

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ
и.о. заведующего кафедрой
к.г.н., доцент
Ахмедова И.Д.
2017 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ
ОТХОДОВ И СНИЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Рациональное природопользование»

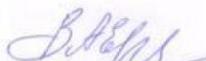
Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



(Подпись)

Акшаева
Анастасия
Валерьевна

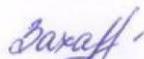
Научный руководитель
к.п.н, доцент



(Подпись)

Ермолаева
Валентина
Алексеевна

Рецензент
к.б.н., доцент,
ТИУ



(Подпись)

Захарова
Елена
Викторовна

Тюмень, 2017

Аннотация. В настоящее время практически 100% твердых бытовых отходов, образованных на территории города Тюмени, направляется на полигонное захоронение, которое в условиях большого города оказывает негативное влияние на окружающую природную среду. К 2021 году, при условии соблюдения предписанных объемов ежегодного захоронения, действующий полигон ТБО города Тюмени прекратит свое существование и будет рекультивирован. Следовательно, проблема управления отходами города не только не утрачивает своей актуальности, но и приобретает статус «необходимой» для решения.

В работе рассмотрена действующая схема управления твердыми бытовыми отходами на территории города Тюмени. Выявлены особенности накопления, хранения, утилизации ТБО. Подробно рассмотрены методы утилизации твердых бытовых отходов – полигонное захоронение, сжигание, комплексная переработка. Выявлены преимущества и недостатки каждого из методов. Изучен опыт других регионов и стран в области управления бытовыми отходами.

Также в магистерской диссертации представлены результаты проведенного социологического опроса, направленного на оценку степени информированности граждан о возможностях обращения с твердыми бытовыми отходами и возможного вовлечения населения в процесс предварительной сортировки отходов для дальнейшей их переработки. Произведен расчет образования твердых бытовых отходов на территории г.Тюмени. С экономической точки зрения оценены рассматриваемые методы работы с ТБО. Один из вариантов предложен для решения проблемы с управлением отходами на территории г. Тюмени.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, методы утилизации ТБО, захоронение отходов, полигон твердых бытовых отходов, термическая обработка отходов, комплексная переработка отходов, сортировка отходов, управление твердыми бытовыми отходами, минимизация негативного воздействия на окружающую среду.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ОБЪЕКТ НАРУШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ.....	9
1.1 Анализ существующих достижений в области исследования.....	9
1.2 Понятие «твердые бытовые отходы».....	11
1.3 Особенности накопления, хранения, утилизации ТБО.....	15
1.4 Экологическая опасность ТБО.....	19
1.5 Оценка размещения ТБО в г.Тюмени.....	21
Выводы.....	28
ГЛАВА 2 МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....	30
2.1 Захоронение ТБО.....	30
2.2 Сжигание ТБО.....	39
2.3 Комплексная переработка ТБО.....	49
Выводы.....	54
ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ.....	57
3.1 Расчет образования твердых бытовых отходов на территории г.Тюмени.....	58
3.2 Оценка предложенных вариантов объекта утилизации ТБО.....	60
3.3 Исследование заинтересованности горожан в изменении политики управления в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами.....	80
3.4 Обоснование выбора варианта утилизации ТБО в г. Тюмени.....	83
3.5 Выбор возможного варианта размещения объекта утилизации ТБО в г.Тюмени.....	83
Выводы.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	98

