Санкт-Петербургский государственный университет

**МЕРЗЛЯКОВА Анастасия Дмитриевна**

**Выпускная квалификационная работа**

**Комплексная экологическая оценка территории объекта размещения коммунальных отходов на примере полигонов Бахчисарая и Симферополя в горном Крыму**

Уровень образования: Магистратура

05.04.06 «Экология и природопользование»

ВМ.5529 «Геоэкологический мониторинг и рациональное природопользование»

Профиль “Геоэкологический мониторинг”

Научный руководитель:

к.г.-м.н., доцент кафедры экологической геологии

Подлипский Иван Иванович

Рецензент:

Генеральный директор НТЦ «Технологии ХХI века», к.ф.-м.н.

Кнатько Михаил Васильевич

Санкт-Петербург

2019

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc9116090)

[1. ЛИТЕРАТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С БЫТОВЫМИ (КОММУНАЛЬНЫМИ) ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ 5](#_Toc9116091)

[1.1 Проблема утилизации коммунальных отходов в Симферополе и Бахчисарайском районе 5](#_Toc9116092)

[1.2 Экологическое состояние исследуемой территории 7](#_Toc9116093)

[2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ 8](#_Toc9116094)

[2.1 Климатическая характеристика территории Предгорного и Горного Крыма 9](#_Toc9116095)

[2.2 Растительность и животный мир территории предгорного и горного Крыма 11](#_Toc9116096)

[2.3 Опасные гидрометеорологические явления предгорного и горного Крыма 13](#_Toc9116097)

[2.4 Геологическое описание территории предгорного и горного Крыма 14](#_Toc9116098)

[2.5 Характеристика почвенного покрова территории предгорного и горного Крыма 16](#_Toc9116099)

[3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 18](#_Toc9116100)

[1.1 Буровые работы и описание морфологического строения грунтов прилегающих териториий мест складирования ТКО 18](#_Toc9116101)

[Основная цель проводимых работ: описание особенностей литологического строения и особенностей радиального распределения ТМ на прилегающей территории мест складирования ТКО. 18](#_Toc9116102)

[2.1.1.Анализ почв 18](#_Toc9116103)

[3.1. Литогеохимическая сьемка 19](#_Toc9116104)

[3.2. Методика. 19](#_Toc9116105)

[Результаты 22](#_Toc9116106)

[4.1. Биотестирование объединенных проб грунтов методом элюатного фитотестирования 22](#_Toc9116107)

[4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИТОРИИ 25](#_Toc9116108)

[1. Основа метода переработки. 25](#_Toc9116109)

[2. Применение грунта укрепленного техногенного. 27](#_Toc9116110)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 28](#_Toc9116111)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 28](#_Toc9116112)

[ПРИЛОЖЕНИЯ 32](#_Toc9116113)

# ВВЕДЕНИЕ

Все, что создается людьми в процессе промышленного производства, со временем становится отходами и в дальнейшем будет представлять угрозу загрязнения поверхности Земли и почвы. Большая часть изделий после эксплуатации попадают на промышленные и бытовые свалки.

В среднем на земную поверхность ежегодно попадает 85-90 млрд. т твердых бытовых и промышленных отходов. В ушедшем ХХ веке с его середины каждые 10 лет объём отходов удваивается. Уже 2000 году на одного жителя планеты приходилось 1,2 т всех продуктов производства, т. е. “отложенных отходов”, около 0,12 т отходов переработки сырья. Экологи подсчитали, что каждой тонне мусора на стадии потребления соответствует 10 т отходов на стадии производства и около 100 т – при получении сырья.

В России ежегодно образуется около 7 млрд. т. отходов производства и потребления. Из этой величины свыше 140 млн. м3, или около 500 млн. т, приходится на отходы потребления (твердые бытовые (коммунальные) отходы – ТБО (ТКО)). Одни лишь коммунальные отходы, накапливающиеся на свалках и частично вступающие в химические реакции с почвами, образуют техногенный буфер и выступают как фактор техногенеза. Известно, что количество коммунальных отходов занимает второе место по валу после отходов горно-металлургической деятельности и для некоторых стран они представляют серьезную проблему [23].

Для того, чтобы подробнее изучить проблему загрязнения окружающей среды отходами, нами была проведена комплексная оценка мест складирования отходов вблизи города Бахчисарая (Бахчисарайский район) и села Мраморное (Симферопольский район).

Под комплексной экологической оценкой мы принимаем такую оценку, которая представляет собой анализ качества окружающей природной среды и ее изменения под воздействием антропогенных факторов. Так как включать в себя она может множество различных подходов и критериев [24], называя ее «комплексной», мы подразумеваем наличие нескольких различных примененных методов.

**Цели и задачи работы.** Целью работы является комплексная экологическая оценка состояния прилегающих территории мест складирования коммунальных отходов г. Бахчисарай и г. Симферополь.

Для достижения поставленной̆ цели были решены следующие задачи:

* Произвести литогеохимическую сьемку, закладку почвенных разрезов и скважин на прилегающих территориях мест складирования,
* Выполнить валовый анализ проб почв, грунтов и пород, при помощи рентгенфлоуресцентного метода для оценки содержания элементов I и II классов опасности: Сu, Zn, Pb, Ni, Fe
* Провести биотестирование для оценки токсичности техногенно-загрязненных почв (грунтов, пород) методом выполнения измерения всхожести семян и длины корней высших растений с помощью редиса *Raphanus sativus* и кресс-салата *Lepidium sativum*
* Исследовать закономерности площадного и вертикального распределения тяжелых металлов на исследуемой территории
* Разработать рекомендации по ремедиации территории полигонов

**Новизна исследования:** Впервые для экологической оценки полигонов на территории полигонов Крыма города Бахчисарая и Симферополя применен комплекс методов поверхностной литогеохимической съемки с оценкой содержания элементов I и II классов опасности (Сu, Zn, Pb, Ni, Fe), методов фитотестирования в качестве оценки токсичности техногенно-загрязненных грунтов, морфологическим описанием и радиальной геохимической характеристикой почвенных разрезов и скважин. По результатам проведенных работ составлены рекомендации рекультивации территории, обезвреживания одной из фракций механической сортировки твердых коммунальных отходов – первичного отсева, с помощью новой реагентной интеграционной минерально-матричной технологии.

**Практическая значимость:** разработаны рекомендации по рациональному природо- и недропользованию для мест складирования коммунальных отходов города Бахчисарая и Симферополя и использованию передовых физико-химических методов утилизации отходов (на примере минерально-матричной технологии) с целью получения геополимерных материалов.

Существует несколько методов для решения проблемы утилизации различных видов отходов на сегодняшний. Важно понять опасность отходов для окружающей среды и научиться снижать их токсичность. Рассматривая химический способ обезвреживания одной из фракций механической сортировки твердых бутовых (коммунальных) отходов – первичного отсева, мы обращаемся к новой реагентной интеграционной минерально-матричной технологии, разработанной ООО «НТЦ «Технологии XXI века» и основывающейся на теории синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных минеральных средах. Ранее нами проводилось достаточно подробное изучение механизма работы данного способа, были

# 1. ЛИТЕРАТУРНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С БЫТОВЫМИ (КОММУНАЛЬНЫМИ) ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

## 1.1 Проблема утилизации коммунальных отходов в Симферополе и Бахчисарайском районе

В настоящее время преимущественным способом обращения с ТКО в Республике Крым является захоронение на свалках и полигонах, причем в смешанном виде.

