, где предварительно вручную производится частичный отбор вторичного сырья. Каждый работник отбирает какой-то один вид отходов: пластмассу, стекло, алюминий и т.д. [1]. Отобранные объекты сбрасываются в специальные контейнеры под транспортерной лентой (рис. 2.1). Однако, совсем мелкий или загрязнённый мусор не подлежит сортировке и сразу отправляется на захоронение. После того, как вторсырье было частично отобрано, оставшаяся часть отправляется на термокомпостирование, где одновременно происходит измельчение до фракции 2 см. Технология биокомпостирования [1] (обеспечение естественных процессов гниения), применяемая на заводе является основным методом обезвреживания органической части отходов (рис. 2.2).



Рисунок 2.1 Конвейерная лента, где вручную работниками завода отсортировывается полезная для переработки фракция.



Рисунок 2.2 Процесс компостирования органических отходов [7].

За счёт такой переработки происходит уменьшение массы отходов и обеззараживание от патогенной микрофлоры. Для этого на заводе установлены четыре установки (рис. 2.3) (биобарабаны), основная часть которых постоянно вращается и вмещает в себя 200 тонн отходов. Биотермическое разложение органического вещества происходит при помощи жизнедеятельности сапрофитных аэробных микроорганизмов, способных выделять при

биохимических реакциях обмена веществ определённое количество теплоты. При постоянной подаче воздуха, который подогревается в зимнее время, в биобарабанах происходит активизация биологических процессов, за счет чего происходит повышение температуры до 50°C, которое способствует гибели болезнетворных бактерий.



Рисунок 2.3 Вращательные установки для компостирования отходов МПБО-2 [4].

Мусор проводит в барабане около двух суток, потом ещё раз сортируется и отправляется на дозревание на площадку под открытым воздухом. Такой «компост» с МПЗ частично складывается на заводах, частично используется в качестве укрывного материала при рекультивации, а также складывается на полигонах твердых бытовых отходов.

2.2 История развития мусороперерабатывающей отрасли в Санкт-Петербурге

Одним из первых в 1970 г., как в Санкт-Петербурге, так и во всей России был введён в эксплуатацию Опытный Завод МПБО (ОЗ МПБО). В 1974 г. в его состав были включены ПТО-1(Ломоносовский район), ПТО-2 (Всеволожский район), ПТО-3 (Выборгский район). Собранные отходы из Санкт-Петербурга и прилежащих территорий направлялись непосредственно на полигоны твердых бытовых отходов (ПТО) и частично перерабатывались на ОЗ МПБО. Потребности по переработке отходов увеличивались вместе с развитием города и ростом населения. Поэтому в 1987 году решением Ленинградского городского совета от 04.05.1987 г. № 347 в системе Территориального производственного специализированного транспортного объединения «Спецтранс» создана дирекция для осуществления функций заказчика по строительству мусороперерабатывающего завода № 2 в поселке Янино. Завод МПБО-2 в Янино-1 был построен в декабре 1994 года. К 1995 году выведен на проектную мощность 600 тыс. м³/год. В 2004 году была начата реконструкция МПБО-2. Согласно аналитическому обзору экологической обстановки по Санкт-Петербургу на 2004 год основными недостатками обезвреживания отходов на заводах МПБО, являлась загрязнённость тяжелыми металлами и примесями компонентов, не поддающихся биологическому разложению (стекло, пластмассы, камни, текстиль).

Сегодня Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие: «Завод по механизированной переработке бытовых отходов» имеет 2 производственные площадки:

Головное предприятие и основная производственная площадка СПб ГУП «Завод МПБО-2» располагается в Ленинградской области, в городском посёлке. Янино-1, проезд Промышленный, Производственная зона Янино, здание 9.

В настоящее время лишь некоторая часть ТКО, образуемых в Санкт-Петербурге, перерабатывается на двух производственных площадках специализированного МПЗ, основная же часть ТБО размещается на полигонах (на севере и северо-западе Санкт-Петербурга) по захоронению ТБО без переработки. как за время нахождения в биобарабане гибнет патогенная микрофлора.

Согласно первоначальным проектам мусороперерабатывающие заводы Санкт – Петербурга, были ориентированы на переработку биоразлагаемой части ТБО методом биотермического компостирования во вращающихся барабанах в компост, пригодный для употребления в сельском хозяйстве. Однако, вследствие отсутствия отдельного сбора пищевых отходов и значительного изменении состава отходов за последние 20 лет, образующаяся органическая фракция поступает на заводы по переработке в общем составе ТКО, содержащих компоненты повышенного класса опасности, в том числе содержащие ртуть, приборы и химические источники тока. Поэтому получающийся в результате переработки компост загрязнен тяжелыми металлами и не допускается санитарными службами к использованию в сельском хозяйстве. В результате компост, производимый МПЗ, имеет ограниченный сбыт (не более 35 процентов от произведенного) и захоранивается на полигонах. Таким образом, МПЗ выполняют только задачу частичного обезвреживания ТКО, но практически не сокращают массу ТБО, идущих на захоронение.

Одним из направлений, связанных с увеличением доли обработанных, утилизированных, обезвреженных ТБО в общем объеме образовавшихся отходов, является увеличение мощности мусороперерабатывающего завода МПБО-2. Для реализации технического перевооружения МПЗ на 2018 год были предусмотрены бюджетные ассигнования в размере 250 млн руб. В рамках заключенного государственного контракта от 02.10.2018 № 46/18 в 2018 году была произведена закупка оборудования для отделений приема, сортировки и сепарации МПЗ. Во всех регионах Российской Федерации в 2019 году запущена реформа обращения с отходами. В рамках реформы, которую реализует Минприроды России, изменяются главные принципы обращения с твердыми коммунальными отходами. В настоящее время в результате деятельности населения,

организаций и предприятий Санкт-Петербурга образуется 9,7 млн.куб.м ТБО в год или 1700 тыс. тонн.

В связи с ростом населения Санкт-Петербурга и образованием всё больших и больших масс отходов встаёт острая проблема их размещения и переработки. Прежние полигоны твердых отходов уже не справляются со своей работой и в конце концов выводятся из эксплуатации, с дальнейшей рекультивацией, которая также сопровождается заполнением балластом, образовавшимся на МПЗ (например, полигон твёрдых бытовых отходов «Новосёлки», который закрыт на приём ТБО с 2017 года). Технология переработки отходов требует постоянного оснащения [5]. Прежние технологии переработки в связи с изменением состава отходов- устаревают, необходимо переоборудование и переоснащение заводов. В настоящий момент завод не справляется со всеми отходами, образующимися в Санкт-Петербурге и пригородах [5]. Производимые повышения объёма отходов, привозимых на завод, приводят лишь к тому, что на территории завода, не справляющегося с переработкой (даже в виду переоснащений), скапливается огромное количество не переработанных отходов. На период отбора материала для данного исследования, автором работы была замечена гора накопленного мусора, примерно 20 м высотой. В радиусе 500 метров от завода ощущался резкий запах гниющих отходов. Было также замечено, что территория завода плохо оснащена водоотводной системой, так как в дренажных каналах наблюдалась практически застойная вода, которая имела резкий запах, желто- зелёный цвет. Не было также замечена очистительных установок у дренажных каналов ни в радиусе завода, не за его пределами. По краям дренажных каналов можно было наблюдать балласт, состоящий из пластиков, стекол, бумаги и т.д.



Рисунок 2.4 Снимок завода МПБО-2, где видно, что на территории завода скопился большой объем не переработанных отходов (интернет ресурсы).

Такой балласт со временем преобразуется в почво-грунты, а компоненты, входящие в состав, вступают во взаимодействие между собой и окружающей средой, меняя свои физико-химические свойства и обретает начальные признаки почвообразования.

На сегодняшний день остро встал вопрос загрязнения водных бассейнов, почв и атмосферы различными микропластиками. По мнению автора, используемый МПЗ метод захоронения обезвреженных отходов, впоследствии в виду своего компонентного состава и может принести неисправимый урон окружающей среде (воде, почвам, воздуху). На данный момент правительственными структурами данный балласт не рассматривается, как потенциально опасный или токсичный. В виду плохой сортированности балласт состоит преимущественно из упаковочного пластика, который в суровых условиях окружающей среды подвергается разложению, распадаясь на мелкие частицы. Микропластики – это мелкие (до нано размеров) частицы, являющиеся продуктом разложения более крупных пластиков, либо уже при производстве имели чрезвычайно маленький размер. Многие исследования показывают, что свалки и бытовые отходы содержащие пластики и хранящиеся без защитных приспособлений в условиях окружающей среды легко могут рассматриваться, как источник загрязнения среды. Помимо этого, в городе до сих пор не налажена схема раздельного сбора, а большинство отходов высоких классов опасности (например, батарейки, аккумуляторы, люминесцентные лампы) жители выбрасывают в общий мусорный контейнер.

2.3 Современные методы обезвреживания и утилизации ТБО

Безопасная утилизация твердых отходов является серьезной проблемой. Нынешняя культура потребления производит все больше одноразовых материалов, а плотность населения с каждым годом увеличивается. Свалки, вызваны экономическими, социальными и политическими причинами, которые остаются основным компонентом большинства интегрированных систем управления отходами во всем мире [15].

Проблема утилизации твердых бытовых отходов встает таким образом, что мы уже больше не можем просто «выбрасывать» вещи. Если мы выбрасываем их, они должны быть захоронены в соответствии с нормами безопасности здоровья населения и окружающей среды. Однако и этого бывает недостаточно, так как токсичные вещества могут растворяться и попадать в грунтовые воды. Таким образом, существует необходимость в создании территории для захоронения, которая сводит к минимуму выщелачивание и включает в себя хорошо спроектированную систему сбора фильтрата, поэтому следует соблюдать осторожность при выборе территории, чтобы избежать разгерметизации системы свалки. Как следствие, инженеры, ученые и операторы объектов работали и продолжают работать над разработкой и внедрением различных технологий для повышения устойчивости мусороперерабатывающей практики [15].

Некоторые отходы могут быть ликвидированы сжиганием, но к сожалению сжигание многих материалов сопровождается выделением токсичных продуктов (диоксинов), попадающих в атмосферу и распространяющихся на большие расстояния. Специальные мусоросжигательные установки и газоочистители могли бы уменьшить вред от сжигания, но даже это не удовлетворило бы безопасность тех, кто живёт вблизи заводов. Метод захоронения некомпостируемых масс имеет свои недостатки. Помимо типичных загрязнителей, выделяющихся при термохимической обработке отходов, таких как CO_2 , SO_x и NO_x [16], вторичными загрязнителями выступают тяжелые металлы (такие как Hg, Cd, Pb и Cu), кислотные газы (HCl) и высокотоксичные органические вещества (диоксины). Вторичная переработка материалов снизила бы объем образующего мусора. Конечно, это имеет собственные нюансы: сбор, сортировка и стоимость работ, однако, меньший объем мусора шел бы на захоронение или сжигание, а значит переработка была бы наиболее рациональным вариантом.

Состав муниципальных отходов, не включая особо опасные отходы, сильно различается. Иногда он включает в себя отходы после строительных работ, промышленные отходы или осадки. В дальнейшей перспективе количество образующихся отходов с каждым годом будет расти, тогда как переработка фракции вторичного сырья должна значительно наращивать обороты.

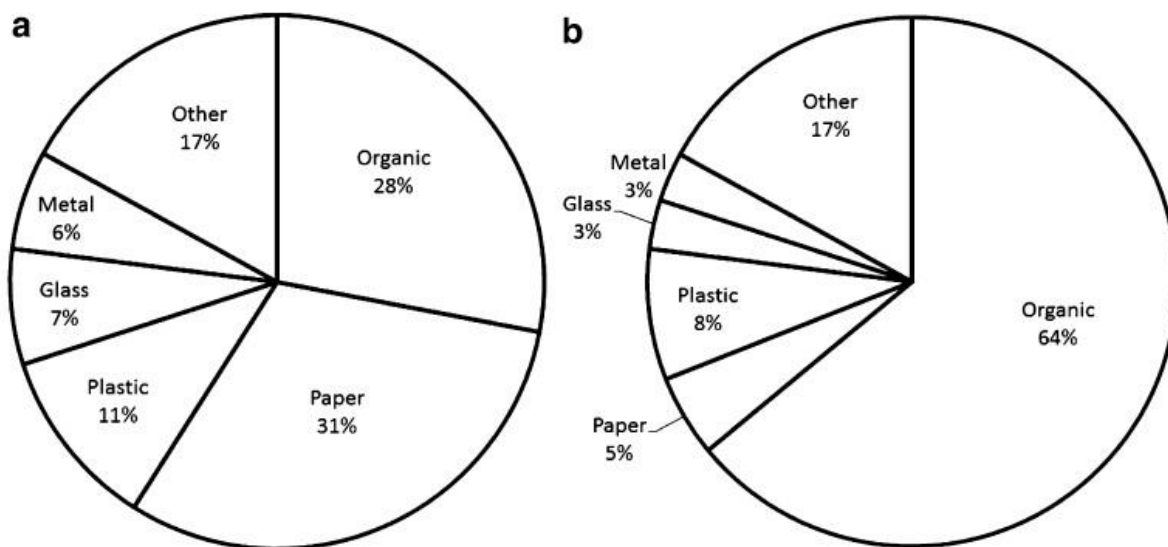


Рисунок 2.5 Мировой состав отходов, а) страны с высоким уровнем дохода, б) страны с низким уровнем дохода [15].

