



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и экономического обеспечения деятельности  
предприятий природопользования»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему «Экологические проблемы полигона по хранению твердых коммунальных  
отходов МУП ЖКХ ст. Динская»

Исполнитель Обрезков Артем Андреевич

Руководитель к.с/х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 25 » 01 2020 г.

Туапсе  
2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические и методические аспекты негативного воздействия полигонов твердых коммунальных отходов на окружающую среду .....	6
1.1 Характеристика твердых отходов как возможного источника загрязнения окружающей среды .....	6
1.2 Выбор участка под полигон и основные требования к нему .....	11
2 Анализ и оценка воздействия на окружающую среду полигона ТКО станицы Динская.....	19
2.1 Общая характеристика проектируемого полигона твердых коммунальных отходов станицы Динская.....	19
2.2 Оценка негативного воздействия проектируемого полигона твердых коммунальных отходов станицы Динская на окружающую среду .....	37
3 Разработка мероприятий по повышению уровня экологической безопасности полигона ТКО станицы Динская .....	43
3.1 Предложения по повышению уровня экологической безопасности полигона ТКО станицы Динская.....	43
3.2 Расчет эколого-экономического эффекта от предложенных мероприятий .....	51
Заключение .....	56
Список использованной литературы.....	58

## Введение

Человек является составляющей и наиболее развитой частью природы. Он получает от окружающей среды пищу и жизненное пространство. С каждым годом население нашей планеты увеличивается, происходит дальнейшее развитие технологий, что приводит к росту ответственности человека за состояние окружающей природной среды. Одним из ключевых моментов стратегии экологической безопасности Российской Федерации сегодня является предотвращение загрязнения природной среды отходами производства и потребления. Возрастающее количество твердых отходов заставляет нас искать и использовать новые решения, направленные на управление процессом утилизации твердых отходов и снижение их вредного воздействия на окружающую природную среду.

Известно множество технологий переработки твердых городских отходов (сжигание, утилизация, выпаривание и компостирование), постоянно разрабатываются новые технологии переработки. Однако ни одна из технологий переработки твердых отходов не может функционировать сама по себе. Все они нуждаются в полигонах твердых отходов как обязательном объекте конечной стадии любой технологии переработки твердых отходов.

В связи с этим повышение экологической безопасности полигонов твердых отходов приобретает приоритетное значение в системе управления отходами. Полигон твердых коммунальных отходов предназначен для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения твердых отходов, предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду, загрязнения атмосферы, почвы, грунтов, поверхностных и подземных вод.

Полигон твердых отходов представляет комплекс природоохранных сооружений, среди которых основными служат карты для захоронения отходов. Защитные экраны поверхности и основания карт полигона, как строительные конструкции полигона, обеспечивают основную природоохранную функцию, как в процессе эксплуатации полигона, так и после его закрытия. От

конструкций защитных экранов существенным образом зависит степень загрязнения атмосферы, почвы и гидросферы, т.е. конструкции защитных экранов во многом определяют состояние окружающей природной среды и экологическую безопасность полигона твердых отходов. Таким образом, полигоны твердых отходов должны проектироваться в соответствии с нормативными требованиями и соблюдением всех мероприятий по минимизации вредного воздействия, чем и обусловлена актуальность выбранной темы исследования.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является полигон ТКО станции Динская, проектируемый на расстоянии 4,5 км от станции. Предметом исследования является негативное воздействие проектируемого полигона ТКО станции Динская на окружающую среду.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка негативного воздействия проектируемого полигона ТКО станции Динская на окружающую среду.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические и методические аспекты негативного воздействия полигонов твердых коммунальных отходов на окружающую среду;
- провести анализ и выполнить оценку негативного воздействия проектируемого полигона ТКО станции Динская на окружающую среду;
- разработать мероприятия, повышающие экологическую безопасность проектируемого объекта;
- оценить эколого-экономический эффект от предложенных мероприятий.

Структура работы сформирована в соответствии с поставленной целью и определенными для ее достижения задачами исследования. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования, определяется объект и предмет исследования, раскрываются цель и задачи. В первой главе рассматриваются теоретические и методические аспекты негативного воздействия полигонов твердых коммунальных отходов на окружающую среду.

Во второй главе проведен анализ и дана оценка негативного воздействия проектируемого полигона ТКО станицы Динская на окружающую среду. Третья глава посвящена разработке предложений по повышению экологической безопасности проектируемого объекта.

Теоретической и методической основой исследования послужили труды зарубежных и отечественных авторов в области экологической безопасности полигонов ТКО. Что касается информационной базы исследования, то в этой связи были использованы статистические материалы различных источников, а также документация самого предприятия.

Общий объем работы составляет 60 страниц, включая 19 таблиц и 5 рисунков.

1 Теоретические и методические аспекты негативного воздействия полигонов твердых коммунальных отходов на окружающую среду

1.1 Характеристика твердых отходов как возможного источника загрязнения окружающей среды

Отходы – это остатки продуктов или дополнительный продукт, образующийся в процессе или по завершению определенной деятельности и используемые в непосредственной связи с этой деятельностью[13, с. 117].

Отходы производства - это остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции, которые частично или полностью утратили свои качества и не соответствуют стандартам. Эти остатки после предварительной обработки, а иногда и без нее, могут быть использованы в сфере производства или потребления, в частности для производства побочных продуктов.

Побочные продукты образуются наряду с основными продуктами производства, но не являются целью производственного процесса. Они в большинстве случаев бывают товарными, на них имеются ГОСТы, их производство планируется предприятием.

Производственные отходы являются следствием несовершенства технологических процессов, неудовлетворительно организованного производства, а также несовершенного экономического механизма. К ним относят: отходы, образующиеся при механической и физико-химической переработке сырья и материалов; отходы, образующиеся при добыче и обогащении полезных ископаемых; вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод[8, с. 105].

Отходы потребления - различные бывшие в употреблении изделия и вещества, восстановление которых экономически нецелесообразно. Например, изношенные или морально устаревшие машины, изделия производственного назначения (отходы производственного потребления), а также пришедшие в негодность или устаревшие изделия домашнего обихода и личного потребления

(отходы бытового потребления).

Совокупность отходов производства и потребления, которые могут быть использованы в качестве сырья для выпуска продукции, называется вторичными материальными ресурсами.

Большая номенклатура отходов, образующихся на предприятиях различных отраслей экономики, затрудняет их классификацию, учет, сбор и переработку. Вследствие многих причин в настоящее время и у нас в стране, и за рубежом отсутствует общепринятая научная классификация твердых отходов промышленности, охватывающая все их многообразие. Существующие классификации твердых отходов весьма многообразны и односторонне.

Различные подходы к классификации отходов базируются на следующих классификационных признаках: место образования отходов (отрасль промышленности); стадия производственного цикла; вид отхода; степень ущерба окружающей среде и здоровью человека; направление использования; эффективность использования; величина запаса и объемы образования; степень изученности и разработанности технологий утилизации[22, с. 165].

Исходя из возможностей использования вторичных материальных ресурсов их можно подразделить на реальные и потенциальные ресурсы. К реальным следует отнести ВМР, для использования, которых созданы эффективные методы и мощности для переработки, а также обеспечен рынок сбыта; к потенциальным – все виды ВМР, не входящие в группу реальных. К потенциальным ВМР относятся также побочные продукты, которые в настоящее время используются недостаточно полно и представляют собой резерв материальных ресурсов для промышленности.

Ресурсы вторичного сырья – количественное выражение объемов конкретных видов вторичного сырья. В эти объемы не входят те отходы производства, которые используют без доработки в источниках их образования и включают во внутрипроизводственный баланс сырья.

Заготовкой вторичного сырья, т.е. сбором, закупкой, предварительной обработкой и концентрацией, занимаются специализированные

заготовительные организации.

По способу использования отходов в качестве вторичного сырья отходы можно разделить на четыре группы[4, с. 185]:

- отходы как вторичное сырье, используемое в качестве добавки или полностью взамен первичного сырья и материалов (отдельные виды отходов пластмасс и металлов, макулатуры, строительных материалов и др.);

- отходы как исходный продукт для производства вторичного сырья, предназначенного для использования частично или полностью взамен первичного сырья (например, производство регенерата из изношенных шин с целью его использования в качестве сырьевой добавки в шинном производстве взамен каучука; гранулята из отходов отработанных изделий из термопластов взамен первичного полимерного сырья; макулатурной массы из отходов бумаги и картона для использования вместо целлюлозы в производстве бумаги и картона);

- отходы как сырье или материалы, которые могут быть использованы в другом технологическом цикле (например, активные угли, отработавшие свой ресурс в качестве адсорбентов в производстве винилхлорида могут быть использованы для очистки газов от ртути);

- отходы как сырье или материалы, характеризующиеся принципиально новыми свойствами, отсутствующими у первичного сырья (например, зола тепловых электростанций может быть использована в ряде случаев в производстве строительных материалов в качестве вяжущего вместо цемента).

Отходы классифицируют по отраслям промышленности[16, с. 88]:

- химической;
- металлургической;
- электротехнической и других отраслей.

По видам производств:

- отходы сернокислотного производства;
- автосборочного производства;
- подшипникового производства и другие.

Все промышленные отходы можно разделить на два вида:

- нетоксичные;
- токсичные.

В своей основной массе твердые отходы нетоксичны. Примерами токсичных отходов могут служить шламы гальванических цехов и травильных ванн.

Отходы можно также классифицировать[1, с. 147]:

- а) металлические;
- б) неметаллические:
  - химически инертные (отвалы породы, зола и т.д.);
  - химически активные (резина, пластмассы и т.д.);
- в) комбинированные (всевозможный промышленный и строительный мусор).

Отходы можно разбить на две группы - основные и побочные.

Основными являются отходы материалов, использованных непосредственно для изготовления товарной продукции. К ним металлические, металлсодержащие (окалина, шламы, шлаки и пр.) и неметаллические (древесина, пластмассы, резина, клеи, текстиль, стекло и др.) отходы.

К побочным относятся отходы технологических материалов и веществ, использованных или образующихся при проведении технологических процессов. Побочные отходы могут быть твердыми (зола, абразивы, огнеупоры), жидкими (смазочно-охлаждающие жидкости, минеральные масла и другие нефтепродукт, отходы гальванопроизводства) и газообразными (отходящие газы).

Согласно отечественному стандарту ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» все промышленные отходы делятся на четыре класса опасности[23, с. 138]:

- первый - чрезвычайно опасные;
- второй – высокоопасные;
- третий - умеренно опасные;

- четвертый - малоопасные.

По физическому состоянию отходы делятся на:

- твердые;
- жидкие;
- газообразные.

По источнику возникновения отходы подразделяются на:

- бытовые;
- промышленные;
- сельскохозяйственные.

По составу можно разделить отходы на:

- органические;
- неорганические;
- особую группу составляют энергетические отходы: тепло, шум, радиация, электромагнитное, ультрафиолетовое излучение и т.п.[18, с. 163].

Для единого подхода к классификации отходов при организации их учета, в том числе в связи с обеспечением выполнения международных обязательств Российской Федерации по государственному регулированию и контролю за трансграничными перевозками опасных отходов, Госкомэкологией России в 1997г. введен в действие Федеральный классификационный каталог отходов, представляющий собой перечень отходов, систематизированных по совокупности следующих приоритетных признаков: происхождению отходов, агрегатному состоянию, химическому составу, экологической опасности.

Виды отхода классифицируются этим каталогом как совокупность отходов, которые имеют одинаковые классификационные признаки и по химическому составу соответствуют одному и тому же уровню экологической опасности (относятся к одному и тому же классу опасности).

В соответствии с Каталогом отходы классифицируются по пяти иерархическим взаимосвязанным уровням в виде блоков, групп, подгрупп, позиций и субпозиций. Ключевое значение имеет классификация отходов по первому уровню (блокам), осуществляемая по признаку происхождения

отходов. В соответствии с ним отходы могут быть органические природного происхождения (животного и растительного); минерального и химического происхождения, а также коммунальные[11, с. 195].

Классификация отходов по следующим двум уровням - группам и подгруппам - дает более развернутую характеристику происхождения отходов, в том числе характеризует принадлежность к определенному виду производства и технологии. Четвертый и пятый уровень классификации отходов (по позициям и субпозициям) отражает состав и свойства отходов, в том числе агрегатное состояние и степень их опасности.

В соответствии с установленной классификацией осуществляется кодирование видов отходов. В шестом разряде кода отходов используют буквенные символы, характеризующие виды опасности отходов: Л - легковоспламеняющиеся жидкие отходы; П — пожароопасные отходы; В - взрывоопасные отходы; С - самовозгорающиеся отходы; И - отходы, способные вызывать инфекционные заболевания у людей и животных; К - отходы, характеризующиеся коррозионными свойствами; Т - отходы, способные выделять токсичные газы при контакте с водой или воздухом.

