

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии»

(код и наименование направления подготовки)

«Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов»

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оптимизация процесса рекультивации полигонов ТКО

Обучающийся

В.В. Билушов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент М.В. Кравцова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Оптимизация процесса рекультивации полигонов ТКО».

Целью работы является снижение нагрузки на окружающую среду в процессе проведения рекультивации полигонов ТКО.

Объектом исследования является полигон ТКО.

Предметом исследования является биологический этап процесса рекультивации полигона твердых коммунальных отходов г.о Баймак республики Башкортостан.

Общий объем бакалаврской работы выполнен на 73 страницах машинописного текста, которая включает 13 таблиц и 9 рисунков.

Бакалаврская работа состоит из введения, трёх разделов, заключения и списка используемой литературы и используемых источников.

В введении обосновывается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи и практическая значимость.

В первом разделе рассмотрен литературный обзор в области современных способов рекультивации полигонов ТКО.

Во втором разделе проведены экспериментальные исследования в части определения качественного состава почв полигона и его свойства для оценки уровня загрязнения. Также определено наличие тяжелых металлов и их концентрация в почве.

В третьем разделе определено Технологическое решение по оптимизации технологии рекультивации полигона ТКО г.о. Баймак республики Башкортостан. В настоящее время проблема рекультивации полигонов ТКО имеет огромное значение. Закрываются полигоны, переполненные отходами жизнедеятельности. В большинстве случаев объекты размещения отходов образовывались стихийно в отработанных карьерах, различных выемках и котлованах без учета природоохранных требований, что оказывало не очень хорошее влияние на почву и окружающую среду в целом.

В заключении приведены основные выводы о проделанной работе.

Abstract

The topic of the bachelor`s work is the optimization of the process of MSW landfills.

The aim of the work is the reducing the burden on the environment in the process of reclamation of MSW landfills.

The object of the research is the MSW landfill.

The subject of the research is the biological stage of the process of reclamation of the municipal waste in the city of Baymak, Republic of Bashkortostan.

The total volume of the bachelor's work is made on 73 pages of typewritten text, which includes 13 tables and 9 figures.

The bachelor`s work consists of the introduction, three chapters, the conclusion and the list of bibliography and sources used in the work.

The introduction demonstrates the relevance of the research, describes the aim, the tasks and the practical significance.

The first chapter is devoted to the literature review in the field of modern methods of reclamation of MSW landfills.

The second Chapter examines the experimental studies in terms of determining the qualitative composition of the soils of the landfill and its properties for assessing the level of pollution. In addition, the presence of heavy metals and its concentration in the soil are also determined.

The third Chapter defines the technological solution for alternative technologies for the reclamation of the MSW landfill in Baimak, Republic of Bashkortostan. Currently, the problem of reclamation of MSW landfills is of great importance. Landfills overflowing with human waste are being closed. In most cases, waste disposals were formed spontaneously in worked-out quarries, various pits without taking into account environmental resources. As a result, it has a very bad impact on the soil and the environment as a whole.

Finally, the work presents the main conclusions of the bachelor`s work.

Содержание

Введение.....	5
1 Литературный обзор в области современных способов рекультивации полигонов ТКО	7
1.1 Теоретический анализ современных способов рекультивации полигонов ТКО, их систематизация.....	7
1.2 Теоретический качественный анализ почвенного покрова тела полигона ТКО	19
1.3 Патентный поиск в области способов рекультивации полигонов ТКО .	23
1.4 Обоснованный выбор технологии рекультивации полигона ТКО	34
2 Экспериментальные исследования.....	47
2.1 Экспериментальные исследования в части определения качественного состава тела почв полигона.....	47
2.2 Обработка полученных результатов	51
3 Оптимизация технологии рекультивации полигонов ТКО	55
3.1 Технологическое решение по оптимизации технологии рекультивации полигона ТКО	55
3.2 Расчет экологической эффективности предлагаемого решения	61
Заключение	66
Список используемой литературы и используемых источников.....	68

Введение

Актуальность работы обусловлена тем, что размещение ТКО на полигонах и их дальнейшая рекультивация является одной из основных проблем в области охраны окружающей среды, так как отчуждается огромная часть сельскохозяйственных и промышленных земель. При этом эти территории загрязнены и необходимы эффективные технологии для их восстановления.

В последнее время количество несанкционированных свалок на территории Российской Федерации составляет 14 700, это около 4 млн га земель. Поэтому необходимо совершенствовать методы по рекультивации и возвращении данных территорий в рациональное использование.

Биологический этап в рекультивации полигона играет важную роль, так как является завершающим этапом в очистке и восстановлении земель после воздействия на них токсикантов. Значительное негативное воздействие оказывают тяжелые металлы.

Вследствие того, что при техническом этапе рекультивации не происходит значительного избавления от тяжелых металлов, оказывающих негативное воздействие. В биологическом этапе необходимо, сформулировать метод, позволяющий сократить пагубное воздействие после влияния тяжелых металлов почв на окружающую среду.

Целью бакалаврской работы является – снижение нагрузки на окружающую среду в процессе проведения рекультивации полигонов ТКО.

Задачи бакалаврской работы:

- провести теоретический качественный анализ почвенного покрова тела полигона ТКО;
- провести экспериментальные исследования для определения количественного и качественного состава почвенного покрова тела полигона ТКО;
- провести анализ существующих способов рекультивации

полигонов ТКО и предложить техническое решение для оптимизации биологического этапа процесса рекультивации полигонов ТКО;

– предоставить преимущества выбранной технологии (экономическое, экологическое обоснование).

Практическая значимость работы

В соответствии с п. 11.1 ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» рекультивацию нарушенных земель для сельскохозяйственных, лесохозяйственных или других целей осуществляют последовательно в два этапа - технический и биологический - в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.01 и с учетом существующих НДТ (наилучших доступных технологий).

В работе предложена технологическая схема оптимизации биологического этапа процесса рекультивации полигонов ТКО на примере полигона г.о. «Баймак», которая позволит обеспечить снижение негативного воздействия на окружающую среду и позволит вернуть отчужденную территорию в благоприятное состояние.

1 Литературный обзор в области современных способов рекультивации полигонов ТКО

1.1 Теоретический анализ современных способов рекультивации полигонов ТКО, их систематизация

В настоящее время глобальные экологические проблемы связаны с образованием и утилизацией отходов производства и потребления. Отходы ТКО накапливаются, это приводит к загрязнению площадей, используемых людьми. Отходы вызывают болезни и нарушают естественную среду обитания. В России насчитывается около 14 700 свалок- это около 4 млн. га земель. Количество отходов составило по данным Росприроднадзора приблизительно 65 млн. тонн.

Твердые коммунальные отходы- представляют собой «отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд» [1].

На полигонах твердо коммунальные отходы могут храниться либо захораниваться. Это может вызывать проблему в виде нехватки площадей, используемых для построек.

«Полигон – сложная антропогенная геологическая система, функционирующая длительное время и воздействующая на окружающую природную среду в течение десятилетий, где протекают физико-химические, химические, биологические и микробиологические процессы, сопровождающиеся деградацией сложных органических веществ, отходов, эмиссией в атмосферу веществ, обладающих неприятными запахами, образуются фильтрационные воды и биогаз» [2].

«Классификации отходов помогает установить определенные связи между изучаемыми объектами с целью определения оптимальных путей

возможного применения или обезвреживания отходов» [3].

«В настоящий момент существует большое количество классификаций отходов, освещающих разные стороны «отходов». Автором Осиповой Н. А. выделены существующие классификационные признаки, по которым их можно разделить» [3].

По степени негативного воздействия на окружающую среду в соответствии с пунктом 1 статьи 4 ФЗ «Об отходах производства и потребления» все отходы подразделяются на пять классов опасности:

- «I класс – чрезвычайно опасные отходы (при попадании в почву экосистема не восстанавливается);
- II класс – высоко-опасные отходы (экосистема необратимо нарушена);
- III класс – умеренно опасные отходы (восстановление экосистемы после удаления источника загрязнения в течение 10 лет);
- IV класс – малоопасные отходы (экосистема нарушена и период её самовосстановления не менее 3 лет);
- V класс – практически неопасные отходы (экологическая система практически не затронута)» [4].

Процедура отнесения отходов к определенному классу опасности регламентирована на федеральном уровне законодательства (в частности, Приказом МПР и экологии РФ 04.12.2014 № 536 «Об утверждении критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»).

По агрегатному состоянию:

- «твердые (пришедшая в непригодное состояние тара из металлов, пластмасс, дерева, отработанные фильтро-материалы, обрезки полимерных труб, кабельной продукции);
- жидкие (сточные воды, содержащие органические и неорганические вещества, не подлежащие приему на био-очистку ввиду высокой токсичности)» [5];

– «газообразные и пылевидные (сдувки от дыхательных трубок емкостного оборудования, выбросы из участков обезжиривания, окраски продукции). Например, каустический магнезит (MgO) является пылевидным отходом производства металлургического магнезитового порошка» [5];

– «пастообразные (шламы, смолы, и др.). На выбор методов и средств хранения, транспортировки и переработки отходов влияет фазовое состояние материалов» [5].

По происхождению: отходы производства (промышленные отходы); отходы потребления (бытовые, или коммунальные отходы).

«Согласно ГОСТу 30772–2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения», отходы производства – это «остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства» [6].

Отходы 4 и 5 класса опасности располагаются на полигонах твердо коммунальных отходов. Согласно федеральному каталогу ФККО (Федеральный классификационный каталог отходов) к твердым коммунальным отходам относятся: «отходы коммунальные твердые, отходы жилищ, отходы жилищ при совместном сборе, отходы от уборки территории городских и сельских поселений, относящиеся к твердым коммунальным отходам, прочие твердые коммунальные отходы, отходы потребления на производстве и подобные коммунальным» [7].

«Мусор и смет от уборки подвижного состава железнодорожного, автомобильного, воздушного, водного транспорта, относящиеся к твердым коммунальным отходам» [7].

«Прочие отходы при предоставлении транспортных услуг населению, относящиеся к твердым коммунальным отходам. Отходы при предоставлении услуг оптовой и розничной торговли, относящиеся к твердым коммунальным отходам» [11].

«Отходы (мусор) от уборки помещений, организаций, оказывающих

социальные услуги, относящиеся к твердым коммунальным отходам» [7].

Отходы при предоставлении услуг в области образования, искусства, развлечений, отдыха и спорта, относящиеся к твердым коммунальным отходам» [].

Для снижения влияния отходов ТКО на окружающую среду выделяют специально выделенные территории для их хранения. Полигоны являются данной территорией. На рисунке 1 представлена схема полигона ТКО.

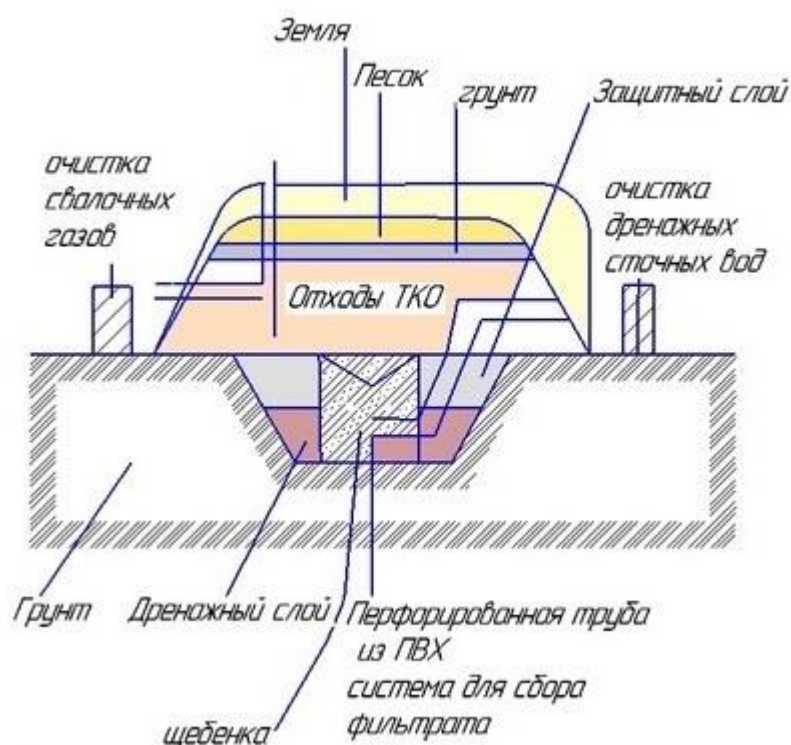


Рисунок 1 - Схема полигона ТКО

«Отрицательное влияние полигонов ТКО на окружающую среду заключается в загрязнении приземного воздуха и атмосферы выделяющимися с полигона газами, а прилежащих почв, грунтов и грунтовых вод - различными токсичными соединениями, которые выносятся с полигона и распространяются на большие расстояния вместе с фильтрационными водами (личатами)» [8].

Полигоны ТКО оказывают значительное влияние на окружающую

среду, поэтому необходимо оказывать всестороннюю поддержку для усовершенствования методов рекультивации для снижения антропогенного воздействия.

«На полигонах ТКО образуется широкий спектр газообразных соединений, главным из которых является биогаз, который преимущественно состоит из метана (40-60 %) и диоксида углерода (30-45 %), нескольких процентов азота, а также большого количества микропримесей. В биогазе идентифицировано присутствие аммиака, сероводорода, оксидов азота, нормальных, изоциклических, циклических, галогенсодержащих и ароматических углеводородов, карбонильных и серосодержащих УВ, сложных органоминеральных комплексов, в том числе содержащих тяжелые металлы» [8].

В ходе работ А. И. Ножевниковой, О. В. Горбатюком были рассмотрены проблемы образования, состава и использования биогаза от полигонов ТКО.

В ходе работы Р.Ф. Абдрахманова, приводятся сведения об исследовании перехода «миграции» диоксинов, фенолов, тяжелых металлов, нефтепродуктов, пестицидов в породах зоны аэрации и водоносных горизонтах.

В результате исследований биологической рекультивации полигона ТКО Головков Анатолий Емельянович, Прохоров Виталий Серафимович, Айрапетян Ашот Ервандович, Шахнубарян Карен Гаврушевич выбрали наиболее подходящие биоремедианты для ускорения процесса рекультивации полигона. Ученые доказали, что независимо от биоремедиантов могут использоваться и биопрепараты для дезинфекции полигона твердых коммунальных отходов, Рядинский Виктор Юрьевич.

Различные методы и подбор оптимальных условий рекультивации обуславливается снижением воздействия влияния полигона, количества образовавшихся отходов.