Классификация ТБО может быть в целом разделена на пять основных категорий [7]:

(а) Биоразлагаемые отходы:

Пищевые и кухонные отходы, зеленые отходы (овощи, цветы, листья плодов), бумага (также могут быть переработаны).

(б) перерабатываемый материал:

Бумага, стекло, бутылки, банки, металлы, некоторые виды пластмасс и т. Д.

(в) Инертные отходы:

Отходы строительства и сноса, грязь, камни, мусор.

(г) Композитные отходы:

Ненужная одежда, тетрапакеты и отходы пластика, такие как игрушки.

е) бытовые опасные отходы и токсичные отходы:

Лекарства, электронные приборы, краски, химикаты, лампочки, люминесцентные лампы, аэрозольные баллончики, контейнеры для удобрений и пестицидов, лак для обуви.

Методы обращения с отходами, которые следует предпринимать зависят от вещественного состава отходов. Метод компостирования подходит для всех органических отходов. Отходы, такие как пластик, металлы и стекло, лучше обрабатываются путем переработки. Техника обращения с отходами различна и может содержать: захоронение, сжигание, пиролиз, газификацию, компостирование.

Цели устойчивого развития и современные реалии привели к разработке новых технологий, позволяющих более эффективно эксплуатировать свалки. В развитых странах современные ПТО строятся и эксплуатируются с целью защиты окружающей среды. Эти

объекты, как правило, отвечают целям устойчивого развития, обеспечивая защиту здоровья людей и окружающей среды, экономически эффективным образом. Некоторые предприятия внедрили методы для решения дополнительных задач по обеспечению устойчивости путем обработки отходов, рекуперации энергии или и того, и другого. Однако, в большей части мира преобладают открытые или неконтролируемые свалки, которые представляют непосредственный риск для здоровья людей и окружающей среды [15]. Первым шагом в мусороперерабатывающей отрасли стали современные практики санитарных и экологически безопасных свалок. Осуществление санитарного захоронения отходов включает в себя несколько изменений, которые направлены на минимизацию распространения заболеваний и возникновения пожаров на свалках. Однако, обезвреживание отходов от распространения болезней не исключает наличие ещё двух проблем, связанных с выбросами загрязняющих веществ: свалочный фильтрат и свалочный газ. Соответствующие наблюдения качества подземных вод, окружающих свалки, подтвердили, что выщелачивание оказывает отрицательное воздействие на состав вод.

Это привело к тому, что многие правительства потребовали, чтобы строительство полигона для хранения ТБО включало барьерные слои для предотвращения миграции фильтрата из полигона и дренажные системы, позволяющие удалять накопленный фильтрат для обработки перед захоронением.

В некоторых системах захоронения отходов фильтрат удаляется с полигона и предварительно обрабатывается до возвращения его в окружающую среду. Подземные воды, окружающие такую свалку, контролируются, для оценки правильности функционирования системы. По мере того, как практика контролируемых свалок (например, с контролем выщелачивания и выбросов газа) стала более распространенной в развитых странах, свалок стало меньше, но больше по размеру. В дополнение к основным санитарным принципам, таким как уплотнение и покрытие почвой, были приняты и другие эксплуатационные методы. Например, ограничение на размещение жидких отходов на полигонах и контроль за ливневыми стоками, необходимыми для минимизации количества образуемого фильтрата, и возможных проблем, связанных с его управлением.



Рисунок 2.6 Строительство современного полигона для ТБО, прокладка изоляционного водонепроницаемого материала и системы для сбора фильтрата [15].



Рисунок 2.7 Барьерный изоляционный слой в процессе конструкции [15].

Внедрение инженерного контроля и разработка оперативных стратегий по минимизации образования фильтрата привели к желаемому результату и значительному снижению загрязнения воды на свалках ТБО. Следствием этих действий, однако, стало создание многих предприятий по переработке отходов, которые намеренно применяют методы стабилизации отходов [15]. После захоронения на свалке, отходы проходят ряд биологических и химических реакций, особенно, когда отходы контактируют с влагой. Многие технологии, используемые для создания безопасных свалок, сосредоточены на

методах, способствующих переработке отходов. На некоторых полигонах ТБО искусственно стимулируются процессы естественного разложения. Работа таких систем поддерживается за счет добавления специальных жидкостей для поддержания влаги. Повышенное содержание влаги способствует процессу стабилизации биологических отходов, и, таким образом, полигон работает аналогично анаэробному реактору (например, на заводе МПБО, Янино-1 используются биобарабаны) [18]. В некоторых случаях аэробные условия могут быть улучшены путем принудительного добавления воздуха. Концепция биореактора на свалках была опробована в лабораторных и пилотных условиях [15]. Другие технологии включают в себя безопасное извлечение биогаза с полигона и использование этого ресурса для производства энергии и / или тепла. Таким образом, рациональные методы захоронения отходов способствуют эффективному извлечению газа на участках, где применяется ускоренная стабилизация отходов.

3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЧВО-ГРУНТОВ МПБО-2

3.1 Методика отбора проб и пробоподготовка

Материал для данного исследования был отобран в конце октября 2019 года на территории мусороперерабатывающего завода (МПБО – 2, пос. Янино – 1, г. Санкт – Петербург). Под термином «почво – грунт» ПГ подразумеваются относительно молодые «почвы», образовавшиеся на раздробленном в процессе механизированной переработки материале/балласте (предварительно обезвреженных от патогенной микрофлоры ТБО).



Рисунок 3.1 Места отбора проб на территории МПБО-2. Цвет точек отбора проб соответствует цвету почво-грунта: серый, коричневый, черный.

Образцы ПГ отбирались исходя из морфологических особенностей рельефа (низина, склон, вершина) на территории завода. Отбирался гумусовый горизонт почв до глубины 10 – 15 см поверхностного слоя; предварительно снимался опад. Вес каждой пробы, примерно, составлял 1000 – 1500 г. Во время полевых работ было отобрано 14 образцов почв. Важные характеристики почв (цвет, структура, текстура, глубина, место отбора) были задокументированы в полевом дневнике, а также описаны в камеральных условиях.

Часть каждого образца почвы, примерно, 500 г в камеральных условиях, была отделена в герметичном пакете для анализа на ртуть. Оставшаяся часть проб была очищена от крупных корней, камней и размешена для высушивания в помещении без нагрева. Все

пробы были сфотографированы до и после сушки. Далее после высушивания производилось макро – и микроскопическое описание особенностей ПГ. В процессе пропоподготовки половина каждой высушенной пробы была разделена на фракции с помощью набора 6 сит размером 2;1; 0,5; 0,25; 0,1; 0,05. Предварительно некоторые образцы грунтов разминались при помощи резинового пестика, так как в виду особенностей в них присутствовали сложные агрегаты из слипшихся более мелких частиц. Другая часть была оставлена на случай форс-мажорных обстоятельств.

По периферии завода, близь изгороди наблюдался балласт, преимущественно состоявший из полиэтиленовых раздробленных продуктов, и других видов пластмасс. Данный балласт примыкал к водосточному дренажному каналу, проходящему также по периферии завода. На балласте сильно развита растительность. В этом состояло принципиальное различие в макроскопическом облике свежих «почво-грунтов» от старых слежавшихся, перегнивших и стабилизировавшихся в физико-химическом смысле почво-грунтов.

3.2 Структурно-морфологическая характеристика ПГ

Окраска почвы (цвет) является одним из главных признаков на начальном этапе диагностирования морфологических свойств почв. Цвет почв определяется не только химическим составом, но и физическими свойствами. Совершенно отчетливо почво-грунты также отличались по цветовому признаку, на основе чего были выделены группы (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Выделение почво-грунтов по цветовому признаку

№	Описание цвета	Образцы почво-грунтов
1	Коричневые: с охровыми и желтоватыми оттенками	91, 93, 95, 910, а также 912, 913, 914
2	Черные: бурые, черные	97, 98, 99, 911
3	Серые: серо-синеватые	92, 94, 96



Рисунок 3.2 Образец почвы (91) по типу Коричневые.



Рисунок 3.3 Проба (96) по типу Серые.



Рисунок 3.4 Проба почвы (99) по типу Черные.

В почво-грунтах черного цвета преобладает органическая составляющая; почво-грунты коричневого цвета на 85-75 % состоят из песчаных частиц, а серые почвы на 5-15 % представлены глинистой фракцией.

По степени литификации ПГ подразделяются на Старые – слежавшиеся, и Новые – рыхлые. Старые ПГ обладают признаками, характерными для природных почв. Главной такой особенностью является почвенная структура, которую слагают склеенные гумусом и пылеватыми частицами, почвенные агрегаты. Также структуру почвам придают корни растений, которые прорастают сквозь агрегаты. Структурная характеристика почв – способность почвы рассыпаться на комочки. Таким, образом выделялись рассыпчатые и комковатые. К Новым относятся пробы ПГ 912, 913, 914; в которых наблюдается большое количество обломков техногенного материала (пластиков, стёкол, органики) размером 2 см. Данные почво-грунты не обладают строгой почвенной структурой. Они более рыхлые, но на них развивается множество травянистых форм рудеральных растений.

Типы почво-грунтов по степени литификации:

1. СТАРЫЕ (литифицированные) - 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 910, 911 (рис. 3.2-4).
2. НОВЫЕ (не литифицированные) - 912, 913, 914 (рис. 3.5).



А)







Б)







В)

Рисунок 3.5 (А,Б,В) Пробы ПГ по типу Новые

Характеристика почво-грунтов

№ Обр	Фотоснимок отобранного образца	Цвет	Количество глинистой, песчаной составляющей	Комковатость	Включения	Место отбора, Глубина отбора
91		Бурый, коричневый	Глинистая 90-80% Песчаная 10-20%	Комковатая, рассыпчатая	Органика: корни, остатки растений. Включения: обломки пород до 5 см, окисленные агрегаты, шлак	Низина, подстилка: листья, корни, 10 см
92		Темно коричневый	Глинистая 40-50% Песчаная 50-60%	Рассыпчатая, мелкокомковатая	Органика: древесина, корни Техногенные обломки: горных пород, стекло, мелкие частицы пластиков	Склон, 10-15 см.
93		Буровато-коричневый	Глинистая 50-60% Песчаная 40-50%	Наблюдается неоднородность в виде глинистых комков	Органика: корни Техногенные обломки.	Склон, низина 20 см.
94		Коричневый	Глинистая 30-40% Песчаная 60-70%	Неоднородная, в связи с наличием обломков горных пород	Обломки горных пород, остатки флоры и фауны, сложные минеральные агрегаты со слипшимися кварцевыми частицами	Склон. Нижняя ступень террикона. 15-20 см глубина отбора.

95		Коричневый	Глинистая 30% Песчанистая 70%	Неоднородная , комковатая, местами рыхлая	Остатки флоры и фауны, кварц, обломки полевых шпатов, ожелезненные агрегаты, мелкие частица пластиков.	
96		Серый, с голубовато-зеленоватым оттенком	Глинистая преимущественно	Неоднородная , сильно комковатая, липкая при размокании	В глинистых комках наблюдаются тонкие прослойки с песчано-органическими частицами	Нижняя ступень террикона. Подстилка 5 см, мох
97		Бурый	Глинистая 30% Песчанистая 70%	Однородная, Рассыпчатая	Содержит большое количество органики	Склон, вторая ступень. На 30-40 см выше предыдущей точки отбора.
98		Темно-бурый	Глинистая 30-40% Песчанистая 60-70 %	Однородная, Рассыпчатая	Органика: древесина, корни Техногенные обломки: горных пород, строительные до 5 см, стекло крупные (до 4 см) обломки	Вершина. Вторая ступень террикона, 10 см глубина отбора

99		Темно-бурый	Глинистая 50% Песчанистая 50%	Рассыпчатая	Органика: древесина, корни Редкие обломки строительных материалов до 2 см.	Вторая ступень террикон а. Глубина отбора 10-15 см.
910		Бурая	Глинистая 40% Песчанистая 60%	Неоднородная , комковатая	Обломки строительных материалов до 4 см.	Вторая ступень террикон а. Глубина отбора 10-15 см
911		Бурая	Глинистая 50% Песчанистая 50%	Неоднородная , включениями строительны х материалов	Обломки строительных материалов до 4 см, много органики.	Вторая ступень террикон а. Глубина отбора 10-15 см

Балласт с завода помещается на полигоны твердых отходов, обезвреженным от патогенной микрофлоры, которая присутствовала в органической части отходов. При захоронении из балласта экскаваторами формируются терриконы – отвалы трапециевидной формы. При формировании таких антропогенных форм, так или иначе балласт сильно уплотняется.

Гранулометрический анализ

Для интерпретации анализа была применена классификация по цвету. По этому признаку для всех типов почв был проведён гранулометрический анализ и построены диаграммы состава почв.