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В настоящее время в мире происходит постоянное увеличение объемов производства и потребления товаров и услуг. Практически для каждого региона характерна ситуация «профицита» товаров, что обусловлено увеличением покупательной способности населения с течением времени. В России также наблюдается ежегодный прирост производимых и поставляемых товаров, а разнообразие продукции, наличие ее в магазинах шаговой доступности и продуманные маркетинговые кампании подталкивают покупателя к стратегии «экстра» потребления. При этом необходимо осознавать, что практически любой товар, участвующий в торгово-рыночных операциях, упакован и по мере утраты своих потребительских свойств подлежит дальнейшей утилизации. Несмотря на непрерывное развитие технологий в области обращения с отходами производства и потребления, с течением времени процесс захоронения и утилизации усложняется, так как в производство упаковки товаров включают все более сложные в химических взаимодействиях вещества, переработка или уничтожение которых весьма затруднительна. С каждым годом образуются новые объемы использованных и утративших свои потребительские свойства товаров, в то время как свободные площади городов, регионов и стран уменьшаются в результате активной застройки и вовлечения дополнительных земель в хозяйственное использование. Следовательно, проблема управления отходами производства и потребления не только не утрачивает своей актуальности, но и приобретает статус «необходимой» для решения. Сейчас практически 95% отходов, образующихся на территории Российской Федерации, подлежат захоронению на полигонах ТБО. Полигонное захоронение отходов имеет ряд недостатков, которые в условиях большого города могут оказывать негативное влияние на окружающую природную среду. К альтернативным методам решения проблемы с отходами можно отнести - термическое обезвреживание отходов и сортировку отходов с последующей переработкой. Каждый из перечисленных методов имеет свои преимущества и недостатки.

За последние несколько десятилетий в городе Тюмени наблюдается положительный прирост населения. Это означает, что количество образующихся отходов на территории города продолжает увеличиваться. На данный момент лишь малая часть образующихся в г. Тюмени ТБО силами частных организаций и добровольческих движений вывозится в другие города для дальнейшей переработки. Это относится к отходам пластика различного вида, мукулатуре и стекла. Практически 100% отходов направляется на полигонное захоронение. Полигон твердых бытовых отходов, расположенный по адресу: г. Тюмень, 9-й км

Велижанского тракта, находится в ведении государственного предприятия Тюменской области «КОМТЕХ». Полигон был введен в эксплуатацию в 2010 году. Расчетный срок эксплуатации полигона составляет 11 лет, из которых семь с половиной он уже функционирует. Следовательно, существует необходимость изучения особенностей путей решения проблемы дальнейшей утилизации ТБО. В данной работе рассмотрены различные варианты методов управления твердыми бытовыми отходами, их особенности, преимущества и недостатки. Рассчитаны экономические особенности строительства и поддержания в режиме эксплуатации каждого из рассматриваемых объектов. Произведен социологический опрос населения на тему оценки предложенных методов обращения с отходами как социальный фактор при оценке методов. Один из рассмотренных вариантов предложен как метод управления отходами в г.Тюмени.

Цель исследования: оценка методов утилизации твердых бытовых отходов и выбор наиболее оптимального варианта для внедрения в систему обращения с отходами на территории г. Тюмени.

Для достижения поставленной цели выдвинуты следующие *задачи*:

- исследовать особенности накопления, хранения, утилизации ТБО; оценить существующую систему управления ТБО в г. Тюмени;
- дать сравнительную характеристику методов обращения с твердыми бытовыми отходами;
- произвести эколого - экономическую оценку предложенных вариантов решения проблемы обращения с ТБО;
- выявить заинтересованность горожан в изменении политики управления в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами.
- обосновать выбор варианта утилизации ТБО и размещения объекта утилизации ТБО в г. Тюмени

Объект исследования: твердые бытовые отходы, образованные в процессе деятельности физических и юридических лиц, индивидуальных предпринимателей.

Предмет исследования: методы утилизации твердых бытовых отходов - полигонное захоронение, термическая обработка, комплексная переработка.

Методы исследования.