## 1.2Выбор участка под полигон и основные требования к нему

При выборе участка под полигон твердых отходов необходимо учитывать наряду с климатогеографическими, геологическими, санитарно-экологическими, техническими и экономическими факторами и социально-политические факторы[25, с. 187].

Обычно жители весьма критически относятся к будущему соседству полигона твердых отходов. Часто такое негативное отношение населения разделяют и местные органы управления. Поэтому необходимо рассматривать несколько вариантов площадок для размещения полигона с тем, чтобы максимально учесть мнение жителей и иметь запасные участки на случай, если не удалось убедить их в правильности выбора.

Площадка полигона твердых отходов должна быть удалена от жилой застройки не менее чем на 1000 м, возможность организации санитарно-защитной зоны вокруг нее.

Расстояние до ближайшего аэродрома должно быть не меньше 1000 км. Это требование связано тем, что обычно на полигонах происходит скопление птиц, близко располагаются места их гнездовий. Стаи птиц, а иногда и одиночные птицы представляют опасность для самолетов - возможны столкновения, попадание птиц в турбины, двигатели самолетов.

Удаленность полигона от автомобильной дороги не более 500 м.

Большое внимание должно уделяться выбору трасс для доставки твердых отходов на полигон. Желательно, чтобы твердые отходы перевозились по дорогам, не проходили через населенные пункты или вблизи мест отдыха населения [30, с. 129].

Под полигоны должны выбираться земельные участки, непригодные для сельского хозяйства или занятые кустарниками, малоценными насаждениями. Наиболее рационально использование полигонов для рекультивации нарушенных территорий (выработанные карьеры глины, песков, камня и др.), для целей вертикальной планировки территории городов, поселков и пригородных зон за пределами жилой застройки (засыпка оврагов, балок, пониженных и заболоченных мест, торфяных болот, имеющих глубину не более 1 м, закрытых шахт).

Не допускается строительство полигонов: на территории первого пояса зоны санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, источников минеральных вод; на территории второго пояса зоны санитарной охраны при расстоянии менее 500 м от подземных источников и ближе 1 км от водозабора поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения; в границах прибрежной полосы водоемов на расстоянии менее 300 м от уреза воды (при наибольшем уровне); на территории выклинивания водоносных горизонтов; в пределах санитарной зоны курортов; на территориях зеленых зон населенных пунктов; на

территориях заповедников и их охранных зон; в зонах охраны памятников истории, архитектуры, культуры и охраняемых природных объектов.

Полигоны размещают, учитывая преобладающее направление ветров, с подветренной стороны по отношению к жилой застройке на участках, находящихся по рельефу ниже территории населенных мест и водоемов, расположенных в черте населенных мест[10, с. 108].

Грунтовые воды на площадках полигонов должны находиться на глубине не менее 2 м, а их поток должен быть направлен в сторону от жилой застройки, мест массового отдыха населения и водоохраных зон хозяйственно-питьевых водопроводов.

Наиболее экономичны земельные участки, близкие по форме к квадрату.

Район поиска выбирается согласно основным требованиям, предъявляемым участкам и под полигон в соответствии со СНиП II -60-75.

При выборе участка предусматривается возможность складирования твердых отходов для малых полигонов на высоту не менее 10 м, для высоконагружаемых полигонов не менее 20 м.

Площадь земельного участка, отводимого под полигон, выбирают исходя из условия, что полигон будет эксплуатироваться 15-20 лет, а если местные условия позволяют, то и дольше.

Не рекомендуется размещать полигоны на болотах глубиной более 1 м, запрещается использовать участки, имеющие выходы грунтовых вод в виде ключей.

На втором этапе предпроектных работ в выбранном районе пригородной зоны детально обследуют участки, которые могут быть отведены под строительство полигона[12, с. 168].

Комплексные геолого-экологические исследования для обоснования выбора участка включают: оценку климатогеографических условий; топографические; геологические; гидрологические и гидрогеологические; санитарно-топографические; ландшафтно-геохимические исследования.

Основные задачи комплексных геолого-экологических исследований -

оценка природной защищенности геологической среды в районе проектируемого полигона, разработка рекомендаций по предотвращению или уменьшению негативного воздействия полигонов на окружающую среду.

Минимальная глубина геологической разведки - 4 м. При разнородных грунтах доходят скважинами до водоупорного слоя и врезаются в него на 1- 1,5.

В процессе геолого-гидрологического обследования и бурения скважин отбираются пробы грунтов для определения их физико-механических свойств. Согласно рекомендациям изучается не менее 6 проб каждого геолого-генетического типа горных пород.

Определяются водно-физические и механические свойства грунтов: гранулометрический состав, плотность, пористость, пластичность, влажность, прочность, проницаемость, сжимаемость и т.д.

Для определения водообильности изучаемых пород (удельного дебита, коэффициента фильтрации), выявления наличия гидравлической связи между разными водоносными горизонтами закладывается куст скважин с учетом особенностей водоносного горизонта[28, с. 189].

При ландшафтно-геохимических исследованиях выявляется естественный геоботанический местный фон и выясняются возможности рационального использования всех природных комплексов.

Санитарно-топографические исследования проводятся для оценки санитарной ситуации в зоне возможного влияния полигона (наличие источников централизованного и децентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, жилых мест отдыха населения, садовых участков, детских оздоровительных учреждений, спортивных сооружений и т.д.).

На третьем этапе предпроектных работ по результатам комплексных геологоэкологических работ и сравнения показателей окончательно выбирается участок для размещения полигона.

Поскольку полигоны после их закрытия для приема твердых отходов выбывают из активного градостроительства, то следует уже на стадии выбора участков под полигон рассматривать варианты его дальнейшего использования.

После закрытия полигона на участке целесообразно устраивать: лесопарковый комплекс, холмы и горки для лыжного спорта, обзорные пункты в системе зон отдыха населения, открытые склады топлива, стройматериалов и тары непищевого назначения, пригородное сельское хозяйство.

Для выбранного участка в качестве предпроектного документа разрабатывают положение об охране окружающей среды. С его учетом органы охраны природы санитарно-эпидемиологического надзора дают заключение о пригодности выбранного участка для устройства полигона твердых отходов.

Площадку полигона необходимо выбирать таким образом, чтобы исключить возможность ее затопления, подтопления и заболачивания близко расположенными ручьями, реками, озерами и болотами. Пересечение площадки ручьями, реками и нахождение на ней озер и болот не допускается.

Ливневые и талые воды, стекающие с водосборной площади, находящиеся в районе площадки, не должны попадать на полигон.

Площадку полигона (по отметкам) следует располагать по отношению к территориям таким образом, чтобы она не служила их дренажным бассейном.

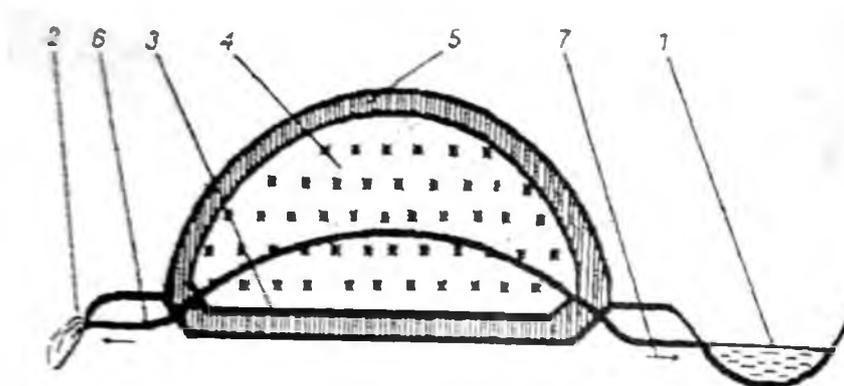
Уровень стояния грунтовых вод должен находиться на глубине не менее двух метров от дневной поверхности. Гидрогеологические условия должны исключать выход грунтовых вод на поверхность в виде самоизливающихся ключей, родников[5, с. 107].

Буровые скважины, колодцы, шурфы, вскрывающие грунтовые воды, должны отсутствовать. Изыскательские или разведочные скважины и шурфы следует надежно тампонировать. При отсутствии площадки, отвечающей этим требованиям, возможно размещение полигонов и на площадках с неблагоприятными условиями, но в этих случаях должны выполняться сложные и дорогостоящие работы по водопонижению, перехвату и отводу ливневых и талых вод сооружению искусственных обходных русел рек и ручьев или пропуску их через площадку полигона в перепускных трубах (коллекторах), строительству ограждающих дамб и т.д. Такая инженерная подготовка площадки требует значительных затрат средств, материй и времени

и не всегда может обеспечить нормальную работу полигона.

К геологическому строению площадки полигона предъявляются достаточно требования. В основании полигона должны быть нефилтрующие или слабофилтрующие породы - глины, тяжелые суглинки. В свою очередь, они должны располагаться на коренных породах с тем, чтобы могли выдержать достаточно высокие нагрузки при высотном складировании твердых отходов с послойным уплотнением[29, с. 85].

Поток грунтовых вод всегда направлен сверху вниз (от возвышенных участков к пониженным) и скорость его зависит от гидравлической проводимости (коэффициента фильтрации) и гидравлического градиента (рисунок 1.1). Расход (количества воды за единицу времени) равен расходу истока – количеству отжимной (фильтрата) воды находящейся на отметках (уровне) истока, расположенных выше отметки (уровня) слива (разгрузки, самоизлива).



1 – уровень воды в реке; 2 – выход на поверхность грунтовых вод;  
3 – фильтрующее основание свалки; 4 – рабочее тело свалки; 5 – слой засыпки; 6 – уровень грунтовых вод; 7 – направление потока грунтовых вод

Рисунок 1.1 - Схема потока грунтовых вод на свалке твердых отходов с фильтрующим основанием

Отжимная вода (фильтрат) образуется за счет водоотдачи твердых отходов при их слеживаемости, а также за счет проникновения сверху воды осадков (ливневых) и талых вод. Если почва насыщена влагой, что типично в течение большей части года, с влажным климатом, или близка к насыщению (в районах с обычным климатом), то даже при дожде с небольшим расходом

происходит быстрое перенасыщение водой и проникновение ее в поток грунтовых вод [15, с. 49].

При высокой водопроницаемости пород поток этой воды быстро достигает грунтовывод (несколько часов и даже меньше), а при низкой водопроницаемости время проникновения в грунтовые воды будет достаточно большим (несколько суток, недель, месяцев, лет, десятков лет и т.д.) в зависимости от величины коэффициента фильтрации.

Схематически условия образования и распространения загрязненного подземного стока из свалки твердых отходов можно представить следующим образом. В результате слеживаемости из твердых отходов выделяется отжимная вода (фильтрат), которая стремится в силу известных физических законов проникнуть вниз, в водовмещающие породы. В случае выпадения осадков, по расходу превышающего влагоемкость выше расположенных слоев почвы (земляной засыпки) и твердых отходов, происходит их перенасыщение и избыток влаги пополняет расход отжимной воды. Отжимная вода и разбавляющая ее избыточная вода профильтровываются через не насыщенные водой слои твердых отходов, загрязняясь при этом растворимыми и взвешенными веществами, бактериями и вирусами. Часть этих загрязнений поглощается в процессе фильтрации и сорбции на частицах твердых отходов, но основная масса загрязнений остается в отжимной воде. В результате этих процессов в рабочем теле свалки образуется купол загрязненных отжимных вод, который копирует по форме свалку. В силу гидравлического градиента эти воды стремятся найти выход из тела свалки в направлениях, предпочтительных по принципу наименьшего сопротивления. Если на их пути оказывается частично проницаемый экран из материала с большим гидравлическим сопротивлением, то они обтекают его, а если такое обтекание невозможно, то они постепенно преодолевают его сопротивление и проникают в водоносные слои грунтового потока до уровня, где гидравлические градиенты отжимных вод и грунтового потока выравниваются [7, с. 123].

Теоретически и практически доказано, что не существует идеальных

водонепроницаемых пород. Глина, классический материал, также не является абсолютным экраном. Экспериментальные и полевые исследования водопроницаемости экранов из глин показывают, что через них достаточно легко проникают воды с высоким содержанием хлоридов [14, с. 66]. В связи с этим в практике сооружения полигонов твердых отходов принято над водонепроницаемым экраном из глины или тяжелых суглинков устраивать дренажную систему для перехвата отжимных вод. Отжимной воде сравнительно легче проникнуть в дренажную систему, чем профильтроваться через слой водоупора, имеющего большое гидравлическое сопротивление. Такие технические приемы позволяют предотвратить поступление отжимных вод в грунтовые и подземные воды [26, с. 172].