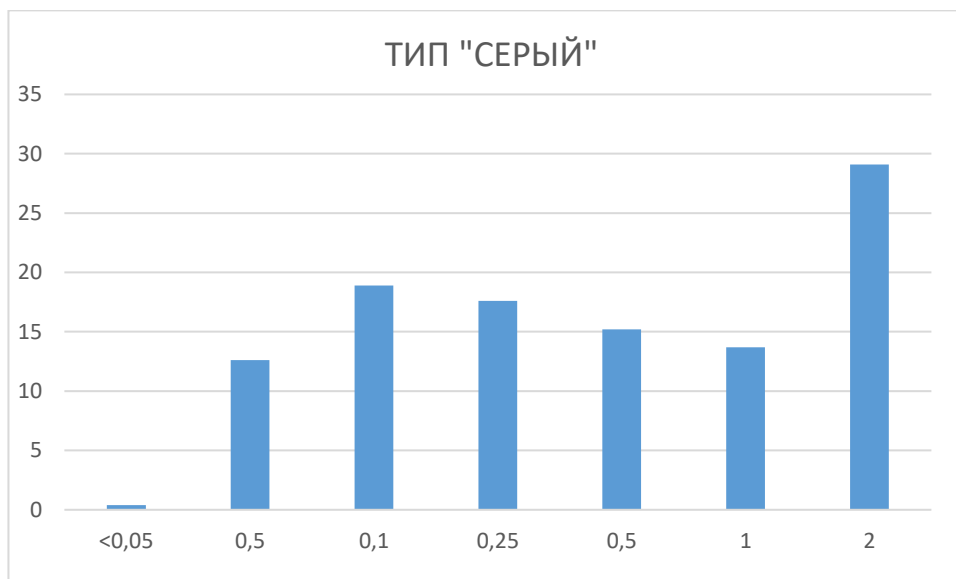


Рисунок 3.5 Гранулометрические спектр почво-грунтов по типу Серые.

По данным гранулометрического анализа наглядно наблюдаются различия в почвах, выделенных по цветовому признаку. В почво-грунтах типа Серый (рис. 3.5) в сравнении с другими типами почв наблюдается высокое содержание глинистой фракции (0,5 мм). Проба № 96 комковатая по итогу гранулометрического анализа полностью состоит из фракции 0,5 мм.

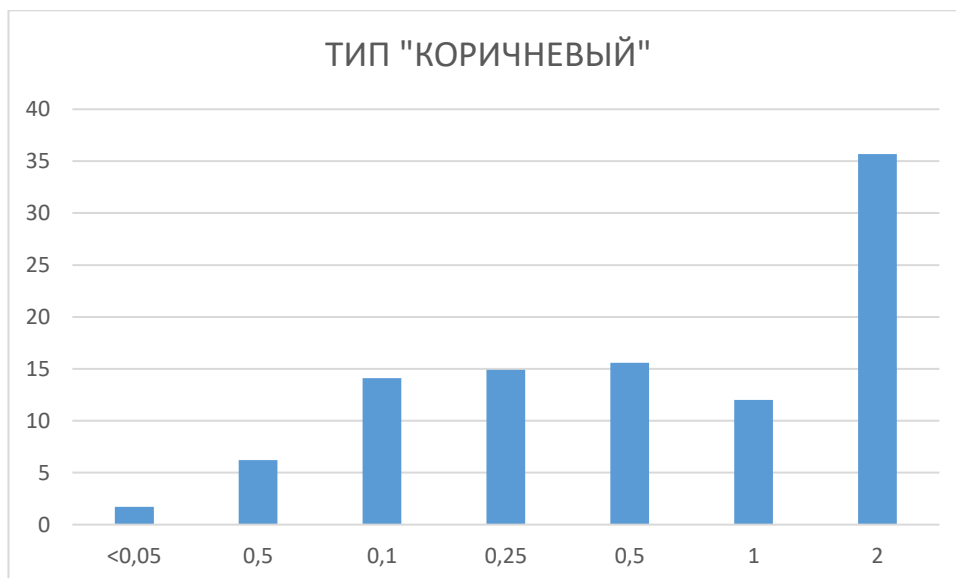


Рисунок 3.6 Гранулометрический спектр ПГ по типу Коричневые.

В Коричневых ПГ наблюдается высокое содержание среднезернистой песчаной фракции (0,5; 0,25 мм). Однако, большое содержание фракции 2 мм в данных почво-грунтах имеют пробы Новых ПГ, так как в них много техногенных обломков этой фракции.

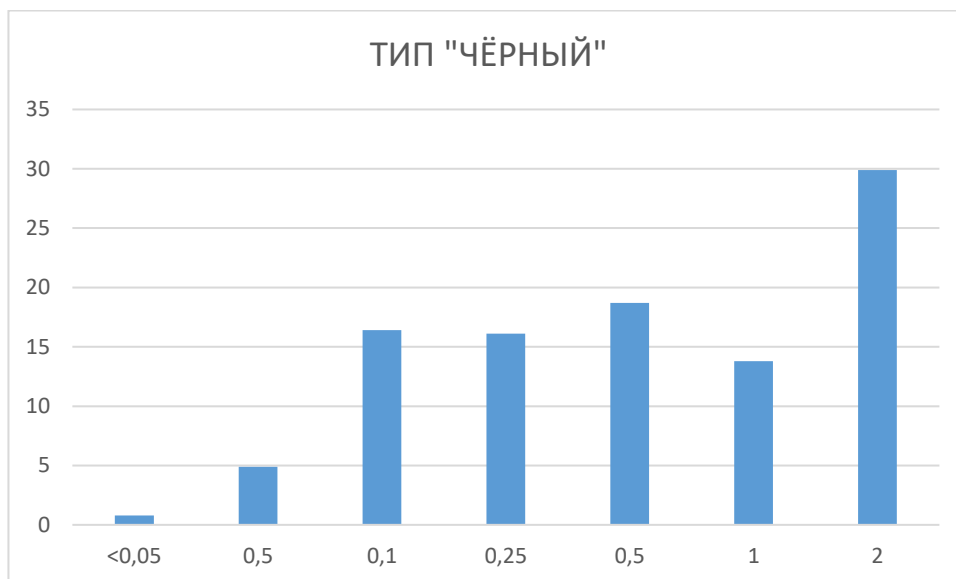


Рисунок 3.7 Гранулометрические спектры ПГ по типу Чёрные.

В Черных почво-грунтах наблюдается преобладание фракции размерностью 2 мм в связи с наличием обломков горных пород. А также, фракций 0,5; 0,25, содержащих большое количество органических остатков.

Таким образом, в почво-грунтах, выделенных по цветовому индексу, имеются различия гранулометрического состава. В Серых ПГ преобладают мелкие фракции (0,05, 0,1 мм). В Черных распределение практически равномерное, за исключением глинистой фракции. В Коричневых преобладают фракции 0,25; 0,5 мм. Для всех типов ПГ характерно большое содержание фракции 2 мм, состоящей из разного рода включений.

4 МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПОЧВО-ГРУНТОВ МПБО-2

Для оценки процентного содержания компонентов почво-грунтов, все пробы были изучены под бинокуляром. В почво-грунтах можно выделить следующие главные микрокомпоненты:

- Почвенные микроагрегаты – сростки неоднородных минеральных частиц;
- Минералы – кварца, полевого шпата, слюд;
- Органическая составляющая – неразложившиеся вещества растительного и животного происхождения;

Для всех проб отобранных почв характерно наличие корней. Они образуют сплошной густой корневой войлок. В почво-грунтах, наблюдаются также следующие включения:

- Строительные материалы – кирпичная крошка, обломки бетонов;
- Каменистые включения – обломки облицовочных камней (гранитов);
- Техногенные включения – стекло, алюминиевой фольги, бетоны, резины, различных пластмасс, шлаки;
- Органические остатки – в виде раковин моллюсков, костей, корней, обрывков стеблей, листьев.

Более подробное описание почво-грунтов в приложении 1

4.1 Методика выполнения работ

Для более подробного изучения компонентного состава почво-грунтов из каждой пробы (в данном случае фракции 1 и 2 мм были наиболее информативные) при помощи микроскопа были выделены частицы: техногенные и минеральные частицы, сложные почвенные агрегаты, органические остатки. Частицы были насажены на монеты при помощи двустороннего скотча и отсняты при помощи растрового микроскопа (LEICA). Данная работа была проделана автором работы самостоятельно.

Микрорентгеноспектральные исследования выполнены в ресурсном центре СПбГУ «Микроскопии и микроанализа» на приборе Hitachi. Настольный растровый электронный микроскоп-микроанализатор TM 3000 (HITACHI, Япония, 2010) имеет компактные размеры. Прибор оснащен приставкой энерго-дисперсионного микроанализа OXFORD, что существенно расширяет круг решаемых задач. Режим низкого вакуума позволяет исследовать непроводящие образцы без предварительного напыления. Удобный графический пользовательский интерфейс и простота в обслуживании позволяют использовать его для выполнения большого объема работ.



5.

6.

7. Рисунок 4.1 Общий вид настольного растрового электронного микроскопа-микроанализатора TM 3000 (HITACHI, Япония).

Изучение микротекстур и микроструктур с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ-анализ) выполнено с использованием растрового электронного микроскопа, который предназначен для получения изображения объекта с высоким пространственным разрешением. Метод основан на принципе взаимодействия электронного пучка с исследуемым объектом. Это позволяет работать в диапазоне увеличений от 40^{\times} до $10\,000^{\times}$, что в сотни раз превышает предел увеличения оптического микроскопа. Для зондирования поверхности используется сканирование по ней сфокусированного пучка

электронов. Для формирования изображения используется детектирование различных сигналов, включая вторичные электроны, обратно рассеянные электроны, рентгеновское излучение и ток через образец.

Информация о составе образца получается при выборе точки исследования, установке в ней электронного пучка, выборе элементов для определения и получении спектра содержаний химических элементов. Чем больше содержание элемента в пробе, тем выше пик элемента на спектре. Расшифровка спектра происходит автоматически при сравнении анализируемой пробы с внутренними эталонами. Кроме того, информация со спектра дублируется данными в таблице состава в пересчете на 100%. Данное исследование проводилось автором работы самостоятельно. Для данного анализа использовались те же препараты, принцип подготовки которых описан в предыдущей главе. Все препараты напылялись углеродом для лучшей проводимости. Однако, для более точного исследования состава некоторых микрочастиц был также использован сканирующий электронный микроскоп HitachiS-3400N в Ресурсном центре «Геомодель». Данный микроскоп имеет гораздо большие аналитические возможности.

Сканирующий электронный микроскоп Hitachi S-3400N с аналитическими приставками- удобный и простой в работе сканирующий электронный микроскоп. Прибор оснащен детекторами вторичных (SE) и обратнорассеянных (BSE) электронов, автоматизированным столиком и системой автоматической настройки. Использование приставок EDX, WDX и EBSD дает информацию об элементном составе и кристаллической структуре (для кристаллических образцов). Прибор предназначен для изучения твердых, немагнитных, устойчивых к низким давлениям образцов. Всего было сделано 136 спектров.

4.2 Компоненты почво-грунтов

Для наглядности снимки частиц были объединены в группы: пластиковые, техногенные и минеральные, органические. Пластиковые частицы, были отобраны практически из фракции 0,5 и 1 мм следующих проб: 914, 913, 912, 911, 910, 98, 97, 94, 92 (рис. 4.2). Были отобраны шлаковые частицы, сложные минеральные агрегаты с предположением проявления на них вторичной минерализации, почвенные агрегаты, сложенные растительными обрывками и песчаными, пылеватыми частицами, а также шлаки, стёкла (рис. 4.3). Состав частиц описан в следующей главе.

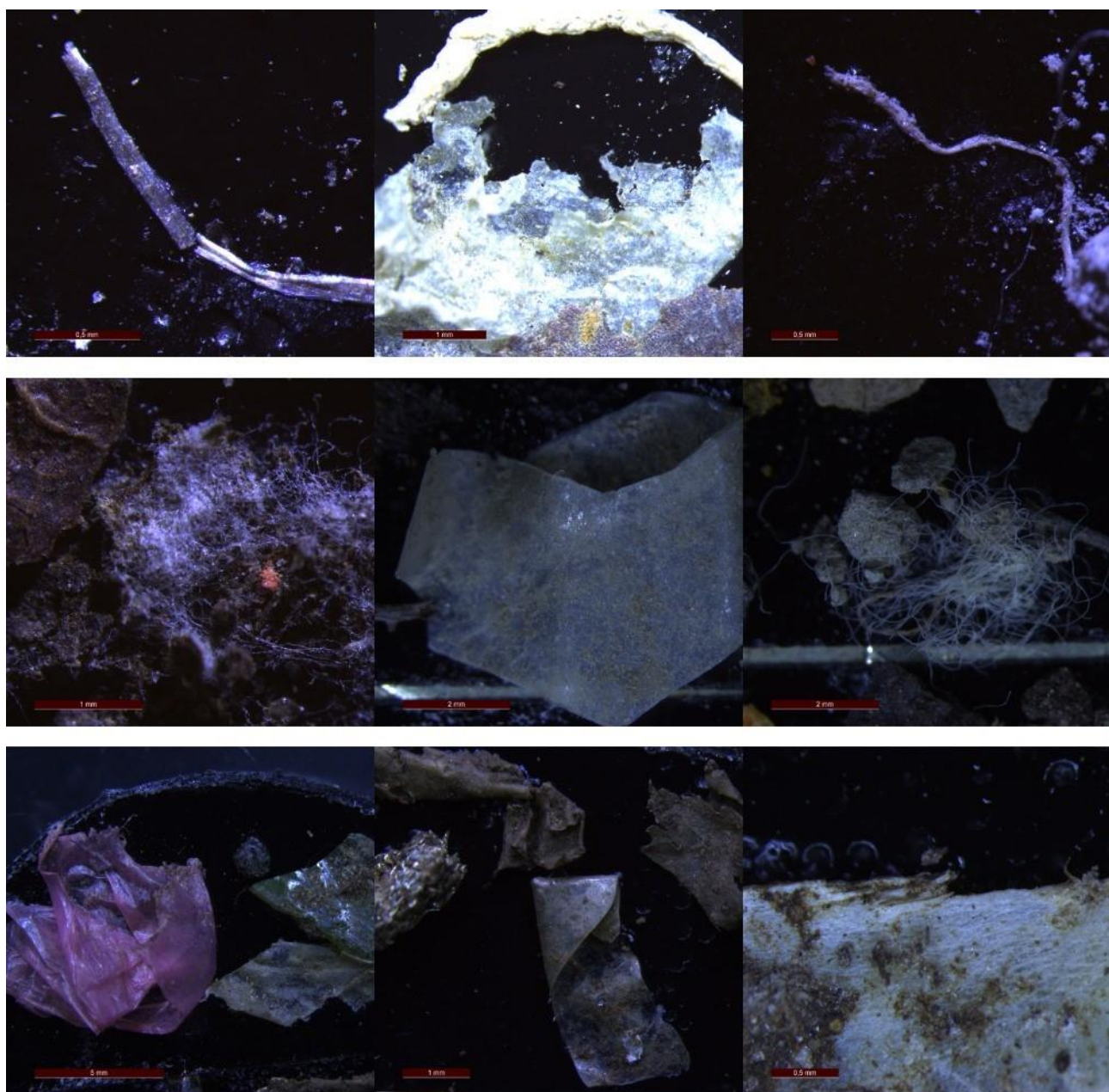


Рисунок 4.2 Частицы пластиков в почво-грунтах (пробы № 914, 913, 912, 911, 910, 98, 97, 94, 92).