«Можно отметить, что уже к концу 2019 г. объем образовавшихся отходов составил более 65 млн тонн., около 94-95% отходов, из которых

направились на объекты захоронения» [9].

Рекультивация полигона ТКО предусматривает несколько этапов:

I этап - процесс проектирования и сбора необходимых документов, разрешающих строительство полигона.

II этап - проводятся исследования состояния окружающей среды рядом с местом предполагаемой застройки.

III этап - далее происходит технический этап, включающий в себя: стабилизацию и планировку свалки, монтаж дегазатора, монтаж оборудования сбора фильтрата сточных вод и фильтрата, проводится монтаж рекультивационной защиты.

IV этап - после технического этапа проходит биологический этап, который включает в себя: комплекс мер агротехнического и фитомелиоративного характера.

Процесс рекультивации в себе подразумевает снижение опасного воздействия отходов 4 и 5 класса опасности на окружающую среду. Далее для подробного рассмотрения этапов рекультивации полигона рассмотрим пример несанкционированной свалки города «Баймак». В подготовительном этапе проходил процесс оформления документов. Так как первоначально свалка не имела статуса полигона, то после оформления документации он был официально получен. На её примере будет рассмотрен принцип рекультивации. Для того, чтобы получить статус полигона, были проведены подготовительные мероприятия по обустройству и введению необходимых мер. В роли полигона свалка приступила к деятельности в 1987 году.

Данный объект находится в г.о. Баймак республики Башкортостан. В данной работе будет рассмотрено снижение влияния воздействия на окружающую среду твердых коммунальных отходов после проведенного процесса её рекультивации.

Полигон представлял собой не оборудованный объект. В данный момент происходит процесс подготовки для дальнейшего процесса рекультивации. Он включает в себя подготовительный, технический и биологический этап

рекультивации. Данная свалка занимает по объему 12,6 га, территорию которого можно использовать в технических и строительных целях. Для этого и будут проводиться все необходимые мероприятия.

Для начала проведен мониторинг окружающей среды, изучены климатические условия местоположения объекта. Они указывают, что на формирование климата города Баймак накладывают свой отпечаток открытость (его северным и сибирским ветрам), отдаленность и закрытость с (запада Уральским хребтом от Атлантики), близость засушливых Казахстанских степей на юге и расчлененность рельефа. Данные факторы делают климат резко континентальным. Зима суровая, лето жаркое, засушливое, весна короткая, а осень продолжительная. Число солнечных дней за лето доходит до 65%, среднегодовая продолжительность солнечного сияния 200-2100 часов.

Оказываемое влияние погоды на полигон ТКО, показывает важность подбора оптимального метода проведения правильного процесса рекультивации полигона ТКО так, как влияние роста объема твердых коммунальных отходов в окружающей среде несет значительное негативное влияние.

Кратко ознакомимся с отходами и способом их избавления.

«Согласно федеральному закону № 89 «Об отходах производства и потребления», захоронение отходов – это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду» [34]. От захоронения отходов следует отличать хранение отходов – «складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения» [4]. Захоронение и хранение отходов входят в состав более широкого понятия – размещение отходов. «Основное отличие захоронения отходов от их хранения связано с конечной целью размещения: в случае захоронения – это максимально надежная изоляция отходов от окружающей среды, в случае хранения – это

последующие утилизация, обезвреживание или захоронение отходов (т.е. хранение не является конечным этапом в цепочке действий по обращению с отходами)» [10].

В настоящее время предлагается широкий спектр выбора методов рекультивации полигонов, обычно используются так называемые методы рекультивации полигонов. На данный момент большое количество ученых в биологическом этапе рекультивации полигонов рассматривают подбор различных многолетних трав для снижения уровня загрязнения окружающей среды, такие как Тимофеев 2011, Мамаджанов 2015 год. Другие считают, что рекультивация полигона будет проходить быстрее при зависимости от выбора места, формы полигона. К ним также относятся ученые Никитского сада такие, как Плугатарь и другие.

За рубежом нет понятия рекультивации, есть термин санация, Райнер Штегманн, в «Захоронении твердых отходов», 2018 г. говорит, что «санация- это ряд комплексных работ, направленных на восстановления почвы и улучшения почвенного покрова для использования почвы в народной и хозяйственной деятельности» [11]. «Согласно европейскому законодательству, обезвреживание органических загрязнителей на территории, есть комплекс мер, направленный на снижение угрозы загрязнения территории. Большинство стран используют различные технологические стратегии для осуществления процесса санации- в нашем же конкретном, случае рекультивации» [12].

В целом, данные методы можно подразделять на 9 своеобразных категорий. Далее подробнее рассмотрим каждую.

Первый критерий - «перемещение метод - самый простой, заключается в извлечении и последующем перемещении отходов для захоронения. Плюс: простота. Минус: высокая себестоимость перезахоронения» [13].

Второй критерий - «локализация загрязнения метод- применение защитного покрытия или барьера между участком земли и загрязненным слоем почвы. Покрытия обычно изготавливают из глины, грунтов,

скрепленных цементом. Барьеры преимущественно строят из цемента и бетонитовых шламмов для предотвращения горизонтального перемещения загрязняющих веществ. Плюсы: простота, являются широко признанными. К минусам можно отнести то, что защитные барьеры могут создавать гидравлические осложнения в случае скапливания грунтовых вод, поэтому необходимо проводить очистку откачки и слива» [13].

Третий критерий - «стабилизационный метод- представляет собой модифицированную бентонитовую глину, технологии (e-clay), группы «Enviro-treat», она лишает возможности перемещению органических и неорганических загрязняющих веществ. После того как смешивается глина с загрязненным грунтом, происходит процесс очистки, и грунт возвращается на место. Также для придания мощности можно добавить. Цементная смесь предназначена для введения цемента в верхний слой почвы, данная разработка представлена фирмой «Vertgen». Плюсы данного метода заключаются в небольшой стоимости, не требуют специального оборудования, позволяют бороться с гидрокарбонатами и тяжелыми металлами. К недостатку можно отнести получение грунтов с плохими геотехническими параметрами. Необходимы затраты на проведение лабораторных исследований о состоянии грунта и отсутствуют сроки действия данных стабилизаторов» [13].

Четвертый критерий - «биологический метод- представляет собой процесс перемешивания органических отходов с доступом кислорода. Целью является приведение в действие микроорганизмов, питающихся органическими соединениями путем их разложения. Широко применяется в Великобритании для удаления органических загрязнителей от нефти продуктов. Плюсы заключаются в эффективной переработке простых углеводов и нефтепродуктов. Недостатком является неэффективное использование при наличии хлорсодержащих веществ и сложность воздействия на глинистые почвы» [14].

Пятый критерий - «промывка грунта метод- основываемый на разности размеров и плотностей различных материалов. Часто загрязняющие вещества

концентрируются в тонкодисперсной части грунта. Это позволяет нам разделить чистую часть и сконцентрировать, сократить загрязненную часть в виде отходов (шлама). Данный материал должен подвергнуться переработке или безопасно размещаться на полигоне. Плюсы данной методики: заключаются в высокой степени очистки и эффективно себя показывает на крупных проектах (20 тыс./м³). К минусу можно отнести: невозможность использовать метод на глиняных почвах, так как там находится малая концентрация и малый объем загрязняющего веществ» [14].

Шестой критерий - «термическая обработка метод – включающий в себя два вида процессов: десорбцию и сжигание. Сжигание может проводиться в мобильной установке, однако из-за ограничений и жестких требований используют стационарные установки (печи). Однако сжигание на полигонах редко применяется для очистки грунтов. Термическая десорбция может объединить несколько технологий. Суть процесса заключена в нагреве грунта в закрытых емкостях и превращении их в газообразное состояние. Далее газ с имеющимися в нем загрязнителями направляется на дальнейшую обработку для очищения. Термическая обработка используется как в Соединенных Штатах Америки, так и в Европе. К плюсам данного метода можно отнести высокую эффективность и позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ до 99,99%. К недостатку можно отнести высокую стоимость процесса и сложность сжигания глиняных почв, так как в процессе сжигания, может произойти спекание глины» [14].

Седьмой критерий - «Откачка грунтовых испарений метод- который применяется непосредственно на загрязненных участках, заключается в удалении углеводородов из пористых грунтов или же каменных почв. Через загрязненный грунт пробурят специальные шпур, а на поверхности образуют вакуум. Летучие и загрязняющие вещества вместе с воздухом стремятся вверх. На поверхности располагается система очистки от загрязнителей. Данная система применяется в Великобритании. К плюсу можно отнести то, что система зарекомендовала себя отлично. К минусу же относится

длительность периода очистки, не менее 6 месяцев» [15].

Восьмой критерий «Биовентиляция метод – заключается в очистке с помощью песка или крупного гранулометрического состава, содержащих в себе биоразлагаемые загрязняющие вещества. Далее в тело полигона бурят скважину и вводят туда потоки воздуха для ускорения биологических реакций разложения. Биовентиляция может идти совместно с другими методами. К плюсу можно отнести снижение сроков очистки грунта. К минусу также относится длительность периода очистки так же, как откачку грунтовых вод, период не менее 6 месяцев» [13].

Девятый критерий «Электроочистка – метод, основанный на собирательной модели нескольких технологий с применением электроэнергии. Предназначен он для очистки от тяжелых металлов грунтов. Электроды устанавливаются вместе, где находится непосредственно загрязнитель, там происходит процесс разности потенциалов. Металлы начинают двигаться к электродам и оседают на них. Также есть обычный метод электроэнергии для очистки грунтов путем подогрева почвы и генерации внутри нее кислорода для ускорения реакции разложения. К плюсу можно отнести достаточно высокую эффективность очистки грунтов. К минусу же относится достаточно высокие эксплуатационные затраты и на электроэнергию» [13].

В таблице 1 изложены достоинства и недостатки методов рекультивации отходов по европейскому законодательству.

Таблица 1- Достоинства и недостатки методов рекультивации отходов

Методы	Достоинства	Недостатки
Перемещение	Простота/удобство	Высокая себестоимость перезахоронения
Локализация	Простота, является широко признанными	Защитные барьеры могут создавать гидравлические осложнения в случае скапливания грунтовых вод, необходимость проведения очистки откачки и слива
Стабилизационный	Небольшая стоимость, не требует специального оборудования, позволяют бороться с гидрокарбонатами и тяжелыми металлами.	Получение грунтов с плохими геотехническими параметрами. Большие затраты на проведение лабораторных исследований о состоянии грунта и отсутствие срока действия данных стабилизаторов.
Биологический	Эффективная переработка простых углеводов и нефтепродуктов.	Неэффективное использование при наличие хлорсодержащих веществ и сложность воздействия на глинистые почвы.
Промывка грунта	Высокая степень очистки эффективно себя показывает на крупных проектах (20тыс м ³).	Невозможность использовать метод на глиняных почвах, так как там находится малая концентрация и малый объем загрязняющего веществ.
Термическая обработка	Высокую эффективность и позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ до 99.99%.	Невозможность использовать метод на глиняных почвах, так как там находится малая концентрация и малый объем загрязняющего веществ.
Откачка грунтовых испарений	Система зарекомендовала себя отлично	Длительность периода очистки, не менее 6 месяцев.
Биовентилирование	Идет совместно с другими методами. снижает сроки очистки грунта	Относится длительность периода очистки так же, как откачку грунтовых вод, период не менее 6 месяцев.
Электроочистка	Достаточно высокая эффективность очистки грунтов до 99.99%	Достаточно высокие эксплуатационные затраты и на электроэнергию.

Управление загрязненными землями и ликвидация экологического ущерба является одной из главных проблем на территории России и многих других стран в течение многих лет. Отсутствие мест для хранения и захоронения отходов, их постоянные накопления приобретает все более острый характер. В России нет региона, окружающая среда которого не была

бы подвержена экологическому ущербу из-за антропогенного воздействия человека. Поэтому необходимо, как можно скорее принять меры по ликвидации накопленного экологического ущерба.

«Земельный кодекс РФ предусматривает деление земель на категории по целевому назначению, согласно которому правовой режим земель определяется исходя из принадлежности земель к определенной категории и разрешенного использования в соответствии с зонированием территорий и требованиями законодательства (п. 8 ст. 1). ФЕВРАЛЬ 2020» [16].

Категория земель, к которой относится земельный участок, подлежащий рекультивации, влияет и на выбор направления рекультивации. Согласно ГОСТ Р 57446-20179, «направление рекультивации выбирают с учетом характера нарушения земель, эколого-экономической целесообразности восстановления, их качественного состояния для дальнейшего целевого назначения и разрешенного использования» [17].

1.2 Теоретический качественный анализ почвенного покрова тела полигона ТКО

Несанкционированная свалка образована отходами жизнедеятельности людей. В ходе проведения работ образуются скопления различных отходов, которые своим пребыванием на территории наносят ущерб природе и оказывают неблагоприятное влияние на жизнь людей.

Почва является важным компонентом, необходимым для жизни человека. Под влиянием свалок в почву попадает ряд загрязняющих компонентов, которые не только оказывают видимое воздействие, но и разрушают внутреннюю структуру почвы. Характерными загрязнителями свалки являются Cu, Zn, Fe, Mn, Cd, Ni, Pb (тяжелые металлы); листва; пищевые отходы; смет с предприятий; древесина; пластик; строительный мусор; бумага и картон.

Для сравнения рассмотрим еще одну свалку, ученым (Иван Иванович

Подлипский), старшим преподавателем кафедры «Экологической геологии» СПбГУ, и главным экологом ООО «ЛенСтройГеология» показано на исследуемой территории проводится сопряженный сбор проб почв. Почвенные пробы отбираются дважды: в осенне-зимний и весенне-летний периоды. С позиции эколого-геологической оценки уровня загрязненности почв, особо значимым представляется, определение содержания в почвах тяжелых металлов, для которых установлены регламентированные показатели их ПДК в почвах (Mn, Zn, Cu, Cr, Pb, Ni). Полученные аналитические данные свидетельствуют, что концентрации указанных металлов на обследованных почвах, отобранных с прилегающих территорий полигона, заметно варьируют и в ряде случаев существенно превышают установленные значения ПДК (кроме, никеля), что количественно можно выразить в виде соответствующих коэффициентов – КПДК. «Среди обследованных ТМ максимальные превышения концентраций над ПДК были установлены для цинка (977 ppm). На наиболее загрязненных участках содержание цинка в почве достигало 1,1-9,8 ПДК (110-977 ppm). На втором месте находится свинец – 1,1-6,2 ПДК (33-186 ppm), на третьем - медь с показателем до 1,5-1,9 ПДК (83-105 ppm)» [18].

Почва является важным компонентом, её качество и структуру необходимо сохранять для технологических и бытовых нужд.