На территории Республики Крым существует 37 официально зарегистрированных полигонов и свалок, в которых на 01.01.2015 г. накоплено около 56 млн. т. отходов различного класса опасности. Еще девять полигонов имеют запас проектной мощности, но, при этом, три из них заполнены более чем на 90 %. Большинство существующих свалок в Республике не имеют противофильтрационных экранов, они не обустроены в соответствии требованиями природоохранного законодательства Российской Федерации относительно загрязнения подземных вод и воздушного бассейна. На многих из них отсутствуют правоустанавливающие документы на землю [1].

В целом, на территории Республики Крым расположено 269 крупных несанкционированных свалок (площадью от 0,5 до 2 га, высотой от 1,5 до 2,5 м.), расположенных практически около каждого сельского поселения. Наибольшее количество несанкционированных свалок в Бахчисарайском районе – 18 шт. [2].

Что касается крымской столицы – Симферополя, то на полигоне ТБО, расположенном в микрорайоне Каменка накоплено более 2 млн. м3 отходов. В начале 2000-х годов полигон признали непригодным к эксплуатации. Эксплуатация симферопольского полигона ТБО должна быть приостановлена, но коммунальные предприятия все равно продолжают свозить на него мусор, так как вопрос открытия альтернативного полигона остается нерешенным. В 2011 году площадь Симферопольского полигона ТКО увеличили на 2,5 га.

В 2010 году свалка начала активно гореть, причем жители прилегающего к ней микрорайона Каменка и дачного массива уверенны, что мусор поджигают целенаправленно, чтобы уменьшить его объем. Результаты анализов почвы и воды, отобранных в районе свалки, приведенные экологами, показали десятикратное загрязнение тяжелыми металлами. На некоторых участках уровень превышения достигает 200-300 ПДК [3].

В рамках федеральной целевой программы социально–экономического развития Крымского полуострова рекультивировать свалку площадью 239 тыс. м2, на которой находится 4,382 тыс.м3 ТБО, нужно до 20 декабря 2019 года.

В Бахчисарайском районе практически все полигоны ТКО также исчерпали свой ресурс. Это касается и главной бахчисарайской свалки, расположенной в непосредственной близости от города. Её объем составляет около 1 млн. м3. В 2008 году в Бахчисарайском районе практически одномоментно были закрыты 4 полигона ТКО, расположенные неподалеку от сел Куйбышево, Танковое, Ароматное и Маловодное. Свалки эксплуатировались с многочисленными нарушениями: полигоны оказались не обвалованы, не обустроены, госакты на землю не оформлены, как и разрешение на размещение отходов [3].

Для рационального управления в сфере обращения с отходами необходимо учитывать обязательную последовательность управленческих решений: проектирование участка складирования отходов, организация хозяйственной зоны и инженерных сооружений полигонов ТБО, организация санитарно-защитной зоны и устройств по контролю грунтовых вод полигонов, организация работ по эксплуатации полигонов для захоронения отходов, контроль соблюдения требований охраны окружающей среды на полигонах. Сложная ситуация с отходами сложилась в городах Симферополе [4].

Существующая система сбора отходов в Республике Крым в настоящее время остро нуждается в совершенствовании и систематизации. Специфика и уникальные особенности полуострова диктуют особые подходы к формированию эффективной и комплексной системы управления обращением с отходами [5] в Симферополе, в частности, имеются мощности для некоторых компонентов переработки ТБО: стекла – фирмы «Витмет», «Крымвторчермет»; ПЭ и ПЭТ – ООО «Крымпласт», Завод пластмасс, «Сизакор», «УТОС»; картона и бумаги – фирма «Крымбумага»; металлов – фирмы «Втормет», «Мегамет», «Миттал», «Арммет», «Симмет», «Крымсплав», «ЦМК-Крым» и др.; электронных компонентов – «Промдрагмет», «Крымэкоресурсы» [2].

Международная Академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности предлагает построить на территории Республики Крым четыре мусороперерабатывающих завода МПЗ200, производственной мощностью 200 тыс.т./год твердых бытовых отходов. Мусороперерабатывающие заводы целесообразно расположить в районе г. Симферополь, Строительство мусоросортировочного завода предлагается осуществить на территории действующего полигона твердых коммунальных отходов.

Согласно расчетам строительство мусоросжигательного завода для города (например, Симферополя) с населением 300-500 тыс. чел., помимо решения экологических проблем, позволяет обеспечить выработку тепловой энергии в количестве около 300000 Гкал/год, что эквивалентно тепловой энергии, получаемой от сжигания природного газа в объеме до 35 млн.м3/год. Если использовать теплоту от сжигания всех ТБО жилого фонда такого города для выработки электроэнергии, то за счет нее можно покрыть около 9% годового потребления электрической энергии каждым городским жителем из расчета потребления им 1500 кВт-ч/год электроэнергии [6].

В регионе, в принципе, отсутствует концепция обращения с отходами и понимание создания такой системы. Исключение составляет Государственная программа Республики Крым в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами на 2017-2021 годы.

Программа предусматривает обязательный отказ от функционирования существующих мест захоронения ТБО и обустройство в Крыму трех крупных полигонов, отвечающих современным требованиям [7].

## 1.2 Экологическое состояние исследуемой территории

С 2014 г самое значительное накопление отходов приурочено к крупным промышленным узлам – Симферополь - 364,3 тыс. т, в Бахчисарайском районе - 195,6 тыс. т. [1].

Свалки и полигоны твердых бытовых отходов являются предметом многолетних изысканий, выполняемых институтом «КрымГИИНТИЗ» (г.Симферополь) на территории Крыма. На протяжении последних 10 лет институтом проводились комплексные обследования практически всех крупных существующих полигонов в Крыму, закрытых или заброшенных свалок [8].

Стоит отметить, что тенденции накопления твердых бытовых отходов являются негативным фактором; функционирование традиционных схем удаления отходов (депонирование твердых бытовых отходов) дестабилизирует состояние окружающей среды: полигоны не обеспечены системами защиты почвы, водных горизонтов, атмосферного воздуха от загрязнения продуктами разложения твердых бытовых отходов. Поэтому зона воздействия объектов захоронения отходов не будет ограничена территориальной принадлежностью. В связи с чем следует анализировать состояние природных компонентов как в пригородных зонах, так и в горном Крыму в целом.

По водоносному горизонту четвертичных отложений неблагоприятная гидрохимическая обстановка наблюдается как на Симферопольском (Фирма «ТЭС», КПЖКГ «Урожайное», КП «Молодежное-1», УЖКХ Мирновского и других) водозаборе, Бахчисарайском (ГП «Плодовое» - с. Вилино) где водопотребители пользуются подземными водами с минерализацией до 2,7 г/дм3, жесткостью - до 28,2 мг-экв/дм3, и с другими загрязняющими веществами (NO3 до 123 мг/дм) Также отмечается бактериологическое загрязнение четвертичного водоносного горизонта в районе г. Севастополя. Бактериологические показатели - БГКП - 23800 [9].