Согласно требованиям к полигонам твердых отходов, действующим в нашей стране, их удаленность от автомобильных дорог должна быть не более 500 м. В зарубежных странах нет конкретных требований к удаленности площадок полигонов от автомобильных дорог, но имеются рекомендации по транспортной доступности. Эти рекомендации актуальны и для условий нашей страны.

Также необходимо учитывать не только расстояние перевозки твердых отходов до полигона, но и время перевозки, и вместимость (грузодъемность) транспортных средств. Экономичнее использовать более мощные транспортные средства, особенно при их быстрой оборачиваемости. Дорога для проезда большегрузного транспорта должны иметь достаточную ширину, а их конструкция и сооружения на них (мосты, туннели, путепроводы и др.) должны отвечать требованиям, предъявляемым к сооружениям, предназначенным для пропуска тяжело крупногабаритной техники [20, с. 155].

Важным является требование возможности использования дорог круглосуточно и круглогодично при любой погоде. Желательно отсутствие крутых уклонов, пересечений в одном уровне с железными и другими дорогами

## 2 Анализ и оценка воздействия на окружающую среду полигона ТКО станицы Динская

### 2.1 Общая характеристика проектируемого полигона твердых коммунальных отходов станицы Динская

В ст. Динской вывоз мусора производится на существующий полигон твердых отходов, расположенный на расстоянии 4,5 км от станицы, который принадлежит Муниципальному унитарному предприятию «ЖКХ» МО Динской район.

Юридический и фактический адрес МУП ЖКХ: Краснодарский край, станица Динская, ул. Промышленная, 2.

В настоящее время имеется несанкционированная свалка, для которой не было разработано проекта, включающего все правоустанавливающие документы на пользование этой свалкой. Для данной свалки имеется только гидрогеологическая записка с обоснованием выбора площадки строительства. Эксплуатация полигона ведется с нарушением санитарных, природоохранных норм и основных требований, предъявляемых к сооружениям подобного типа. Складирование мусора производится беспорядочно, без устройства промежуточной изоляции грунтом. Из-за отсутствия мест для складирования мусор постоянно сжигается, что загрязняет атмосферу. Практически отсутствует хоззона, полигон не освещен, нет ограждения, озеленения. Так как дно полигона не имеет изолирующего слоя, то возникает угроза загрязнения грунтовых и паводковых вод.

Вывоз мусор планируется производить на Динской полигон из следующих населенных пунктов: ст. Динская, п. Украинский, ст. Пластуновская, ст. Старомышастовская, ст. Васюринская, п. Агроном, с. Красносельское, с. Первореченское.

Для того чтобы полигон функционировал дальше с выполнением требований по охране окружающей среды необходимо разработать проект и провести комплекс защитных мероприятий (обеспечения поверхностного

водоотвода, устройства дренажных сооружений и создания противofiltrационного экрана, рационально выбранной схемы организации технологии производства земляных работ и складирования ТКО и т.д.).

Полигон твердых отходов ст. Динской расположен в 4-х км северо-западнее ст. Динской Динского района Краснодарского края. В орографическом отношении участок полигона приурочен к южной граничной зоне Прикубанской равнины, рельеф которой характеризуется сочетанием невысоких водораздельных плато с широкими, но неглубокими, долинами степных рек и балок (рисунок 2.1).

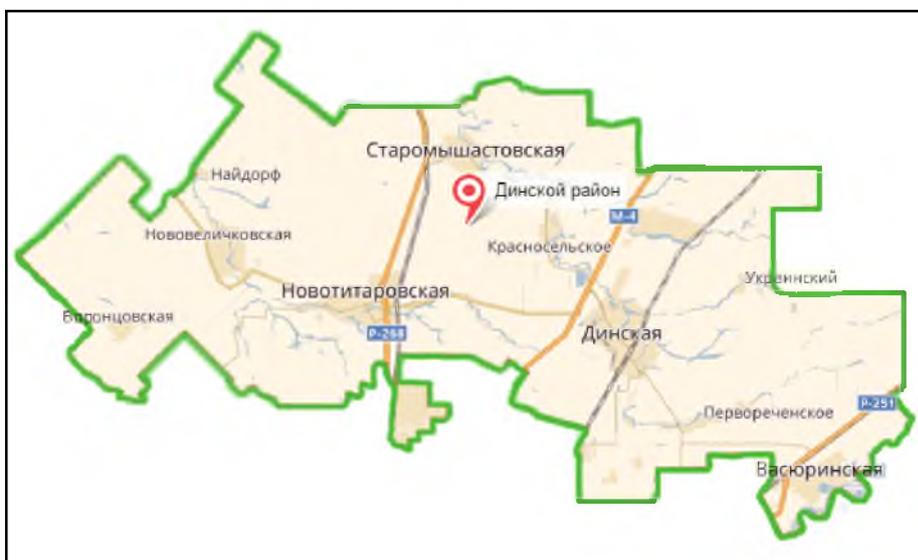


Рисунок 2.1 – Карта-схема расположения полигона

Основными водными артериями района является р. Кочеты с ее притоками, которая представляет собой типичную степную реку. Долина р.Кочеты отличается небольшой глубиной и незначительной шириной. Глубина вреза долины уменьшается к устью и колеблется от 5 до 15 м. Питание р. Кочеты смешанное, но преобладающим является питание за счет атмосферных осадков. В меженный период р.Кочеты сильно мелеет и местами пересыхает. Паводки бывают во время весеннего таяния снега. Вода р. Кочеты по химическому составу гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-натриевая, сухой остаток ее составляет  $0,2-0,6 \text{ г/дм}^3$  и общая жесткость  $1- 7,9 \text{ ммоль/дм}^3$ . Она используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения

земель.

Климат района, в связи с хорошей защищенностью территории с юга Кавказскими горами и открытостью ее в сторону Русской равнины, умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет +10,8°C. Максимальная среднемесячная температура + 22,7°C, минимальная среднемесячная температура – 2,7°C. Среднегодовое количество осадков составляет от 551 до 600 мм в год, выпадающих преимущественно в теплое время года в виде ливневых дождей. Особенности рельефа и развитие гидросети, в сочетании с климатом, способствуют формированию здесь подземных вод.

Повторяемость направлений ветра по румбам приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Повторяемость направления ветра и штилей, %

Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость направлений ветра за год, %	7	14	25	5	7	15	20	7

Геологические изыскания показали, что участок складывается из следующих грунтовых слоев согласно ГОСТу 20522-75:

- почва суглинистая, просадочная с почвенно-растительным черноземным слоем (0,5 м);
- суглинки просадочные, лессовидные;
- суглинки непросадочные, лессовидные;
- глина полутвердая;
- песок мелкий.

Подземные воды на участке складирования твердых отходов находятся на глубине 3,3 – 4,3 м. Размеры нормативной санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона составляет 1000 м. Санитарно-защитная зона для площадок определена в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322 – 03.

Площадь участка, отводимого под полигон, выбирается, как правило, из условия срока его эксплуатации не менее 15-20 лет. В таблице 2.2 приведена

ориентировочная площадь участка складирования полигона на расчетный срок эксплуатации 15 лет.

Таблица 2.2 – Выбор площади участка складирования полигона на расчетный срок эксплуатации 15 лет

Средняя численность обслуживаемого населения, тыс.чел.	Высота складирования ТО, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5-5,5	-	-	-	-
100	17	15	11 - 12,5	-	-	-
250	31,0	21,0	16,0	11,5-13,5	-	-
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5-20	-
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	-
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27

В нашем случае средняя численность обслуживаемого населения 120 тыс. чел и высоту складирования выбираем 20 м, следовательно площадь отводимая под полигон 15 га.

Следовательно, участок, выбранный под полигон твердых отходов отвечает всем основным требованиям инструкции.

Расчетный срок эксплуатации  $T = 15$  лет. Годовая удельная норма накопления твердых отходов с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования  $Y_1 = 1,4$  м<sup>3</sup>/чел/год [17]. Количество обслуживаемого населения на год проектирования  $N_1 = 100$  тыс. чел, прогнозируется через 15 лет  $N_2 = 113$  тыс. чел. Высота складирования твердых отходов  $H_{\text{т}} = 20$  м.

Вместимость полигона на расчетный срок определяется по формуле (1):

$$E_T = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \times \frac{N_1 + N_2}{2} \times T \frac{K_2}{K_1} = (Y_1 + Y_2)(N_1 + N_2) \times T \times K_2 \times 4K_1 \quad (1)$$

где  $Y_1$  и  $Y_2$  - удельные годовые нормы накопления ТКО по объему на 1-й и последний годы эксплуатации, м<sup>3</sup>/чел/в год;

$N_1$  и  $N_2$  - количество обслуживаемого полигоном населения на 1-й и последний годы эксплуатации, чел.;

$T$  - расчетный срок эксплуатации полигона, год;

$K_1$ - коэффициент, учитывающий уплотнение ТКО в процессе эксплуатации полигона на весь срок  $T$  ;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий объем наружных изолирующих слоев грунтов (промежуточный и окончательный).

Определим значение параметров, отсутствующих в исходных данных. Удельная годовая норма накопления ТКО по объему на 15-й год эксплуатации определяется из условия ежегодного роста ее по объему на 3% (среднее значение по РФ 3-5%).

$$U_2 = 1,4 \times (1,03)^{15} = 2,18 \text{ м}^3 / \text{чел.год.}$$

Коэффициент  $K_1$ , учитывающий уплотнение ТКО в процессе эксплуатации полигона за весь срок  $T$  (если  $T = 15$  лет), принимаем по таблице 2.3 с учетом применения для уплотнения бульдозера массой 14 т:  $K_1 = 4$ .

Таблица 2.3 - Зависимость коэффициента уплотнения ТКО ( $K_1$ ) от массы бульдозера

Масса бульдозера или катка, т	Полная проектируемая высота полигона, м	$K_1$
3-6	20+30	3
12-14	менее 10	3,7
12-14	20+30	4
20-22	50 и более	4,5

Примечание. Значения  $K_1$  приведены при соблюдении послойного уплотнения ТКО, оседания в течение не менее 5 лет и плотности ТКО в местах сбора  $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$ .

Коэффициент  $K_2$  , учитывающий объем изолирующих слоев грунта в зависимости от общей высоты, принимаем по таблице 2.4,  $K_2 = 1,22$ .

Таблица 2.4 - Зависимость коэффициента уплотнения ТКО ( $k_1$ ) от общей ВЫСОТЫ

Общая высота, м	5,25	7,5	9,75	12+15	16+49	40+50	Более 50
$K_2$	1,37	1,27	1,25	1,22	1,2	1,18	1,16

Проектируемая вместимость полигона  $E_T$  составит:

$$E_T = (1,4 + 2,18) \times (100000 + 113000) \times 15 \times 1,2 / 16 = 857857,5 \text{ м}^3$$

Расчет требуемой площади земельного участка полигона.

Площадь участка складирования ТКО будет (2):

$$\Phi_{y.c.} = 3 \times E_T / H_{\Pi} \quad (2)$$

где 3 - коэффициент, учитывающий заложение внешних откосов 1: 4;

$$\Phi_{y.c.} = 3 \times 857857,5 / 20 = 118678,6 \text{ м}^2 = 11,8 \text{ га}$$

Каждую очередь эксплуатации полигона рассчитывают из условия обеспечения приема ТКО в течение времени (3)

$$T_{оч} = T/4 \quad (3)$$

$$T_{оч} = 15/4 = 4 \text{ года.}$$

Площадь участка складирования каждой из четырех очередей эксплуатации в пределах первого яруса составит  $\Phi_{оч} = 32170 \text{ м}^2$ .

Требуемая площадь полигона составит (4):

$$\Phi = 1,1 \Phi_{y.c.} + \Phi_{доп}, \quad (4)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий полосу вокруг участка;

$\Phi_{доп}$  - площадь участка хозяйственной зоны и площадки мойки контейнеров.

$$\Phi = 1,1 \times 12,9 + 1,0 = 15,2 \text{ га}$$

Расчет фактической вместимости полигона. Реальный участок складирования твердых отходов имеет прямоугольную форму длиной 400 м и шириной 252 м.

Фактическая вместимость полигона (5):

$$E_{\Phi} = \frac{1}{3}(C_1 + C_2 + \sqrt{C_1 C_2})H \quad (5)$$

где,  $C_1$  и  $C_2$  – площади оснований и верхней площади полигона

Размеры верхней площади при максимальном заполнении полигона определяется геометрически из условия заложения внешних откосов 1:4 и надежности работы мусоровозов и бульдозера.