В ходе различных наблюдений было доказано, что «важнейшую роль в функционировании наземных экосистем играют почвы, которые рассматриваются как биокосное тело, обеспечивающее существование биогеоценозов и биосферы в целом, одна из основных функций которого - поддержание биоразнообразия и сохранение сред обитания для сообществ разных видов педобионтов и всех обитателей наземных экосистем» [19].

Любое влияние человека будь то строительство, или же сельскохозяйственная деятельность может загрязнять почву. Загрязнения бывают различного характера: промышленного, сельскохозяйственного, коммунального. В общем смысле под химическим загрязнением почвы подразумевается, изменение химического состава почвы. Оно возникает под

прямым или косвенным воздействием фактора землепользования. Человек вызывает снижение ее качества, что может вызывать опасность для здоровья населения, растений и прочих живых существ.

«Действующим критерием оценки загрязнения почв химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве. Оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами проводится по каждому веществу с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элементов (K_{\max}) по одному из четырех показателей вредности.

Оценка степени опасности загрязнения почвы допускается по наиболее токсичному элементу с максимальным содержанием в почве. В настоящее время в России наиболее токсичные химические элементы разделены на 3 класса опасности (СанПиН 2.1.7.1287-03)» [20] - [23].

В таблице 2 указаны класс опасности химических соединений, находящихся в почве.

«Таблица 2 – Класс опасности химических соединений, находящихся в почве

Класс 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

Данная таблица указывает на класс опасности согласно СанПиН 2.1.7.1287-03» [23]. По степени опасности в санитарно-эпидемиологическом отношении почвы могут быть разделены на следующие категории по уровню загрязнения: «чистая, допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная» [20]. В таблице 3 показана рекомендация по использованию почв в зависимости от их загрязнения.

Таблица 3 – рекомендации по использованию почв в зависимости от их загрязнения

Вид загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв в зависимости от их загрязнения
Чистая	Использование без ограничений
Допустимая	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Умеренно-опасная	Использование в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2м
Опасная	«Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности - использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем» [24].
Чрезвычайно опасная	Вывоз и утилизация на специализированных полигонах. При наличии эпидемиологической опасности - использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

Данная таблица указывает возможность применения почв бытовых нуждах. Далее ученые «для оценки уровня загрязнения почв и грунтов, отобранных на участке исследования проведены: определение концентраций тяжелых металлов и мышьяка, нефтепродуктов, определение величины рН. Оценка уровня загрязнения почво-грунтов и грунтов тяжелыми металлами и мышьяком. Оценка категории загрязненности почвенного покрова осуществляется в два похода:

- по санитарно-эпидемиологическим показателям ПДК и ОДК загрязняющих веществ в почве;
- по расчетным показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях, определяющим уровень химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье людей веществ (Zc)» [21].

ПДК загрязнителя – концентрации вещества, которые при длительном воздействии на почву и произрастающие на ней растения не вызывают каких-

либо патологических изменений и аномалий в ходе биологических и почвенных процессов и не приводят к накоплению токсичных элементов в сельскохозяйственных культурах и, следовательно, не нарушают биологический оптимум для животных и человека.

Следовательно, степень химического загрязнения оценивается по величине коэффициента K_0 по формуле (1):

$$K_0 = C_i / ПДК_i \quad (1)$$

Данный коэффициент равен отношению концентраций i -го загрязнителя к величине его ПДК с учетом гранулометрического состава и рН почв.

Фактическая опасность химического загрязнения тем выше, чем больше фактическое содержание загрязняющего вещества в почве превышает величину ПДК (ОДК), или чем больше K_0 превышает 1.

1.3 Патентный поиск в области способов рекультивации полигонов ТКО

В настоящее время преобладает разнообразное количество способов рекультивации полигонов, предложенных различными людьми. В дальнейшей части работы будут рассматриваться различные патенты и будет подбираться наиболее подходящий метод для полигона рекультивации твердых коммунальных отходов. Необходимо подобрать, такой метод, который позволит снизить загрязнение почвы от металлов и защитит окружающую среду от воздействия поллютантов.

Например, патент «Способ термического обезвреживания твердых отходов в шлаковом расплаве и печь для его осуществления». Под авторством Сборщикова Глеба Семеновича. «Технически данный метод представляет собой огромную щелочную печь, используемую для термического окисления отходов, и относится к мусоросжигательным печам, позволяет окислить

органические отходы, сжечь низкотемпературные виды топлива, упрощает метод подготовки материалов к переработке» [22].

Сжигание загрязнителей полигона ТКО является одним из основных методов на территории России, так как позволяет очистить химические загрязнители и переработать часть компонентов, однако из минусов данной технологии можно отнести высокую себестоимость процесса и сложность сжигания глиняных почв, так как в процессе сжигания может произойти процесс спекания глинистой почвы, которая находится на исследуемом полигоне.

Далее рассмотрим патент «Способ рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов» представляет собой биологические методы для дезинтеграции микроорганизмами загрязнений и снижения пагубного воздействия. «Биоремедиация- использование биологических методов для деградации, дезинтеграции, трансформирования и устранения загрязнений из почвы, воздуха и воды. Процессы биоремедиации могут осуществляться природными микроорганизмами. Задачи этой природо-подобной технологии заключаются в стимуляции (катализе) биодegradативной активности этих микроорганизмов. Если в почве, воде, слоях свалок загрязненной ксенобиотиками, отсутствуют микроорганизмы, способные к деградации данных соединений, применяют интродукцию (инъекция, внесение) туда микроорганизмов-биодеструкторов» [23]. Данный метод предложен авторами: Головков Анатолий Емельянович, Прохоров Виталий Серафимович, Айрапетян Ашот Ервандович, Шахнубарян Карен Гаврушевич.

Совместно с биологическими деструкторами могут использовать и биопрепараты, которые позволяют за счет совместного их усилия снизить нежелательное загрязнение почвы в виде нефтепродуктов. Данный процесс можно наблюдать в патенте «способ очистки почвы от нефтяных загрязнений» под авторством Рядинский Виктор Юрьевич (RU) Антропов Александр Анатольевич (RU).

Данный метод разработан для биодеструкции нефтяных загрязнений. Их

ежегодная потребность оценивается примерно в 100-1000 тонн. При этом содержание нефти должно быть не более 10%, а также не могут работать в зимнее время» [17]. К нефтепродуктам (НП) относятся различные углеводороды (УВ), получаемые при промышленной переработке нефти. Наиболее распространенные из них - бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, реактивное топливо, смазочные материалы (машинные и технические масла).

Метод фиторемедиационной высадки растений на почву полигона был предложен под авторством Мамась Наталья Николаевна. «Способ высадки растений на почву», данный способ относится к этапу биологической рекультивации свалок твердых коммунальных отходов. Он включает «выравнивание поверхности свалки, нанесение на мусор слоя почвы, высадку растений, выкапывание по периметру свалки канав, при этом проводят обследование свалки, очищают от обнаруженных металлических предметов, наносят на выровненную поверхность поочередно два слоя грунта, сначала наносят слой перегноя толщиной 20 см, затем слой потенциально плодородного грунта толщиной 10 см, производят уплотнение почвы, затем осуществляют дискование и боронование площади рекультивируемого участка, после чего производят посев травянистой и посадку древесной растительности, а затем выкапывают по всему периметру участка канавы для сбора фильтрата» [24].

Перейдем к патенту «способ биологической очистки почв от тяжелых металлов» по фиторемедиационному методу, под авторством Чернобровкина Надежда Петровна (RU) Ялынская Екатерина Евгеньевна (RU) Робонен Елена Вильямовна (RU).

Изобретение относится к области экологии окружающей среды. «В способе высевают семена одуванчика лекарственного в количестве 1,95-24,3 млн штук на га. Затем скашивают и удаляют зеленую массу до формирования цветоносных побегов. В начале фазы формирования розетки листьев в почву вносят борную кислоту в дозах 0,5-10,0 кг·га⁻¹. Предлагаемый способ

позволяет проводить рекультивацию загрязненных земель, повысить вынос тяжелых металлов из почвы за счет биологической очистки, обогащать почву бором при его дефиците для растений, кроме того, является экологически чистым при минимальных затратах» [25].

Он заключается в использовании зеленых растений, связанных с ними микроорганизмами. Комплекс мер направленный на очистку грунта и атмосферы за счет растений. Её используют также для очистки от углеводородов и других нефтесодержащих примесей.

Сущность метода заключается: в «области экологии и природопользования и может быть использовано для очистки почв на территориях урбанизированных и промышленных агломераций, а также почв сельскохозяйственного назначения, с целью снижения содержания в них токсичных концентраций тяжелых металлов, поступивших в результате хозяйственной деятельности человека» [27].

Фиторемедиационный способ очистки почв, загрязненных тяжелым и металлами, включает использование дикорастущих растений в качестве фиторемедиантов, которые засевают, доводят до стадии вегетационного периода и скашивают, включает выбор на территории, подлежащей очистке, участка размером не менее 100 кв. м, определение в почве этого участка концентраций тяжелых металлов, выделение на нем естественно произрастающих и доминирующих видов растений, определение в их корнях и надземных частях аккумулярующей способности по концентрациям тяжелых металлов и коэффициентам их переноса в системе «почва - корни - надземная часть растений» [25].

Выбор на основе этих показателей индикаторных видов растений, характеризующихся наибольшими показателями аккумуляции тяжелых металлов и максимальными значениями коэффициентов их переноса в надземные части растений, для их дальнейшего интенсивного распространения с целью фиторемедиационной очистки загрязненной территории.

Последний патент, рассмотренный нами в нашей работе под авторством Чернин Сергей Яковлевич (RU). Представляет собой заключительный этап биологической рекультивации полигона ТКО, он заключается в использовании специальных приспособлений для благоустройства полигона-биомат.

«Биомат для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) содержит верхний (противоэрозионный слой) 1, выполненный в виде тканых или нетканых полотен, или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения, или их комбинаций». «Внутренний слой (наполнитель 2), в состав которого входят семена растений, минеральные и/или органические удобрения, влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста и т.п. В наполнителе 2 содержится влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка для равномерного распределения по внутреннему слою биомата и стимуляторы роста в гранулированном виде - лигногумат с содержанием биологически активных действующих веществ до 900 г/кг и препарат Экориз, в состав которого входит мицелий и споры микоризных грибов, экстракт торфа и микроэлементы» [26].

«Лигногумат является высокоэффективным технологичным препаратом, созданным путем ускоренной гумификации растительного сырья. При его производстве из торфа, леонардита, бурого угля в присутствии щелочи выделяют гуминовые соединения. Обуславливается это свойством гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием и калием (KOH и NaOH). Лигногумат является сильнейшим естественным стимулятором роста и антистрессантом и в своем составе содержит микроэлементы в органически связанной форме, которая отлично усваивается растениями. В состав лигногумата помимо гуминовых кислот - «тяжелой» фракции гуминовых веществ, выполняющих ряд важных функций в жизни

растений, входят также низкомолекулярные фульвовые кислоты - «легкая», более активная фракция с высокой биологической активностью» [26].

Экориз - высокоэффективный препарат на основе ростстимулирующих азотфиксирующих почвенных бактерий *Agrobacterium radiobacter*. Экориз имеет последствие, которое проявляется в улучшении экологического состояния почв за счет обогащения их биогенными элементами, увеличения структурированности, активизации развития экологически полезной микрофлоры. Срок действия препаратов-стимуляторов роста более одного года. Нижний слой выполнен из водопроницаемой бумаги 3, под которой расположен несущий биомат.

В таблице 4 представлен патентный поиск в области рекультивации полигона ТКО.

Таблица 4 - Патентный поиск в области рекультивации полигона ТКО

Патент	Описание	Достоинства	Недостатки
<p>«RU2623394C1» «Способ термического обезвреживания твердых отходов в шлаковом расплаве и печь для его осуществления» [28].</p>	<p>Технически данный метод представляет собой печь, используемую для термического окисления отходов, и относится к мусоросжигательным печам.</p>	<p>Позволяет окислить органические отходы, сжечь низкотемпературные виды топлива, упрощает метод подготовки материалов к переработке.</p>	<p>Имеет высокую себестоимость в результате высоких температур шлаковой ванны поддерживают в интервале 1400-1600°C, на тонну минерального остатка твердых коммунальных отходов при производстве (использовании) расплава для производства минеральной ваты в качестве флюсов используют магнезит и мел в количествах 117,24 кг и 55,56 кг соответственно. Вместе с отходящими газами из ванны уносятся 2-3% от массы загруженного материала. При работе в проектном режиме (7000 кг ТКО+658 кг известняка) унос составит 140-230 кг/час или 3,67-5,52 т/сутки.</p>
<p>«RU2713344C1» «Способ представляет собой биологические методы для дезинтеграции микроорганизмами загрязнений» [29].</p>	<p>«Биоремедиация - использование биологических методов для деградации, дезинтеграции, трансформирования и/или устранения загрязнений из почвы, воздуха и воды. заключаются в стимуляции (катализе) биодеградативной активности этих микроорганизмов. Если в почве, воде, слоях свалок загрязненной ксенобиотиками, отсутствуют микроорганизмы, способные к деградации данных соединений, применяют интродукцию (инъекция, внесение) туда микроорганизмов-биодеструкторов» [29].</p>	<p>Процессы биоремедиации могут осуществляться как природными, так и вносимыми микроорганизмами. Задачи этой природо-подобной технологии. Будучи произведенными из натурального сырья, препараты безопасны для человека и окружающей среды. Все ингредиенты органического происхождения и легко разлагаются. Не токсичны, не раздражает кожу, не вызывает сыпи и ожогов, не содержат горючих материалов, невзрывоопасны.</p>	<p>При отсутствии микроорганизмов в теле полигона предстоит внести живые микроорганизмы, что увеличить стоимость работ. Необходимость подбора микроорганизмов для проведения реакции разложения. Недостатком является не возможность разлагать тяжелые металлы.</p>