Бактериологическая ситуация ухудшается после летних дождей в 2-3 раза. По бактериальным показателям вода Симферопольского водохранилища не удовлетворяет существующим требованиям и не может подаваться без очистки [10].

В почвенном покрове г. Севастополя и пригорода отмечается нитратное загрязнение. Индекс БГКП достигает 2380 КОЕ/дм3.

На территории Симферопольского полигона, по атмосферному воздуху отмечается превышение ПДК за отмеченный период по монооксиду углерода на территории – в 2,2-3,5 раза, по пыли – в 12-17 раз, по остальным эмиссиям в 3-6 раза выше допустимых норм [1].

Распространение отдельных элементов имеет ряд закономерностей. Восточная часть пригородной зоны, включая долинно-террасовый комплекс рек Большой и Малый Салгир, а также район Сергеевки, характеризуется преобладанием аномалий фтора, который встречается пятнами площадью от 200 до 800 м2, вытянутых вдоль долин рек. На втором месте по занимаемой площади стоит медь. Среди пятен фтора и меди небольшими пятнами распространены бор, хром, молибден.

В юго-западной части пригородной зоны главную роль играют хром и марганец, площадь пятен до 12 км2. Почти повсеместно небольшими пятнами распространены фтор и медь. Северо-западный район характеризуется сочетанием мелких пятен фтора, сурьмы, молибдена и меди.

На севере в районе прорыва Внешней гряды р. Салгир наблюдается сплошное распространение хрома с мелкими пятнами молибдена, меди, фтора и марганца.

Таким образом, проблема утилизации ТКО путем захоронения на рассматриваемых территориях носит системный характер. Ввиду социально-экономических особенностей полигоны на территории г. Симферополя и в Бахчисарайском районе не обеспечивают изоляции отходов в полной мере и в соответствии с требованиями экологической безопасности. Анализ литературных данных показал, что рассматриваемая территория испытывает антропогенное воздействие, вызванное в том числе и наличием крупных полигонов и мест несанкционированного складирования. Наиболее существенными признаками являются бактериальная обсемененность почвенного покрова, наличие азотистых соединений в грунтовых водах и почве, локальные загрязнения ионами тяжелых и цветных металлов.

# 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

По своим физико-географическим условиям Крым уникален. На территории Крыма расположено столько же природных зон, сколько от Ленинградской области до Северного Причерноморья. Объекты исследования – два полигона ТБО, один приуроченный к городу Бахчисараю (Бахчисарайский район), второй к селу Мраморное (Симферопольский район) относятся к одной зоне (рис.1).

Крымский полуостров почти со всех сторон окружен морем: с юга глубоководной частью Черного моря, с запада Евпаторийским и Каркинитским заливами, с востока Азовским морем. Вдоль северного и северо-восточного побережья Крыма протягивается Сиваш - залив Азовского моря, отличающийся очень изрезанной береговой линией и разделяющийся Чонгарским полуостровом на Западный и Восточный Сиваши. От Азовского моря Сиваш отчленен длинной косой - Арабатской стрелкой. С материком Крымский полуостров соединен лишь узким Перекопским перешейком. Восточная оконечность Крыма носит название Керченского полуострова, который отделен от Taманского полуострова Керченским проливом.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1. Схема исследуемого района |

Севастополь расположен на юго-западном побережье Крымского полуострова. К северо-востоку от Севастопольского региона находится Бахчисарайский район (Рисунок 1). Город Бахчисарай расположен между Внешней и Внутренней грядами Крымских гор, окружающие его горные плато достигают высоты 500-600 м.

## 2.1 Климатическая характеристика территории Предгорного и Горного Крыма

В настоящее время на Южном берегу Крыма регулярные и многолетние инструментальные наблюдения за метеорологическими и агрометеорологическими элементами осуществляют 4 метеостанции Крымского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Крымское УГМС») [1].

Южный берег Крыма представляет собой узкую прибрежную полосу вдоль южного склона Крымских гор от мыса Фиолент до Алушты и склон до высоты 200 м над уровнем моря (рис.2). На данной территории климат определяется как субсредиземноморский, в значительной степени отличается от климата остальных частей полуострова. Специфической особенностью является наличие относительно теплой зимы. Так в наиболее холодный месяц – февраль температура воздуха составляет 4ºС. На территории г. Симферополя абсолютный минимум зафиксирован на уровне –30,3ºС, а среднемесячная температура составляет 0,4ºС.

Общепринятым представлением является зависимость климата Южного берега Крыма от гряды Крымских гор. Очевидно, что горы представляют собой барьер по пути следования прохладного северного воздуха, а также наличие гор обуславливает развитие облачности над их северными склонами и снижение уровня теплого сухого воздуха над южными склонами в летний период. В связи с данными явлениями отмечается формирование специфического микроклимата в некоторых районах горного Крыма [12].

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2. Схема климатических зон Крыма |

На территории Крыма отмечается 11-летняя периодичность динамики суммарных годовых показателей осадков в районе, предполагается рост данного показателя в перспективе. Максимальное потепление в Крыму отмечается в последние 30 лет. По некоторым данным, ориентировочно на 3°С увеличились средние показатели температуры февраля – марта, июня – августа и ноября.

На режим изменения климата, даже при совместном произрастании на одной территории в одни и те же годы реагируют виды растений [13].

Климат гор умеренно-холодный и влажный. Зимние осадки чаще всего преобладают над летними, что является признаком средиземноморского климата. Зима в горах обычно длится с середины октября до конца марта. В верхних частях склонов формируется снежный покров, толщина которого может достигать метра и более [14].

Крымские горы оказывают влияние на температуру, которая снижается с высотой, и на осадки, возрастающие с повышением местности над уровнем моря.

Ветры преобладают восточные, северо-восточные и юго-западные. Средняя годовая скорость их колеблется в пределах 3,3-5,6 м/с. В среднем за год сильный ветер дует в течение 3-30 дней.

Севастопольский регион размещается в пределах семи климатических районов, для которых характерен засушливый, умеренно жаркий климат с мягкой зимой. Также отмечаются существенные различия по климатическим параметрам в прибрежной полосе, межгорных котловинах, низкогорных и среднегорных территориях. Данные различия определяются прежде всего уровнем высоты над уровнем моря и расположением местности в отношении господствующих ветров, что обуславливает характер распределения осадков и температурный режим.

## 2.2 Растительность и животный мир территории предгорного и горного Крыма

Совокупность природных особенностей в Крымских горах, а именно сложный рельеф и разнообразные климатические и метеорологические условия обуславливают высокий ассортимент растительных сообществ. Флора горного Крыма носит средиземноморский характер [14].

Около 67% территории Южного берега Крыма занимают леса и обширные парки. В связи с тем, что леса южного берега Крыма находятся на границе ареала своего существования, изменения климата могут привести к значительным сдвигам в размещении лесных сообществ, особенно в нижнем поясе южного макросклона в районах распространения вариантов средиземноморских и субсредиземноморских ландшафтов [11].

Растительный покров представлен парковыми культурными фитоценозами, эдификаторами которых являются растения, интродуцированные более 120 лет тому назад: секвойя вечнозеленая, магнолия крупноцветковая, дзельква граболистная, кипарис крупноплодный, секвойя, дендрон гигантский, сосна брутская, кедр гималайский, дуб каменный, платан кленолистный. На заповедных территориях, расположенных рядом с Садом, до сих пор сохранились естественные лесные биогеоценозы (эдификаторы - можжевельник высокий и дуб пушистый [15].

