

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

**Оптимизация размещения объектов твёрдых коммунальных отходов на
территории Саратовской области (на примере Турковского, Балашовского и
Красноармейского районов)**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направления 05.03.06 Экология и природопользование

географического факультета

Папилина Дмитрия Вячеславовича

Научный руководитель

доцент, к.г.н.

должность, уч. степень, уч. звание

М.Ю. Проказов

инициалы, фамилия

подпись, дата

Зав. кафедрой

д.г.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

В.З. Макаров

инициалы, фамилия

подпись, дата

Саратов 2024

Введение. Тема данной работы актуальна, так как твёрдые коммунальные отходы (ТКО) являются одной из наиболее острых экологических проблем современности. По данным Росстата, в 2020 году в России было собрано более 60 миллионов тонн ТКО, из которых только около 10% было переработано или утилизировано, а остальные 90% были захоронены на полигонах или свалках (Основные показатели охраны окружающей среды... [Электронный ресурс], 2020).

Цель работы: разработка оптимальной схемы размещения объектов ТКО на территории Саратовской области на примере Балашовского, Красноармейского и Турковского районов.

Основные задачи:

1. Изучить теоретические основы оптимизации размещения объектов ТКО, включая понятие, виды, методы и критерии размещения;
2. Спроектировать архитектурно-планировочное и объемное решение мусороперерабатывающего завода (МПЗ) с учетом требований к защите строительных конструкций, этапов и концепции производства, технологического процесса и нормативов по выбросам;
3. Провести анализ картографических данных по Турковскому, Балашовскому и Красноармейскому районам Саратовской области и дать рекомендации по выбору мест для постройки МПЗ;
4. Разработать программу оптимизации размещения объектов сбора ТКО с учетом проектируемого МПЗ, используя методы линейного программирования и геоинформационных систем;
5. Выполнить экономическую оценку проекта по размещению объектов ТКО.

Объект исследования: объекты сбора твердых коммунальных отходов (ТКО) на территории Саратовской области.

Предмет исследования: оптимизация размещения объектов ТКО, связанных с их сбором, транспортировкой, переработкой и утилизацией, с учетом различных факторов.

Методы исследования: работа с литературными источниками, картографический метод, машинное обучение.

Материалы исследования: учебники, Интернет-ресурсы, картографические материалы, статистические данные.

Структура и объём работы. Представленная работа включает введение, 4 раздела, заключение, список использованных источников, приложение. Общий объём работы составляет 54 страницы. Включает в себя 16 рисунков, 6 таблиц, 3 приложения.

Основное содержание работы.

1 Теоретические основы оптимизации размещения объектов ТКО.

Твердые коммунальные отходы - отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами (Об отходах производства и потребления, 1998)

Планирование, размещение и постройка мусоросжигательного завода на территории рассматриваемых районов основаны на следующих сводах правил:

- 1) СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий»;
- 2) В соответствии с СП 4.13130.2013 на участках нужно строить минимальное количество зданий. Производственные, вспомогательные и складские помещения лучше размещать в одном или нескольких больших зданиях.

Пожаровзрывоопасные, пожароопасные и административно-бытовые помещения можно объединять, если это не противоречит технологии и нормативам.

Поверхность территории должна иметь уклоны от 0,003 до: 0,05 – на глине; 0,03 – на песке; 0,01 – на лессе и мелком песке; 0,03 – на вечномёрзлых грунтах. На просадочных грунтах II типа уклоны должны быть не менее 0,005.

Для озеленения земельного участка следует применять местные виды растений с учетом их санитарно-защитных и декоративных свойств и устойчивости к вредным веществам, выделяемым предприятиями. Существующие древесные насаждения следует по возможности сохранять.

2 Планировочная часть. Мусороперерабатывающий завод (МПЗ) – это предприятие, которое занимается сбором, транспортировкой, сортировкой и переработкой твердых бытовых отходов (ТБО) в целях получения вторичного сырья или энергии. МПЗ можно назвать комплексом технологических процессов по обращению с твердыми коммунальными отходами, он способствует решению экологических и социальных проблем, связанных с накоплением и захоронением мусора, а также экономическим проблемам, связанным с дефицитом сырья и энергии.

Согласно СП 56.13330.2011 «Производственные здания» подпункт 4.11 общая площадь здания рассчитывается как сумма площадей всех этажей (надземных, включая технические, цокольного и подвальных), измеренных по внутренним поверхностям наружных стен (или осей крайних колонн, где нет наружных стен), тоннелей, внутренних площадок, антресолей, всех ярусов внутризданийных этажерок, рамп, галерей (в горизонтальной проекции) и переходов к другим зданиям.

Общая площадь проектируемого объекта – 351 648 м².

Площадь застройки определяется по внешнему контуру здания на уровне цокольного этажа, с учетом выступающих частей, проездов внутри здания, частей здания, не имеющих наружных ограждающих конструкций.

Площадь застройки проектируемого объекта – 51 670,92 м².