Продолжение таблицы 4

Патент	Описание	Достоинства	Недостатки
		<p>При правильном использовании они безопасны для здоровья людей, животных, рыб и растительности. мас. %: ферменты класса оксигеназ 2-6%, пенетрат 1-3%, декстроза 1-2%, пероксид водорода 1-2%, вода техническая - остальное. Ферментативный катализ отличается исключительно высокой эффективностью: скорость реакции увеличивается в 10^{10}-10^{13} степени раз.</p>	
<p>«RU2354464C2» «Способ очистки почвы от нефтяных загрязнений» Изобретение относится к биотехнологии, в частности к способам ликвидации нефтяных загрязнений на поверхности земли с помощью микроорганизмов. «Способ заключается в обработке почвы смесью, содержащей нефтеразрушающие микроорганизмы, азотно-фосфорное удобрение и адсорбент» [33].</p>	<p>Совместно с биологическими деструкторами могут использоваться и биопрепараты, которые позволяют за счет совместного их усилия снизить нежелательное загрязнение почвы в виде нефтепродуктов.</p>	<p>Оказывают положительное влияние на полигон и дезинфицирует его, а также снижают, нежелательное загрязнение почвы в виде нефтепродуктов.</p>	<p>Значительная ежегодная потребность оценивается примерно в 100-1000 тонн. При этом содержание нефти должно быть не более 10%, а также не могут работать в зимнее время. На исследуемом полигоне не было замечано значительного загрязнения нефтепродуктов, также не разлагает тяжелые металлы.</p>

Продолжение таблицы 4

«Патент	Описание	Достоинства	Недостатки
«RU 2 448 785 C1» «Метод фиторемедиационной высадки растений на почву полигона» [30].	«Способ биологической рекультивации свалок твердых коммунальных отходов, включающий выравнивание поверхности свалки, нанесение на мусор слоя почвы, высадку растений, выкапывание по периметру свалки канав, наносят на выровненную поверхность поочередно два слоя грунта, сначала наносят слой перегноя толщиной 20 см, затем слой потенциально плодородного грунта толщиной 10 см, производят уплотнение почвы после чего производят посев травянистой и посадку древесной растительности» [30].	Заявляемый способ позволит провести биологическую рекультивацию земель, занятых и загрязненных твердыми коммунальными отходами, до состояния пригодности для создания лесопарков и обеспечивает защиту окружающей среды.	Для посадки используют породы деревьев, способных произрастать в конкретных местах выделенного грунта с учетом почвенно-климатических факторов, плодородия и токсичности свалочных грунтов. Длительный процесс прорастания деревьев.
«RU2342822C1» «Метод фиторемедиационный» [21].	Изобретение относится к области экологии окружающей среды. В способе высевают семена одуванчика лекарственного в количестве 1,95-24,3 млн штук на га. Затем скашивают и удаляют зеленую массу до формирования цветоносных побегов. В начале фазы формирования розетки листьев в почву вносят борную кислоту в дозах 0,5-10,0 кг·га ⁻¹ .	Предлагаемый способ позволяет проводить рекультивацию загрязненных земель, повысить вынос тяжелых металлов из почвы за счет биологической очистки, обогащать почву бором, является экологически чистым методом при минимальных затратах. Позволяет снизить количество таких металлов как свинец (1,46 ПДК почвы), цинк (4,82), медь (4,34) и никель (3,60 ПДК почвы). Предлагаемый способ позволяет значительно – увеличить от 20 до 129% увеличить вынос тяжелых металлов. из почвы при биологической очистке загрязненных почв, а также регулировать их вынос.	В данном способе высевают значительное количество семян одуванчика «лекарственного» в количестве 1,95-24,3 млн штук на га. Затем скашивают и удаляют зеленую массу до формирования цветоносных побегов. В начале фазы формирования розетки листьев в почву вносят борную кислоту в дозах 0,5-10,0 кг·га ⁻¹ . Предлагаемый способ требует длительное время и необходимость постоянного наблюдения, и сколов побегов в течение нескольких лет.

Продолжение таблицы 4

Патент	Описание	Достоинства	Недостатки
«RU2342822C1» «Метод фиторемедиационный» [31].	Изобретение относится к области экологии окружающей среды. В способе высевают семена одуванчика лекарственного в количестве 1,95-24,3 млн штук на га. Затем скашивают и удаляют зеленую массу до формирования цветоносных побегов. В начале фазы формирования розетки листьев в почву вносят борную кислоту в дозах 0,5-10,0 кг·га ⁻¹ .	Предлагаемый способ позволяет проводить рекультивацию загрязненных земель, повысить вынос тяжелых металлов из почвы за счет биологической очистки, обогащать почву бором при его дефиците для растений, кроме того, является экологически чистым методом при минимальных затратах. «Позволяет снизить количество таких металлов как свинец (1,46 ПДК почвы), цинк (4,82), медь (4,34) и никель (3,60 ПДК почвы). Предлагаемый способ позволяет значительно – увеличить от 20 до 129% увеличить вынос тяжелых металлов. из почвы при биологической очистке загрязненных почв, а также регулировать их вынос» [31].	В данном способе «высевают значительное количество семян одуванчика «лекарственного» в количестве 1,95-24,3 млн штук на га. Затем скашивают и удаляют зеленую массу до формирования цветоносных побегов [31]. В начале фазы формирования розетки листьев в почву вносят борную кислоту в дозах 0,5-10,0 кг·га ⁻¹ . Предлагаемый способ требует длительное время и необходимость постоянного наблюдения, и скасов побегов в течение нескольких лет.
«RU199794U1» «Патент представляет собой заключительный этап биологической рекультивации полигона ТКО, он заключается в использовании специальных приспособлений для благоустройства полигона- биомат» [32].	«Модель относится для технической рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, нарушенных земель, для быстрого восстановления почвенно-растительного слоя, для усиления и защиты естественных и искусственных грунтовых поверхностей от эрозионных процессов» [32].	Биомат для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, имеет многослойную, трехслойную, конструкцию. включающую размещенный между каждыми двумя слоями и скрепленный с ними слой наполнителя, содержащий семена растений, минеральные и/или органические удобрения, влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста,	Длительное время требуется для укоренения корней, в течении 2-3х лет, чтобы улучшилась корневой система также требуется время, Цена процесса хоть и не высокая, но все же существенная. Необходим тщательный подбор состава почвы, и подбор определенных растений. Длительный процесс. В практике применения при хранении и транспортировке при попадании влаги в биомат происходит прорастание семян до использования биомата. гидрогель гранулированного полимера акриламида, гранулы которого при набухании могут приподнимать верхний слой агромата, из-за чего могут порваться уже образовавшиеся корни.

Продолжение таблицы 4

Патент	Описание	Достоинства	Недостатки
<p>«RU199794U1» «Патент представляет собой заключительный этап биологической рекультивации полигона ТКО, он заключается в использовании специальных приспособлений для благоустройства полигона- биомат» [32].</p>	<p>«Армирующие слои имеют поверхностную плотность в пределах 50-300 г/м², слой наполнителя, кроме семян растений, содержание которых составляет 40-150 г/м², содержит натуральные или искусственные влагоудерживающие компоненты и питательную смесь, состоящую из минеральных и/или органических удобрений, стимуляторов роста растений и почвообразующих биодобавок, подбираемых с учетом почвенно-грунтовых условий района применения агромата и состава используемых семян, причем в наполнителе содержание питательной смеси составляет 20-300 г/м², а влагоудерживающих компонентов - 0,75-10,5 кг/м²» [32].</p>	<p>отличающийся тем, что верхний слой выполнен в виде тканых или нетканых полотен или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения, или их комбинаций, слой наполнителя содержит влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка и стимуляторы роста длительного срока действия в гранулированном виде - лигногумат с содержанием биологически активных действующих веществ - до 900 г/кг и препарат Экориз в качестве микробной добавки, а нижний слой представляет собой водонепроницаемую бумагу, под которой располагается несущая биоразлагающаяся сетка, причем все слои биомата скреплены нитепрошивным способом.</p>	

За счет сурового климата Башкортостана требуется так называемая защитная часть, которая позволит проходить процессу рекультивации значительно быстрее и защитит почву от эрозионного разрушения под действием климата. Будет подпитывать необходимыми элементами растения внутри него, с помощью которых будет проходить процесс биологической рекультивации.

В ходе проведенного анализа различных патентов обратили внимание на возможные достоинства и недостатки различных патентов. Рассмотрев полигон, было предложено решение для защиты от ветровой эрозии использовать биомат, который защитит окружающих животных и людей от воздействия полигона. Там неподалёку находится пастбище крупного рогатого скота, животные могут попадать на территорию и питаться остатками мусора, поэтому для закрытия территории и облагораживания территории остановили свой выбор на патенте биомат под авторством Чернина Сергей Яковлевич.

1.4 Обоснованный выбор технологии рекультивации полигона ТКО

Для рекультивации полигона ТКО проектом предусматривается соблюдение технической последовательности работ, которая включает в себя 3 этапа. Подготовительный, технический и биологический.

Подготовительный этап включает:

- геодезические и разбивочные работы;
- устройство временного ограждения территории полигона;
- устройство бытового городка;
- организация временного энергоснабжения участка строительства и городка;
- завоз питьевой, хозяйственно-бытовой и технической воды;
- создание первоначально необходимого запаса стройматериалов;
- доставка на объект строительной техники.

Технический этап:

- дезинфекция бывшего скотомогильника;
- земляные работы по формированию тела полигона;
- устройство системы водоотведения поверхностного стока;
- устройство газового дренажа;
- устройство многофункционального укрытия полигона;
- устройство сетей связи на электроснабжения;
- устройство ограждения;
- устройство внутриплощадочного проезда.

Биологический этап:

- установка биомата;
- уход за газоном.

Выбор технологии рекультивации определяется: свойствами плодородного слоя почвы. Типом и характеристиками используемого оборудования. Очередью разработки и скоростью перемещения фронта работ. Видом последующего использования рекультивируемых площадей. Расстоянием. Мощностью и объемом транспортировки плодородного слоя почвы. Принятым способом разработки карьеров и формированием отвалов. Равномерной загрузкой оборудования в течение всего срока эксплуатации карьера. Гидрологическими и гидрогеологическими условиями, рекультивируемой территории её рельефом и климатом.

Для того, чтобы подобрать метод рекультивации полигона необходимо рассмотреть полигон. Его процессы и выбрать необходимый метод. Технологическая схема основных элементов санитарного полигона ТКО представлена на рисунке 2.

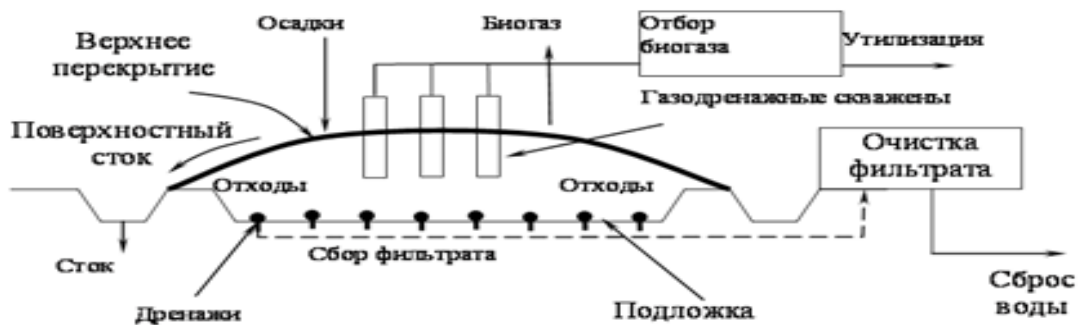


Рисунок 2 – Схема основных элементов санитарного полигона ТКО

Полигон представляет собой сложную систему. В которой происходит большое количество биохимических процессов. В данном конкретном случае будут рассмотрены, методы рекультивации. Такие как химический, физический и биологический. После этого подбирается оптимальный способ рекультивации.

Рассмотрим достоинства и недостатки данных методов.

Химический - заключается в промывке почвы химическими соединениями. (готовятся специальные растворы, хлор содержащие соединения и щелочи). В таблице 5 представлены достоинства и недостатки химического метода.

Таблица 5 - Химический метод, его достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки:
В основном метод применяется с целью очистки почвы от нефти. Эффективность при методе промывки составляет до 99%.	Химический метод очистки почвы имеет длительные сроки (1-4 года в среднем) и значительное количество загрязненной воды, которую тоже приходится очищать перед выбросом в окружающую среду

Физико-химический – заключается в снятии верхнего слоя и заполнением его незараженным.

Электро-химический – для удаления сложных соединений из почвы при помощи электролиза. Применяется для удаления из почвы хлорсодержащих углеводородов, различных нефтепродуктов, фенолов. На чем основана работа

метода электрохимической очистки? В процессе движения электрического тока сквозь почву осуществляется электролиз воды, электрокоагуляция, реакции электрохимического окисления и электрофлотации. Степень окисления фенола находится в пределах от 70 до 90 процентов. В таблице 6 указаны достоинства и недостатки физико-химического метода

Таблица 6 - Физико-химический метод, его достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки:
Качественный уровень обеззараживания почвы при электрохимической очистке приближается к ста процентам (минимальный показатель – 95%). Метод позволяет удалять из почвы также такие вредные элементы как ртуть, свинец, мышьяк, кадмий, цианиды.	К минусам метода можно отнести достаточно высокую стоимость (100-250\$ за 1 м ³ почвы).

Электрокинетическая очистка.

Используется для очищения почвы от цианидов, нефти и производных нефти, тяжелых металлов, цианидов, хлористых органических элементов. Типы почв, к которым может успешно применяться электрокинетическая очистка – глинистые и суглинистые, насыщенные влагой частично или полностью. В таблице 7 представлены достоинства и недостатки электрокинетической очистки.

Таблица 7 - Электрокинетическая очистка, ее достоинства и недостатки

Достоинства	Недостатки:
Уровень контроля и воздействия на процессы очищения почвы достаточно высокий. Для использования метода требуется применение химических реактивов или растворов поверхностно-активных веществ.	Эффективность электрокинетической очистки почвы составляет от 80 до 99 процентов. Стоимость в несколько раз ниже чем при электрохимической очистке (100-170\$ за 1 м ³ почвы).

Технология основана на применении таких процессов как электрофорез и электроосмос.

Биологический- фиторемедиационный метод

Первый метод фитозэкстракция-2«путем активизации существующей микрофлоры и микрофауны полигона для поглощения загрязнителя самой почвой. Процесс происходит медленно, необходимо наличие микроорганизмов» [28].

Второй метод фиторемедиация- заключается во внесении культур микроорганизмов (биодеструкторов). В таблице 8 указаны достоинства и недостатки биологического - фиторемедиационного метода.