Минимальная ширина верхней площади определяется удвоенным радиусом разворота мусоровозов и соблюдением правила размещения мусоровозов не ближе 10м от откоса.

$$Ш_{\text{в}} = 9 \times 2 + 10 \times 2 = 38 \text{ м}$$

Длина верхней плоской площадке составляет:

$$342,7 - 20 \times 8 = 182,7 \text{ м}$$

Ширина верхней площадки будет:

$$310,5 - 20 \times 8 = 150 \text{ м}$$

$$E_{\text{ф}} = 1/3 \times (400 \times 252 + 182,7 \times 150 + (400 \times 252 \times 182,7 \times 150)^{1/2}) \times 20 = 1252096,13 \text{ м}^3$$

Фактическая вместимость полигона даёт возможность увеличить срок эксплуатации полигона до 17 лет.

Объём изолирующего материала определяется по формуле (6):

$$V_{\text{г}} = V_{\text{у}} \times (1 - 1/K_2) \quad (6)$$

Для изоляции 1252096,13 м<sup>3</sup> уплотненных твердых отходов потребуется грунт в объеме:

$$V_{\text{г}} = 1252096,13 \times (1 - 1/1,2) = 208682,7 \text{ м}^3$$

Для изоляции твердых отходов используется местный грунт полученный от устройства котлована, строительный мусор и частично привозной минеральный грунт.

Разрешается в качестве изолирующего материала использовать шлаки, строительные отходы, отходы производства (отходы извести, мела, соды, гипса, графита и т.д.).

В виде исключения в зимний период допускается применять для изоляции снег, подаваемый бульдозером с ближайших участков. В весенний

период с установлением температуры свыше 5°C, на площадках, где была применена изоляция снегом, выполняется изоляция грунтом. Укладка следующего яруса твердых отходов на изолирующий слой из снега не допустима.

Средняя проектная глубина котлована в основании полигона определяется по формуле (7):

$$H_k = 1,1 \times V_r / \Phi_{yc} \quad (7)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий откосы и картовую схему заполнения котлована,

$$H_k = 1,1 \times 208682,7 / 118678,6 = 2 \text{ м.}$$

Проверяем условие размещения полигона:  $H_{угв} - H_k \geq 2 \text{ м}$ , где:  $H_{угв}$  - глубина залегания грунтовых вод,  $H_{угв} = 4,3 \text{ м}$ ;

$4,3 - 2 = 2,3 \text{ м} > 2 \text{ м}$ , - принятая глубина котлована удовлетворяет требуемым условиям.

Определяем объем мусора для перевозки.

Для этого необходимо определить:

а) среднюю численность населения

$$N_1 + N_2 / 2 = 100000 + 113000 / 2 = 106500 \text{ чел.}$$

б) средняя годовая удельная норма накопления мусора на одного человека

$$Y_1 + Y_2 / 2 = 1,4 + 2,18 / 2 = 1,79 \text{ м}^3 / \text{чел./год.}$$

в) средний объем накопления мусора в год

$$Q_{р.д} = 106500 \times 1,79 = 190635 \text{ м}^3 / \text{год}$$

г) объем мусора в сутки (при 250 рабочих днях)

$$Q_{сут} = 190635 : 250 = 762,54 \text{ м}^3 / \text{сутки}$$

Твердые отходы доставляются мусоровозами, вмещающимися 24 м<sup>3</sup> мусора. Каждому мусоровозу для разгрузки требуется площадка 50 м<sup>2</sup>. Объем твердых отходов, разгружаемых одновременно, определяется по формуле (8):

$$Q_c = 0,125 Q_{p.d.} \quad (8)$$

0,125 – коэффициент, определяющий минимальный размер площадки разгрузки мусоровозов.

$$Q_c = 0,125 \times 762,54 = 95,32 \text{ м}^3$$

Следовательно на площадке будут разгружаться 3 мусоровоза.

$$\text{Площадь участка разгрузки составит: } 50 \times 3 = 150 \text{ м}^2$$

Общая площадь участка перед рабочей картой, где осуществляется разгрузка, будет:  $150 \times 2 = 300 \text{ м}^2$

$$\text{Плотность поступающих на полигон твердых отходов: } \rho^I = 200 \text{ кг/м}^3$$

Плотность твердых отходов после уплотнения бульдозерами:

$$\rho^{II} = 670 \text{ кг/м}^3$$

Высота уплотнения слоя твердых отходов на карте 2 м.

Расчет потребной площади рабочей карты  $\Phi_{p.k.}$  осуществляется по формуле (9):

$$\Phi_{p.k.} = Q_{p.d.} \rho^I / 2 \rho^{II} \quad (9)$$

$$\Phi_{p.k.} = 762,54 \times 200 / 2 \times 670 = 114 \text{ м}^2$$

Принимаем рабочую карту шириной 7,5 и длиной 15 м.

Участок перед рабочей картой, где осуществляется разгрузка принимается той же длины 15 м и шириной  $300 : 15 = 20 \text{ м}$ .

На сдвигании разгруженных мусоровозами твердых отходов на рабочей карте работает бульдозер на базе трактора мощностью 74 кВт (100 л.с.). Перемещение твердых отходов осуществляется на расстоянии  $5 + 14 = 19 \text{ м}$ . с учетом дополнительных маневров и откоса у рабочей карты принимаем расстояние перемещения 22 м.

Производительность бульдозеров по сдвиганию твердых отходов на рабочую карту соответствует показателям по грунту 1 группы. Норма времени на  $100 \text{ м}^3$  твердых отходов согласно будет:  $0,53 + 0,46 \times 2 = 1,45 \text{ ч}$ .

Производительность бульдозера составит:  $100:1,45 = 69\text{ м}^3/\text{ч}$

На сдвигание доставляемых за сутки твердых отходов потребуется рабочее время в количестве:  $762,54: 69 = 11,05$  часа

При фактическом времени работы за сутки  $T_c = 8\text{ ч}$  потребность в бульдозерах составит  $11,05:8 = 1,3$  шт.

На технологической операции по уплотнению твердых отходов на рабочей карте работает бульдозер массой 14 т, эксплуатационной скоростью  $C = 3000$  м/ч, шириной гусениц 0,5 м.

Уплотнение осуществляется 4-х кратным проездом:  $Y_1 = (0,5 + 0,5):4 = 0,25$  м.

Длина рабочей карты шириной  $Ш_p = 7,5$  и длиной  $D = 15$  м., ширина откоса  $ш_p = 4$  м, толщина слоя, формируемого до уплотнения,  $a = 0,25$  м. Фактическая продолжительность работы бульдозеров на уплотнение  $T_c = 8$  ч, коэффициент, учитывающий потери рабочего времени за смену, равен 0,65.

Потребность в бульдозерах на технологической операции уплотнения определяется по формуле (10):

$$B_y = D \times (Ш_p + ш_p) \times \rho^1 \times 2 / C \times 0,65 \times Y_1 \times \rho^1 \times a \times T_c \quad (10)$$

$$B_y = 15 \times (7,5 + 4) \times 670 \times 2 / 3000 \times 0,65 \times 0,25 \times 200 \times 0,25 \times 8 = 3,3 \text{ шт}$$

Общее количество бульдозеров, учитывая работы на технологической операции по промежуточной изоляции рабочей карты грунтом слоем 0,25 м, принимается 3 шт.

Влажность, принимаемых на полигоне твердых отходов - 33%, необходимо увлажнить до 38%, т.е. на 5%.

На 1 т или 1000 кг твердых отходов необходимо подать воды:  $1000 \times 0,05 = 50$  л.

На 1 м<sup>3</sup> твердых отходов плотностью  $\rho_1 = 200$  кг/м<sup>3</sup> подается воды:  $50 \times 0,2 = 10$  л.

Общий расход воды на увлажнение 762,54 м<sup>3</sup> твердых отходов за сутки

составит:  $762,54 \times 10 = 7625,4$  л/сут =  $7,63$  м<sup>3</sup>/сут.

На площадке полигона предусмотрено строительство производственно-бытовых и инженерных сооружений.

В производственно-бытовом здании размещены: гардеробные, душевые, санузлы и помещения для дезинфекции и сушки одежды, котельная.

Хозяйственная зона также включает: площадка для складирования сборно-разборных элементов временных дорог, площадка для мойки контейнеров с емкостью 15 м<sup>3</sup> с дальнейшим вывозом на очистные сооружения, пожарные резервуары, железобетонная ванна для дезинфекции колес мусоровозов.

В проекте предусмотрены следующие системы водоснабжения:

- производственный водопровод;
- хозяйственно-питьевой водопровод.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения полигона является привозная питьевая вода. Источником производственного водоснабжения полигона является проектируемая артезианская скважина, расположенная на территории полигона.

Схема хозяйственно-питьевого водоснабжения заключается в следующем: привозная питьевая вода, закачивается в бак запаса питьевой воды установленный в проектируемой насосной станции хозяйственно-питьевого водоснабжения, из которого забирается насосом и подается в бытовой корпус на хозяйственно-питьевые нужды. Расходы воды на различные нужды представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Расходы воды на различные нужды

Наименование	Годовой, м <sup>3</sup>	Суточный, м <sup>3</sup>	Максимально- часовой, м <sup>3</sup>
1. Расход воды на хозяйственно-питьевые нужды	170,0	0,68	0,57
2. Расход воды на производственные нужды	598,0	3,4	0,42
3. Расход воды на полив	24120,0	13,4	13,4
4. Общий расход воды	3180,0	17,48	13,99

Схема производственного водоснабжения полигона заключается в следующем: вода из скважины подается в тупиковую внутриплощадочную сеть производственного водопровода с последующим использованием её для мойки контейнеров, полив территории, заполнение резервуаров противопожарного запаса воды.

Расход воды на наружное пожаротушение принят по бытовому корпусу как наиболее опасном в пожарном отношении и при степени огнестойкости II, категории производства «Д», согласно СНиП 2.04.02 -84 составит 5 л/сек. Внутреннее пожаротушение согласно СНиП 2.04.01-85 для данного корпуса не требуется. Время тушения пожара согласно СНиП 2.04.02 -84 – 2 часа.

Наружное пожаротушение производится непосредственно из пожарных резервуаров с помощью передвижной пожарной техники (мотопомпы или пожарной машины). Ввиду одного источника водоснабжения, в резервуарах также хранится запас на аварию. Объем неприкосновенного пожарного запаса воды составляет  $36 \text{ м}^3$  из расчёта на наружное пожаротушение  $5 \text{ л/с} \times 3,6 \times 2 \text{ часа} = 36 \text{ м}^3$ . Значит аварийный запас воды, хранящийся в резервуаре, должен составлять  $36 \text{ м}^3$ .

Общий объем воды, хранящийся в резервуаре, составляет  $72 \text{ м}^3$ . Устанавливаются два прямоугольных железобетонных резервуара объемом  $50 \text{ м}^3$ .

На расстоянии 2 м от нагорных каналов для предотвращения стока ливневых и талых вод с территории полигона в нагорный канал производят обваловку по периметру с внутренней стороны полигона водонепроницаемым валом высотой 1,5 м и шириной 3,0 м. Ливневые и талые воды по самотечной системе поступают в отстойник и далее в резервуар фильтрата. Отвод ливневых стоков запроектирован с последующим вывозом на очистные сооружения.

На расстоянии 1 м от водонепроницаемого вала (из песчаных грунтов содержащих относительно незначительное количества мелких фракций) по периметру полигона размещают ограждение. На расстоянии 2 м от ограждения

полигона размещают посадки деревьев.

На расстоянии 2 - 3 м от внешнего откоса котлована устраивают кольцевую дорогу с односторонним движением шириной не менее 3,5 м.

Между кольцевой дорогой и лесопосадками располагают кавальеры с плодородным и минеральным грунтом, которые в процессе эксплуатации полигона используют для изоляции отходов

Наружное освещение полигона. Участок складирования твердых отходов освещают прожекторами, установленными на мачтах. Освещение рабочих карт складирования включает в весенне-осенние периоды во вторую смену, зимой – более продолжительное время. Мачты высотой 17м устанавливают в полосе зеленой зоны. Если проектная высота складирования отходов превышает эту величину, то освещение работ на конечной стадии складирования решают по временной схеме, которая не входит в состав проекта. Мощность освещенности рассчитывают из условия минимальной освещенности рабочих карт первой очереди 5 лк.

Временные дороги на участке складирования твердых отходов. Уплотнение изолированных твердых отходов на участке складирования недостаточно для многократного проезда мусоровозов. Картовое складирования предполагает устройство временной дороги в группе карт.