Распределение растительного покрова носит выраженный поясной характер. В растительном покрове преобладают низкоствольные леса и шибляки из грабинника *Carpinus orientalis Mill*. с участием дуба пушистого *Quercus pubescens Willd*. и дуба скального Q. petraea Liebl. (58% территории) в сочетании с травянистыми растительными группировками – степями и саванноидами. Редколесья из можжевельника высокого *Juniperus excelsa M. Bieb.* занимают 8,5% территории и образуют самые крупные массивы в Крыму, что определяет специфику района. Кроме этого, встречаются леса и редколесья с доминированием ясеня высокого *Fraxinus excelsior L.,* сосны брутийской *Pinus brutia Ten*. и фисташки туполистной *Pistacia mutica Fisch. et C.A. Mey*. В береговой зоне отмечены галофитные луга, сообщества пляжей и клифов. В пределах селитебной зоны растительность значительно антропогенно преобразована [16].

Для сохранения среды обитания видов животных и растений, требующих охраны, в Севастополе созданы 14 ООПТ регионального значения различных категорий общей площадью 25 021,74 га, а именно:

– 6 государственных природных заказников (5 ландшафтных – «Байдарский», «Мыс Айя», «Мыc Фиолент», «Карaньский», «Ласпи» и 1 общезоологический – «Бухта Казачья»);

– 1 прирoдный парк – «Максимова дача»;

– 7 памятников природы (1 ботанический – «Ушакова балка»; 1 кoмплексный – «Мыс Фиолент», 4 гидролoгических – прибрежные аквальные комплексы у мысов Лукулл, Фиолент, Сарыч, у Херсонеса Таврического и 1 ландшафтный – «Заповедное урочище “Скалы Ласпи”»)

Перечисленные выше территории характеризуются обитанием редких, реликтовых и эндемичных видов животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, – можжевельника высокого *Juniperus excelsa*, фисташки туполистной *Pistacia atlantica subsp. mutica,* сосны пицундской *Pinus brutia var. Pityusa*. Возраст отдельных деревьев превышает 300-400 лет. В прилегающей морской акватории выявлено высокое флористическое разнообразие макроводорослей [16].

Несмотря на разнообразие природной растительности средиземноморского типа (дубово-можжевеловые леса с подлеском из вечнозеленых и листопадных кустарников; на склоне яйлы – леса из бука, дуба, крымской сосны), ландшафт Южного берега Крыма в большей мере определяется декоративными, в том числе экзотическими, садово-парковыми насаждениями [14].

Животный мир Крыма очень похож с фауной близлежащих южных областей Украины.

К категории редких относят девяносто видов крымских птиц. К данной группе относятся все крупные хищники: степной орел, змееяд, скопа, могильник, орел-карлик, беркут, орлан-белохвост, стервятник, белоголовый сип, черный гриф, сапсан, балобан.

Специфический комплекс птиц обитает на плоскогорьях первой гряды крымских гор, отличительная особенность которых проявляется в суровости климатических условий, обилии выходов скальных пород, каменистых осыпях и между ними участках плодородных почв со специфической горно-степной и горно-луговой растительностью. Данные климатические особенности определяют наличие специфического орнито-фаунистического состава представителей фауны. Наиболее часто здесь встречаются полевой конек, обыкновенная каменка, полевые жаворонки, коноплянки, местами - серые куропатки, а из хищников - белоголовые сипы, балобаны, пустельги, филины.

Более того, Крым является местом регулярных зимовок ряда перелетных птиц [17].

Кроме 14 видов рептилий, достоверно обитающих в Крыму в настоящее время, для полуострова ранее указывались также эскулапов и узорчатый полозы, 2 вида сухопутных черепах и зеленая ящерица. Современные герпетологи [18] насчитывают насчитывает 5 видов амфибий в Крыму.

Описаны эндемичные виды, например, Квакша Восточная из Бахчисарайского района [25].

## 2.3 Опасные гидрометеорологические явления предгорного и горного Крыма

Анализ опасных гидрометеорологических процессов и явлений показал, что максимальная опасность отмечается в предгорном и горном Крыму, а также в городах Симферополь, Керчь, Белогорск, на Ангарском перевале и на Южном берегу Крыма.

Также следует заметить, что высокая степень гидрометеорологической опасности проявляется на антропогенных ландшафтах – на автомобильных трассах и в зоне строительства Керченского моста. При этом максимальный вклад в данный показатель вносят такие явления, как снежные бури с метелями, сильный ветер и гололёдные явления.

На территории горного Крыма часто фиксируются ливневые осадки, сильные ветры, которые приводят к проявлению водной и ветровой эрозии. Максимально интенсивно признаки ветровой эрозии отмечаются на территории Красноперекопского, Нижнегорского, Раздольненского, Сакского, Симферопольского и Черноморского районов.

Наиболее негативными явлениями природы, спровоцированными ветром, являются пыльные бури, в результате наступления которых разрушается верхний, максимально плодородный почвенный горизонт. Особо сильные метели в Крыму наблюдались в феврале 2012 г. [19]

## 2.4 Геологическое описание территории предгорного и горного Крыма

Окрестности Бахчисарая содержат большое количество палеогеновых известняков, в том числе и нуммулитовых. Стоит добавить, что большинство пещер вблизи Севастополя представлено именно известняками разного возраста. Литологическую основу рельефа предгорья Юго-Западного Крыма слагают следующие литофациальные комплексы: известняково-песчанистый нижнемеловой, известняково-мергельный, верхнемеловой известняковый палеогеновый и мергелисто-известняковый неогеновый, что свидетельствует о наличии больших запасов известняка.

Территория города Севастополя отличается многообразием геоморфологических, геологических, климатических и гидрографических условий. Здесь присутствуют различные литолого-стратиграфические комплексы, которые охватывают период от раннего мезозоя до неогена и включают осадочные и вулканогенные образования. [16]

В активизации процессов эрозии важнейшую роль играет гидрометеорологический фактор. Присутствие сильных ветров, ливней, пыльных бурь, суховеев, заморозков и других гидрометеорологических явлений в значительной степени ускоряют процессы эрозии в горном Крыму. Следовательно, эрозионоопасность территории в зонах потенциальной гидрометеорологической опасности будет в значительной степени выше по сравнению с прочими районами [19]

Полуостров классифицируется на три неравные части по характеру рельефа:

- Северо-Крымская равнина с Тарханкутской возвышенностью (около 70% территории),

- грядово-холмистые равнины Керченского полуострова с проявлением грязевого вулканизма и

- горный Крым, простирающийся тремя грядами — Главной (южной), Внутренней и Внешней (северной), разделенными продольными равнинами. [14]

Рельеф Севастополя представлен большим количеством балок, глубоких долин и каньонов. На территории города Севастополя отмечаются ландшафты Главной гряды, Предгорья и Южного берега Крыма. В результате антропогенного воздействия современные ландшафты Севастополя характеризуются сложным сочетанием естественных слабо преобразованных, конструктивных и производных ландшафтов. [16]

Геологическое строение Горного Крыма изучается уже более 100 лет, в том числе Санкт-Петербургским государственным университетом (учебно-научная база «Крымская») и за этот период у геологов сложились определенные представления о стратиграфии, тектонике и истории геологического развития этого региона.