Проектом предусмотрена укладка вокруг здания асфальтобетонной отмостки шириной 1500 мм и толщиной от 8 до 30 мм на основании из щебня толщиной от 8 до 120 мм, которое будет насыпано на плотно утрамбованный грунт.

При расчёте мощности планируемых технологических линий используются показатели количества ТКО, которое необходимо сортировать за час времени работы линии.

3 Оптимизация размещения объектов ТКО на территории Саратовской области (на примере Турковского, Балашовского и Красноармейского районов). В ходе территориального анализа размещения твёрдых коммунальных отходов на территории Саратовской области были выявлены наиболее проблемные районы – Турковский, Балашовский и Красноармейский. Районы отличаются высоким фактическим процентом заполнения свалок (более 70%), а их удалённое расположение от основных мусороперерабатывающих комплексов затрудняет транспортировку отходов (рисунок 1).

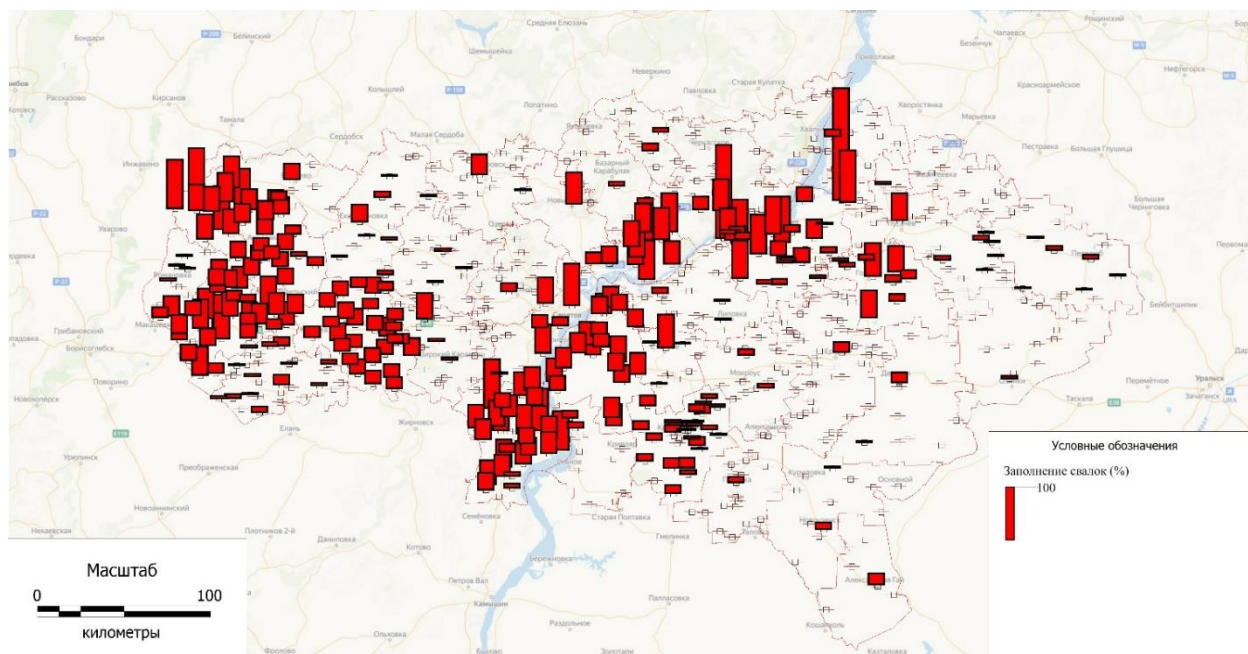


Рисунок 1 – Фактическое заполнение свалок на территории Саратовской области, 2021 год (составлено автором по (Фондовые материалы лаборатории СГУ))

Геологические условия Турковского района, включая тектонику и литологию формирующих рельеф пород, отличаются простотой и однообразием. В геоморфологическом аспекте, район представляет собой ледниково-аккумулятивную равнину с мягко-волнистым рельефом, которая пересечена системами речных долин, балок и оврагов. Климатический район строительства, по классификации СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», относится к подрайону III-B (Строительная климатология, 2012). Таким образом, климатические условия района не являются препятствием для строительства. Территория МПЗ расположена в 1 километре к югу от административного центра района – г. Турки, кадастровый номер участка: 64:35:130511:121 (Росреестр, публичная кадастровая карта [Электронный ресурс], 2023).

Балашовский район — это слабовсхолмленная равнина, где абсолютные высоты достигают 105 - 230 метров (Балашовский район, гипсометрическая карта, 2008). Равнину прорезают узкие долины рек и балок, которые имеют глубину от 20 до 60 метров. Согласно этим данным, территория имеет благоприятные условия для строительства. На территории участка не распространена ветровая эрозия, заболачивание, засоление или обнажение горных пород. Территория планируемой постройки расположена в 5 километрах в юго-западном направлении от города Балашова (Балашовский район, гипсометрическая карта, 2008). Кадастровый номер участка: 64:06:130401:44 (Балашовский район, гипсометрическая карта, 2008).