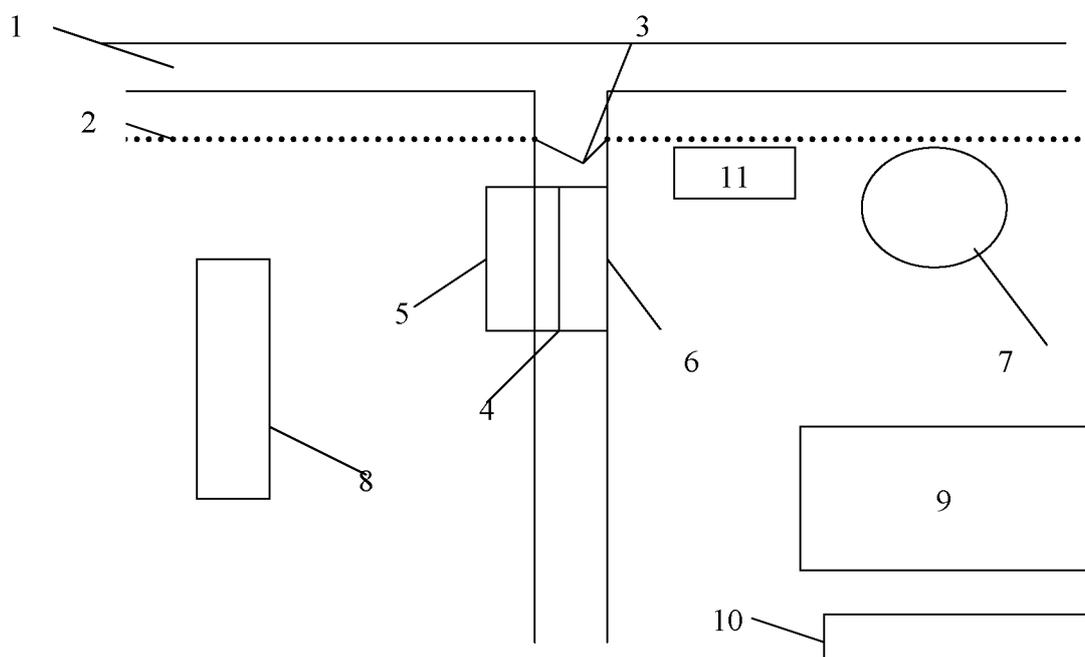
Материалом для устройства временных дорог будут служить некондиционные железобетонные плиты, строительный мусор и щебень. Сборные железобетонные элементы можно использовать 2-3 раза, щебень – однократно.

Целесообразно временную дорогу поднять над уровнем эксплуатируемых карт на 2 м, тогда она обеспечит обслуживание при складировании твердых отходов в двух ярусах по высоте.

Нижний ярус образуется методом «сталкивания» твердых отходов под откос высотой 2м, верхний ярус – методом «надвига» рабочего 2м снизу вверх. Для основания под дорогу используют надежно уплотненные бытовые строительные или подходящие для этих целей инертные промышленные

отходы. С временной дороги на карту предусматривается съезд.

Схема административно-хозяйственной зоны приведена на рисунке 2.2.



1 – подъездная дорога; 2 – ограждение; 3 - ворота и пост радиометрического контроля; 4 - весовая; 5 – контрольно-пропускной пункт; 6 – дезинфицирующая яма; 7 – пруд для пожаротушения; 8 – административно – хозяйственное здание; 9 – стоянка для машин; 10 - склад ТСМ; 11 – трансформаторная подстанции.

Рисунок 2.2 - Схема административно-хозяйственной зоны

Земельный участок под полигон твердых отходов граничит: с севера – полевая дорога, с юга - лесополоса, с запада и востока пустырь. Температура наиболее холодного месяца – (-21°C). Глубина промерзания грунтов – 0,8 м. Сейсмичность – 6 баллов.

Рельеф площади ровный. В геологическом строении площадка представлена лессовидными макропористыми суглинками желто-бурого цвета:

- почва суглинистая, просадочная с почвенно-растительным черноземным слоем (0,5 м);
- суглинки просадочные, лессовидные;
- суглинки непросадочные, лессовидные;
- глина полутвердая;

- песок мелкий.

Подземные воды на участке складирования твердых отходов находятся на глубине 3,3 – 4,3 м. В период весеннего паводка, возможен подъем уровня грунтовых вод на 1,5 – 2,0 м.

Система мониторинга должна включать устройства и сооружения за контролем состояния подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха, почвы и растений и шумового загрязнения в зоне возможного влияния полигона.

Водообильность горизонта невелика, дебиты колодцев равны 0,3-0,5 дм<sup>3</sup>/с или 1-2 м<sup>3</sup>/час.

По химическому составу воды не соответствуют СанПиН 2.1.4.1074-01 «питьевая вода»: по жесткости общей – 10-13 ммоль/дм<sup>3</sup> и в некоторых случаях по сухому остатку – 1,2 – 2,2 г/дм<sup>3</sup>. Кроме того, имеются единичные пробы воды, в которых отмечается повышенное содержание аммиака – 2,5 – 3 мг/дм<sup>3</sup> и нитратов 50 - 85 мг/дм<sup>3</sup>.

Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений распространен на всей рассматриваемой территории и является основным источником водоснабжения. Водоносный комплекс представлен несколькими (от 3 до 6) горизонтами водоносных средне- и мелкозернистых песков, мощностью от 4 – 9 м до 18 – 32 м, залегающих на глубине от 32 – 39 м до 124 – 278 м. Водообильность комплекса при сдаче скважин в эксплуатацию составляла 32-50 м<sup>3</sup>/час при понижении уровня воды на 7 м. Средняя величина коэффициента фильтрации равна 3,1 – 3,3 м/сутки. Пьезометрические уровни при сдаче скважин в эксплуатацию устанавливались на глубине от 3 – 8 м до 18 – 25 м. По химическому составу воды комплекса пресные, гидрокарбонатные натриевые с сухим остатком 0,4 – 0,5 г/дм<sup>3</sup> и общей жесткостью от 0,25 – 2,3 ммоль/дм<sup>3</sup> до 4,8 ммоль/дм<sup>3</sup>.

Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений защищен от вероятного загрязнения сверху слоем плотных глин мощностью 20-32 м, что позволяет отнести его, согласно СанПиН 2.1.4.1110-02, к защищенным.

По классификации Гольдберга В.М. (Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. М. 1988) подземные воды в естественных условиях относятся к защищенным при мощности водоупорной толщи более 10 м.

Наблюдательные скважины закладываются с целью организации долговременного проведения мониторинга состояния окружающей природной среды (ОПС), в части возможного загрязнения подземных (грунтовых) вод первого от поверхности водоносного горизонта четвертичных отложений, в результате эксплуатации существующего полигона твердых бытовых отходов в ст.Динской. Местоположение скважин определяется следующими позициями.

Скважина № 1 сооружается, как фоновая наблюдательная скважина, для того, чтобы сравнивать степень влияния наблюдаемого объекта на окружающую среду. Протекающий под территорией полигона поток грунтовых вод может дренировать инфильтрационные загрязненные стоки и переносить их дальше, разгружаясь в подрусловые отложения р.Кочеты. С целью выявления инфильтрационных загрязненных подземных вод и принятия своевременных и эффективных мер по их предотвращению и организуется мониторинг грунтовых вод с обязательным определением в них наиболее опасных загрязняющих веществ, складываемых на полигоне твердых отходов ст.Динской.

Скважина № 2 закладывается ниже по потоку подземных вод от полигона твердых отходов ст.Динской и будет являться индикатором возможного негативного влияния складываемых веществ на территории полигона на грунтовые воды. Скважина № 2 закладывается в 25-30 м севернее территории полигона. Обнаружение в ней макро и микрокомпонентов, превышающих значения в фоновой скважине № 1, будет свидетельствовать о загрязнении грунтовых вод.

Скважина № 3 закладывается ниже по потоку подземных вод от полигона твердых отходов ст.Динской, в 100 м севернее территории полигона и в 70 м севернее скважины № 2. Она будет являться также индикатором

возможного негативного полигона твердых отходов влияния на грунтовые воды. Обнаружение в ней элементов превышающих значения в фоновой скважине, будет свидетельствовать о стабильном характере загрязнения подземных (грунтовых) вод; по ней также возможно определять скорость распространения потока загрязненных грунтовых вод и прогнозировать его распространение в дальнейшем.

Мероприятия против самовозгорания бытовых отходов.

Необходимо предусмотреть провоз твердых отходов мусоровозами на рабочие карты полигона и их хранение.

Большую опасность представляет возгорание твердых отходов, поэтому в период сухой, жаркой погоды полигон обеспечен средствами для увлажнения.

При заполнении карты твердыми отходами до высоты 2м постоянно производится орошение.

Уплотненный слой высотой 1,9 м покрывается изолирующим слоем высотой 0,25 м и для защиты соседних землепользователей от разноса ветром легких фракций мусора.

Система мониторинга должна включать постоянное наблюдение за состоянием воздушной среды.

В этих целях ежеквартально необходимо производить анализы проб атмосферного воздуха над отработанными участками полигона и на границе санитарно-защитной зоны на содержание соединений, характеризующих процесс биохимического разложения твердых отходов и представляющих наибольшую опасность.

Объем определяемых показателей и периодичность отбора проб обосновываются в проекте мониторинга полигонов и согласовываются с контролирующими органами. Обычно при анализе проб атмосферного воздуха определяют метан, сероводород, аммиак, окись углерода, бензол, трихлорметан, четыреххлористый углерод, хлорбензол.

В случае установления загрязнения атмосферы выше ПДК на границе санитарно-защитной зоны и выше ПДК<sub>р.з.</sub> на рабочем месте полигона (таблицы

2.6 и 2.7), должны быть приняты соответствующие меры, учитывающие характер и уровень загрязнения.

Таблица 2.6 – Предельно – допустимые концентрации основных загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу воздуха на полигонах твердых отходов

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	
	Максимально -разовая	Среднесуточная
Пыль нетоксичная	0,5	0,15
Сероводород	0,008	-
Окись углерода	5,0	3,0
Окись азота	0,4	0,06
Ртуть металлическая	-	0,0003
Метан	-	50,0
Аммиак	0,2	0,04
Бензол	1,5	0,1
Трихлорметан	-	0,03
4-хлористый углерод	4,0	0,7
Хлорбензол	0,1	0,1

Таблица 2.7 - Предельно – допустимые концентрации основных загрязняющих веществ (рабочая зона), выделяющихся в атмосферный воздух на полигонах твердых отходов в зоне работы персонала

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Пыль нетоксичная	4,0
Сероводород	10,0
Окись углерода	20,0
Окись азота	5,0
Ртуть металлическая	0,01
Метан	-
Аммиак	5,0
Бензол	15,0
Трихлорметан	-
4-хлористый углерод	20,0
Хлорбензол	100,0

Система мониторинга должна включать постоянно наблюдение за состоянием почвы в зоне возможного влияния полигона. С этой целью контролируется качество почвы и растений на содержание ЭХВ, которые не должны превышать ПДК в почве и, соответственно, не превышать остаточные количества вредных экзогенных химических веществ в растительной товарной

массе выше допустимых пределов. Объем определяемых экзогенных химических веществ, периодичность контроля определяются в проекте мониторинга полигона и согласовываются с контролирующими органами.

## 2.2 Оценка негативного воздействия проектируемого полигона твердых коммунальных отходов станицы Динская на окружающую среду

Загрязнение атмосферного воздуха при проведении работ на полигоне связано с передвижными и стационарными источниками:

- рабочая карта;
- технологические машины;
- дорожная сеть.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха являются выхлопные газы мусоровозов в период прогрева двигателей и при въезде, выезде с территории полигона, а также при их движении по территории полигона; выбросы спецтехники при ежесуточном уплотнении и экранировании бытовых отходов на рабочих картах.

Транспортировка грунта, их разгрузка, разравнивание и уплотнение, также транспортировка мусора и его выгрузка приводят к выбросу пыли и газообразных веществ: окислов азота  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , окиси углерода  $\text{CO}$ , углеводородов  $\text{CH}_4$ , сернистого ангидрида  $\text{SO}_2$  и сажи  $\text{C}$ .

В толще складированных на полигоне твердых бытовых отходов под воздействием микрофлоры идет биотермический анаэробный процесс распада органических составляющих. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, состоящий на 44-60 % из метана  $\text{CH}_4$  и на 55-33 % из диоксида углерода  $\text{CO}_2$ . Наряду с названными основными компонентами, биогаз содержит: пары воды, аммиак  $\text{NH}_3$ , окись углерода  $\text{CO}$ , толуол  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_5$ , ксилол  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ , этилбензол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ , фенол  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ , оксиды азота  $\text{NO}_x$ , обладающих вредным для здоровья человека воздействием. В зависимости от уровня его эмиссии в атмосферу и степени разбавления воздухом, биогаз может

оказывать токсическое воздействие на живые организмы.