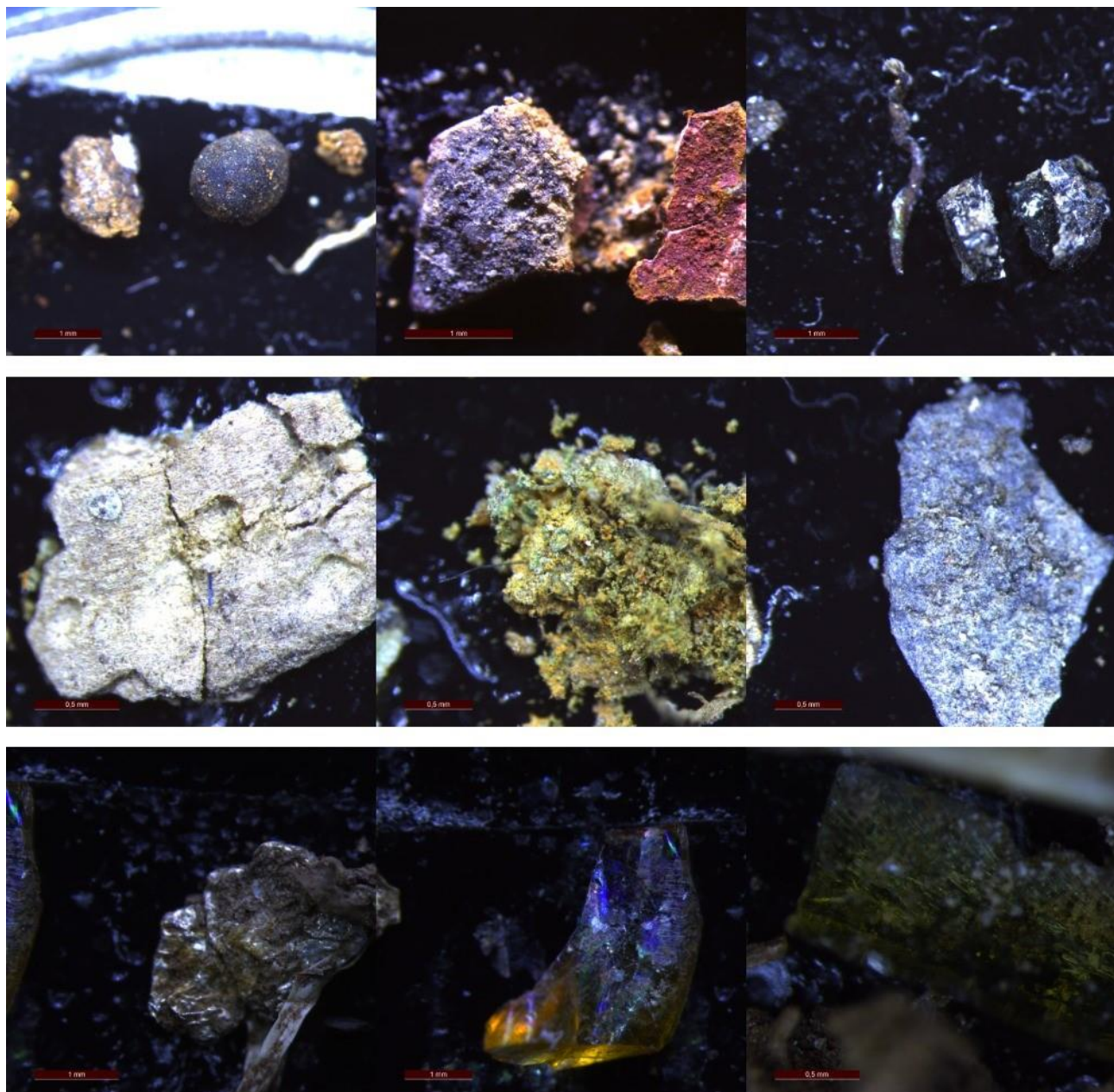


Рисунок 4.3 Минеральные и техногенные частицы: шлаки, костные остатки, сложные минеральные агрегаты, почвенный агрегат, фольга, стекла (пробы № 91, 92, 97,99, 913, 914).

Органическая составляющая, представленная в почво-грунтах очень разнообразна. На рис. 4.4 представлены снимки органических остатков, отобранных из проб 91, 95, 98, 914.

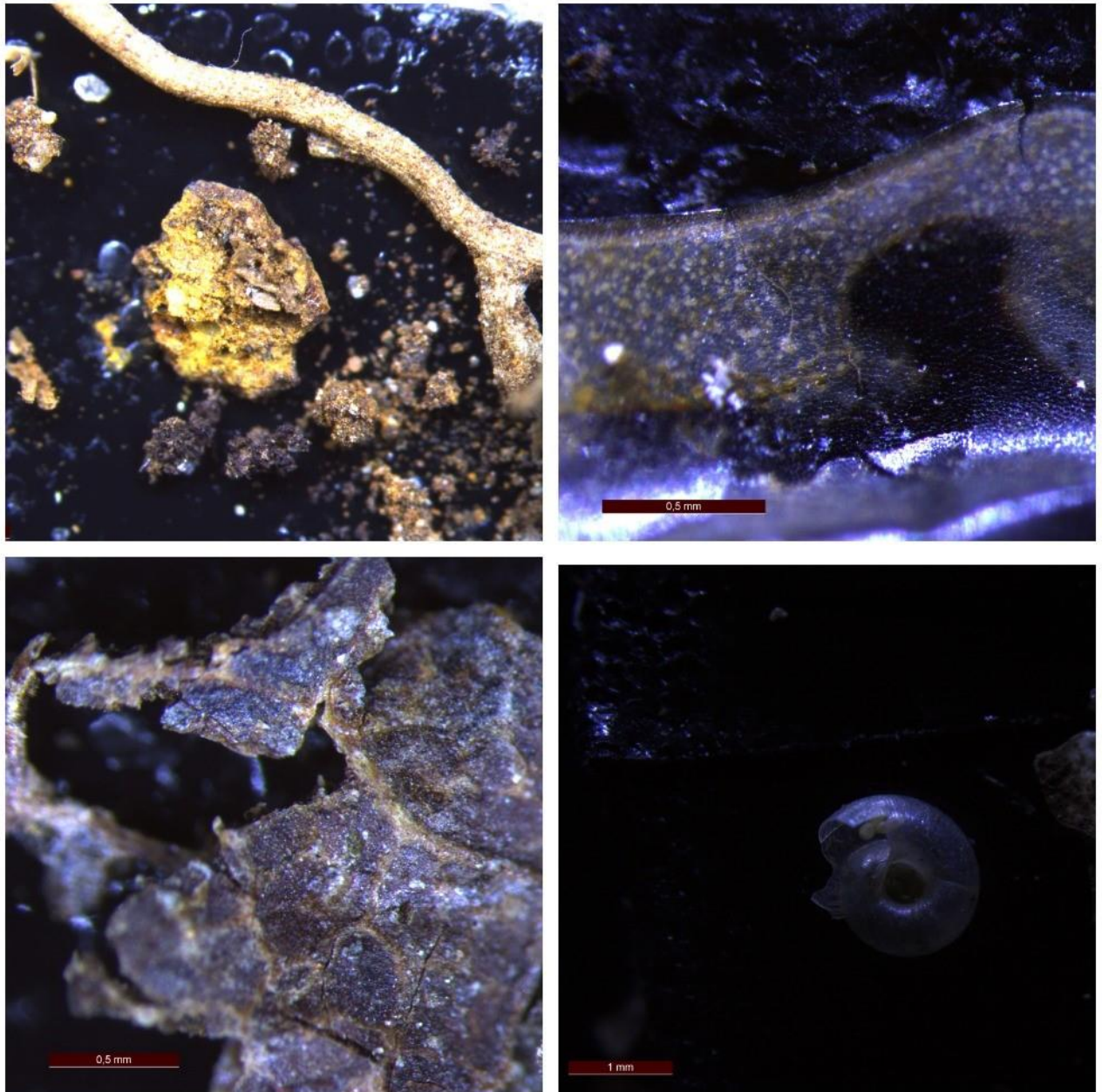
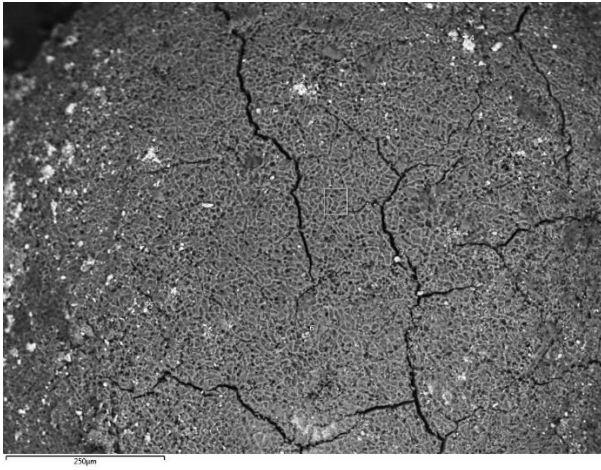


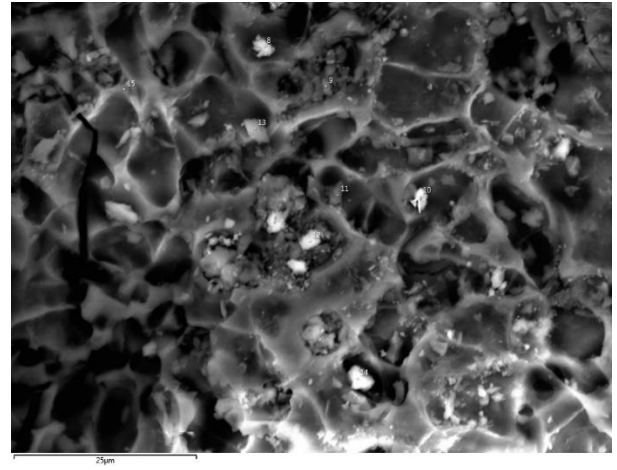
Рисунок 4.4 Остатки фауны: стебли, чешуи, панцири, раковины моллюсков (образцы № 91, 95, 98, 914).