Таблица 8 - Биологический - фиторемедиационный метод, его достоинства и недостатки

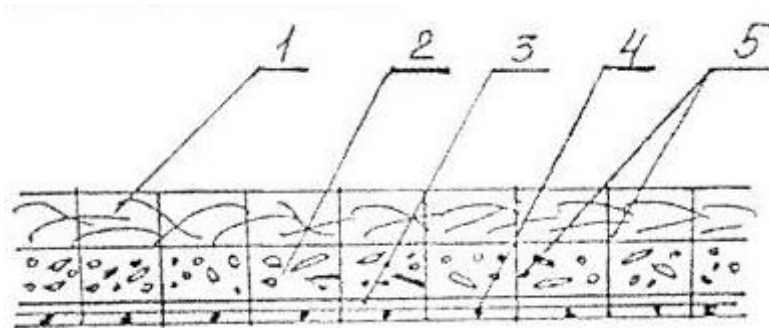
Достоинства	Недостатки:
Селективность, возможность создания необходимых штаммов микроорганизмов для разрушения сложной органики	Большая длительность, узкие условия работы, частое омертвление органики, естественные биоценозы разрушаются, высокая стоимость биопрепарата.

Для того чтобы подобрать оптимальный процесс рекультивации полигона, необходимо рассмотреть представленный полигон ТКО. Биологический этап рекультивации следует за техническим этапом. К этому этапу относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны. На биологическом этапе рекультивации оптимально использование Биоматов, для укрепления и защиты грунтовых поверхностей. «Биомат– представляет собой геокомпозитное полотно, которое состоит из двух слоев нетканого льняного волокна с расположенными между ними семенами многолетних трав и питательных смесей, скрепленных между собой нитепрошивным способом» [29].

Нитепрошивной способ производства биоматов: позволяет получить стойкость, то есть более повышенную сопротивляемость к разрывным нагрузкам. Состав рекультивационной смеси, включающий семена, органоминеральные удобрения и специальные добавки, подбирается

индивидуально под климатические условия района. Применение биоматов позволяет экономить срок проведения биологического этапа рекультивации.

На рисунке 3 представлена схема биомата.



1-содержит верхний (противозерозионный слой), 2-внутренний слой (наполнитель 2), в состав которого входят семена растений, минеральные и/или органические удобрения, влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста и т.п., 3-нижний слой выполнен из водопроницаемой бумаги, 4-несущая биоразлагаемая сетка, 5-скреплены прошивной нитью

Рисунок 3 – Схема биомата

«Биомат для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, представляет собой многослойную, по меньшей мере трехслойную, конструкцию. Включает в себя размещенный между каждыми двумя слоями и скрепленный с ними слой наполнителя, содержащий семена растений, минеральные и/или органические удобрения. Также влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста, отличающийся тем, что верхний слой выполнен в виде тканых или нетканых полотен, или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм. Из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения» [35]. Возможно использовать их комбинации. «Слой наполнителя содержит влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка и стимуляторы роста длительного срока действия. Находятся они в гранулированном виде - лигногумат с содержанием биологически активных действующих веществ - до 900 г/кг. И препарат Экориз в качестве микробной добавки. Нижний слой представляет собой водопроницаемую бумагу, под которой располагается

несущая биоразлагающаяся сетка, причем все слои биомата скреплены нитепрошивным способом» [35].

Полезная модель относится к области производства агропромышленных средств для технической рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, нарушенных земель, в частности для быстрого восстановления почвенно-растительного слоя, а также для усиления и защиты естественных и искусственных грунтовых поверхностей от эрозионных процессов.

«Известен агромат, представляющий собой многослойную, по меньшей мере трехслойную, конструкцию, включающую армирующие слои и размещенный между каждыми двумя армирующими слоями и скрепленный с ними слой наполнителя, содержащий семена растений. Армирующие слои выполнены в виде тканых или нетканых полотен или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных или искусственных, химического происхождения, волокон, при биоразложении образующих питательную среду для растений, или из названных разлагающихся волокон с примесью неразлагающихся или слабо разлагающихся искусственных волокон, причем армирующие слои имеют поверхностную плотность в пределах 50-300 г/м², а слой наполнителя, кроме семян растений, содержание которых составляет 40-150 г/м², содержит натуральные или искусственные влагоудерживающие компоненты и питательную смесь, состоящую из минеральных и/или органических удобрений, стимуляторов роста растений и почвообразующих биодобавок, подбираемых с учетом почвенно-грунтовых условий района применения агромата и состава используемых семян, причем в наполнителе содержание питательной смеси составляет 20-300 г/м², а влагоудерживающих компонентов - 0,75-10,5 кг/м²» [35].

«В качестве разлагающихся искусственных, химического происхождения, волокон использованы волокна, произведенные из целлюлозы, или поливинилового спирта, или из других биоразлагаемых материалов, в том числе и синтетических, или комбинация волокон из этих материалов, а в качестве влагоудерживающих компонентов использованы

древесные опилки, или древесный уголь, или солома, или торф, или торфогрунтовая смесь, или бентонитовый порошок, или вермикулит, или перлит, или гидрогель гранулированного полимера акриламида, или другие натуральные или искусственные сорбирующие вещества, или их смеси» [26].

«В качестве разлагающихся натуральных волокон использованы хлопковые, или джутовые, или кокосовые, или льняные, или другие волокна растительного происхождения, или их комбинация, в качестве примеси из неразлагающихся или слабо разлагающихся искусственных волокон использованы полиэфирные, или полиамидные, или полипропиленовые, или полиэтиленовые, или другие полимерные волокна, или их комбинация, а в качестве влагоудерживающих компонентов использованы древесные опилки, или древесный уголь, или солома, или торф, или торфогрунтовая смесь, или бентонитовый порошок, или вермикулит, или перлит, или гидрогель гранулированного полимера акриламида, или другие натуральные или искусственные сорбирующие вещества, или их смеси» [29].

«Слои агромата скреплены прошиванием. Агромат содержит 2-6 армирующих слоев, при этом соответствующее количество слоев наполнителя имеет толщину или суммарную толщину в пределах 5-70 мм. Агромат выполнен толщиной в пределах 7-106 мм при соответственном обеспечении его суммарной поверхностной плотности в пределах 0,93-12,750 кг/м².

Недостатком данного агромата является то, что в качестве влагоудерживающего компонента в нем применяется гидрогель гранулированного полимера акриламида, гранулы которого при набухании могут приподнимать верхний слой агромата, из-за чего могут порваться уже образовавшиеся корни. Не указаны, какие конкретно стимуляторы роста входят в состав слоя наполнителя» [36].

«Известен биомат, представляющий собой многослойную, по меньшей мере трехслойную конструкцию, включающую размещенный между каждыми двумя слоями и скрепленный с ними слой наполнителя, содержащий семена растений. Верхний слой выполнен в виде тканых или нетканых полотен, или

мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения, или их комбинаций, а в качестве нижнего слоя используется водопроницаемая бумага, под которой располагается несущая биоразлагающаяся сетка, причем все слои биомата скреплены нитепрошивным способом» [35].

«Недостатком данного биомата является то, что при применении в слое наполнителя влагоудерживающих компонентов в виде гранул, при их набухании, происходит приподнятие верхнего слоя биомата, из-за чего могут порваться уже образовавшиеся корни. Кроме того, гранулы могут скользить по нижнему слою водопроницаемой бумаги и из-за чего произойдет неоднородность в их распределении. Не указаны, какие конкретно стимуляторы роста входят в состав слоя наполнителя» [35].

Цель полезной модели - создание биомата для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов, простого по конструкции и в изготовлении и удобного в применении, обеспечивающего быстроту проведения работ при его монтаже на грунтовой поверхности, покрывающей твердые коммунальные отходы, выполняющего функцию искусственного почвенного слоя с высокой влагоудерживающей способностью на период формирования устойчивого естественного почвенно-растительного покрова, а также обеспечивающего защиту грунтовой поверхности от эрозионных процессов, сохранность семян растений в течение времени прорастания, ускоренное появление всходов, эффективное развитие корневой системы растений в период их вегетации и жизнеспособность растительного покрова в период его формирования.

Поставленная цель достигается тем, что биомат для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов представляет собой многослойную, по меньшей мере трехслойную конструкцию, включающую размещенный между каждыми двумя слоями и скрепленный с ними слой наполнителя, содержащий семена растений, минеральные и/или органические удобрения, влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста. Верхний

слой выполнен в виде тканых или нетканых полотен, или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения, или их комбинаций. Слой наполнителя содержит влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка и стимуляторы роста длительного срока действия в гранулированном виде - лигногумат с содержанием биологически активных действующих веществ - до 900 г/кг и препарат экориз в качестве микробной добавки. Нижний слой представляет собой водопроницаемую бумагу, под которой располагается несущая биоразлагающаяся сетка, причем все слои биомата скреплены нитепрошивным способом [37].

«Биомат для рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) содержит верхний (противоэрозионный слой) 1, выполненный в виде тканых или нетканых полотен, или мелких сеток с размером ячеек 3-5 мм из разлагающихся натуральных хлопковых, или джутовых, или кокосовых, или льняных, или других волокон растительного происхождения, или их комбинаций. Внутренний слой (наполнитель 2), в состав которого входят семена растений, минеральные и/или органические удобрения, влагоудерживающие компоненты, стимуляторы роста» [35]. В наполнителе 2 содержится влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка для равномерного распределения по внутреннему слою биомата и стимуляторы роста в гранулированном виде - лигногумат с содержанием биологически активных действующих веществ до 900 г/кг и препарат Экориз, в состав которого входит мицелий и споры микоризных грибов, экстракт торфа и микроэлементы. Лигногумат является высокоэффективным технологичным препаратом, созданным путем ускоренной гумификации растительного сырья. При его производстве из торфа, леонардита, бурого угля в присутствии щелочи выделяют гуминовые соединения. Обуславливается это свойством гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием и калием (KOH и NaOH). Лигногумат является сильнейшим естественным

стимулятором роста и антистрессантом и в своем составе содержит микроэлементы в органически связанной форме, которая отлично усваивается растениями. В состав лигногумата помимо гуминовых кислот - «тяжелой» фракции гуминовых веществ, выполняющих ряд важных функций в жизни растений, входят также низкомолекулярные фульвовые кислоты - «легкая», более активная фракция с высокой биологической активностью. Экориз - высокоэффективный препарат на основе ростстимулирующих азотфиксирующих почвенных бактерий *Agrobacterium radiobacter*. Экориз имеет последствие, которое проявляется в улучшении экологического состояния почв за счет обогащения их биогенными элементами, увеличения структурированности, активизации развития экологически полезной микрофлоры. Срок действия препаратов - стимуляторов роста более одного года. Нижний слой выполнен из водонепроницаемой бумаги 3, под которой расположена несущая биоразлагаемая сетка 4. Все слои биомата скреплены прошивной нитью 5.

Устройство работает следующим образом. Биомат для рекультивации полигонов ТКО размещают на поверхности почвы, устилающей твердые коммунальные отходы. В случае необходимости он фиксируется на почве с помощью шпилек. Верхний противозерозионный слой 1 биомата защищает поверхность почвы от водной и ветровой эрозии. В то же время он пропускает внутрь часть атмосферных осадков и не препятствует дыханию и прорастанию семян внутреннего слоя - наполнителя 2. Семена слоя наполнителя 2, расположенные на слое бумаги 3 при прорастании проходят его, укрепляют рекультивированную поверхность и в дальнейшем способствуют созданию природных растительных сообществ. Кроме того, слой водонепроницаемой бумаги 3 обеспечивает более быстрое проникновение почвенной влаги к семенам и сокращает время до контакта прорастающих корней с почвой. В наполнителе 2 содержится влагоудерживающий компонент - гидрогель в виде порошка для равномерного распределения по внутреннему слою биомата и стимуляторы роста в гранулированном виде лигногумат с содержанием

биологически активных действующих веществ - до 900 г/кг и препарат Экориз. Лигногумат является высокоэффективным технологичным препаратом, созданным путем ускоренной гумификации растительного сырья. При его производстве из торфа, леонардита, бурого угля в присутствии щелочи выделяют гуминовые соединения. Обуславливается это свойством гуминовых кислот образовывать водорастворимые соли с натрием и калием (KOH и NaOH). Лигногумат является сильнейшим естественным стимулятором роста и антистрессантом и в своем составе содержит микроэлементы в органически связанной форме, которая отлично усваивается растениями. В состав лигногумата помимо гуминовых кислот - «тяжелой» фракции гуминовых веществ, выполняющих ряд важных функций в жизни растений, входят также низкомолекулярные фульвовые кислоты - «легкая», более активная фракция с высокой биологической активностью.

Препарат Экориз оказывает комплексное стимулирующее воздействие на растения и их корневую систему. Микоризные эндогрибы проникают непосредственно в корни растений и образуют «грибницу» (мицелий), которая помогает корням укреплять иммунитет, бороться с возбудителями различных заболеваний, всасывать воду, фосфор и питательные вещества из почвы. Срок действия препаратов-стимуляторов роста более одного года. Для предотвращения разрывов бумаги в процессе производства, транспортировки и укладки используется несущая биоразлагаемая сетка 4. Скрепление всех слоев биомата осуществляется нитепрошивным способом.

Предлагаемый «биомат для рекультивации полигонов ТКО не сложен по конструкции и в изготовлении, удобен в применении, так как может быть быстро развернут на любой грунтовой поверхности, покрывающей твердые коммунальные отходы, выполняет функцию искусственного почвенного слоя с высокой влагоудерживающей способностью на период формирования устойчивого естественного почвенно-растительного покрова, обеспечивает защиту грунтовой поверхности от эрозионных процессов, сохранность и прорастание содержащихся в слое наполнителя семян растений, эффективное

развитие корневой системы растений в период их вегетации и жизнеспособность растительного покрова в период его формирования, питание растений в период роста необходимыми компонентами, упрочнение формирующегося дернового слоя, при этом не препятствует процессу естественного восстановления растительного покрова» [35].

Добавка в слой наполнителя влагоудерживающего компонента - гидрогеля в виде порошка и стимуляторов роста в гранулированном виде - лигногумата с содержанием биологически активных действующих веществ - до 900 г/кг и препарата Экориз способствует повышению влагоудерживающей способности биомата и стимулирует ростовые процессы растений в течение длительного срока действия (более одного года).

Вывод по первому разделу

Глобальные экологические проблемы сегодня связаны с образованием и утилизацией отходов производства и потребления. Существуют различные методы рекультивации отходов: перемещение, локализация, стабилизационный, биологический, промывка грунта, термическая обработка, откачка грунтовых испарений, биовентилирование, электроочистка.

Почва является важным компонентом для жизни человека. Под влиянием свалок в почву попадает ряд загрязняющих веществ. Фактический риск химического загрязнения почвы тем выше, чем больше фактическое содержание загрязняющего вещества в почве.

Был проведен обзор патентов в области рекультивации полигонов ТКО.

Выбор технологии рекультивации определяется свойствами плодородного слоя почвы. Для имеющегося почвенного покрова тела полигона был выбран в качестве биологического метода - Биомат.