Крымский полуостров с геологической точки зрения представляет собой южную часть Украинского кристаллического щита Восточно-Европейской платформы, в пределах которой выделяются Скифская плита и Крымская складчатая область.

Комплекс горных сооружений Крыма представляет собой часть Альпийской складчатой геосинклинальной области. Складчатая область Горного Крыма представляется крупным глыбовым поднятием, с опущенной южной частью ниже уровня Черного моря.

Рассматриваемое глыбовое поднятие представляет собой спокойно залегающие верхнеюрские карбонатные и песчано-глинистые меловые, палеогеновые и неогеновые толщи и интенсивно дислоцированные триас-юрскими флишевые отложения. Данные толщи обуславливаю наличие месторождений железных руд, различных солей, флюсовых известняков и т.д. [14]

В основании Южного берега залегают песчаники, глинистые сланцы и известняки верхнеюрского периода, перекрытые рыхлыми четвертичными делювиальными наносами, образовавшимися в процессе эрозии этих пород. [15]

Исследуемая территория расположена в пределах трех гидрогеологических структур: Равнинно-Крымского артезианского бассейна, Азово-Кубанского артезианского бассейна и гидрогеологической складчатой области мегаантиклинория Горного Крыма. Перечисленные структуры имеют свои особенности в условиях питания, циркуляции и разгрузки подземных вод. Так, Горный Крым отличается весьма мощной зоной свободного водообмена, что подтверждается распространением пресных вод с минерализацией ниже 0,5 г/дм3 до глубины 1000 м от поверхности. Зоны замедленного и весьма замедленного водообмена располагаются в пределах таврической серии (водоносный комплекс верхнетриасово-среднеюрских отложений.

По химическому составу воды эксплуатируемых водоносных горизонтов разнообразны по химическому составу и представлены шестью типами от ультрапресных и пресных гидрокарбонатных кальциевых до соленых хлоридных натриевых. По составу доминируют подземные воды гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-хлоридного и хлоридного кальциевого, кальциево-натриевого и натриевого состава с величиной общей минерализации, варьирующей в интервале от 0,32 до 26,54 г/дм3. Большинство подземных вод характеризуется соленостью, не превышающей 0,6 г/дм3. [20]

Район г. Бахчисарая и его окрестностей характеризуется оригинальными геолого-литологическими особенностями, типичными стратиграфическими разрезами верхнемеловых и палеогеновых отложений с обилием ископаемой фауны, уникальным низкогорным рельефом. В районе отмечается множество балок и оврагов. В геологическом строении принимают участие верхнемеловые и палеогеновые известняки, мергели и глины. [21]

По территории Крыма протекают 257 рек (наиболее крупные – Салгир, Кача, Альма, Бельбек), Индол, Биюк-Карасу, Черная, Бурульча. Самая длинная река Крыма – Салгир (220 км), самая полноводная – Бельбек (расход воды – 1500 литров в секунду). В Крыму находится свыше 50 соленых озер, самое крупное из них – озеро Сасык-Сиваш – 205 км2 [14]

## 2.5 Характеристика почвенного покрова территории предгорного и горного Крыма

Горный Крым из-за разнообразия геологического и рельефного строения характеризуется сложным составом и большой скоростью изменения почвенного покрова. В горном Крыму, на северном и южном склоне Главной гряды, распространены бурые горные лесные, а на вершинной части (яйлах) – горно-степные и горно-луговые черноземовидные почвы.

Лесные и горно-луговые почвы Горного Крыма являются в той или иной степени кислыми. Среди кислотных компонентов в составе общей обменной кислотности гумусовых горизонтов преобладал водород, а среди минеральных – алюминий. Основными факторами, влияющими на соотношение между основаниями и кислотными компонентами в составе почвенно-поглощающего комплекса, являются гидротермические условия, состав растительности и характер почвообразующих пород.

Большая часть горных склонов покрыта маломощными почвами – литосолями, развитыми на материале, относящемся к категории наносов и состоящем из смеси обломков горных пород различного литологического состава. Гранулометрический состав почв, развитых на продуктах выветривания известняков, характеризовался наибольшим содержанием ила. [22]

Значительные площади в горном Крыму занимают бурые горные лесные щебнистые почвы. Они сформировались под буковыми, дубовыми, смешанными и сосновыми лесами на верхних, средних и отчасти северных нижних частях склонов Главной гряды гор, а также в пределах Внутренней куэсты. Почвообразующей породой им служат продукты выветривания известняков, глинистых сланцев, песчаников, конгломератов.

К этой группе отнесены и бурые остепненные почвы, распространенные в лесостепном поясе горного Крыма. Содержание гумуса в бурых лесных почвах составляет под дубовыми и сосновыми лесами – 6-8%, под буковыми лесами и травяным покровом – 10-16%, а под низкорослыми лесами – 3-4%

Вместе с тем пересеченный рельеф местности в горном Крыму и нередко наличие трудно проницаемых пород (глинистых сланцев и кристаллических пород) вызывают большой поверхностный сток с бесполезной потерей влаги и разрушением почвенного покрова. Поэтому в Горном Крыму крайне необходимо применение противоэрозионных мероприятий. [23]

Большинство почв Крымского полуострова являются полигенетичными, и формировались в условиях различных по амплитуде и направленности климатических изменений, что затрудняет возможности моделирования саморазвития и эволюции почв в условиях меняющегося климата.

Существенное воздействие на почвообразование, а особенно, на формирование гумусового горизонта степных почв способны оказать отдельные годы с экстремальными условиями промачивания почвенно-грунтовой толщи. Обобщив данные, собранные на многолетних метеорологических станциях, которые располагаются в степной и горной части Крымского полуострова, максимальное количество осадков холодного периода года превышает среднее значение в 3 раза, а минимальное – в 7 раз. [24]

Отличительной особенностью почвенного покрова исследуемых районов является их подверженность эрозии. В целом на территории Крымского полуострова сильной эрозии подвержено 60% распаханных земель.

В связи с тем, что существенные площади склоновых земель в Крыму подлежат распашке, именно на таких землях в большей мере развит эрозионный процесс.

Максимально эродированными почвами являются участки в агроландшафтах Южнобережья (в районе г. Алушты –54% и г. Ялты – 100%), а также в участки следующих административных районов [19]:

- Бахчисарайского - 46%;

- Черноморского - 45%;

- Белогорского - 39%;

- Симферопольского - 32%;

- Раздольненского - 28%;

- Первомайского - 23%;

- Сакского - 22%

Материнская почвообразующая порода - смешанный делювий глинистых сланцев и известняков с прослойками песчаников. В условиях субтропического почвообразования он превратился в коричневую карбонатную тяжелосуглинистую или легкоглинистую слабощебнистохрящеватую почву с разным содержанием карбонатов, щебня и хряща, подстилаемую смешанным делювием известняков и глинистых сланцев. Благодаря относительной молодости почвы ее генетический профиль не успел существенно дифференцироваться и довольно однороден по свойствам. [15]

Особенностью почвенного покрова Севастополя является наличие нескольких генетических типов почв: коричневые, дерново-карбонатные, бурые горно-лесные, луговые, лугово-коричневые, аллювиальные. Максимально распространены карбонатные подтипы коричневых почв кустарников и сухих лесов [6].