4.3 Сканирующая электронная микроскопия

Почво-грунты были проанализированы при помощи сканирующей электронной микроскопии. Почвенные агрегаты, сложенные первичными и вторичными минералами, а также техногенные частицы: шлаки, округлой формы сложены преимущественно окислами и гидроокислами Fe, Mg, Al, а также Cu, Cr, Ni с примесями Ba, Sr, Pb. На рис. 4.5 частица шлака из пробы 91, округлой формы. При большом увеличении видно, что она состоит из множества полостей, в которых содержатся более мелкие частицы. Анализ показывает, что собственно сам каркас шарика состоит из оксидов и гидроксидов железа, марганца, как и включения. Частица на рис. 4.6, также состоит из окислов, гидроксидов Fe, Al с примесями Mn, Ba

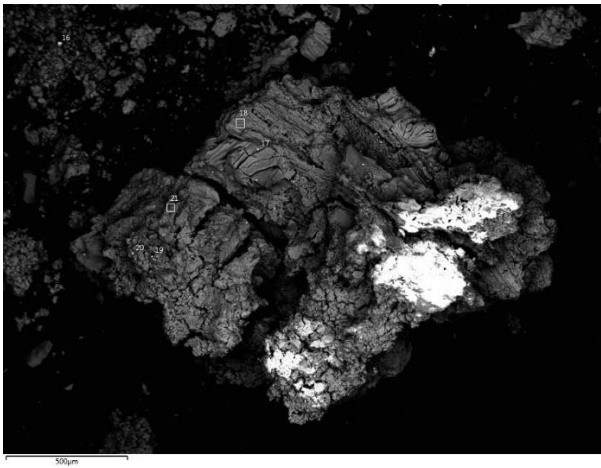


А)

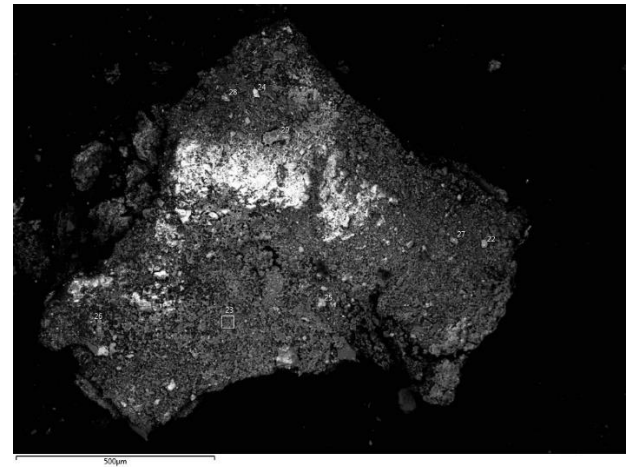


Б)

Рисунок 4.5 А) Округлая частица шлака, железистого состава. Б) Полости и включения, известкового состава, окислы/гидроокислы.

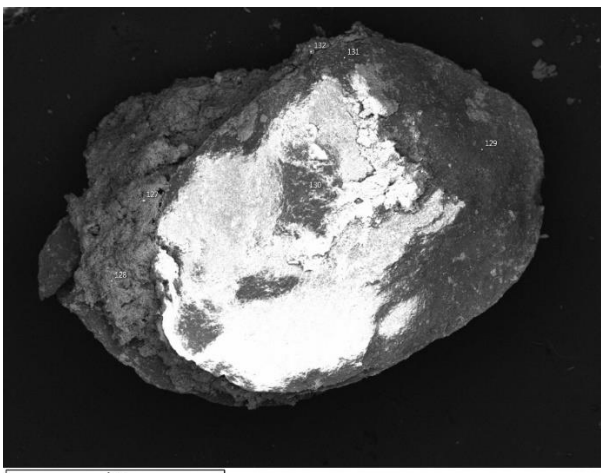


А)

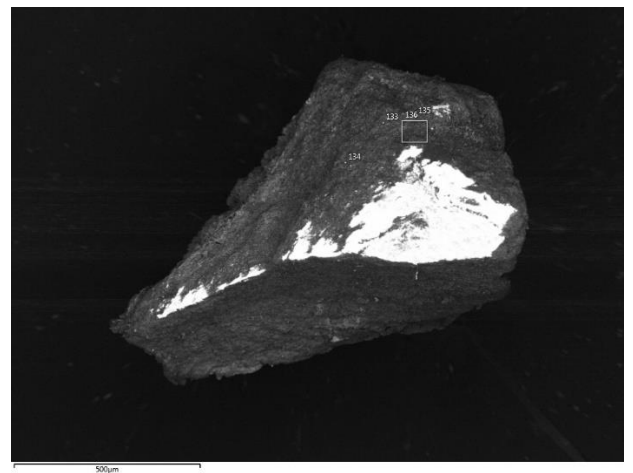


Б)

Рисунок 4.6 Снимки частиц из пробы №92. А, Б) Окислы, гидроокислы Fe, Mg, Al, Ti, а также примеси Pb, Sn.

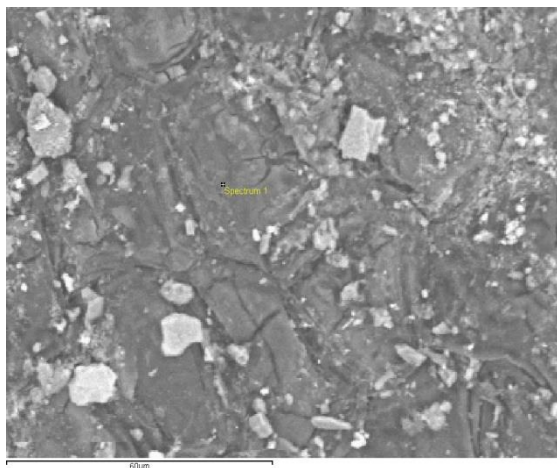


А)

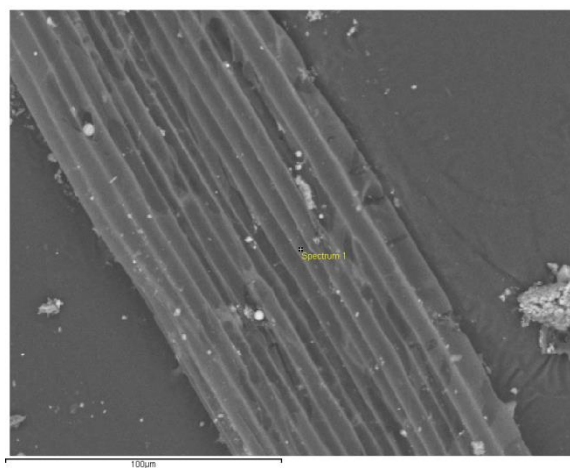


Б)

Рисунок 4.7 Техногенные частицы: А) Охрового цвета известково-железистого состава Б) Голубого цвета, сложенная окислами/гидроокислами Al, Ca, Ti

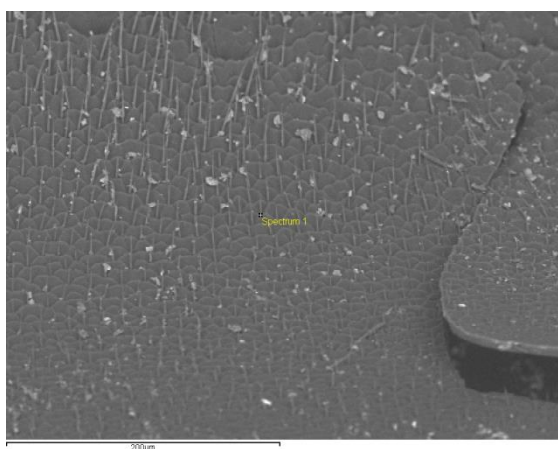


А)

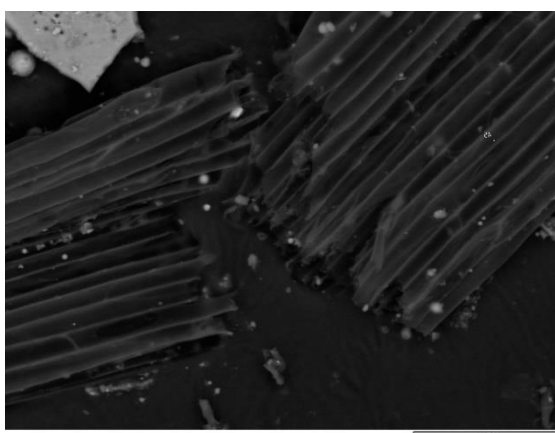


Б)

Рисунок 4.8 А) Остатки органики (чешуя). Б) Волокно пластика.



А)



Б)

Рисунок 4.9 А, Б) Рельефная поверхность пластиковых частиц.

Таким образом, проведенные исследования показали наличие в ПГ следующих компонентов:

- 1) различных пластиков и микропластиков, к которым прилипают мелкие частицы известкового и железистого состава.
- 2) органоминеральных почвенных агрегатов, которые сложены окислами и гидроокислами с примесями Sn, Ba, Pb, скорее всего тоже в окисных формах.
- 3) обломками металлов (алюминиевой фольги) и стекла.

5.1 Методика выполнения работ

Анализатор ртути

Анализ содержания ртути в пробах проводился отдельно с использованием анализатора ртути РА-915+, пиролизной приставки ПИРО-915 и специального программного обеспечения. Анализ для каждой пробы проводился 1-2 раза. Калибровка прибора выполнялась с помощью набора СДПС-3 с аттестованным значением концентрации 300 мкг/кг. Анализатор РА-915М с приставкой ПИРО-915+ применяется для определения содержания ртути в твердых и жидких пробах сложного состава. В большинстве случаев анализ может проводиться без предварительной пробоподготовки. Все отобранные образцы почв были герметично закрыты до проведения анализа. Приставка ПИРО-915+ предназначена для термической деструкции пробы и перевода ртути из связанного состояния в атомарное с последующим определением количества ртути с помощью анализатора РА-915+ (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 Общий вид аналитического комплекса:

- 1 - Блок питания и прокачки, 2 - Блок термокамеры с выносным оптическим блоком, 3 - Выносной оптический блок, 4 - Анализатор ртути РА-915+.

Рентгено-флюоресцентные методы анализа

Рентгено-флюоресцентный спектрометрический анализ был проведён для исходных образцов почво-грунтов и всех выделенных гранулометрических фракций. Были посчитаны средние содержания микроэлементов по каждому типу почв. Анализ проводился при помощи портативного рентгено-флюоресцентного (XRF) анализатора (рис. 5.1). Работа любого энергодисперсионного (ЭД) рентгенофлуоресцентного (РФ) спектрометра (анализатора) основана на рентгеновском излучении и принципах РФ спектрометрии. РФ спектрометрия применяется, в частности, для выявления элементов в веществах и их

количественного анализа. Работает это следующим образом. Системы ЭД рентгено-флуоресцентных спектрометров в механическом плане очень просты – в них практически нет движущихся частей. ЭД РФ система обычно состоит из трех основных компонентов: источник возбуждения (рентгеновская трубка), детектор и блок сбора и обработки данных. Рентгеновская трубка излучает рентгеновские лучи, которые ударяют в образец, и атомы элементов этого образца производят ответные рентгеновские (характеристические) лучи. Каждый элемент испускает характерные только ему рентгеновские лучи. Это явление называется флуоресценцией. Количество элемента определяется путем подсчета количества этих лучей. Ответные рентгеновские лучи улавливаются детектором и обрабатываются в виде спектра. Программа рассчитывает концентрации элементов по химическому составу по базе полученного спектра. Данное исследование проводилось автором работы самостоятельно. В ходе исследования были проанализированы пробы ПГ и все фракции. При интерпретации данных в табл. 5.8-5.9 приведены содержания для проб в целом.



Рисунок 5.2 А) Портативный XRFанализатор (Olympus). Б) Принцип работы анализатора

Анализатор CHN

Органической составляющая почво-грунтов определялась с помощью элементного анализатора Euro EA3028-НТ для одновременного определения CHN в Ресурсном центре «Методы анализа состава вещества». Принцип работы прибора основывается на методе Дюма-Прегля [20]. Сжигание проб осуществляется в токе чистого кислорода с последующим восстановлением окислов азота и разделением газообразных продуктов окисления на хроматографической колонке с детектированием по теплопроводности. Определение содержания элементов осуществляется на основе содержания в продуктах сгорания CO₂, H₂O, N₂. Прибор имеет конструктивную возможность дооснащения приставками и набором расходных материалов для определения кислорода и серы, путем анализа продуктов

восстановления в атмосфере гелия. Полнота сжигания проб обеспечивается использованием технологии TurboFlash. Технология заключается в особом запатентованном методе инъекции кислорода под давлением независимо от давления и скорости потока газ-носителя, что обеспечивает полное сжигание самых сложных матриц.

Прибор конструктивно предназначен для работы как по однореакторной, так и по двухреакторной схемам, с возможностью перенастройки с одной схемы на другую. Преимуществами двухреакторной схемы являются повышенная ёмкость и возможность независимого регулирования температур окислительной и восстановительной зон. Разделение аналитической смеси производится на термостатируемой газовой-хроматографической колонке. Термостат колонки встроенный и обеспечивает рабочий диапазон температур от 40°C до 190°C [20]. Определение элементов производится высокочувствительным детектором по теплопроводности.

Прибор имеет систему автоматической загрузки образцов (автосамплер). Автосамплер обеспечивает работу с твёрдофазными образцами и образцами нелетучих жидкостей. Элементный CHNS-O анализатор EuroEA3000 выполнен в виде единого блока (рис.), в котором можно условно выделить три зоны:

1. Автосамплер.
2. Реакторный блок/нагревательная печь (печи).
3. Термостат колонки / ГХ колонка / детектор.

Перед проведением анализа исследуемые образцы загружаются в автосамплер (1). После запуска очередного анализа заданной серии образец из автосамплера попадает в реактор (2), представляющий собой кварцевую трубку, заполненную смесью катализаторов, находящуюся при высокой температуре. В режиме сгорания (для определения элементов C, H, N, S) в реактор подается определенный объем кислорода. Продукты сгорания подвергаются химическим / адсорбционным преобразованиям и в виде смеси индивидуальных компонентов (углерод в виде CO₂, водород в виде H₂O, азот в виде N₂, сера в виде SO₂ и кислород в виде CO) поступают на вход хроматографической колонки (3). После разделения индивидуальные компоненты определяются при помощи высокочувствительного катарометрического детектора. Полученные количества компонентов автоматически (с применением результатов градуировки) пересчитываются в массовую долю определяемых элементов [20]. Точность анализа составляет не менее: 0.3% по углероду, 0.2% по азоту и водороду.