Объектами воздействия являются: персонал, почва, флора и фауна в пределах области распространения загрязнителей. Воздействие загрязняющих веществ - прямое. Продолжительность и временная динамика воздействия непрерывное в течении всего периода работы.

Класс опасности и ПДК загрязняющих веществ (качественная характеристика) приведены в таблице 2.8

Таблица 2.8 - Перечень загрязняющих атмосферу веществ

Код	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК <sub>С,С</sub> мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>М,Р</sub> мг/м <sup>3</sup>	ОБУВ
2902	Пыль	3	0,15	0,5	-
0304	Окись азота	3	0,06	0,4	-
0301	Двуокись азота	3	0,04	0,2	-
0337	Окись углерода	4	3,0	5,0	-
0330	Сернистый ангидрид	3	0,05	0,5	-
0328	Сажа	3	0,05	0,15	-
2732	Углеводороды (по керосину)	-	-	-	1,2
2704	Углеводороды (по бензину)	4	1,5	5,0	-
0410	Метан	4	-	-	50
0303	Аммиак	4	0,04	0,2	-
0621	Толуол	3	-	0,6	-
0616	Ксилол	3	-	0,2	-
0627	Этилбензол	3	-	0,02	-
0333	Сероводород	2	-	0,008	-
1071	Фенол	2	0,003	0,01	-

Определение количества и состава газов в атмосферном воздухе необходимо производить систематически с привлечением специализированной организации.

В атмосферном воздухе в период эксплуатации необходимо определять в обязательном порядке: содержание пыли, микробную обсемененность, аммиак. Также этот порядок может быть расширен за счет поступления в атмосферный воздух фенола, формальдегида, серы и сероводорода, диоксида азота, метана, диоксида углерода и других соединений.

Система мониторинга должна включать постоянное наблюдение за состоянием воздушной среды. В этих целях необходимо ежеквартально

производить анализы проб воздуха, отбираемого в приземном слое в зоне перекрытого участка свалки и на границе с санитарно-защитной зоной, на содержание в нем соединений, характеризующих процесс биохимического разложения твердых отходов представляющих наибольшую опасность.

В случае установления степени загрязнения атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны выше ПДК необходимо будет принять соответствующие меры, направленные на снижение уровня загрязнения.

В настоящее время кадастр отходов не разработан и состав отходов не исследован, поэтому для расчёта взяты усредненные данные приводимые в литературе для сельскохозяйственных регионов (таблица 2.9).

Таблица 2.9 - Сводная таблица максимально разовых выбросов компонентов биогаза

Компонент	М, г/сек
Метан	57,2955
Толуол	0,7828
Аммиак	0,5771
Ксилол	0,4797
Оксид углерода	0,2729
Формальдегид	0,1039
Этилбензол	0,1029
Ангидрид сернистый	0,0758
Сероводород	0,0282

Суммарный валовый выброс биогаза полигона составит:

$$G_{\text{сум}} = 108,2783 \times [(7 \times 365 \times 24 \times 3600 / 12) + (5 \times 365 \times 24 \times 3600 / 12 \times 1.3)] \times 10^{-6} = 1121,5587 \text{ т/год.}$$

Валовые выбросы компонентов биогаза составят (диоксид углерода как ненормируемое вещество исключается из рассмотрения) (таблица 2.10):

Таблица 2.10 – Сводная таблица валовых выбросов компонентов биогаза

Компонент	М, т/год
Метан	593,4728
Толуол	8,1089
Аммиак	5,9779
Ксилол	4,9685
Оксид углерода	2,8263
Формальдегид	1,0767
Этилбензол	1,0655
Ангидрид сернистый	0,7851

Сероводород	0,2916
-------------	--------

Полигон твердых отходов является потенциальным источником загрязнения поверхностных и подземных вод, в том числе используемых для водоснабжения.

Интенсивность возможного загрязнения определяется количеством фильтрата (высокоминерализованного техногенного раствора), образующегося в теле свалки и концентрацией входящих в него веществ.

На участке захоронения отходов образуется фильтрат в течение теплого и холодного времен года. В теплый период – осадки в виде дождя. Образование фильтрата в холодное время года связано с таянием снега на поверхности уложенных отходов за счет тепла, выделяемого при разложении органического вещества в толще свалочного тела, а также захоронением значительной части выпавшего снега совместно с укладываемыми отходами.

В фильтрате содержатся опасные вещества, такие как: медь, хром, свинец, ртуть, никель, кадмий, цинк, нитраты, аммиак.

С целью исключения поступления на территорию полигона поверхностного стока со стороны водосбора необходимо устраивать нагорные каналы. Для исключения возможного загрязнения горных пород зоны аэрации и подземных вод предусмотрена защита грунтовых вод посредством правильного гидрологического обоснования выбора места для размещения полигона, устройство водопроницаемого основания полигона, сбор и очистка удаляемых дренажных вод.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения полигона является привозная питьевая вода. Источником производственного водоснабжения полигона является проектируемая артезианская скважина, расположенная на территории полигона.

Схема хозяйственно-питьевого водоснабжения заключается в следующем: привозная питьевая вода, закачивается в бак запаса питьевой воды установленный в проектируемой насосной станции хозяйственно-питьевого

водоснабжения, из которого забирается насосом и подается в бытовой корпус на хозяйственно-питьевые нужды.

Схема производственного водоснабжения полигона заключается в следующем: вода из скважины подается в тупиковую внутривдольную сеть производственного водопровода с последующим использованием её для мойки контейнеров, полив территории, заполнение резервуаров противопожарного запаса воды.

Для предотвращения отведения с территории хоззоны неочищенных поверхностных сточных вод на рельеф предусмотрен земляной удерживающий вал. Удерживающий земляной вал расположен по периметру территории хоззоны низового откоса. Вдоль вала устраивается кювет глубиной 0,5 м, закрепленный стальной полугрубой диаметром 500 мм для сбора и отведения поверхностных сточных вод на очистные сооружения, которые расположены в 500м от полигона, принадлежащие МУП ЖКХ.

Мониторинг химического состава фильтрата должен проводиться как на выходе из каждой очереди полигона для определения времени наступления метановой фазы, так и на выходе со всего полигона для определения его влияния на очистные сооружения и систему очистки. Периодичность измерений - один или два раза в год. С резким изменением качественного и количественного составов фильтрата периодичность наблюдений увеличивают.

Качество грунтовых вод контролируют периодически через наблюдательные скважины, пробуренные за пределами полигона, позволяющие обнаруживать изменения химического состава подземных вод. Устойчивое увеличение содержания в пробах грунтовых вод из наблюдательных скважин основных загрязнителей (минерализация, нитраты, нитриты, аммоний, нефтепродукты, фенолы и. т. д.) по сравнению с содержанием их по пробам из фоновой скважины будет указывать на инфильтрацию загрязненных инфильтрационных вод из объектов (территория свалки твердых отходов) в грунтовые воды.

Для вод, загрязненных фильтратом полигонов твердых отходов

характерны высокие значения минерализации, повышенное содержание хлоридов, соединений азота, сульфатов, а также присутствие в концентрациях, превышающих предельно допустимые значения тяжелых металлов, фосфора и др. Интенсивность возможного загрязнения определяется количеством фильтрата (высокоминерализованного техногенного раствора), образующегося в теле свалки и концентрацией входящих в него веществ. Предельно-допустимые концентрации основных загрязняющих веществ - компонентов фильтрата приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 - Предельно-допустимые концентрации основных загрязняющих веществ - компонентов фильтрата

Вещество	Лимитирующий показатель вредности	ПДК, мг/л
Медь ( $\text{Cu}^{2+}$ )	Органолептический	1,0
Хром ( $\text{Cr}^{6+}$ )	Органолептический	0,1
Свинец ( $\text{Pb}^{2+}$ )	Санитарно-токсикологический	0,1
Ртуть ( $\text{Hg}^{2+}$ )	Санитарно-токсикологический	0,005
Никель	Санитарно-токсикологический	0,1
Кадмий ( $\text{Cd}^{2+}$ )	Санитарно-токсикологический	0,01
Цинк ( $\text{Zn}^{2+}$ )	Общесанитарный	1,0
Нитраты (по азоту)	Санитарно-токсикологический	10,0
Аммиак (по азоту)	Общесанитарный	2,0

### 3 Разработка мероприятий по повышению уровня экологической безопасности полигона ТКО станции Динская

#### 3.1 Предложения по повышению уровня экологической безопасности полигона ТКО станции Динская

Места захоронения твердых бытовых отходов является источником распространения загрязняющих веществ в компоненты природной среды, оказывая вредное воздействие на них в течение длительного периода времени.

Основные мероприятия по минимизации вредного воздействия и предотвращению необратимых последствий для окружающей среды основаны на следующих принципах: правильного выбора места для размещения полигонов; создания технологического и технического оформления полигонов, предотвращающих проникновение загрязняющих веществ в компоненты окружающей среды (элементов искусственной защиты); проведения контроля качества складированных отходов и мониторинга за окружающей средой.

Пассивный метод дегазации основывается на природных процессах конвекции и диффузии и устанавливаются в местах низкого газообразования и отсутствия перемещения газа. Скважины для пассивной дегазации монтируются после закрытия полигона, путем устройства буровых колодцев диаметром 60 см до отметки - 4 м, в которые помещается перфорированная труба, изготовленная из поливинилхлорида, полипропилена высокой плотности, полиэтилена, стеклопластика диаметром 20 см. Пространство между трубой и стенками скважины послойно заполняется:

- гравием крупностью 20-40мм, с содержанием карбонатов менее . 10%, до отметки -1,6м. - бетоном до отметки —1,3м.

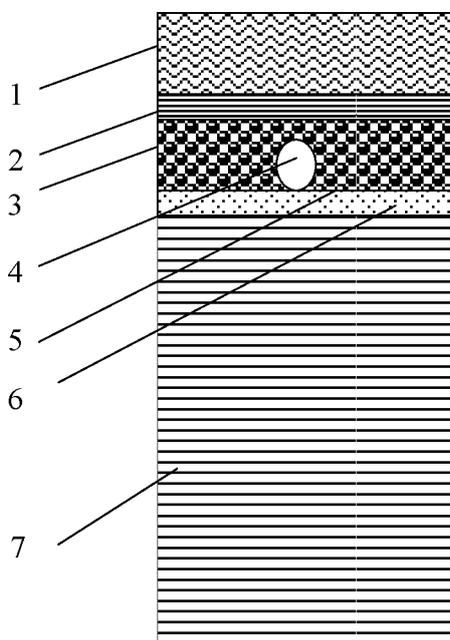
- песчано-гравийной смесью до отметки -0,3м.

На поверхности монтируется бетонный оголовок. Пассивные скважины должны располагаться приблизительно в 10 - 15 м от края тела полигона отходов и не более двух на гектар. Дополнительные скважины могут быть необходимы, если произойдет изменение конфигурации тела полигона.

Траншеи располагаются под верхним изолирующим слоем до отметки минус 1,5м и прокладываются вдоль всей поверхности полигона с уклоном не менее 2%. Расстояние между траншеями должно назначаться из данных мониторинга, но не более чем 50 м. Глубина траншеи 1,5м, ширина 1м. Траншея заполняется щебнем крупностью 20-40 мм (16/32 мм), с содержанием карбонатов менее 10% по основанию из фильтрующего материала.

Основное функциональное назначение противодиффузионной защиты основания полигона - создание искусственного барьера, препятствующего проникновению фильтрата в породы зоны аэрации и грунтовые воды.

Конструкция противодиффузионного экрана, устраиваемого по основанию и внутренним откосам котлована, выполняется из геосинтетических материалов и конструктивно выглядит следующим образом: спланированное основание дна и внутренних откосов котлована; слой бентофикса, 7 мм; слой карбофола, 2,5 мм; слой секутекса. По их верху отсыпают укрывающий слой из крупнозернистого песка, 0,30 м, (рисунок 3.1).



- 1 - слой ТБО; переходный слой из песчаного грунта, 0,2 м; 3 – укрывающий слой из крупнозернистого песка, 0,30 м; 4 - дренажная труба Ø 0,1 м; 5 – геосинтетики (бентофикс, карбофол, секутекс);  
6 – выравнивающий слой песка, 0,15 м; 7 – грунты основания полигона

Рисунок 3.1 - Конструкция противодиффузионного защитного экрана, выполняемого из геосинтетического материала в основании полигона

На данный момент устройство противофильтрационных экранов с использованием современных геосинтетических материалов, представленный на рисунке 3.2, - один из самых надежных и широко применяемых в мире способов борьбы с загрязнением окружающей среды. С экономической точки зрения, полимерные экраны наиболее эффективны, так как позволяют сформировать защитный слой полигона в кратчайшие сроки, вне зависимости от гидрогеологических особенностей грунта. Использование геосинтетических материалов позволяет увеличить полезный объем полигона почти на  $2,5 \text{ м}^3/\text{м}^2$ , что важно в условиях постоянно уменьшающейся площади земель, на которых возможно строительство полигона.