2 Экспериментальные исследования

2.1 Экспериментальные исследования в части определения качественного состава тела почв полигона

Для оценки уровня загрязнения почвы и грунта, отобранных на участке полигона ТКО в лаборатории ТГУ проведены следующие исследования: Определен качественный состав тела полигона и его свойства.

Определено наличие тяжелых металлов и их концентрация в почве, определена величина рН. В первую очередь для проведения, анализов была приготовлена водная вытяжка, для этого воспользовался ГОСТ 26423-85.

«Пробу почвы массой 30 г взвесили с погрешностью не более 0,1 г поместили в емкость (коническую колбу), к пробе почвы прилили 150 мл дистиллированной воды перемешали в течении 3 мин, затем оставили на 5 минут для процесса отстаивания» [30].

После этого начали проводить исследования. В работе были рассмотрены органолептические свойства тела полигона. Почва имеет темно коричневый цвет. Внутри неё находятся различные частички загрязнителей, к ним относятся кусочки стекла, бумаги, тканый материалов, металлические крышки, кусочки древесины и прочий мелко габаритный мусор. Исследуемый образец имеет гнилостный запах, показывающий наличие органических загрязнителей. Структура почвы имеет достаточно прочную на ощупь структуру, плотная за счет наличие большого количества глины. Это обеспечивает её прочность.

В начале экспериментальной работы, было произведено определение величины рН по ГОСТУ 26423-85 «Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки». «Сущность метода заключается в извлечении водорастворимых солей из почвы дистиллированной водой при отношении почвы к воде 1:5 и определении удельной электрической проводимости водной вытяжки с

помощью кондуктометра и рН с помощью рН-метра. При отсутствии кондуктометра определяют плотный остаток вытяжки» [30].

Пробу почвы, привезенной с объекта, подвергают сушке до воздушно-сухого состояния, далее измельчают и процеживают через сито. Где отделяются частицы 1-2 мм. Пробу набирают ложкой массой 30 г, кладут в колбу 150-200 см³, приливают 120 см³ дистиллированной воды. Подвергают взбалтыванию в течение 3 минут, далее оставляют для отстаивания. Готовится другая колба и воронка вместе с фильтром «синяя лента». «Фильтруется и отбирается 50 см³, отмеряли, на рН метре включенным заранее в течение 30 минут для прогрева» [30]. Далее опускается электрод в фильтрованную пробу и замеряется несколько раз. После этого были сделаны выводы о кислотности почвы. В ходе исследования определили, что почва имеет слабощелочную среду проведя несколько параллельных опытов.

После определения рН воспользовались методом определения органического вещества при помощи ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества». Заключался метод «на окислении органического вещества почв раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении содержания трехвалентного хрома эквивалентного содержанию органического вещества в почве» при помощи спектрофотометра». «Взяли пробы массой исходя из таблицы поместили в пробирку. В штативах к девяти пробам приливают 10 см³ хромовой смеси. Перемешали, затем опустили в нагретую водяную баню, после закипания нагреваем суспензию, перемешиваем через каждые 20 минут, охлаждаем в холодной водяной бане и прилили 40 см³ дистиллированной воды, и пропускаем через фильтр «синяя лента». После этого брали кюветы просвечивали относительно раствора сравнения при длине волны 590 нм, при этом необходимо не допустить встряхивания осадка, а уже в конце провели расчет, и обработка результатов по которому воспользовавшись коэффициентом поправки» [38].

Для расчета почвы, загрязненной, тяжелыми металлами определили

экспериментальным путем наличия меди, цинка и свинца воспользовавшись методами разделения и концентрирования «Методические указания для выполнения лабораторных работ» [32].

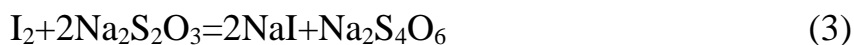
В начале готовилась водная вытяжка по ГОСТУ 26423-85, далее проводилось 3 исследования поочередно для определения Cu^{+2} , Co^{+2} , Pb^{+2} .

«Исследуемый раствор доводили до метки и тщательно перемешивали, далее берется раствор тиосульфата натрия заливается в бюретку. В титровальную колбу пипеткой отбирали 10 мл исследуемого раствора цилиндром вносили 10 мл- 2н раствора H_2SO_4 и вносится приблизительно 2 грамма сухого KI» [30]. Раствор стал темно коричневым. Раствор становится темно-коричневым (мутным), по формулам (1) и (2):



«Титрование раствора тиосульфата натрия проводится до светло-коричневого цвета (загар) затем добавили 20 капель раствора крахмала и дотитровывали по одной капле при энергичном перемешивании до перехода серо-синей окраски раствора в бледно розовую» [30].

Наблюдаем в формуле (3):



Проверка при добавлении к оттитрованному раствору 2 капель, раствора CuSO_4 должен восстановиться бледно серо-синий цвет.

В конце провели расчет массы Cu^2 по формуле (4):

$$m(\text{Cu}^{+2}) = \left(\frac{V_k}{V_n}\right) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot m(\text{Cu}^{+2}) \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

Далее повторили эксперимент с пробой на определение Co^{+2} .

«Рабочий раствор заполняется в бюретку $ZnSO_4$. В колбу для титрования пипеткой внесли 30 мл 0,005М комплексона 3. Пипеткой промываем исследуемый раствор. В титровальную колбу вносим 10 мл $CoSO_4$, цилиндром добавили 100мл воды, 10мл аммиачно-буферного раствора и маленькую ложечку хромогена сухого. Раствор приобрел небольшое синее окрашивание» [30].

Далее по формуле (5) рассчитали массу:

$$m(CO^{+2}) = \left(\frac{V_k}{V_n}\right) \cdot C(Na_2H_2Y) \cdot V(Na_2H_2Y) - C(ZnSO_4) \cdot V(ZnSO_4) \times M(CO^{+2}) \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

Далее повторили эксперимент с пробой на определение Pb^{+2} .

Чтобы рассчитать массу, воспользовались формулой (6):

$$m(Pb^{+2}) = \left(\frac{V_k}{V_n}\right) \cdot C(Na_2H_2Y) \cdot V(Na_2H_2Y) - C(ZnSO_4) \cdot V(ZnSO_4) \times M(Pb^{+2}) \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

«В бюретку залили $ZnSO_4$. В колбу для титрования пипеткой внесли 30 мл 0,005М комплексона 3. Пипеткой промываем исследуемый раствор. В титровальную колбу вносим 10 мл $PbSO_4$, цилиндром добавили 100 мл воды, 10 мл аммиачно-буферного раствора и маленькую ложечку хромогена сухого. Раствор приобрел небольшое красное окрашивание» [30].

2.2 Обработка полученных результатов

В ходе экспериментальной работы, было произведено определение величины рН по ГОСТУ 26423-85 «Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки» [30].

Данные были внесены в таблицу 9. Замер проходил три раза.

Таблица 9 -Определение рН

Номер опыта	1 день	2 недели	1 месяц
1	7,547	7,647	7,657
2	7,557	7,659	7,639
3	7,625	7,680	7,637
Среда почвы	слабощелочная	слабощелочная	слабощелочная

- Образец брался в центре исследуемого полигона.
- Образец брался в 50 метрах от центра полигона.
- Образец брался в 50 метрах от крайней точки исследуемого полигона.

Вывод: Почва имеет глинистую структуру, рН находится в пределах нормы, почва имеет слабощелочную среду.

После определения рН воспользовались методом определения органического вещества при помощи ГОСТа 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества» [31].

Для расчета коэффициента поправки воспользовались формулой (7):

$$K = \frac{V_1}{V} \quad (7)$$

По формуле (7) был рассчитан коэффициент поправки:

$$K = \frac{5,3}{7,5} = 0,71$$

где V1-объем раствора марганцовокислого кислота, израсходованного на титрование, см³;

V- объем раствора восстановителя, отобранный для титрования, см³.

Массовую долю органического вещества X в процентном соотношении вычислили по формуле (8):

$$X = \frac{m \cdot K}{m_1} \cdot 100 \quad (8)$$

По формуле (8) была рассчитана массовая доля органического вещества X в процентном соотношении:

$$X = \frac{25 \cdot 0,71}{300} \cdot 100 = 5,916 \%$$

В ходе исследуемой работы допускаемая норма отклонения вещества для расчета составляет около 10%, что соответствует норме и не превышает норму (1-12%). В таблице 10 представлена массовая доля органического вещества в пробе.

Таблица 10 - массовая доля органического вещества в пробе

Массовая доля органического вещества %	Масса пробы для анализа мг
Свыше 7	50-100

После, определения массы, органического вещества, «приготовил водную вытяжку» [30]. По ГОСТ 26423-85, проводились 3 исследования поочередно для определения Cu⁺², Co⁺², Pb⁺².

Далее ведем расчет по формулам (4), (5), (6) ведем расчет.

$$m(\text{Cu}^{+2}) = \left(\frac{500}{10}\right) \cdot 0,1\text{Н} \cdot 0,4\text{мл} \cdot \frac{63,546\text{г}}{\text{моль}} \cdot 10^{-3} = 0,1271 \text{ г}$$

$$m(\text{Co}^{+2}) = \left(\frac{250}{10}\right) \cdot 0,005 \cdot 30 - 0,1 \cdot 1,3 \cdot 207,2 \cdot 10^{-3} = 0,1036 \text{ г}$$

$$m(\text{Pb}^{+2}) = \left(\frac{250}{10}\right) \cdot 0,005 \cdot 6,1 - 0,1 \cdot 0,3 \cdot 58,933 \cdot 10^{-3} = 0,001 \text{ г}$$

Таблица 11 - Состав почвенного покрова тела полигона

Номер опыта	Название X/Э	100г почвы
1	Cu^{+2}	0,1271
2	Co^{+2}	0,1036
3	Pb^{+2}	0,001

Вывод: Определен качественный состав тела полигона, в нем были найдены тяжелые металлы Cu^{+2} , Co^{+2} , Pb^{+2} и определено их количество, экспериментальным путём.

В лаборатории совместно с инженерами и технологами были проведены исследования образцов согласно документации. Данные выбраны согласно тем участком, которые брались в экспериментах и записаны в таблицу 12.

Таблица 12 - Состав почвенного покрова тела полигона

№п/п	Гл., м	Cu	Co	Pb	Zc	pH
Пдж мг/кг						
1	0,2	Больше 100	6,0	32	32	6,9
	0,4	Больше 100	5,8	33,2	32	7,0
2	0,2	Больше 100	0,9	11,7	15	6,7
	0,4	Больше 100	0,8	11,8	14	6,8
3	0,2	48,6	6,2	34,2	31	6,8
	0,4	49,2	6,1	32,7	29	6,7

По результатам лабораторных исследований почвы в районе работ в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: «Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы.

Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Обнаружились следующие закономерности. Имеются незначительные превышения ПДК по таким элементам: свинец в точках наблюдений №1, 3, а также по меди в точках № 1. Содержание металлов и нефтепродуктов по всем исследуемым пробам имеет уровень загрязнения – «допустимый», кроме точек наблюдений № 1 и № 3 – «умеренно опасная».

Почво-грунты в отобранных пробах (до 0,2 м) по содержанию гумуса и рН солевой вытяжки оцениваются как плодородные. Содержание гумуса – более 2%, содержание гумуса соответствует плодородному слою. Величина рН водной вытяжки в плодородном слое почвы составляет 5,5 - 8,2.

Вывод по второму разделу

Для оценки уровня загрязнения почвы и грунта, отобранных на участке полигона ТКО в лаборатории ТГУ проведены следующие исследования: Определен качественный состав тела полигона и его свойства.

Определено наличие тяжелых металлов и их концентрация в почве, определена величина рН.

Почва имеет глинистую структуру, рН находится в пределах нормы, почва имеет слабощелочную среду

Определен качественный состав тела полигона, в нем были найдены тяжелые металлы Cu^{+2} , Co^{+2} , Pb^{+2} и определено их количество, экспериментальным путём.

3 Оптимизация технологии рекультивации полигонов ТКО

3.1 Технологическое решение по оптимизации технологии рекультивации полигона ТКО

В настоящее время проблема рекультивации полигонов ТКО имеет огромное значение. Закрываются полигоны, переполненные отходами жизнедеятельности в течение многих десятков лет. В большинстве случаев объекты размещения отходов образовывались стихийно в отработанных карьерах, различных выемках и котлованах без учета природоохранных требований, что оказывало не очень хорошее влияние на почву и окружающую среду в целом.

Для решения данной проблемы подберём технологическое решение на примере полигона ТКО г.о. Баймак республики Башкортостан.

В соответствии с требованиями «ГОСТ Р 59057-2020», при организации искусственного рельефа должны быть выполнены основные работы по грубой и чистовой планировке рекультивируемой поверхности.

«Грубая планировка предусматривает выравнивание поверхности с выполнением основного объема земляных работ; чистовая – окончательное выравнивание поверхности с исправлением микрорельефа» [33].

Проведение земляных работ по срезке пластов ТКО осуществляется при помощи захваток. В местах, где использование бульдозера не эффективно, грунт разрабатывается экскаваторами, грузится в самосвал и перемещается в тело полигона, уплотняется уплотнительной машиной. В остальных же случаях переформирование тела полигона происходит с помощью бульдозера планировщика, следом за бульдозером техногенный грунт уплотняется уплотнительной машиной.

Водоотведение с проектируемой территории предусматривается по лоткам в пруд-испаритель поверхностного стока. Выпуски лотков в пруд укрепляются щебнем. Под проезжей частью вместо лотка предусмотрена

водопрopusкная стальная труба длиной 9 м.

Укладку соответствующего слоя изолирующих покрытий вести согласно стандартной технологии, сверху вниз. Расположение листов рулонов - вертикальное.

Сопряжение вертикальных листов, в случае необходимости, вести строго таким образом, чтобы вышележащий лист прикрывал шов сопряжения (нижележащий лист) не менее, чем на 800 мм.

Гео-синтетическую мембрану укладывать рифленой (пупырчатой) поверхностью вниз. Уложенную Гео-синтетическую мембрану утрамбовать таким образом, чтобы обеспечить сцепление с грунтом, но не повредить слой тканого Гео-текстиля (Гео-ткани).

Соединение соседних листов рулонного материала соответствующего слоя изолирующих покрытий на дне пруда производится с нахлестом 1000 мм. Стык соседних листов (по короткой стороне) в разбежку. Величина разбежки - 1000 мм. Принцип укладки Гео-мембраны по дну аналогичен. На рисунке 4 изображена схема устройства пруда-испарителя.