Красноармейский район находится на юге Приволжского поднятия. Его рельеф состоит из поднятой к востоку возвышенной равнины, которая резко спускается к Волге и сильно нарушена долинами рек, балками и оврагами. Основная линия водораздела Приволжского поднятия отстоит от Волги на 5 – 25 км и достигает высоты до 300 м над уровнем моря. Район имеет континентальный, теплый и сухой климат. Зимой погода определяется периферией сибирских антициклонов, которые приносят морозы и засуху, с снижением среднемесячной температуры января до -11° , -12°C . Летом район находится под влиянием

атлантических воздушных потоков и горячих юго-восточных ветров (суховеев). Место планируемой постройки МПЗ расположено к югу от города Красноармейска, кадастровый номер: 64:16:120301:30 (Росреестр, публичная кадастровая карта [Электронный ресурс], 2023).

Для решения задачи оптимизации размещения объектов накопления ТКО относительно завода по переработке были использованы различные библиотеки Python: pandas, geopandas, folium, osmnx, shapely, networkx и sklearn (Рашка С., 2020). Первоначально решается задача кластеризации по коэффициенту отходов на жителя по всем районам Саратовской области с помощью метода DBSCAN. В результате работы районы Саратовской области были кластеризованы по коэффициенту отходов на жителя: низкий, средний, высокий. Для наглядности результата было проведено районирование территории Саратовской области путём её деления на квадраты. Можно заметить, что высокие коэффициенты отходов на жителя (более 0.30) приходятся на крупные города – административные центры районов. Например, г. Красноармейск, г. Балашов, г. Балаково, г. Саратов и г. Энгельс. В ходе работы алгоритма с использованием кода Python была проведена оптимизация размещения точек сбора ТКО для Турковского, Балашовского и Красноармейского районов.

4 Экономическая оценка проекта. Расчётная сумма проекта составляет 202 395 600 рублей. Окупаемость проекта 36 месяцев. Если предположить, что доходы от продажи переработанного сырья покрывают операционные расходы и обеспечивают достаточный денежный поток для возврата инвестиций в течение 36 месяцев, то проект можно считать рентабельным. Средний срок эксплуатации оборудования — 5 лет. Монтаж оборудования и пуско-наладочные работы выполняются силами специалистов компании. Для получения вторсырья из различных источников энергии требуется только электричество. В процессе производства применяются паровая вода, газ природный. Электрическое оборудование, составляющее линию, и прочее, питается от трансформаторной

станции собственника. Величину амортизации считаем линейным методом исходя из стоимости оборудования 7 057 006 руб. и срока эксплуатации 5 лет. Предположим, что операционные расходы составляют 50% от выручки, тогда среднегодовая чистая прибыль будет составлять:

Среднегодовая чистая прибыль = 957000000 руб. – (957000000 руб. * 0.5) = 478500000 руб.

Мусороперерабатывающий завод может генерировать прибыль за счет реализации многогранной стратегии, основанной на следующих принципах (Крепша Н. В., 2011):

1. Переработка отходов в ценные материалы: сортировка и разделение (отходы сортируются на различные категории, такие как пластик, металл, бумага, стекло и органика), переработка (каждый тип материала перерабатывается в полезные продукты;

2. Производство энергии: сжигание отходов (органические материалы могут сжигаться для производства энергии);

3. Услуги по утилизации отходов: муниципальные контракты (заключаются контракты с муниципалитетами на сбор и утилизацию бытовых отходов за плату), промышленные отходы;

4. Государственные субсидии и льготы: гранты (правительства могут предоставлять гранты для поддержки строительства и эксплуатации мусороперерабатывающих заводов), квоты на утилизацию;

5. Инновационные технологии: создание новых продуктов (переработанные материалы могут быть использованы для создания новых продуктов с высокой добавленной стоимостью).

Существуют и факторы риска, которые могут возникнуть в процессе производства и привести к ухудшению финансового предприятия на разных стадиях его существования.

Заключение. В ходе выполнения дипломной работы были решены следующие задачи:

1. Изучены теоретические основы оптимизации размещения объектов ТКО, включая понятие, виды, методы и критерии размещения;
2. Спроектировано архитектурно-планировочное и объемное решение МПЗ с учетом требований к защите строительных конструкций, этапов и концепции производства, технологического процесса и нормативов по выбросам;
3. Проведен анализ картографических данных по Турковскому, Балашовскому и Красноармейскому районам Саратовской области и даны рекомендации по выбору мест для постройки МПЗ;
4. Оптимизировано размещение объектов сбора ТКО с учетом проектируемого МПЗ, с помощью методов линейного программирования и геоинформационных систем;
5. Выполнена экономическая оценка проекта по размещению объектов ТКО, рассчитав затраты, доходы, эффективность и рентабельность инвестиций.

Основным результатом работы является разработанная схема размещения объектов сбора ТКО в Турковском, Балашовском и Красноармейском районах Саратовской области.