Данный район представляет собой зону интенсивного овощеводства, зона виноградарства, плодоводства, открытого грунта на орошаемых землях.

# 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 1.1 Буровые работы и описание морфологического строения грунтов прилегающих териториий мест складирования ТКО

Для изучения геолого-литологическое строения полигона было проведено бурение скважин с последующим отбором грунта. Бурение проводилось шнековым методом, мотобуром Stihl BT121 с послойным пробоотбором проб грунта с реборд через каждый метр до глубины дна забоя.

На свалке вблизи с. Мраморное было пробурено 3 скважины до глубины …. в створе с расстоянием 200 м друг от друга (рис….). Всего отборано 12 проб грунта.

На свалке рядом с г. Бахчисарай бвло пробурено4 скважины до глубины … м, в створе с расстоянием … м друг от друга (рис….) Всего отборано … проб грунта.

## Основная цель проводимых работ: описание особенностей литологического строения и особенностей радиального распределения ТМ на прилегающей территории мест складирования ТКО.

## 2.1.1.Анализ почв

На двух участках были заложены по три катенарно сопряженных разреза на вершине склона, средней части и нижней, приуроченные к различным условиям миграции химических элементов (элювиальные, трансэлювиальные и аккумулятивные) (рис. … и рис. …). С цель установления закономерностей рапределние содержаний ТМ в горизонтах почв были отобраны пробы из основных горизонтов. Всего отобрано 150 проб (Бахчисарай) и 94 проб (Мраморное).

|  |
| --- |
|  |

Рисунок N. Схема заложения разрезов на площадках, в соответствии с геохимическим ландшафтом

Для расчёта фоновых значений были отобраны и проанализированы 2 пробы с г.Белая (минимальная антропогенная нагрузка) (схема расположения фонового участка – рис. …).

В результате полевого определения почвы охарактеризованы как карболитозем темногумусовый типичный на известняках (Бахчисарай) и Темногумусовая остаточно-карбонатная на известняках (Мраморное).

## 3.1. Литогеохимическая сьемка

### 3.2. Методика.

Отбор смешанных проб с площадок осуществлялся с горизонтов 0–50 см согласно ГОСТ 17.4.4.02-84 по периметру полигона (см. схема точек отбора)

|  |
| --- |
|  |
| Рис. N. Схема расположения точек литогеохимической съемки на полигоне Бахчисарая |

|  |
| --- |
|  |
| Рис N. Схема расположения точек литогеохимической сьемки на полигоне пос.Мраморное |

Добавьте данные по кол-ву отборанных проб почвы по

Далее пробы доставлялись на базу, где проходила пробоподготовка и дальнейший рентгенофлуоресцентный анализ. Метод РФА основан на сборе и последующем анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением.

Для анализа проб на содержание тяжелых металлов был выбран рентгенофлуоресцентный анализ – спектроскопический метод исследования вещества с целью получения элементного состава. Анализ проводился на анализаторе АР–104, позволяющем одновременно получать содержание четырех элементов. На приборе измерялось содержание следующих элементов: Pb, Zn, Cu, As, Ni, Fe, Mn. Пороги обнаружения элементов составили для Pb, Cu - 20 г/т, для Zn, As – 8 г/т, для Ni – 10 г/т, для Fe и Mn – 100 г/т. [9]

Количество навески почв обеспечивало толщину слоя насыпки в кювете не менее 3 мм. Время экспозиции каждой пробы было задано 80 секунд. В качестве контрольных образцов для подготовки данных и текущих измерений использовались: образец Z с эквивалентным содержанием элементов As 2500 г/т, Zn 3000 г/т, Cu 9900 г/т, Pb 4500 г/т, «нулевой» образец кварца Q.

Пробы измерялись в следующей циклической последовательности: 1 измерение Z, 2 измерения Q, 10 измерений рядовых проб; 1 измерение Z; 2 измерения Q и т.д. Окончание работы заканчивались измерениями контрольных образцов.

ПНД Ф 16.1.42-04 "Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа".

Обьяснить к чему это

### Результаты

## 4.1. Биотестирование объединенных проб грунтов методом элюатного фитотестирования

Методика.

При проведения фитотестирования мы обращались к [Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв М-П-2006] и [МР.2.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фито- токсичности]

Биотестирование относится к интегральным методам оценки состояния природных сред, в том числе загрязненных почвогрунтов: с помощью тест-организмов регистрируется суммарное токсическое действие загрязнителей и дается быстрый индикаторный сигнал о токсичности в анализируемом объекте. Кроме того, в большинстве случаев биотестирование дает информацию о появлении негативных изменений до появления видимых изменений в экосистеме. [71]

Существует два способа лабораторного фитотестирования: элюатный (анализ водной вытяжки) и контактный (аппликатный, субстратный), который обеспечивает контакт тест-культуры с твердыми частицами образца. Элюатное фитотестирование выявляет наличие растворимых токсикантов, которые могут поступать в сопредельные среды из образца, и дает возможность определить острую токсичность образца (за 3-7 дней). В связи с тем, что при исследовании водных экстрактов можно получить заниженный результат из-за присутствия в субстрате нерастворимых загрязняющих веществ, целесообразно проводить фитотестиро- вание также на твердом образце [1, 3, 12].

[71]

На двух полигонах было выбрано по пять точек, которые результатам рассчетов коэффициента концентрации металлов различающиеся по степени загрязненности и удаленности от очагов распространения мусора (рис. N).

Отбор смешанных проб с площадки осуществлялся с горизонтов 0-50 см согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. [71]

Для выявления острой токсичности было проведено элюатное фитотестирование на семенах двух тест-культур: на кресс-салате *Lepidium sativum* и на редисе Raphanus sativus [15]. [71]

Уровень фитотоксичности (Т %) рассчитывается по отношению к контрольной пробе:

Порогом фитотоксичности является превышение длины корней в образце по сравнению с контролем (Т) более чем на 20 %:

*Т* = [(*Lo – Lx*) / *Lo*] · 100 %, где

*Lo* — средняя длина корешков проростков в контрольном опыте,

*Lx* — средняя длина корешков проростков, выращенных на исследуемой среде. [71]

*N1* — изменение всхожести семян испытуемой почвы по отношению к контрольной пробе (%);

*N2* — изменение длины корня проростка испытуемой почвы по сравнению с контрольной пробой (%).