Определения зольности – Сорг проводилось методом сухого озоления в химической лаборатории химического факультета. Бралась навеска 2 г подготовленного для анализа материала и помещалась в предварительно взвешенные фарфоровые тигли. После этого тигли с пробой помещались в холодную муфельную печь, далее при постепенном повышении температуры велось озоление при максимальной температуре 500-550°C в течении нескольких часов до полного удаления органической части. Озоление ведут до тех пор, пока оставшаяся зола не достигнет постоянного веса. После озоления пробы взвешивались повторно и по разнице весов до и после определялся процент органической части почв. Результаты анализа проб почво-грунтов приведены в табл. 5.2.

Энергодисперсионный спектрометр

Спектрометр EDX-800P предназначен для быстрого неразрушающего определения качественного и количественного элементного состава (от С6 до U92) твёрдых и жидких образцов, порошков, гранул, пластин, плёнок. Большая камера позволяет проводить измерения образцов диаметром до 300 мм и высотой до 150 мм. Анализ может проводиться на воздухе, в вакууме или среде гелия (для определения лёгких элементов в жидкостях). Пять типов первичных фильтров дают возможность снизить влияние фона и значительно улучшить пределы обнаружения элементов в образцах различной природы [20].

Благодаря программному обеспечению спектрометра возможно определять толщину и элементный состав тонких плёнок и покрытий, а использование метода фоновых фундаментальных параметров позволяет анализировать плёнки органической природы. Кроме того, существует возможность коррекции на интенсивность, энергию, полуширину пика. Программа сопоставления состава (интенсивность / содержание) использует библиотеки данных и исключает необходимость наличия стандартных образцов для количественного анализа. Определение элементного состава проводится методом энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа. Суть метода заключается в облучении исследуемого образца рентгеновским излучением с последующей расшифровкой спектра флуоресцентного излучения, испускаемого возбуждёнными атомами образца.

5.2 Ртуть в почво-грунтах завода МПБО-2

Ртуть является одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды и относится к первому классу опасности, являясь высокотоксичным элементом.

По своим химическим и геохимическим особенностям ртуть является миграционноспособным элементом (обладает высокой летучестью, высоким потенциалом ионизации). Однако, многие исследователи говорят, что высокотоксичными считаются именно соединения ртути (например, метилртуть).

Несанкционированные свалки, нерациональный подход к сортировке муниципального мусора могут также быть источником выбросов больших количеств ртути, как в атмосферу, так и в поверхностный водный сток, почвы. Ртуть легко может быть задействована в природных циклах при этом имея негативное воздействие на флору, фауну и человека.

Источником загрязнения ртутью перерабатываемых на заводе МПБО бытовых отходов являются батарейки и флуоресцентные лампы. Механизм работы завода подразумевает сортировку отходов: извлечение сырья, подлежащего вторичной переработке. Однако, разбившаяся люминесцентная лампа легко загрязняет окружающий её материал, а долго находящаяся во влажном мусоре батарейка, может окисляться выделяя опасные соединения. Рациональный подход к обработке бытовых отходов, своевременная сортировка отходов жителями, и необходимые работы могут предотвратить попадание ртути в природные экосистемы. Анализ на ртуть проделан для того, чтобы понять содержат ли молодые и слежавшиеся почво-грунты ртуть и её соединения. Цель данной работы: выделение пространственных и временных закономерностей распределения ртути в почво-грунтах завода МПБО-2. В таблице 5.1 приведены средние содержания ртути в почво-грунтах по итогу двух анализов для каждой пробы.

Таблица 5.1. Содержание ртути в ПГ МПБО, ppm

		Содержание	
		№ обр.	ртути
СТАРЫЕ	Серые	92	359,55
		94	603,45
		96	24,1
	Коричневые	91	22,55
		93	28,45
		95	213,7
	Чёрные	97	229,7
		98	362,45
		99	117,7
		911	189,45
НОВЫЕ	Коричневые	912	265,85
		913	2618,3
		914	1450,5

Концентрации ртути, значительно выше в новых захоронениях МПБО-2. На рис 5.3 приведены средние значения концентрации по типам почв, выделенных по цвету (серые, коричневые, черные – старые слежавшиеся захоронения) и морфологии (новые, по цвету коричневые).

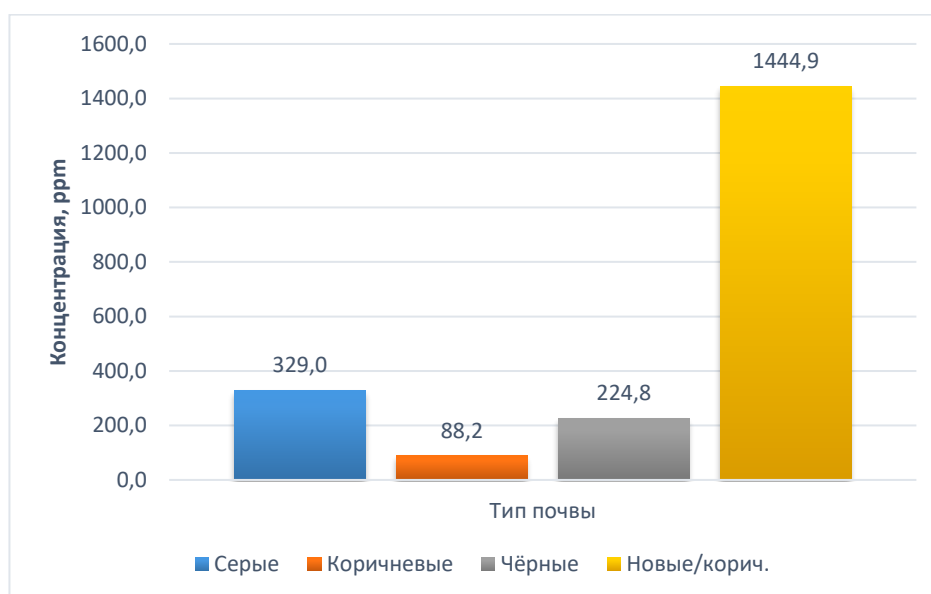


Рисунок 5.3. Средние содержания ртути в различных типах ПГ

Таким образом, в Новых ПГ содержания ртути выше, чем в литифицированных отложениях. В Старых ПГ наблюдаются различия в содержании ртути в зависимости от типа

отложений, которые имеют различную сорбционную емкость. В Серых (глинистых) ПГ содержания составляют 329 ppm, в Черных (с высокой долей органики) – 245 ppm, а в Коричневых (песчаных) ПГ содержание ртути наименьшее (88ppm).

5.3 Органическая составляющая ПГ

Таблица 5.2

Результаты определения $C_{орг}$ при прокаливании при 550° С (вес. %)

Место отбора проб	Номер пробы	$C_{орг,550^{\circ}C}$
Старые	91	4,4
	92	3,4
	93	5,4
	94	3,4
	95	3,6
	96	3,2
	97	7,2
	98	4,6
	99	4,2
	910	4,3
	911	4,2
Новые	912	11,2
	913	17,5
	914	12,0

Содержание С, N, Н в почво-грунтах МПБО-2 (%)

Место отбора проб	Номер пробы	N	C	Н
Старые	91	1,54	10,99	2,14
	92	0,74	4,7	1,01
	93	0,65	2,5	0,87
	94	0,68	2,85	0,87
	95	1,76	6,44	3,23
	96	0,77	2,77	0,88
	97	1,66	13,23	1,11
	98	1,11	9,98	1,35
	99	1,13	11,16	1,21
	910	1,4	7,87	0,99
	911	0,99	10,66	0,98
Новые	912	1,66	21,13	2,68
	913	1,73	23,55	2,45
	914	1,74	25,86	3,18

Таким образом, проведенные исследования позволяют заключить, что Новые (не литифицированные) ПГ содержат более, чем в 2 раза больше органики, чем Старые (литифицированные) отложения.

5.4 Макро- и микроэлементы в почво-грунтах МПБО-2

Анализ на петрогенные оксиды в почво-грунтах проводился для фракции 0,5 или 0,25 мм в зависимости от наличия соответствующего количества 2 г и более. Результаты анализ приведены в табл. 5.4. Для старых и новых захоронений посчитан индекс химического выветривания, который посчитан по формуле $(CIA)=[Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+NaO+K_2O)] \times 100$ (Nesbitt and Young).

Таблица 5.4. Содержание петрогенных оксидов в ПГ, %

№ образца	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ППП
92	13,4	3,4	6,3	61,0	0,6	0,1	7,2	0,3	4,2	0,0	3,4
93	16,3	4,0	6,0	50,6	0,8	0,1	10,4	0,4	6,1	0,0	5,4
94	13,6	3,8	4,3	55,4	0,8	0,1	14,6	0,1	3,9	0,0	3,4
95	23,1	3,8	6,3	43,9	0,7	0,1	11,2	0,2	7,1	0,0	3,6
96	15,1	4,1	7,3	58,5	0,8	0,1	4,4	0,1	6,4	0,0	3,2
97	24,0	3,7	5,6	38,7	0,5	0,1	12,8	0,3	7,3	0,0	7,2
98	22,0	2,5	3,8	47,3	0,8	0,2	14,0	0,3	4,4	0,2	4,6
99	12,8	3,5	6,1	59,1	0,7	0,1	8,8	0,2	4,2	0,3	4,2
910	20,7	4,3	6,9	47,0	0,7	0,2	9,2	0,1	6,8	0,0	4,3
911	20,2	2,7	3,7	48,4	0,8	0,1	15,7	0,1	3,9	0,2	4,2
Среднее	18,1	3,6	5,6	51,0	0,7	0,1	10,8	0,2	5,4	0,1	4,3
912	1,5	3,5	3,6	44,7	0,8	0,1	31,3	0,2	3,2	0,3	11,2
913	2,8	3,7	1,4	40,3	0,6	0,0	31,0	0,2	1,8	0,9	17,5
914	3,7	3,4	1,4	35,8	0,2	0,0	40,8	0,1	1,5	1,2	12,0
Среднее	2,7	3,5	2,1	40,3	0,5	0,0	34,4	0,1	2,1	0,8	13,5
Чувствит.	0,1	0,03	0,1	0,1	0,03	0,1	0,03	0,1	0,03	0,05	0,2
Индекс химического выветривания	25,5 старые										
	5,5 новые										

Для расчета индекса химического выветривания использовалась формула CIA/The Chemical index of alteration. Таким образом, Старые ПГ являются более выветрелыми. Для Новых (не литифицированных) ПГ характерно высокое содержание органики, фосфора и кальция, что определяется наличием костных остатков; в Старых (литифицированных) отложениях накапливаются SiO₂, Al₂O₃, Na₂O и K₂O, что характерно для минеральной составляющей ПГ.

Содержания микроэлементов в почво-грунтах анализировались при помощи портативного XRF анализатора принцип работы, которого описан в начале этой главы. Многие микроэлементы не были идентифицированы прибором ни в одной из проб/фракции к ним относятся: Se, Sb, La, Pr, Bi, U. Для элементов Mo, Ag содержания выявлены лишь в некоторых фракциях. Содержания микроэлементов в пробах почво-грунтов приведены в таблицах 5.7, 5.8.

Содержание потенциально опасных примесных элементов: Cr, Cu, Zn, As, Rb, Cd, Sn, Ba, Pb во фракциях старых и новых почво-грунтов различно (рис. 5.4, 5.5). В целом во всех фракциях ПГ наблюдаются высокие содержания Cu, Zn, Ba, Pb. В Новых ПГ содержания данных элементов выше в 4-5 раз. Фракция 2 мм для новых ПГ в данном анализе не учитывалась, так как анализ портативным анализатором для частиц размером более 2 мм (техногенных обломков) не является информативным. На рисунках

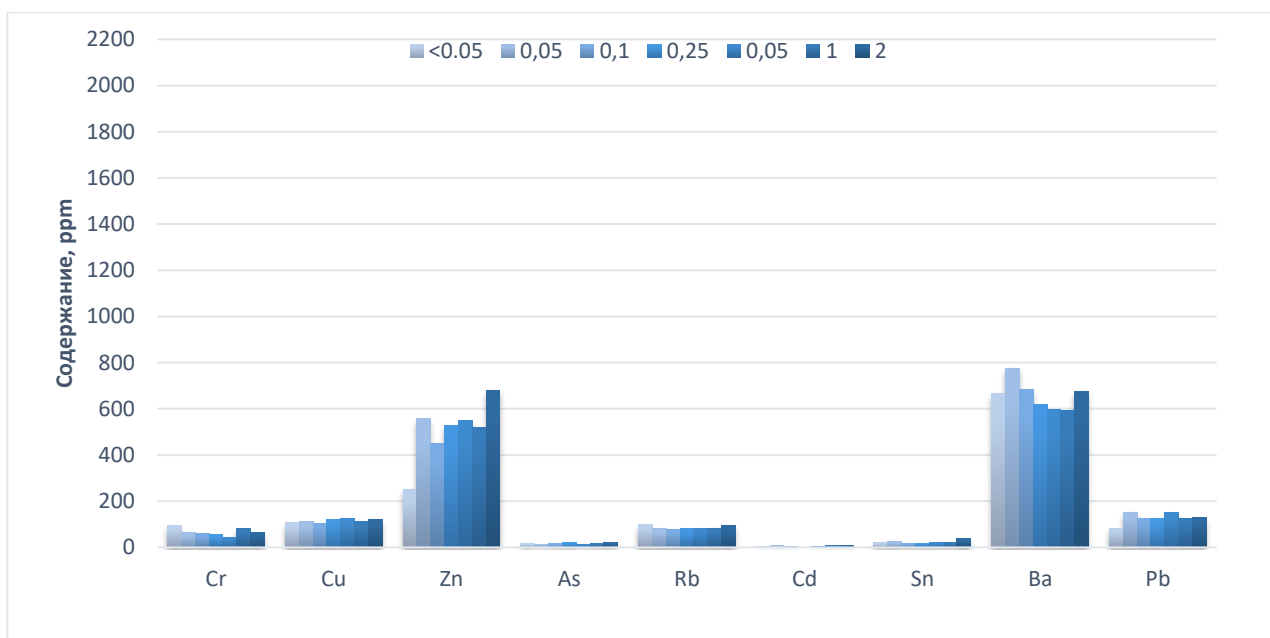


Рисунок 5.4 Содержание элементов-примесей по фракциям для почво-грунтов.