Рисунок 3.2 – Противофильтрационный экран из геосинтетического материала

Закрепление геосинтетической мембраны, уложенной по дну и откосам котлована, анкерным способом. Для этого по периметру котлована устраивают траншею, размеры которой зависят от длины откоса котлована и ширины бермы, таблица 3.1.

Таблица 3.1 - Зависимость глубины анкерной траншеи от длины откоса котлована и ширины бермы

Длина откоса котлована А, м	Ширина бермы В, м	Глубина анкерной траншеи С, м
3	0,6	0,6

Используемые рулонные материалы должны соответствовать нормативным документам (ГОСТ 30547-97) и иметь соответствующие сертификаты фирм-изготовителей.

Для укладки рулонов требуется следующее оборудование: экскаватор (на гусеничном или колесном ходу); фронтальный погрузчик; приспособление для разгрузки рулонов и транспортировки их по строительной площадке; вода (прицепная цистерна); промышленная дрель с миксерной насадкой; источник электроэнергии (генератор или кабельная линия) для привода дрели; ящик для раствора (примерно на 80 л); ручная тележка; 10-ти литровые ведра-совки; мастерки (кельмы); ножи для резки, электролобзик; маркеры или мел; рулетка; метла; роликовая гладилка.

Качество укладки является главным компонентом достижения изолирующих свойств.

Геосинтетические маты «Бентофикс» должны укладываться в сухую погоду. В тех местах, где используется бентонитовый раствор для заделки швов, температура воздуха должна быть положительной, укрытие должно производиться защитным слоем из не мерзлого грунта. В случае дождя уложенные рулоны с содержанием в них влаги менее 50% должны быть укрыты защитным слоем грунта.

Перед укладкой геосинтетических матов «Бентофикс» поверхность дна котлована и его откосов должна быть хорошо выровненной, а основание - хорошо утрамбованным, не должно быть мест со стоячей водой. Не должно быть острых выступов и углублений с перепадом высот более 3-х см. Качество уплотнения основания должно быть таким, чтобы после проезда грузового транспорта не образовывалась колея от колес.

На месте укладки заводская упаковка с рулонов снимается непосредственно перед укладкой. Края рулонов маркируют с нижней стороны цветной линией, отмечающей зону последующего перехлеста рулонов шириной 30 см. Далее рулоны раскатывают с помощью траверсы или другого

такелажного приспособления таким образом, чтобы напечатанный торговый знак «Бентофикс» был на видимой стороне поверхности. Укладка рулонов может производиться в любом направлении с устройством нахлеста на стыках по принципу укладки кровли в направлении уклона.

Материал «Бентофикс», обладая противодиффузионными свойствами, выполняет роль подстилающего элемента для последующих слоев, выполняемых из «Карбофола» и «Секутекса». В связи с этим устройство слоя из «Бентофикса» должно опережать работы по укладке и сварке рулонов полотнищ, выполняемых из материала «Карбофол», на объем работ двух смен. Особенности использования Бентофикса приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Особенности использования «Бентофикса»

Особенности	Материал «Бентофикс»
Изыскания по наличию материала в окрестностях строительной площадки	Не требуются
Контроль качества материала	Качество гарантируется внутренним контролем производителя
Использование спецмашин и приспособлений для подготовки материала непосредственно на участке	Не требуется
Укладка материала	Обычной строительной техникой
Дополнительные затраты на контроль толщины слоя материала	Не требуется
Зависимость проведения работ от погодных условий или же дополнительные затраты, вызванные неблагоприятными погодными условиями	Отсутствует
Дополнительная ручная работа (окончательное выравнивание поверхности, контроль уплотнения материала)	Не требуются
Проблемы при укладке на склонах	Не имеются
Проблемы укладки в труднодоступных местах	Не имеются
Сокращение полезного объема полигона	Толщина в 1см позволяет максимально использовать объем полигона
Опасность образования трещин при эрозии	Не имеются
Независимый контроль	Необходимо только при сдаче объекта

Укладку противодиффузионного экрана из материала «Карбофол» выполняют при температуре воздуха не ниже -5°C. Все работы по сооружению пленочной гидроизоляции должны оформляться соответствующими актами

освидетельствования скрытых работ. Рулоны «Карбофола» поставляют в трейлерах. Для хранения должна быть ровная, свободная от острых предметов площадка.

Перед укладкой пленочного материала «Карбофол» на поверхности уложенного слоя из «Бентофикса» должны отсутствовать предметы, которые могли бы повредить как слой из «Бентофикса» так и «Карбофола».

Сварку уложенных пленочных полотнищ производят при температуре воздуха не ниже 5°C. Сварочные швы ориентируют вдоль, а не поперек склона котлована. Все горизонтальные швы на дне котлована располагают не менее 0,5 м от подошвы склона.

Соединение пленочного материала в единое полотно производят контактной или экструзионной сваркой внахлест или с образованием Т-образного шва. Прочность шва должна составлять не менее 80% прочности свариваемого материала.

При выполнении контактной сварки предусматривают двойной шов с каналом для испытания герметичности шва. Процесс контактной сварки рулонных пленочных материалов включает раскатку рулонных материалов с укладкой их внахлест с перекрытием краев 10 см, без складок. Далее очищают сварочную полосу вдоль кромок от влаги, грязи. После этого сварочный аппарат располагают в начале свариваемого шва и его включают. Аппарат, перемещаясь вдоль кромок раскатанных рулонов, выполняет их сварку.

При экструзионной сварке полимерный материал в расплавленном состоянии под давлением подается в зону сварного шва, приводя полимерный материал на линии шва в вязко текучее состояние, и за счёт избыточного давления происходит их соединение.

Для более качественной сварки свариваемый материал предварительно подогревают.

Перед сваркой полимерные полотнища укладывают внахлест с перекрытием кромок краев на 10 см. Кромки свариваемых полос должны быть очищены от влаги и грязи, их поверхность на расстоянии не менее 10 мм от

края шва должна быть обработана абразивным инструментом. Обработку следует производить не более чем за 0,5 часа до начала сварочных работ. Глубина шлифа должна быть не более 10% от толщины листа. Далее подготавливают сварочный аппарат к работе, освобождая рабочую поверхность от расплава, и ведут сварку полотнищ.

Для испытания шва на прочность используют образцы сварного шва шириной от 20 до 50 мм. Шов признаётся прочным, если вытягивание одного из сваренных полотнищ происходит не по шву, и сваренные материалы не расходятся.

Проверка герметичности шва производится путем подачи избыточного давления воздуха в сварочный канал. Шов считается герметичным, если через 10 мин давление упадёт не более чем на 20%.

Укладка пленочных гидроизоляционных полотнищ не должна производиться во время сильных ветров и интенсивных атмосферных осадков.

Механизмы и оборудование, применяемые при укладке рулонных материалов, не должны повреждать поверхности как пленочного материала «Карбофол» так и материала «Бентофикс».

«Секутекс» иглопробивной штапельно-волокнистый геотекстильный материал поступает в рулонах массой до 100 кг. Специальных машин и оборудования для его укладки не требуется. Достаточно рулоны развернуть на месте укладки непосредственно перед устройством укрывающего слоя.

В связи с высоким коэффициентом парусности пленочных материалов для исключения воздействия ветра, необходимо временно их пригружать мешками с песком или другим материалом. Запрещается движение транспорта по уложенному пленочному материалу.

Ежедневно после укладки и приемки выполненной за смену работы экран из геосинтетического материала укрывают слоем грунта толщиной не менее 0,3 м с максимальным размером частиц 16 мм или с максимальным размером каменных включений не более 32 мм коэффициентом неоднородности  $>5$ .

Отсыпка и последующее разравнивание защитного слоя производится

бульдозером, например, Т-130. Заезд загруженных материалами самосвалов и бульдозеров на защитный слой допускается только в том случае, если толщина слоя составляет не менее 0,3 м.

Дренажная сеть состоит из следующих элементов:

- дрена, уложенная поверху водонепроницаемого экрана, и обсыпанных гравийно-песчаной смесью по методу обратного фильтра;

- дренирующего слоя, отсыпанного между дренажными трубами и по их верху. Систему дрен в котловане устраивают отдельно для каждой очереди эксплуатации полигона первого яруса.

Дрену выполняют из перфорированных труб. Дренажную трубу выполняют из полиэтилена высокого давления, устойчивыми к агрессивной среде фильтра и достаточно прочными, чтобы воспринимали давление выше уложенных отходов и динамическую нагрузку от работающей техники. Использование бетонных труб для устройства дренажа не рекомендуется, так как опыт эксплуатации полигонов показал, что бетон не устойчив в агрессивной среде образующегося фильтрата.

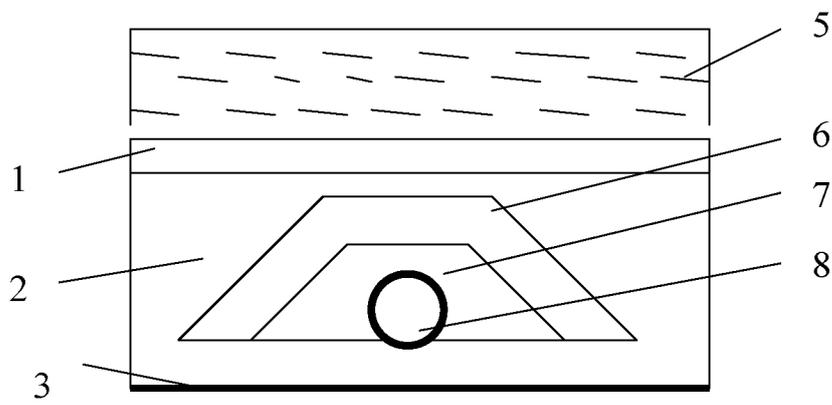
В процессе разработки грунта в котлованах поверхности оснований выполняют наклонными, сходящимися в одной точке с минимальной отметкой в каждом котловане. Уклон принимают 0,01. Далее на спланируемой поверхности основания устраивают нижний противофильтрационный экран и по его верху укладывают дренажную трубу. Диаметр дренажной трубы - 100 мм. Монтаж перфорированных труб ведут вручную параллельно с их щебеночной обсыпкой. Для выполнения щебеночной обсыпки можно использовать легкий одноковшовый погрузчик. Для щебеночной обсыпки следует использовать щебень округлой формы диаметром 40-70 мм.

Дренажную трубу, уложенную по верху противофильтрационного экрана, обсыпают гравийно-песчаной смесью по методу обратного фильтра. Толщина обсыпки должна быть в 2 раза больше диаметра трубы.

Конструкция коллектора и дрены приведена на рисунке 3.4.

Далее формируют дренажный слой путем отсыпки крупнозернистого

песка между коллекторными и дренажными трубами. По верху дренажного слоя формируют переходный слой из песка. После этого укладывают отходы. Дренажный слой предназначен для быстрого отведения фильтрата к дренажным трубам. Поверхность дренажного слоя параллельна спланированной поверхности дна котлована.



1 - противοfiltrационный экран, уложенный на выровненную и спланированную поверхность основания под проектный уклон; 2 – защитный слой из крупнозернистого песка; 3 – переходный слой из песка; 4 – отходы; 5, 6 – два слоя гравийно-щебеночная обсыпка дренажных труб по методу обратного фильтра; 7 - дренажная труба.

Рисунок 3.2 - Конструкция дренажа

Фильтрат, образующийся в свалочном теле, стекает к дренам по наклонной поверхности, протекает в закрытый дрена-коллектор, затем насосом откачивается в приемный колодец. Приемные колодцы устанавливают вне котлованов и соединяют с закрытым дрена-коллектором. Они состоят из типовых железобетонных элементов и чугунных смотровых люков с крышками.

При монтаже колодцев используют цементный раствор М200. Для спуска в колодец должно быть предусмотрено устройство лестниц в виде забивных металлических скоб. В крышках колодцев необходимо предусмотреть отверстие диаметром 250 мм для опускания погружного насоса. Колодцы монтируют в заранее подготовленные котлованы.