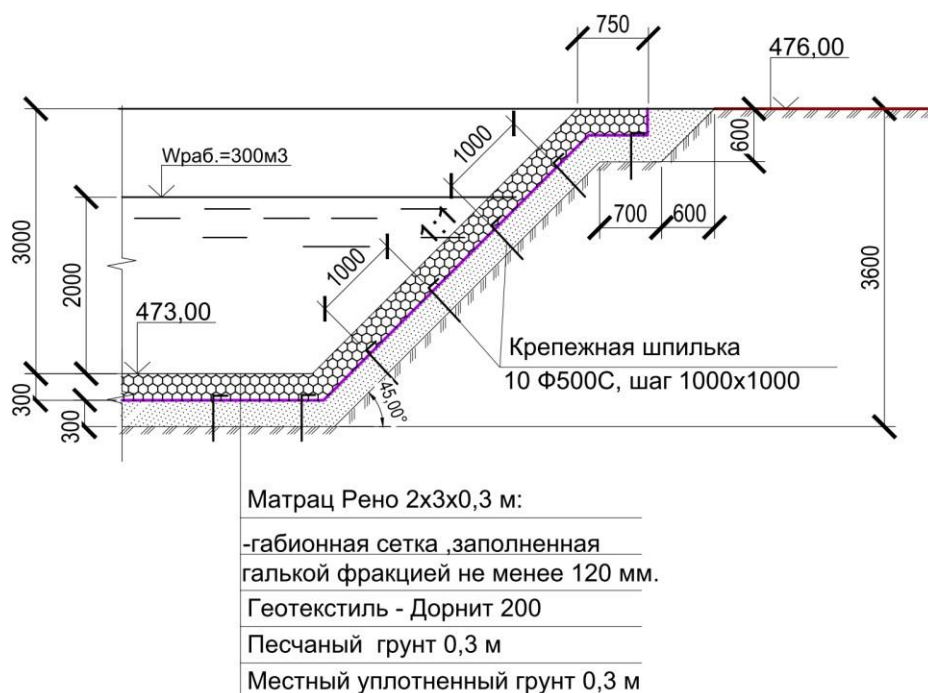


Рисунок 4 – Схема устройства пруда-испарителя

Пластиковые лотки с чугунной решеткой монтируются в заранее подготовленную траншею, дно которой уплотнено трамбовкой до коэффициента уплотнения (Купл. = 0,95). Детальная схема устройства лотка представлена на рисунке 5.

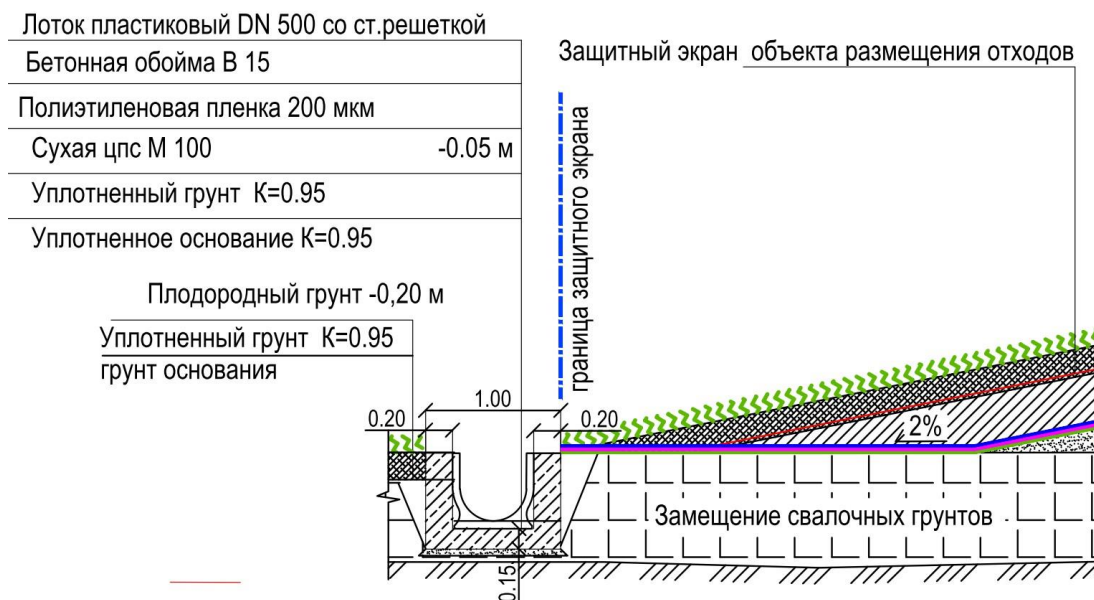


Рисунок 5 – Схема устройства пластикового лотка

Проектом предусматривается устройство монолитного лотка слива в пруд-испаритель. Выполнению работ по сборке и монтажу арматурного каркаса и отдельных арматурных стержней арматурных стержней для бетонирования монолитных конструкций. Проектом предусматривается пассивная система дегазации полигона ТКО. На рисунке 6 показана схема устройства газо-выпуска системы дегазации Гв.15, Гв.50

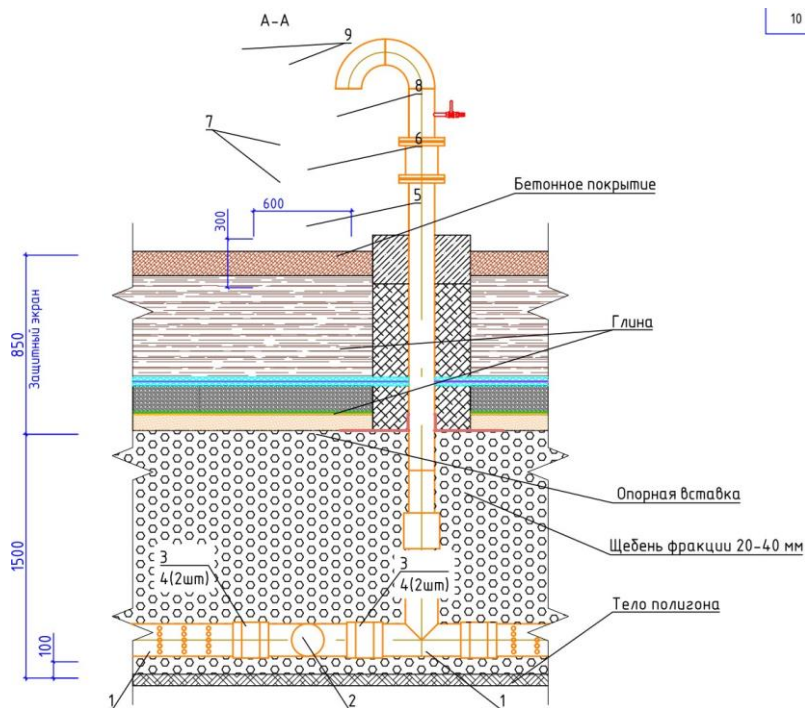


Рисунок 6 – Схема устройства газовыпуска системы дегазации Гв.15, Гв.50

Далее на нижнем на рисунке 7 представлена характеристика системы газовыпуска системы дегазации Гв.15, Гв.50

Позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
1	Труба ПЕРФОКОР-II Tun IV DN/OD200 SN24 ПП ТУ22.21.21-004-73011750-2018	Труба полиэтиленовая перфорированная SN24 DN=200мм			
2		Тройник с неразъемным соединением полиэтилен/сталь $\Phi 200/159$	1		
3	Муфта ПЕРФОКОР DN/OD200 SN24 ПЭ ТУ22.21.21-004-73011750-2018	Муфта полиэтиленовая DN=200мм	2		
4	Кольцо ПЕРФОКОР DN/OD200 SN24 ПЭ ТУ22.21.21-004-73011750-2018	Уплотнительное кольцо DN=200мм	4		
5	Труба $159 \times 4,5$ ГОСТ 10704-91 В-СТЗсп ГОСТ 10705-80*	Труба стальная электросварная D=159мм, T=4,5мм из стали марки СТЗсп	2,0*		
6	ОП-150	Предохранитель огневой Ду150	1		
7	Фланец 1-150-16 ст 25 ГОСТ 12820-80	Фланец плоский приварной, исполнения 1, Ду=150мм, Ру=16МПа из стали марки 25	2		с комплектом прокладок и крепежом
8		Кран шаровый для анемометра	1		
9	Отвод 90-159x4,5 ГОСТ 17375-2001	Отвод $\theta=90^\circ$, исполнения 2, D=159мм, T=4,5мм из стали марки 20	2		
10	Тройник DN/OD 90 сварной	Тройник равнопроходной DN=200мм	1		

Рисунок 7 – Схема характеристика системы газовыпуска системы дегазации Гв.15, Гв.50

После установки газовыпускающих труб на сформированное тело

полигона укладывают следующие слои материалов:

- выравнивающий слой толщиной 0,25 м из суглинка;
- минеральная гидроизоляция (бentonитовые маты);
- синтетическая гидроизоляция (геомембрана 2 мм);
- дренажный геокомпозитный мат («Гидромат 3Д/300 «Техполимер»);
- потенциально-плодородный слой почвы толщиной 0,4 м (по ГОСТ 17.5.1.03-86);
- объёмная противозерозионная геосетка (трехполимерный противозерозионный геомат производства ГК «ТехПолимер» СТО 56910145-029-2018 или аналог);
- «слой грунта плодородного 0,2 м» [41]. (по ГОСТ 17.5.1.03-86).

Укладка гео-мембраны осуществляется сверху вниз путем разматывания с траверсы, подвешенной на машине укладчике. Перед соединением полотнища должны быть уложены внахлест. На потенциально плодородный слой почвы накладывается геосетка объёмная противозерозионная (геомат трехмерный МТ 15/350(300) ЭКСТРАМАТ или аналогичная).

На рисунке 8 представлена схема устройства защитного экрана поверхности объекта размещения отходов.

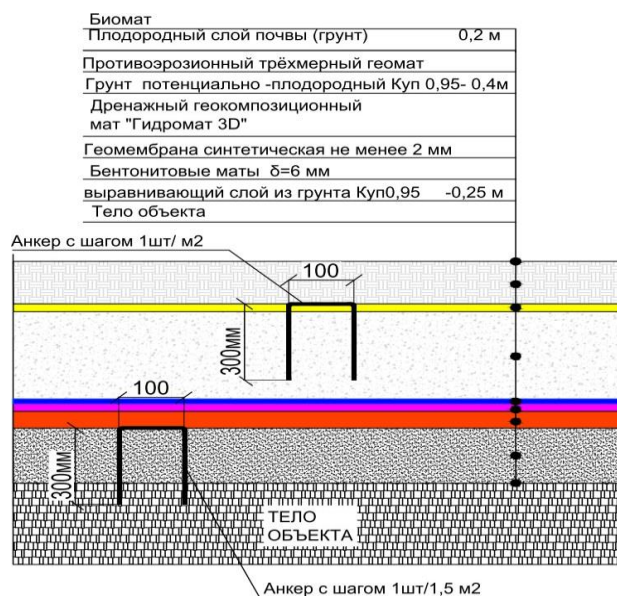


Рисунок 8 – Схема устройства защитного экрана поверхности объекта размещения отходов

Во время проведения биологического этапа рекультивации производится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление нарушенных земель.

В биологический этап входят следующие работы:

- непосредственно на полигоне укладка Биоматов.

За периметром полигона производятся:

- подготовка почвы под газоны;
- подбор ассортимента посадочного материала;
- посев и уход за растениями.

Рекультивация затронутых зон производства земляных работ выполняется плодородно-растительным слоем (ПРС) земли на толщину, придающую эстетический вид.

В состав работ, последовательно выполняемых при технической рекультивации нарушенных земель, входят:

- планировка поверхностей откосов валика обваловки траншеи;
- нанесение плодородного, почвенно-растительного слоя;
- планировка и при необходимости уплотнение плодородного слоя (ПРС).

ППР предусмотрено выполнение работ комплексным механизированным звеном с бульдозером в качестве ведущего механизма. Схема рекультивации представлена на рисунке 9.

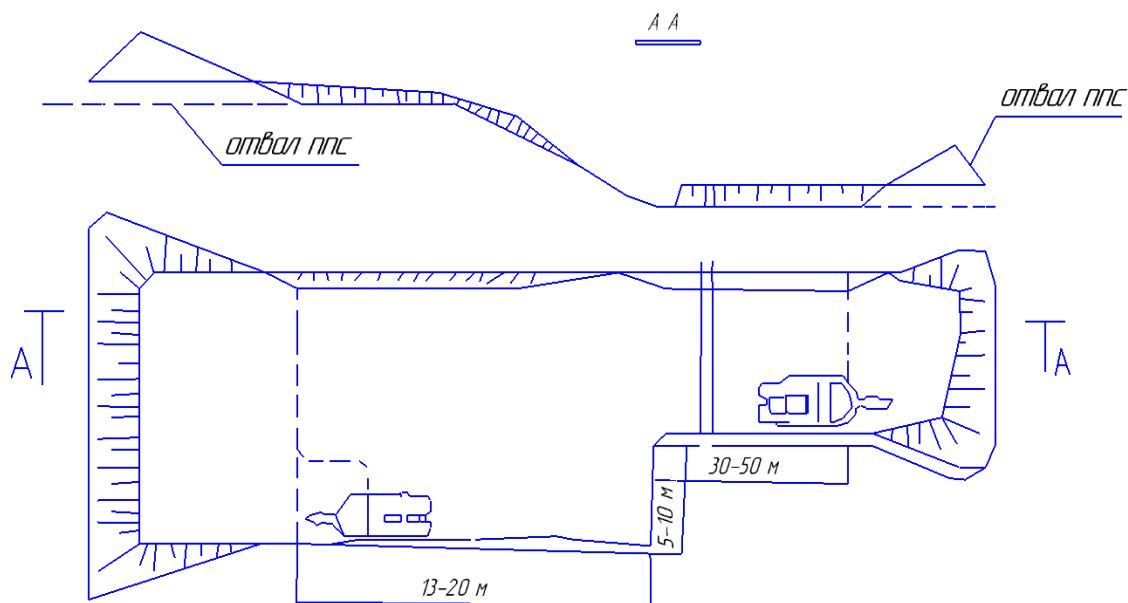


Рисунок 9 – Схема рекультивации

Данная схема показывает расстояние отвалов временного размещения плодородного слоя почвы.

3.2 Расчет экологической эффективности предлагаемого решения

С точки зрения экологического решения оценка полигона ТКО имеет как в теоретическом, так и в практическом плане важное значение. Если территория не обладает высоким уровнем загрязнения, то она является общественным благом. Необходимость в оценке полигона с точки зрения того, что экологическая эффективность необходима для обоснования инвестиций, ведь от её значения инвесторы вкладывают деньги в подобные проекты.