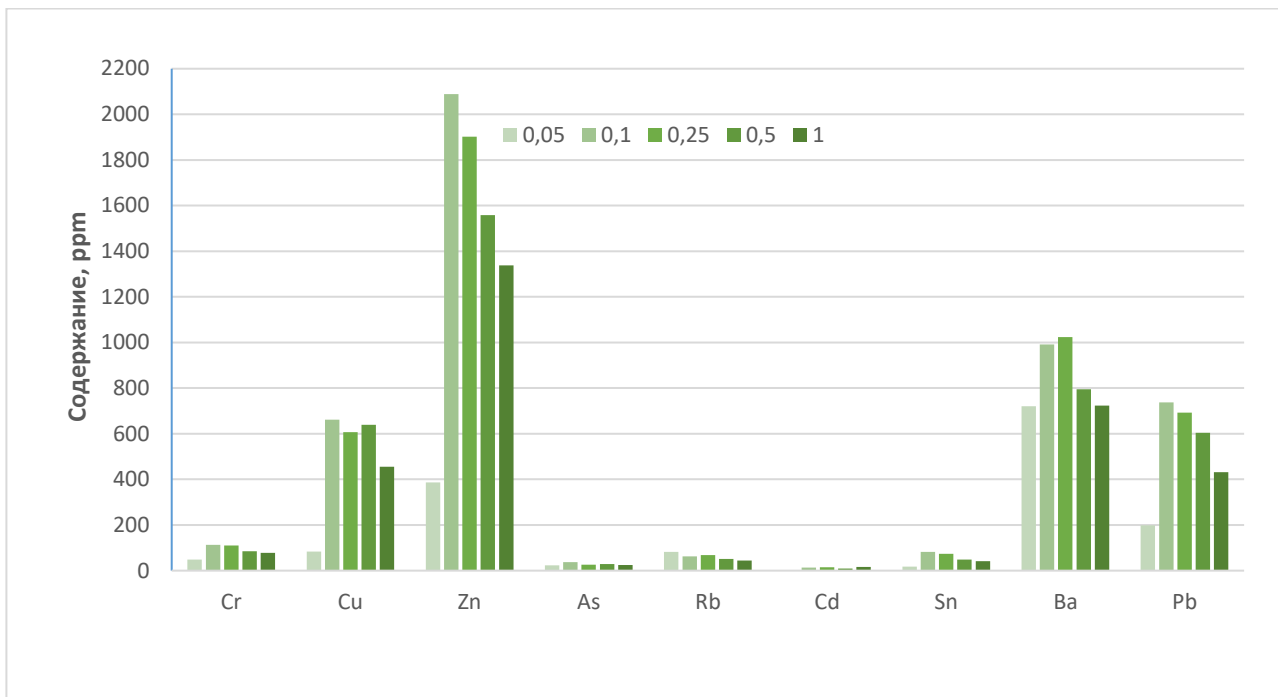


Рисунок 5.5 Содержание элементов примесей по фракциям для новых почво-грунтов.

Для оценки степени загрязнённости почв используют классификацию по предельным допустимым концентрациям (ПДК) химических веществ и их фоновому содержанию. Согласно ГОСТ 17.4.3.06-86 по степени загрязнения почвы подразделяют на сильнозагрязненные, среднезагрязненные, слабозагрязненные [6]. К сильнозагрязненным относят почвы, в которых содержание загрязняющих компонентов в несколько раз превышает значение ПДК. К среднезагрязненным относят почвы, в которых установлено превышение ПДК, но без видимых изменений свойства почв (физико-химических, химических, биологических особенностей). В слабозагрязненных почвах, содержание загрязняющих веществ не превышает фоновое естественное фоновое значения. Следует отметить, что согласно ГОСТ 17.4.3.06-86 степень устойчивости почвы к загрязняющим веществам оценивают по отношению к конкретному химическому загрязнителю или группе [6].

Исходя из этого различают:

1. Педохимические активные вещества, которые создают кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия в почвах, оказывающие влияние на общую почвенно-геохимическую обстановку. К таким веществам преимущественно относят макроэлементы и их соединения.
2. Биохимические активные вещества, воздействующие на организмы (микрофлору, флору и фауну).

3. Вещества, способные находиться в почве в таких формах, которые ведут к их миграции в атмосферный воздух, поверхностные, подземные и грунтовые воды, загрязнять растительность.

Для обоснования ПДК используются 4 основных показателя вредности того или иного химического загрязняющего вещества, устанавливаемого количественно путём эксперимента. К данным показателям вредности относят: транлокационный характеризует переход вещества из почвы в растение, миграционный водный характеризует способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водосточники, миграционный воздушный показатель характеризует переход загрязняющего вещества из почвы в атмосферный воздух, а также общесанитарный показатель вредности, характеризующий влияние вещества на самоочищаемую способность почвы и ее биологическую активность [6]. Нормативы качества окружающей среды могут устанавливаться, как по общероссийским требованиям, так и субъектами Российской Федерации. Классы опасности химических загрязняющих веществ, в соответствии со списком ПДК (ОДК) приведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Классы опасности химических загрязняющих веществ

Классы опасности	Химическое загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Для оценки загрязненности почво-грунтов, приведенных в таблице 5.6, использовались требования СанПиН 2.1.7.1287-03 табл. 5.7. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими показателями, почвы разделены на категории по уровню загрязнения: чистая, допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная. Для оценки загрязненности почво-грунтов учитывались только опасная и чрезвычайно опасная категории загрязненности с учётом содержания, ppm (мг/кг).

Таблица 5.6

Оценка содержаний элементов-примесей по фракциям ПГ с учетом классификации опасности и содержаний СанПиН (на основе содержаний рис. 5.6).

Тип ПГ	Размер фракции, мм	<0.05	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2
		Старые	Zn, Ba	Cr, Zn, Ba, Pb	Cr, Zn, Ba, Pb	Cr, Zn, Ba, Pb	Cr, Zn, Ba, Pb	Cr, Zn, Ba, Pb
Новые	Невыделена	Cr, Cu, Ba, Pb	Cr, Cu, Zn, Ba, Pb	Cr, Cu, Zn, Ba, Pb	Cr, Cu, Zn, Ba, Pb	Cr, Cu, Zn, Ba, Pb	Cu, Zn, Ba, Pb	Неучитывается

Таблица 5.7

Оценка степени химического загрязнения почвы [6]

Категории загрязнения	Санитарное число Хлебникова	Суммарный показатель загрязнения (Z_s)	Содержание в почве (мг/кг)					
			I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
			Органич. соединения	Неорганич. соединения	Органич. соединения	Неорганич. соединения	Органич. соединения	Неорганич. соединения
Чистая *	0.98 и >	—	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	0.98 и >	<16	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК
Умеренно опасная	0.85–0.98	16–32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}
Опасная	0.7–0.85	32–128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до K_{max}	>5 ПДК	> K_{max}
Чрезвычайно опасная	<0.7	>128	>5 ПДК	> K_{max}	>5 ПДК	> K_{max}		

K_{\max} – максимальное значение допустимого уровня содержания элемента по одному из четырех показателей вредности. Категория загрязненности относится к объектам повышенного риска. Z_c – расчет проводится в соответствии с методическими указаниями по гигиенической оценке качества почвы населенных мест.

Таблица 5.8

Содержание литофильных элементов в ПГ (ppm)

Тип почвы по э морфологии/ цвету		№ обр	V	Cr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ce	Ta	Th
Старые	Коричневый	91	46	Н/О	48,1	83	10,9	168	Н/О	1013	Н/О	6	13
		93	58	33	95,4	182	15,6	219	8,6	531	Н/О	8	17
		95	46	55	91,9	168	16,4	273	9,2	584	93	10	16
		910	51	41	122,2	151	21,8	247	16	695	106	12	22
		Среднее	50	43	89	146	16	227	11	706	100	9	17
	Серый	92	57	85	91	177	20,5	1223	7,4	592	Н/О	16	17
		94	48	49	91	193	19,9	285	10,9	706	76	Н/О	9
		96	68	74	125,2	102	27,6	286	12,7	505	118	12	30
		Среднее	58	69	102	157	23	598	10	601	97	14	
	Черный	97	38	32	92,2	212	17,8	247	12,3	922	Н/О	8	11
		98	44	45	73,6	215	16,1	185	10,8	589	Н/О	Н/О	16
		911	56	53	79,3	159	12,8	169	7,7	351	Н/О	11	12
		99	35	40	40,6	261	12,9	157	13,8	536	Н/О	Н/О	Н/О
		Среднее	43	43	71	212	15	190	11	600	Н/О	9	13
Новые	Коричневый	912	112	152	44,6	548	10,7	234	13,2	1105	Н/О	10	Н/О
		913	30	46	25,1	376	6,8	94	13,8	399	Н/О	12	Н/О
		914	54	48	71,7	363	22,1	300	9,6	582	Н/О	7	20
		Среднее	65	82	47	429	13	209	12	695	Н/О	10	20
	Чувствительность		10	10	3	3	2	3	3	50	60	4	6

Примечание: н/о=не обнаружено, содержание элемента в образце ниже предела обнаружения.

Содержания халькофильных элементов в ПГ (ppm)

Тип почвы: по морфологии/цвету		№ обр	Co	Cu	Zn	As	Sn	Pb
Старые	Коричневый	91	Н/О	Н/О	16	17	15	16
		93	5,2	31	131	Н/О	12	28
		95	Н/О	19	76	Н/О	Н/О	63
		910	7,9	18	79	5	14	40
		Среднее	7	23	76	11		37
	Серый	92	9,3	29	203	11,1	13	62
		94	Н/О	133	636	Н/О	16	144
		96	14,3	44	150	Н/О	Н/О	38
		Среднее	12	69	330	11		81
	Черный	97	5,4	172	876	18	14	200
		98	5,3	295	1542	23	27	279
		911	Н/О	374	1477	40	14	359
		99	6,3	264	1812	27	Н/О	183
		Среднее	6	276	1427	27	18	255
Новые	Коричневый	912	5,9	889	2707	30	94	1003
		913	Н/О	254	297	57	Н/О	1218
		914	12,9	87	381	21	30	151
		Среднее	9	410	1128	36	62	791
Чувствительность			4	6	7	4	8	5

Примечание: н/о=не обнаружено, содержание элемента в образце ниже предела обнаружения.

Для всех проб был посчитан Кларк Концентрации (КК) - отношение среднего содержания элемента в пробе к кларку этого элемента в регионе. В расчетах использовались содержания 14 элементов: V, Cr, Co, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Sn, Ba, Ce, Pb. Кларковые концентрации рассчитывались по формуле: $КК = С_{хэ}/Кларк$, где $С_{хэ}$ – концентрация химического элемента; Кларк – кларк химического элемента в земной коре. Кларковые значения взяты по Склярову Е.В. В табл. 6.0 приведены средние содержания микроэлементов в ПГ для Новых (обр. 912-914) и Старых (обр. 91-911).

Таблица 6.0

Содержание элементов – примесей в старых и новых ПГ

Элементы	ПГ		Кларк Концентрации		
	Старые	Новые	Кларк (Скляров,2001)	Старые	Новые
V	49,7	65,3	150,0	0,3	0,4
Cr	50,7	82,0	5,0	10,1	16,4
Co	7,7	9,4	13,0	0,6	0,7
Cu	137,9	410,0	30,0	4,6	13,7
Zn	636,2	1128,3	84,0	7,6	13,4
Rb	86,4	47,1	95,0	0,9	0,5
Sr	173,0	429,0	380,0	0,5	1,1
Y	17,5	13,2	50,0	0,4	0,3
Zr	314,5	209,3	300,0	1,0	0,7
Nb	10,9	12,2	1,0	10,9	12,2
Sn	15,6	62,0	10,0	1,6	6,2
Ba	638,5	695,3	500,0	1,3	1,4
Ce	98,3	0,0	50,0	2,0	0,0
Pb	128,4	790,7	40,0	3,2	19,8

По Кларковым Коцентрациям для Старых и Новых ПГ построены геохимические спектры (рис. 5.6). Для Новых и Старых ПГ был рассчитан показатель Z_c , который используется при санитарно-гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова территории. Для расчета была применена следующая формула: $Z_c = (\sum_{i=1}^n K_c) - (n - 1)$, где K_c =кларк концентрации (табл. 6.0) загрязнителя. Рассчитанный по формуле показатель техногенного загрязнения [2] для Новых почво-грунтов $Z_c=73,9$, для Старых 31,9.