### 3.2 Расчет эколого-экономического эффекта от предложенных мероприятий

В связи с тем, что имеющаяся свалка является не санкционированной и в

процессе ее эксплуатации выявлено загрязнение воздуха и грунтовых и паводковых вод, в дипломном проекте рассматривается замена свалки на полигон, который будет функционировать дальше с выполнением требований по охране окружающей среды.

Ниже представим сводную смету расчета стоимости строительства полигона.

Расчёт основных зданий и сооружений административно – хозяйственной зоны, основных конструктивных элементов участка захоронения, благоустройство и озеленение территории, проектные и изыскательные работы, заработной платы сотрудников представлены соответственно в таблицах 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

Таблица 3.3 – Смета основных объектов строительства

Наименование объектов, работ	Сметная стоимость, тыс. руб			Общая сметная стоимость, тыс.руб
	Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование, мебель	
Общестроительные работы	388,156			388,156
Административно – бытовое 1-этажное здание	407,399	15,976	38,747	462,122
Контрольно – пропускной пункт	150,2	7,678	12,123	170,001
Дезинфицирующая яма	24,548			24,548
Пожарный резервуар	439,685	9,021		448,706
Склад топливно-смазочных материалов	155,3	5,321	12,531	173,152
Трансформаторная подстанция		10,43	4,212	14,642
Электроснабжение: - мачта прожекторного освещения; - ВЛ - 10 кВ	25,89 40,096	86,602 43,861		112,501 83,957
Водопровод и канализация	4,118			4,118
Вентиляция и отопление	15,125		9,266	24,391
Водоотводная канава	59,626			59,626
Итого	1764,189	356,17	149,728	2270,552

Таблица 3.4 – Смета основных конструктивных элементов участка захоронения

Наименование объектов, работ	Сметная стоимость, тыс. руб			Общая сметная стоимость, тыс.руб
	Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование, мебель, материал	
Строительство котлована	250,324		25,345	275,669
Противофильтрационный экран из геосинтетических материалов в основании полигона	150,2		1200,345	1350,545
Дренажная система сбора фильтрата: - трубы дренажные - дренажный колодец	15,125	5,321	25,688	46,134
	4,238		29,304	33,542
Наблюдательные скважины	33,939			33,939
Итого	453,826	5,321	1280,682	1739,829

Таблица 3.5 –Смета благоустройства и озеленения территории

Наименование объектов, работ	Сметная стоимость, тыс. руб			Общая сметная стоимость, тыс.руб
	Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование, мебель, материал	
Посадка деревьев по территории полигона	560,352			560,352
Санузел	32,756			32,756
Подъездная дорога	144,318			144,318
Итого	737,426			737,426

Таблица 3.6 – Смета проектных и изыскательных работ

Наименование объектов, работ	Сметная стоимость, тыс. руб			Общая сметная стоимость, тыс.руб
	Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование, мебель, материал	
Проектные работы			203,137	203,137
Изыскательские работы			388,447	388,447
Экспертиза проектов	320,78	25,122		345,902
Итого	320,78	25,122	591,584	937,486

Таблица 3.7 – Сводная таблица заработной платы сотрудников

Штатный состав сотрудников	Количество	Заработная плата на 1 человек, тыс. руб.	Сумма
Старший мастер	1	14,000	14,000
Диспетчер КПП	1	11,000	11,000
Машинисты бульдозеров	3	8,000	24,000
Водители мусоровозов	7	8,000	56,000
Электрослесарь	1	8,000	8,000
Рабочие	4	7,000	28,000
Сторожевая охрана	4	7,000	28,000
Итого			169,000
Годовой фонд оплаты			2028,000

Общие затраты по всем таблицам и налог на добавленную стоимость сведем в таблицу 3.8.

Таблица 3.8 - Сводная таблица по всем затратам и обязательные налоговые платежи

Наименование объектов, работ	Сметная стоимость, тыс. руб			Общая сметная стоимость, тыс.руб
	Строительные работы	Монтажные работы	Оборудование, мебель, материал	
Итого по 4 таблицам	3276,221	477,616	2022,447	5685,293
НДС 20 %	588,198	85,971	364,040	1023,352
Годовой фонд оплаты труда				2028,000
Итого, включая НДС	3864,419	563,587	2386,487	6708,64
Итого, включая заработную плату				8736,64

На основе выше произведенных расчетов определим экономическую эффективность строительства полигона, срок окупаемости и его рентабельность.

Общая экономическая эффективность рассчитывается по формуле (11):

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = \mathcal{E} / (C + E_{\text{н}} \times K) \quad (11)$$

$\mathcal{E}_{\text{общ}}$  - общая эффективность природоохранных затрат;

$\mathcal{E}$  - совокупный годовой эффект от природоохранных мероприятий;

$C$  - эксплуатационные затраты по природоохранному мероприятию;

$K$  - суммарные, капитальные вложения, определившие эффект;

$E_H$  - норматив эффективности капитальных вложений,  $E_H=0,15$ .

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = (1348,30 + 38,218) / (87,366 + 0,15 \times 8736,640) = 0,99$$

Низкая экономическая эффективность аргументируется возможностью аккумуляции прибыли за счёт перспективы приема отходов сторонних организаций с минимальным загрязнением окружающей среды.

Срок окупаемости инвестиционных затрат рассчитывается по формуле (12):

$$T_{\text{ок}} = K - C/\mathcal{E} \quad (12)$$

$$T_{\text{ок}} = 8736,640 - 87,366 / 1348,306 + 38,218 = 6,5 \text{ лет}$$

Рентабельность природоохранной деятельности рассчитываем по формуле (13):

$$R_{\text{oc}} = (\mathcal{E}/K) \times 100 \quad (13)$$

$$R_{\text{oc}} = (1348,306 + 38,218 / 8736,640) \times 100\% = 18,9 \%$$

Расчеты показали, что применение данного инженерного решения экономически целесообразно.

## Заключение

В целом по результатам проведенного исследования, основные выводы по работе можно сформулировать в следующем виде.

При работе над выпускной квалификационной работой изучены классификации твердых отходов, физико-химические свойства. Рассмотрены основные требования к устройству полигонов: основные критерии при выборе участка под полигон; требования к гидрологическому, гидрогеологическому, геологическому строению площадки. Приведены технологии депонирования, включающие в себя подготовку к депонированию, транспортировку на рабочие карты, формирование рабочей поверхности карты, изоляцию засыпным материалом, сбор и отведение фильтрата, дегазацию рабочего тела полигона. Рассмотрены закрытие и этапы рекультивации полигона. Также приведены альтернативные методы переработки твердых отходов.

Произведены расчёты проектируемой и фактической вместимости полигона твердых отходов, организации эксплуатации полигона, потребности в бульдозерах, потребности в воде для увлажнения отходов, определены штатный состав сотрудников и режим работы. Описана схема расположения хозяйственной зоны и инженерных сооружений. Расписано расположение скважин, предназначенных для долговременного проведения мониторинга окружающей среды в местах складирования твердых отходов. Приведено описание эксплуатации полигона.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ и оценка воздействия полигона твердых отходов на атмосферу. Выявлено, что на период эксплуатации полигона, расчетные максимальные приземные концентрации на границе санитарно-защитной зоны по всем загрязняющим веществам, поступающим в атмосферу, ниже предельно-допустимых концентраций.

Проведен анализ и оценка воздействия на гидросферу. Выявлено превышение годовой величина инфильтрующих осадков по каждой очереди эксплуатации полигона.

Предложено устройство противофильтрационного экрана с использованием геосинтетических материалов и внутреннего дренажа. Приведено подробное описание технологии укладки противофильтрационного экрана.

Произведен расчёт внутреннего дренажа для одной очереди эксплуатации полигона. Рассчитана вероятность безотказной работы системы в зависимости от наработки,  $Q$ -процентная наработка системы при  $Q = 60\%$  равна  $0,033 \cdot 10^6$  ч, а наработка до отказа –  $0,063 \cdot 10^6$  ч. Сделан вывод, что данная система достаточно надежна и не требует проведения мероприятий по повышению надежности.

Дана характеристика условий труда диспетчера КПП с точки зрения безопасности жизнедеятельности и предложено провести расчёт искусственного освещения. В результате расчетов было определено фактическое освещение, равное 178 лк, что на 16% превышает нормативное. Значит, предложенный светильник ЛСП 13-2-40-002 обеспечивает необходимое освещение в КПП.

Определена эколого-экономическая эффективность природоохранного мероприятия, предложенного в данной работе срок окупаемости предложенного природоохранного мероприятия равен 6,5 лет.

Таким образом, реализация предлагаемого решения является технологически возможной, экологически эффективной и экономически целесообразной.

## Список использованной литературы

1. Алексеенко, С.В., Басин, А.С. Универсальная технология использования твердых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива.- М: Библиогр, 2017. – 265с.
2. Андросова, Н.К. Экология. Основы геоэкологии: учеб. для бакалавров / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин. - М.: Юрайт, 2016. - 542 с.
3. Бобович, Б. Б., Девяткин, В.В. Переработка отходов производства и потребления. - М.: Высшая школа, 2016. –496 с.
4. Вайсман, Я.И., Коротаев, В.Н., Петров, В.Ю. Управление отходами. Захоронение твердых отходов. – Пермь: Высшая школа, 2016. – 280с.
5. Гринин, А.С., Новиков, В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. - М.: ФАИР-Пресс, 2017. - 336 с.
6. Данилов-Данильян, В.И. и др. Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия: Опыт эколого-экономического анализа. - М.: Знание, 2014. - 233 с.
7. Зайцев, В.А. Промышленная экология: учеб. пособие / В.А. Зайцев. - М.: Бином. ЛЗ, 2016. - 382 с.
8. Какарека, Э.В. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова, О.В. Шершнев; Под ред. М.Г. Ясовеев. - М.: НИЦ Инфра-М, Нов. знание, 2017. - 292 с.
9. Ларионов, Н.М. Промышленная экология: учеб. для бакалавров / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 495 с.
10. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии. - М.: Высшая школа, 2015. – 447 с.
11. Медведев, В.Т. Охрана труда и промышленная экология / В.Т. Медведев. - М.: Academia, 2018. - 206 с.
12. Мешечко, Е.Н. Основы экологии; Мн: Экоперспектива - М.: Академия, 2017. - 376 с.
13. Мирный, А.Н. Санитарная очистка и уборка населенных мест. - М.: Высшая

- школа, 2016. – 321с.
- 14.Разнощик, В.В. Рекультивация территорий закрытых полигонов твердых бытовых отходов в больших городах. – М.: МГЦНТИ, 2016. - 315с.
  - 15.Родионов, А. И., Клушин,И.Р., Торочешников,Н.С. Техника защиты окружающей среды.– М.: Химия, 2017. – 512 с.
  - 16.Калугина, С.М.,Селиванова, С.В., Колыванова, Е.В. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами. - СПб.: СПбГПУ, 2015. - 300с.
  - 17.Короновский, Н.В. Геоэкология: учеб.пособие / Н.В. Короновский. - М.: Academia, 2018. - 544 с.
  - 18.Николайкина, Н.Е. Промышленная экология: Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта: учеб. пособие / Н.Е. Николайкина, А.М. Матягина и др. - М.: Академкнига, 2016. - 239 с.
  - 19.Новиков, Ю.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 2015. - 287 с.
  - 20.Орлов, М.С. Гидрогеоэкология городов: учеб.пособие / М.С. Орлов, К.Е. Питьева. - М.: Инфра-М, 2017. - 268 с.
  - 21.Пахомова, Н., Рихтер, К., Эндрес, А. Экологический менеджмент – СПб.: Питер:Библиогр,2015. – 352с
  - 22.Семенова, И.В. Промышленная экология: учеб. пособие / И.В. Семенова. - М.: Академия, 2014. - 288 с.
  - 23.Стурман, В.И. Геоэкология: учеб. пособие / В.И. Стурман. - СПб.: Лань, 2018. - 228 с.
  - 24.Тетельмин, В.В. Геоэкология углеводородов / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. - 304 с.
  - 25.Тимофеева, С.С. Промышленная экология. Практикум: учеб. пособие / С.С. Тимофеева, О.В. Тюкалова. - М.: Форум, 2015. - 384 с.
  - 26.Федорова, А.И. Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, Л.А. Никольская. – М.: Владос, 2014. – 280 с.
  - 27.Фомичева, Е.В. Экономика природопользования: учеб. пособие. - М.:

Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2015. – 208 с.

28. Холина, В. Н. Основы экономики природопользования. – СПб.: Питер: 2017. - 672с.

29. Экология и экономика природопользования: учеб. / Под ред. Э.В. Гирусова, В.Н. Лопатина. – М.: Изд. ЮНИТИ, 2016. – 519с.

30. Ясовеев, М.Г. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова. - М.: Инфра-М, 2015. - 316 с.