«Эколого-экономический показатель - важный элемент для природоохранных проектов. Является одним из важных показателей соотношения экономических выгод и потерь от проекта.

Выделяют несколько методов для определения эколого-экономической эффективности природоохранных проектов» [40].

Первый метод на основе сопоставления природоохранного эффекта по виду воздействия, на который ориентирован проект, и затрат на его реализацию. Эффективность природоохранного проекта данного метода рассчитывается по формуле (16):

$$E = \frac{\sum \Delta_N}{C + E_H \times K} \quad (16)$$

где E – эффективность природоохранного проекта;

$\sum \Delta_N$ – стоимостная оценка годового природоохранного эффекта по виду воздействия, на который ориентирован проект;

C – текущие затраты в течение года;

E_H – норматив эффективности для приведения капитальных вложений к годовой размерности (= 0,16);

K – капитальные вложения, определившие эффект» [39].

Второй метод на основе сопоставления предотвращенного экологического ущерба от загрязнения окружающей природной среды и затрат на осуществление проекта. Эффективность природоохранного проекта данного проекта рассчитывается по формуле (17):

$$E = \frac{\sum Y_N}{C + E_H \times K} \quad (17)$$

где « $\sum Y_N$ – суммарный предотвращенный ущерб» [34].

Общая величина предотвращенного экологического ущерба определяется как сумма предотвращенных ущербов отдельным компонентам природной среды представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Общая величина предотвращенного экологического ущерба

Виды природных ресурсов	Величина предотвращенного экологического ущерба, тыс. руб.
Почвы и земельные ресурсы	950
Водные ресурсы	145 000
Атмосферный воздух	21
Всего:	145971

Итак, в среднем, величина предотвращенного экологического ущерба окружающей природной среде в результате реализации проекта полигона ТКО 145 971 тыс. рублей.

Затраты на строительство полигона определялись, исходя из сводного сметного расчета. Сметная стоимость строительства полигона составляет 18131,77 тыс. руб. Текущие затраты по проекту в течение года составят 2171,581 тыс. рублей.

По формуле (16) рассчитали эффективность природоохранного проекта:

$$E = \frac{145\,971}{2171,581 + 0,16 \cdot 18131,77} = 29 \text{ рублей}$$

Можно сделать вывод, что проект полигона ТКО в населенном пункте Баймак эффективен, так как с эколого-экономической точки зрения 1 рубль капитальных вложений в полигон дает 29 рублей экологического эффекта.

По представленному расчёту следует, что предотвращенный ущерб экологии представляет собой оценку в денежном эквиваленте. Возможные последствия, которые получилось предотвратить за счёт природоохранной деятельности. А также благодаря воздействию различных мероприятий и программ, которые направлены на сохранение или улучшение качества

параметров, определяющих экологическое состояние окружающей нас среды. Также позволяет оценить отдельные её компоненты.

«Экономическая оценка предотвращенного экологического ущерба, как не допущенного в результате реализации проекта, осуществляется на основе «Методики определения предотвращенного экологического ущерба»» [36].

Выбор технологии рекультивации определяется: – свойствами плодородного слоя почвы; – типом и характеристиками используемого оборудования, очереди разработки и скоростью перемещения фронта работ; – видом последующего использования рекультивируемых площадей; – расстоянием, мощностью и объемом транспортировки плодородного слоя почвы; – принятым способом разработки карьеров и формированием отвалов; – равномерной загрузкой оборудования в течение всего срока эксплуатации карьера; гидрологическими и гидрогеологическими условиями рекультивируемой территории, рельефом, климатом.

Полигон представляет собой сложную систему. В которой происходит большое количество биохимических процессов.

Метод биологической рекультивации биомат в нашем случае является наиболее целесообразным. К примеру метод био-препаратов в нашем случае не может быть использован, так как не может действовать в зимнее время, а требуется постоянный эффект рекультивации. Метод био-деструктора в результате своей длительности и дороговизны не целесообразен, а также в целом и есть вероятность нарушения биоценоза.

Поэтому мы взяли метод биоматов- его использование обусловлено небольшой ценой, возможностью быстро разложить биомат. Метод снижает содержания токсичных концентраций тяжелых металлов, поступивших в результате хозяйственной деятельности человека.

Проблема очистки и реабилитации почв территорий различного назначения, загрязненных тяжелыми металлами, в настоящее время является крайне актуальной в сфере природопользования и природо-восстановления.

Вывод по третьему разделу

Подобрано технологическое решение на примере рекультивации полигона ТКО г.о. Баймак республики Башкортостан.

В соответствии с требованиями «ГОСТ Р 59057-2020», при организации искусственного рельефа должны быть выполнены основные работы по грубой и чистовой планировке рекультивируемой поверхности. Водоотведение с проектируемой территории предусматривается по лоткам в пруд-испаритель поверхностного стока.

Проектом предусматривается пассивная система дегазации полигона ТКО.

Таким образом, проект полигона ТКО в населенном пункте Баймак эффективен с эколого-экономической точки зрения, так как 1 рубль капитальных вложений в полигон дает 29 рублей экологического эффекта.

Заключение

В ходе бакалаврской работы было проведено экспериментальное исследование в части определения качественного состава тела почв полигона ТКО г.о. Баймак республики Башкортостан. В теоретической части проведен литературный обзор и были рассмотрены различные методы по рекультивации полигона ТКО. В настоящее время на полигоне в городе Баймак на биологическом этапе рекультивации оптимально практикуют использование биоматов.

Для оценки уровня загрязнения почв и грунтов, отобранных на участке полигона, в лаборатории кафедры «Химическая технология и ресурсосбережение» Тольяттинского государственного университета проведены следующие исследования: определены концентрации тяжелых металлов и мышьяка, определение загрязнения нефтепродуктами, определение величины рН. Он находится в районе в слабощелочной среде.

Выбор технологии рекультивации определяется:

- свойствами плодородного слоя почвы;
- типом и характеристиками используемого оборудования, очереди разработки и скоростью перемещения фронта работ;
- видом последующего использования рекультивируемых площадей;
- расстоянием, мощностью и объемом транспортировки плодородного слоя почвы;
- принятым способом разработки карьеров и формированием отвалов;
- равномерной загрузкой оборудования в течение всего срока эксплуатации карьера гидрологическими и гидрогеологическими условиями рекультивируемой территории, рельефом, климатом.

Полигон представляет собой сложную систему. В которой происходит большое количество биохимических процессов. Метод биологической рекультивации биомат в нашем случае является наиболее целесообразным.

Поэтому мы взяли метод биоматов - его использование обусловлено

небольшой стоимостью. Метод снижает содержания токсичных концентраций тяжелых металлов, поступивших в результате хозяйственной деятельности человека.

Проблема очистки и реабилитации почв территорий различного назначения, загрязненных тяжелыми металлами, в настоящее время является крайне актуальной в сфере природопользования и природо-восстановления.

В результате патентного поиска и сравнительного анализа по методам биологической рекультивации полигонов ТКО (твёрдо-коммунальных отходов) обоснован метод на этапе биологической рекультивации - биомат.

Также был проведен расчет экологической эффективности предлагаемого решения, таким образом, проект полигона ТКО в населенном пункте Баймак эффективен с эколого-экономической точки зрения 1 рубль капитальных вложений в полигон дает прибыль 29 рублей экологического эффекта согласно «Методики определения предотвращенного экологического ущерба» [36].

Список используемой литературы и используемых источников

1. Актуальные проблемы экологии : сборник научных трудов / под редакцией А. Е. Каревского [и др.]. — Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2021. — 192 с.
2. ГОСТ Р 57446-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия (с Поправкой) - docs.cntd.ru. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200145085> (дата обращения: 06.05.2023).
3. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки - docs.cntd.ru. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023484> (дата обращения: 06.05.2023).
4. ГОСТ 26213-2021 О ПОЧВЫ Методы определения органического вещества. - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/758/75803.pdf> (дата обращения: 06.05.2023).
5. ГОСТ Р 59057-2020 Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель - docs.cntd.ru. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/566277874> (дата обращения: 06.05.2023).
6. ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель - docs.cntd.ru. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005963> (дата обращения: 06.05.2023).
7. ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения - docs.cntd.ru. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028831> (дата обращения: 06.05.2023).
8. Егорова, Г. И. Актуальные проблемы химии, химической технологии, экологии : учебное пособие / Г. И. Егорова. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. — 200 с.
9. Ковалева, О. П. Утилизация промышленных отходов : учебное

пособие / О. П. Ковалева. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 68 с.

10. Кравцова, М. В. Технология переработки и утилизации отходов. Выполнение курсовой работы : учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова, Т. П. Гущина. — Тольятти : ТГУ, 2023. — 67 с.

11. Кравцова, М. В. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. Выполнение бакалаврской работы : учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова, Д. А. Волков. — Тольятти : ТГУ, 2021. — 31 с.

12. Критерии отнесения отходов к i - v классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду \ КонсультантПлюс. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_192145/d48f279b52be9a69f28ba6a553415901a6f2ba29/ (дата обращения: 06.05.2023).

13. Коммунальные отходы и обращение с ними: кто, когда, за чей счет? - URL: https://24.rospotrebnadzor.ru/about/Ugol_Potreb/154539/ (дата обращения: 06.05.2023).

14. Музафаров, Е. Н. Биотехнология. Основы биологии : учебное пособие для вузов / Е. Н. Музафаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 168 с.

15. Осипова Н.А. ЭБС Лань. - URL: <https://e.lanbook.com/book/246212> (дата обращения: 06.05.2023).

16. Обращение с твердыми коммунальными и промышленными отходами. Вопросы моделирования и прогнозирования / А. А. Аганов, С. Ю. Глухов, В. В. Журкович [и др.] ; Под ред.: Ивахнюк Г. К.. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 352 с.

17. Подготовка эколога к деятельности по обращению с отходами производства и потребления : учебное пособие / составитель Т. А. Федорова. — Курган : КГУ, 2021. — 154 с.

18. Процессы и аппараты химической технологии : методические указания / составитель С. Н. Кузнецов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 36 с.

19. Пименова, Леснов Е.В. А.Е. Пименова Е.В., Леснов А.Е. Химические методы в агроэкологическом мониторинге почвы. - URL: https://www.studmed.ru/pimenova-e-v-lesnov-a-e-himicheskie-metody-v-agroekologicheskom-monitoringe-pochvy_7e3b5464d70.html (дата обращения: 06.05.2023).
20. Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов : учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск : БГУ, 2018. — 175 с.
21. Подлипский И.И. Характеристика полигонов бытовых отходов как объектов геологического исследования - URL: <https://geoinfo.ru/products-pdf/harakteristika-poligonov-bytovyh-othodov-kak-obektov-geologicheskogo-issledovaniya.pdf> (дата обращения: 06.05.2023).
22. Сытник, Н. А. Управление обращением с отходами» (Сытник, Н. А. Управление обращением с отходами : учебник / Н. А. Сытник. — Керчь : КГМТУ, 2022. — 132 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/261632> (дата обращения: 24.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 56.).
23. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1287-03- URL: <https://eng-eco.ru/upload/iblock/551/5514b8efc08243ca3bdb3501ab4e363d.pdf> (дата обращения: 02.05.2023).
24. Ушанов, С. В. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии : учебное пособие / С. В. Ушанов, В. М. Ушанова. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018. — 114 с.
25. Управление отходами. Полигонные технологии захоронения твердых бытовых отходов. Рекультивация и постэксплуатационное обслуживание полигона: монография / Я. И. Вайсман, В. Н. Коротаев, В. Ю. Петров ; под редакцией Я. И. Вайсмана. — Пермь : ПНИПУ, 2012. -244 с.
26. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от

24.06.1998 N 89-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 06.05.2023).

27. Федеральный классификационный каталог отходов 2023 с классами опасности и поисковиком | ФККО. - URL: <http://kod-fkko.ru/> (дата обращения: 06.05.2023).

28. RU2623394C1 - Способ термического обезвреживания твердых коммунальных отходов в шлаковом расплаве и печь для его осуществления - Яндекс.Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2623394C1_20170626 (дата обращения: 06.05.2023).

29. RU2713344C1 - Способ рекультивации полигонов коммунальных бытовых отходов - Яндекс. Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2713344C1_20200204 (дата обращения: 06.05.2023).

30. RU2448785C1 - Способ биологической рекультивации свалок твердых коммунальных отходов - Яндекс.Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2448785C1_20120427 (дата обращения: 06.05.2023).

31. RU2342822C1 - Способ биологической очистки почв от тяжелых металлов - Яндекс. Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2342822C1_20090110 (дата обращения: 06.05.2023).

32. RU199794U1 - Биомат для рекультивации полигонов твердых бытовых отходов - Яндекс. Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU199794U1_20200921 (дата обращения: 06.05.2023).

33. RU2354464C2 - Способ очистки почвы от нефтяных загрязнений - Яндекс.Патенты. - URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2354464C2_20090510 (дата обращения: 06.05.2023).

34. Федеральный закон № 89 «Об отходах производства и

потребления»-URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/
(дата обращения: 06.05.2023).

35. Коротченко И. С. Биоремедиация (Коротченко, И. С. Биоремедиация : учебное пособие / И. С. Коротченко. — Красноярск : КрасГАУ, 2020. — 246 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187119> (дата обращения: 25.05.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 225.).

36. Методики определения предотвращенного экологического ущерба — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035561> (дата обращения: 25.05.2023).

37. Berger K., Groengroeft A., Gebert J. 20 years performance measurements of a landfill cover system with components constructed from pre-treated dredged sediments//Waste Management, 2019, Vol. 100, P. 230-239.

38. Ghosh A., Kumar S., Das J. Impact of leachate and landfill gas on the ecosystem and health: Research trends and the way forward towards sustainability//Journal of Environmental Management, 2023, Vol. 336, Impact of leachate and landfill gas on the ecosystem and health, P. 117708.

39. Rohlf E.M., Karimi S., Bareither C.A. Implications of municipal solid waste co-disposal experiments on biodegradation and biochemical compatibility//Waste Management, 2021, Vol. 129, P. 62-75.

40. Saravanan A., Kumar P.S., Nhung T.C., Ramesh B., Srinivasan S., Rangasamy G. A review on biological methodologies in municipal solid waste management and landfilling: Resource and energy recovery//Chemosphere, 2022, Vol. 309, A review on biological methodologies in municipal solid waste management and landfilling, P. 136630.

41. Gong Z., Yang S., Zhang R., Wang Y., Wu X., Song L. Physiochemical and biological characteristics of fouling on landfill leachate treatment systems surface//Journal of Environmental Sciences, 2024, Vol. 135, P. 59-71.