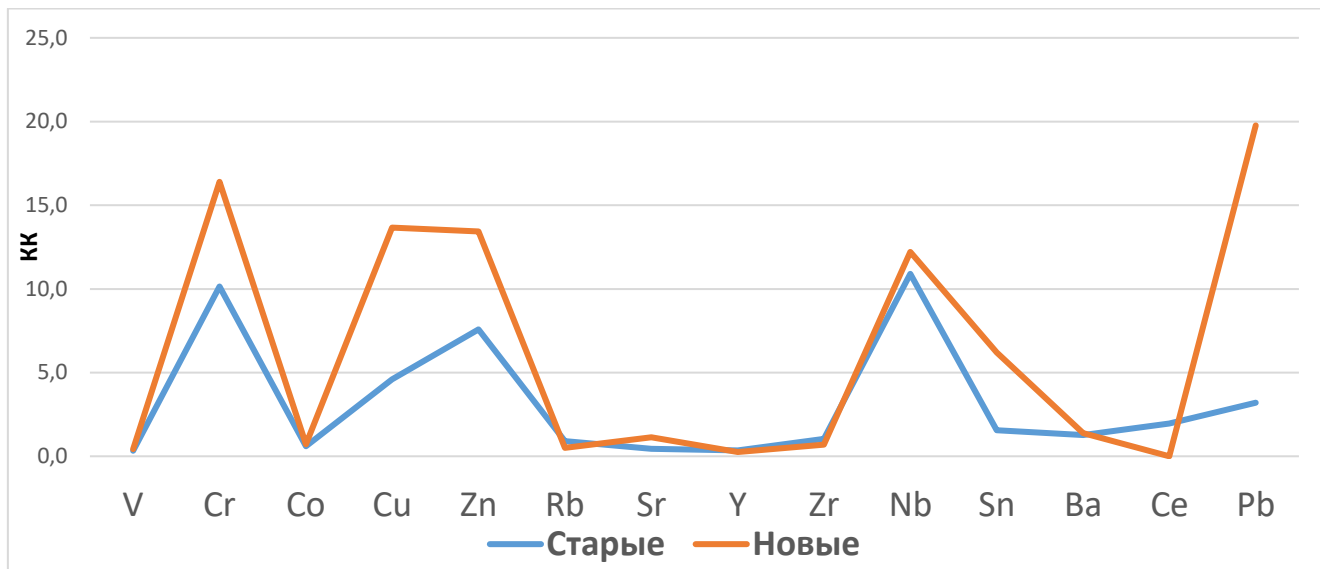


Рисунок 5.6 Геохимический спектр элементов-примесей в почво-грунтах, по степени литификации.

Таким образом, содержания большинства химических элементов выше в Новых ПГ, чем в Старых. По величине КК в Новых ПГ элементы распределяются следующим образом: (от большего к меньшему): Pb-Cr-Cu-Zn-Nb-Sn-Ba-Sr-Co-Zr-Rb-V-Y-Ce.

В старых Nb-Cr- Zn-Cu-Pb-Ce-Sn-Ba-Zr-Rb-Co-Sr-Y-V. Учитывая разницу КК/Новые-Старые= $Pb_{16,6}-Cu_{9,1} -Cr_{6,3}-Zn_{5,9}-Sn_{4,6}-Nb_{1,3}-Sr_{0,7}-Ba_{0,1}-Co_{0,1}-V_{0,1}$ Таким образом, получаем ряд миграционноспособных элементов. Из чего делаем вывод, что подвижные формы химических элементов могут мигрировать из ПГ и поступать в воды водоотводного канала, которые также не очищаются и загрязняют окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных данных исследования структуры почво-грунтов на территории МПБО-2 (Янино-1) было выявлено 2 типа почво-грунтов, различающихся по степени литификации, то есть времени их захоронения. Вблизи завода выделяются почво-грунты слабо литифицированные, с высоким содержанием разного рода техногенных обломков, которые классифицировали как Новые. По мере отдаления от территории заводского комбината наблюдались более слежавшиеся, литифицированные почво-грунты, которые были выделены в тип Старые. Они также содержали различные виды техногенных, строительных обломков.

В почво-грунтах, выделенных по цветовому индексу, имеются различия гранулометрического состава. Черные почво-грунты обладают относительно равномерным распределением частиц по фракциям, но обеднены относительно фракций 0,05; 0,1. В Серых ПГ преобладают мелкие фракции (0,05, 0,1 мм). В Черных распределение практически равномерное, за исключением глинистой фракции. В Коричневых преобладают фракции 0,25; 0,5 мм. Для всех типов ПГ характерно большое содержание фракции 2 мм, состоящей из разного рода включений

В ходе исследования минерального состава почво-грунтов были выявлены следующие основные компоненты почво-грунтов: минеральные (кварц, полевые шпаты, слюды), почвенные агрегаты, органические остатки, а также разного рода включения (обломки гранитов, техногенные частицы).

Говоря о геохимических особенностях почво-грунтов можно выделить главным образом следующие факты: новые почво-грунты значительно обогащены относительно элементов-примесей, тяжелых элементов, а также органической составляющей. Содержание ртути в новых почво-грунтах в 3-4 раза больше, чем в старых. Однако, высокие содержания ртути наблюдаются и в старых почво-грунтах типа «серые». На основании чего мы предполагаем, что более глинистые почво-грунты так или иначе сорбируют ртуть и её подвижные соединения. Ртуть является одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды и относится к первому классу опасности, являясь высокотоксичным и миграционноспособным элементом. Она легко может быть задействована в природных циклах, при этом имея негативное воздействие на флору, фауну и человека.

Анализ органической составляющей почво-грунтов выявил, что органического вещества в новых почво-грунтах содержится в среднем больше в два раза, чем в старых. Данную особенность можно было заметить, также в полевых и камеральных условиях, в процессе пробоподготовки.

Расчёт индексов химического выветривания выявил главные различия почво-грунтов, выделенных нами по степени литификации. Индекс химического выветривания в старых почво-грунтах почти в 4 раза больше, чем в новых. На основании чего, можно констатировать факт, что более слежавшиеся почво-грунты являются более выветрелыми, а значит стабилизировавшимися.

При анализе содержания химических загрязняющих компонентов в почво-грунтах учитывались все гранулометрические фракции проб. Таким образом, было установлено, что графики распределения для старых и новых почво-грунтов имеют схожие формы. Однако содержания загрязнителей в новых ПГ гораздо выше. С учетом классификации химических загрязнителей в почво-грунтах содержатся элементы первого, второго и третьего класса опасности. Учитывая нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и СанПиН, можно сделать вывод, что содержания химических элементов в почво-грунтах превышают нормы. К ним относятся загрязнителя первого класса опасности: цинк, свинец, ртуть, содержащиеся, как в старых, так и новых почво-грунтах. Второго класса опасности: хром, кобальт, медь. Третьего класса опасности: барий.

Подводя итоги вышесказанному, можно сказать, что все химические загрязнители, в основном это тяжелые металлы, так или иначе мигрируют из почво-грунтов окружающую среду. Об этом свидетельствует схожесть геохимических спектров для старых и новых почво-грунтов. Свежий балласт, помещенный на полигоны имеет высокие содержания загрязняющих веществ. Со временем, компоненты новых почво-грунтов покидают свой первоисточник, мигрируя в окружающую среду.

Микроскопические исследования отобранных частиц почво-грунтов показали, что в почвах присутствуют техногенные частицы, первичные и вторичные минералы. При исследовании частиц различных по составу пластиков было отмечено, что они аккумулируют на своей поверхности частички других минеральных образований кварцевых частиц, слюд, пылеватых и др. минеральных агрегатов, которые необходимо продолжить исследовать при помощи более точных качественных и количественных методов. Мягкие пластики (полиэтилены) имели расщепленные края и тесно контактировали с флорой и фауной, образуя агрегаты. Вполне вероятно, что эти же пластики подвергаются процессам биогенной деградации, со временем разрушаясь в почво-грунтах.

Рациональный подход к обработке бытовых отходов, своевременная сортировка отходов жителями, и необходимые рекультивационные работы могут предотвратить попадание ртути и других высокотоксичных соединений химических элементов в природные экосистемы. В качестве продолжения данного исследования может быть анализ на подвижные формы химических элементов и соединений в почвенных разрезах почво-

грунтов завода МПБО-2. Также перспективным направлением для продолжения данного исследования является изучение пластиковой компоненты почво-грунтов. В случае с заводом МПБО-2, где свежий балласт содержит большое количество различных пластиковых частиц, данные тела могут рассматриваться как источник потенциального загрязнения природных почв и поверхностных сточных вод частицами микропластиков.

Таким образом, можно сформулировать основные выводы.

1. В почво-грунтах, выделенных по цветовому индексу, имеются различия гранулометрического состава. В Серых ПГ преобладают мелкие фракции (0,05, 0,1 мм). В Черных распределение практически равномерное. В Коричневых преобладают фракции 0,25; 0,5 мм. Для всех типов ПГ характерно большое содержание фракции 2 мм, состоящей из разного рода включений.
2. Старые ПГ богаты минеральной компонентой, новые - обогащены крупными включениями техногенного происхождения (пластиками, стеклами).
3. Новые ПГ обогащены органической составляющей, тяжелыми металлами (ртутью, свинцом, цинком, медью, хромом). Среди старых ПГ повышенными содержаниями обладают Серые более глинистые ПГ.
4. Подводя итоги вышесказанному, можно сказать, что компоненты Новых ПГ покидают свой первоисточник, мигрируя в окружающую среду. Среди наиболее миграционноспособных элементов выделяются элементы первого класса опасности (ртуть, свинец, цинк), второго (медь, хром).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубева Д.А, Сорокин Н.Д. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге: Аналитический обзор за 25 лет. СПб.: Формат, 2004. 784 с.
2. Глушакова И. С. Моделирование состава фильтрационных вод санитарных полигонов захоронения бытовых отходов // Геоэкология, 2004. №4. с.334-341.
3. Панова Е. Г. и др. Геохимическая оценка загрязнений почвенного покрова Валаамского архипелага. Из-во СПбГУ, 2001, 56 с.
4. Региональная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми отходами в Санкт – Петербурге на период 2012-2016 годов, 2012, 24 с.
5. Серебрицкого И.А. СПб Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2018 году. Спб: ООО «Сезам-принт», 2019. 264 с.
6. Сорокин Н.Д, Королева Е.Б., Лосева Е.В., Осинцева Н.В. Пособие по вопросам изучения загрязненных земель и их санации. СПб., 2012. 119 с.
7. Atalia K.R. Buha D.M. et al. Review on Composting of Municipal Solid Waste IOSR //Journal of Environmental Science. Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT). Vol. 9, Issue 5, Ver. I (May. 2015), P. 20-29.
8. Bogchi A. Natural attenuation mechanism of landfill leachate and effects of various factors on the mechanism // Waste Mangement and Research. 1987. Vol. 5№4. P. 453-463.
9. Christensen T.H., Nielsen C.W. Leaching from land disposed municipal composts: 1.Organic Matter // Waste Management and Research. 1983. Vol. 5. P. 83-94.
10. Christensen T.H., Tjell J.C. Leaching from land disposal municipal compost: 4. Heavy metals// Waste management and Research 1984.- Vol. 2, #4. -P. 347-357.
11. Gade B. et al. Long-term behavior and mineralogical reactions in hazardous waste landfills: a comparison of observation and geochemical modelling // Environ. Geology. 2001. Vol. 40, №3. P. 248-256.
12. Gonzelez-Vila F.J. et al. Evolution of chemicals within the dump profile in a controlled landfill //Chemosphere. 1995. Vol. 31, №3. P. 2817-2825.
13. Pinjing He, Liyao Chen, Liming Shao, Hua Zhang, Fan Lü. Evidence of microplastics in landfill leachate a State Key Laboratory of Pollution Control and Source Reuse, Tongji University, Shanghai, 2000. 92, People's Republic of China, 2019.
14. Rummyantseva A, Berezyuk M. et al. Modern technologies of processing municipal solid waste: investing in the future Department of Environmental Economics, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 19 Mira str., Ekaterinburg, Russia, 2015
15. Timothy G.T., Jon Powell P.J. Sustainable Practices for Landfill Design and Operation // Waste Management Principles, 2015. 55 p.

16. Zhou H. Combustible Solid Waste Thermochemical Conversion // Springer Nature Beijing China - 2017. P. 198.
17. Zhengkai Tao, Shijin Dai, Xiaoli Chai. Mercury emission to the atmosphere from municipal solid waste landfills: A brief review. State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University. Municipal solid waste (MSW) landfill: A source of microplastics, 2017. 77 p.

Электронные ресурсы

18. Сайт Завода МПБО-2| <https://mpbo2.ru/o-predpriyatii/istoriya/>
19. Экологический портал Санкт-Петербурга| <http://www.infoeco.ru/index.php?id=139>
20. Научный парк СПбГУ| <https://researchpark.spbu.ru/research-park/centres>