В данной методике на измеряемых тест-параметрах разработана шкала степеней острой токсичности техногенно- загрязненных почв:

V — практически не токсичные (0 < *N1* ≤ 20; 0 < *N2* ≤ 20);

IV — малотоксичные (0< *N1* ≤ 20; 20 < *N2* ≤ 50);

III — умеренно токсичные (20 < *N1* ≤ 70; 50 < *N2* ≤ 70);

Результаты фитотестирования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер пробы | Средняя длина корней, мм | td (коэффициент достоверности) | Т, % | Тест реакция | Степнь токсичности по шкале |
| Контроль | 9,4±1,2 | - | - | Норма | малотоксичные |
| 1 | 5,0±1,0 | 1,90 | 0,47 | Норма | малотоксичные |
| 2 | 5,0±1,0 | 1,94 | 0,46 | Норма | малотоксичные |
| 3 | 17,6±1,4 | 2,72 | 0,88 | Норма | малотоксичные |
| 4 | 5,9±1,1 | 2,18 | 0,37 | Норма | малотоксичные |
| 5 | 6,2±1,2 | 2,25 | 0,34 | Норма | малотоксичные |
| Примечание. Контроль — дистиллированная вода; приведены среднее значение ±ошибка; td — коэффициент достоверности, Т — фитоэффект.  Таблица N, Результаты фитотестирования водных вытяжек из проб семенах редиса *Raphanus sativus,* Бахчисарай | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер пробы | Средняя длина корней, мм | td (коэффициент достоверности) | Т, % | Тест реакция | Степнь токсичности по шкале |
| Контроль | 9,4±1,2 | - | - | Норма | малотоксичные |
| 1 | 18,3±1,8 | 3,39 | 0,95 | Норма | малотоксичные |
| 2 | 6,6±1,5 | 2,85 | 0,30 | Норма | малотоксичные |
| 3 | 6,4±1,2 | 2,32 | 0,32 | Норма | малотоксичные |
| 4 | 5,4±0,6 | 1,21 | 0,42 | Норма | малотоксичные |
| 5 | 3,8±0,7 | 1,25 | 0,60 | Норма | малотоксичные |
| Примечание. Контроль — дистиллированная вода; приведены среднее значение ±ошибка; td — коэффициент достоверности, Т — фитоэффект.  Таблица N, Результаты фитотестирования водных вытяжек из проб семенах редиса *Raphanus sativus,* Мраморное | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер пробы | Средняя длина корней, мм | td (коэффициент достоверности) | Т, % | Тест реакция | Степнь токсичности по шкале |
| Контроль | 19,1±3,5 | - | - | Норма | малотоксичные |
| 1 | 41,7±1,1 | 1,54 | 0,21 | Норма | малотоксичные |
| 2 | 36,0±1,6 | 4,46 | 0,66 | Норма | малотоксичные |
| 3 | 21,5±1,1 | 3,64 | 0,69 | Норма | малотоксичные |
| 4 | 17,1±1,1 | 3,54 | 0,81 | Норма | малотоксичные |
| 5 | 12,4±0,9 | 3,27 | 0,25 | Норма | малотоксичные |
| Примечание. Контроль — дистиллированная вода; приведены среднее значение ±ошибка; td — коэффициент достоверности, Т — фитоэффект.  Таблица N, Результаты фитотестирования водных вытяжек из проб семенах кресс-салата *Lepidium sativum*, Бахчисарай | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер пробы | Средняя длина корней, мм | td (коэффициент достоверности) | Т, % | Тест реакция | Степнь токсичности по шкале |
| Контроль | 18,3±1,2 | - | - | Норма | малотоксичные |
| 1 | 18,3±1,0 | 2,05 | 1,18 | Норма | малотоксичные |
| 2 | 5,0±1,0 | 3,02 | 0,88 | Норма | малотоксичные |
| 3 | 17,6±1,4 | 2,14 | 0,13 | Норма | малотоксичные |
| 4 | 5,9±1,1 | 2,11 | 0,11 | Норма | малотоксичные |
| 5 | 6,2±1,2 | 1,77 | 0,35 | Норма | малотоксичные |
| Примечание. Контроль — дистиллированная вода; приведены среднее значение ±ошибка; td — коэффициент достоверности, Т — фитоэффект.  Таблица N, Результаты фитотестирования водных вытяжек из проб семенах кресс-салата *Lepidium sativum*, Мраморное | | | | | |

По результатам фитотестирования можно сделать вывод, что данные пробы малотоксичны, такой эффект можно обьяснить наличием в бытовом мусоре большого запаса биофильных элементов. ( ИИ сказал : Пж, посмотрите в статьях КАК делаются выводы из таких результатов…)

# 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

Проблема утилизации различных видов отходов на сегодняшний день очень актуальна. Существует несколько методов для её решения. В качестве одного из передовых химических методов утилизации отходов было решено рассмотреть способ обезвреживания одной из фракций механической сортировки твердых коммунальных отходов – первичного отсева, с помощью новой реагентной интеграционной минерально-матричной технологии, разработанной ООО «НТЦ «Технологии XXI века» и основывающейся на теории синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных минеральных средах [25]. Данная технология изучалась автором данной выпускной квалификационной ранее и продолжается работа над ее усовершенствованием.

## 1. Основа метода переработки.

Переработка осуществлялась путем введения в перерабатываемую массу твёрдого бытового отхода вяжущего неорганических вещества (цемента марки М-400 и глины голубой порошковой) и минеральной комплексообразующей добавки (МКД), представляющей собой микрочастицы алюмосиликатных минералов, модифицированных ионами щелочноземельных металлов. Вследствие взаимодействия экотоксикантов и алюмосиликатов образуется новая структура, центрами которой становятся ранее токсичные элементы [2, 3]. Так как соотношение вносимых компонентов может варьироваться, наша главная цель - подобрать оптимальную по составу рецептуру, которая бы позволила беспрепятственно закреплять токсичные элементы в новообразованной структуре.

Для получения готового образца переработанного материала, который в дальнейшем исследовали на органолептические свойства и поведение экотоксикантов, была выбрана опытная площадка, где производилось перемешивание первичного отсева мусоросортировки (ПОМ) с компонентами (цемент, глина, МКД). Далее была осуществлена укладка с формированием техногенного массива в подготовленную деревянную опалубку. После укладки в опалубку грунт уплотнялся путем вибротромбовки. Таким образом, образуется искусственный строительный материал – ГУТ (грунт укрепленный техногенный). После набора окончательной прочности (21 день), проводился отбор образцов из массива с использованием кольца, диаметром 0,05 м (Рис. 1).

|  |  |
| --- | --- |
| А) 1.jpg | Б) 2.jpg |
| В) 3.jpg | Г) 4.jpg |
| Рисунок 1. Процесс формирования ГУТа, где А – внешний вид получаемой продукции ГУТ, Б – подготовка деревянной опалубки, Г – укладка ГУТа в опалубку, Д – уплотнение путем вибротрамбовки | |

## 2. Применение грунта укрепленного техногенного.

ГУТ является строительным материалом аналогичным грунтобетону и, согласно проектным характеристикам, соответствовал ГОСТ 23558-94 и МУ 2.1.674-97 «Санитарно-гигиеническая оценка стройматериалов с добавлением промышленных отходов» [4, 5]. Спектр его дальнейшего применения достаточно широк. Он может быть использован для устройства оснований нижних слоев покрытий автодорог и аэродромов, гидроизоляционных конструктивных слоев, а также механических геохимических барьеров, например, при строительстве и рекультивации полигонов промышленных или бытовых (коммунальных) отходов [6].

Проведя свои собственные исследования и проанализировав результаты анализа водных вытяжек на стабильность в 2017-2018 году, автором были сделаны выводы об устойчивости образцов в водной среде для таких элементов и веществ, как Mn, Fe, Pb, Cu, Hg, PP, Zn, Sr.

Хотелось бы также отметить, что во время отбора проб на Крымских полигонах были также отобраны образцы отходов. Планируется дальнейшие исследования приготовления вытяжек и оптимальной рецептуры.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных комплексных исследований была произведена литогеохимическая сьемка с последующей закладкой почвенных разрезов и скважин на территории полигонов.

Результаты анализа элементного состава проб почв при площадной сьемке были проиллюстрированы с помощью коэффициента концентрации, то есть степени превышения фона и ОДК. Согласно результатам, степень опасности была определена как умеренно-опасная и допустимая. Наиболее опасные зоны на двух обьектах расположены непосредственно в центре тела полигона и по конусу выноса отходов. На расстоянии 50 м концентрация тяжелых металлов значительно начинает сокращаться. Также стоит учитывать, что подстилающая порода на полигонах – известняки. А определяемые нами металлы, в частности Сu, Zn, Pb, Ni плохо мигрируют в щелочной среде. Следовательно, стоит исключать возможность миграции вниз по профилю (об этом также можно судить по удаленности грунтовых вод – результаты изучения геологического строения местности и проведенного бурения).

Результаты проведенного фитотестирования с помощью редиса *Raphanus sativus* и кресс-салата *Lepidium sativum* охарактеризовали взятые пробы как малотоксичные. Такой эффект можно обьяснить наличием в бытовом мусоре большого запаса биофильных элементов, что дает некий положительный эффект при прорастании растений.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярош О.Б. Оптимизация девастированных территорий республики крым: возможности и риски. Ярош О.Б., Кобечинская В.Г.

Актуальные вопросы современной науки. - 2015. - № 43. - С. 114-123

2. Хмеленко П.С. Возможности утилизации твердых бытовых отходов в условиях крыма. Хмеленко П.С., Чугунова Т.Н. / В сборнике: Устойчивое развитие социально-экономической системы Российской федерации. Материалы XIX региональной научно-практической конференции. // 2017. С. 235-244.

3. Переработка отходов. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.roshlam.ru/news/russia/pererabotka-i-hranenie-tbo-v-krimu-istoriya-voprosa-perspektivi-razvitiya-chast-1 (дата обращения 24.05.2019 г.)

4. Сирик В.Ф. Проблемы устойчивого развития республики Крым

В сборнике: Ландшафтная география в XXI веке Материалы Международной научной конференции. Под редакцией Е.А. Позаченюк. 2018. С. 442-445.

5. Фокина Н.А. Анализ проблем в сфере обращения твердых коммунальных отходов на территории республики Крым. Фокина Н.А., Дробот Т.С.

В сборнике: Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы Материалы научно-практической конференции. - 2016.- С. 97-101

6. Фридман А.В. Оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации в рекреационных зонах крымского полуострова в результате нарушения условий эксплуатации (аварий) на полигонах твердых бытовых отходов. Фридман А.В., Авдотьин В.П.

В сборнике: Актуальные проблемы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения XXI Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Сборник докладов. МЧС России.- 2016. - С. 319-327.

7. Полякова Н.Ю. Экономические аспекты экологии крымского полуострова

Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Серия: Биологические науки. - 2017. - № 1. - С. 29-34.

8. Сергеева А.Ю. К вопросу об экономической эффективности переработки отходов в Крыму. Строительство и техногенная безопасность. - 2014. - № 50. - С. 148-151.

9. Государственный «Доклад о состоянии и охране окружающей сред Республики Крым в 2013 году». Режим доступа: wwwmeco.rk.gov.ru (дата обращения 24.05.2019 г.)

10. Пригородная зона. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.informblog.xyz/public/7-prig-zona/39-ekosituaciya.html (дата обращения 24.05.2019 г.)

11. Корсакова С.П. Оценка будущих изменений климата на южном берегу Крыма. - Экосистемы. 2018. № 15 (45). С. 151-165.

12. Ефимов В.В. Формирование климата южного берега Крыма. В книге: Моря России: методы, средства и результаты исследований 2018. С. 43.

13. Parmesan C. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming // Global Change Biology. – 2007. – Vol. 13. – P. 1860– 1872.

14. Верескун А.В. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения республики Крым и г. Севастополя / Верескун А.В., Файзулин Т.Ш., Олтян И.Ю., Байда С.Е., Зиновьев С.В., Барышев Е.М., Балер М.А., Булгакова Е.Ю. // Москва, 2015.

15. Судницын И.И. Гидрологические свойства и режимы почв южного берега Крыма. - Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2014. № 4. С. 21-27.

16. Красная книга города Севастополя / Главное управление природных ресурсов и экологии города Севастополя. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДОАФК», 2018. – 432 с. - 1 000 экз. ISBN 978-5-6040479-4-1

17. Diadicheva E.A. Сhanges in species composition, phenology and distribution of wintering waders in the azov-black sea region, ukraine during the last 50 years / Diadicheva E.A., Zhmud M.E. // Branta: Collection of scientific works of Azov-black sea ornithological station. 2013. № 16. С. 7-25.

18. Kukushkin O.V. Data on cold tolerance during hibernation in the Crimean Kotschyi’s Gecko // First Mediterranean Herpetological Congress (CMH1): Programme & Abstracts. – Marrakech, 2007a. – P. 88–89.

19. Ергина Е.И. Влияние современных тенденций климата на состояние эрозионно опасных агроландшафтов и оценка почвообразующего потенциала природных факторов Крыма / Ергина Е.И., Жук В.О. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (65). С. 175-178.

20. Новиков Д.А. Гидрогеология и гидрогеохимия крымского полуострова в свете проблемы питьевого водоснабжения / Новиков Д.А., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф., Сесь К.В. // В сборнике: Подземные воды востока России Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XXII Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием). Ответственные редакторы Д.А. Новиков, С.В. Алексеев, А.Ф. Сухорукова. 2018. С. 339-346.

21. Kuznetsov A.G. Geological structure of Crimean foothills in the vicinities of Bakhchisarai / Kuznetsov A.G., Krulikovsky D. V., Kuznetsov Al. G. // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – ʋ 2, p. 3 – P. 144-152.

22. Костенко И.В. Состав обменных катионов и кислотность почв горного Крыма. Почвоведение. 2015. № 8. С. 932.

23. Кирилова Д.В. Своеобразие почвенного покрова крымского полуострова. В сборнике: Новая наука: теоретический и практический взгляд. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции [Электронный ресурс]. Под общей редакцией А.И. Вострецова. 2016. С. 354-357.

24. Ергина Е.И. Анализ динамики почвообразовательного потенциала климата крымского полуострова. Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. 2013. Т. 26 (65). № 3. С. 267-272.

22. Frost D.R., Grant T., Faivovich J. et al. The amphibian tree of life // Bulletin of the American Museum of Natural History, New York – 2006, N 297.

23. Карлович И. А. Геоэкология: Монография: Учебник для вузов. - М. : Альма Матер: Академический проект, 2005. - 512 с. : ил.. - (Учебник для высшей школы).

24. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия., М. :1992

# ПРИЛОЖЕНИЯ

|  |
| --- |
|  |
| Концентрация элементов на Полигоне Бахчисарая, полученные в результате Литогеохимической сьемки |

|  |
| --- |
|  |
| Таблица/ Концентрация элементов на полигоне Мраморное, полученные в результате Литогеохимической съемки |