В работе были применены уже существующие методики расчета необходимых площадей, емкостей рассматриваемых объектов утилизации твердых бытовых отходов и

затрат на их строительство и эксплуатацию. В частности, взята методика расчета затрат на эксплуатацию полигона В.А. Бычковой (2011 г.). Расчет образующихся на территории г. Тюмени отходов выполнен с учетом ориентировочных норм накопления ТБО, прописанных в издании «Сбор и переработка твердых коммунальных отходов» Л.И. Соколова, С.М. Кибардина (2017 г.). Определение проектной вместимости и расчет требуемой площади для полигона ТБО был произведен в соответствии с методикой, описанной в «Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов» (1996 г.). Расчет производительности комплекса по переработке отходов осуществлен на основе метода, описанного Л.Я. Шубовым в его учебном пособии «Технология твердых бытовых отходов» (2013 г.). Две крупные немецкие организации «GKW Consult» и «East Consul» под руководством своих ведущих специалистов в 1996 г. провели качественную сравнительную оценку существующих технологий термической переработки твердых бытовых отходов. Описание данного исследования было опубликовано в учебном пособии «Технологии отходов» под авторством Л.Я. Шубова, М.Е. Ставрорского, Д.В. Шехирева (2006 г.). Результаты исследования были взяты автором для выбора метода термической обработки отходов для дальнейшего рассмотрения. Расчет стоимости работ по строительству и эксплуатации полигона твердых бытовых отходов производился согласно методике В. И. Коробко, В.А. Бычковой, описанной в монографии «Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство» (2012 г.).

Научная и теоретическая значимость работы:

1. Произведен анализ существующих достижений в области управления ТБО.
2. Доказано, что самым эффективным способом утилизации ТБО с эколого - экономической точки зрения является их комплексная переработка.

Практическая значимость исследования:

1. Дана эколого - экономическая оценка предложенных вариантов решения проблемы обращения с ТБО.
2. Обоснован выбор возможного варианта размещения объекта утилизации ТБО в г.Тюмени.

На защиту выносятся положение:

- о необходимости и целесообразности использования комплексной переработки ТБО, как основного метода утилизации в условиях большого города.

На защиту также выносятся карта - схема с обоснованием расположения мусороперерабатывающего комплекса, мусороперегрузочных станций и путей транспортировки ТБО.

Данная диссертация представлена тремя главами на 96 страницах. Первая глава посвящена твердым бытовым отходам как объекту нарушения экологического фона городской среды – приводятся особенности накопления, хранения, утилизации отходов в условиях города; рассмотрена ситуация обращения с твердыми бытовыми отходами на территории г. Тюмени. Во второй главе описаны методы обращения с твердыми бытовыми отходами - полигонное захоронение, термическая обработка (сжигание), комплексная переработка. В главе рассмотрены преимущества и недостатки каждого из методов, некоторые особенности проектирования и технологических линий объектов. Глава 3 представляет собой практическую часть – в ней выполнен сравнительный анализ предложенных методов обращения с твердыми бытовыми отходами; рассмотрены варианты размещения объекта утилизации отходов на территории г. Тюмени; применены методики расчета необходимых объемов для рассматриваемых объектов, рассчитаны экономические выгоды и экологические особенности строительства. В конце каждой из глав приведены краткие выводы по рассмотренному материалу. В заключении отражены основные выводы о проделанной работе, результаты сравнительной характеристики методов обращения с твердыми бытовыми отходами.

Для более детального анализа информации по поставленной проблеме в конце диссертации включены приложения с таблицами, иллюстрациями и схемами. Приложение А содержит перечень организаций, оказывающих услуги по сбору, транспортированию, утилизации, обезвреживанию и захоронению ТБО в г.Тюмени. В приложении Б представлен список организаций, осуществляющих прием вторичного сырья в г.Тюмени и адреса приема материалов. В приложении В можно ознакомиться с перечнем видов промышленных отходов, прием которых на полигоны ТБО допускается без ограничений. В приложении Г описаны наиболее распространенные на территории Российской Федерации нарушения при строительстве и эксплуатации ТБО, выявленные в результате проверок. В Приложении Д представлена наиболее распространенная в цикле комплексной переработки схема организации технологического цикла ТБО. Приложение Е содержит примеры решения проблемы управления отходами производства и потребления в других регионах нашей страны и зарубежный опыт по данному вопросу. Исходные данные для расчета затрат на

эксплуатацию полигона ТБО расположены в приложении Ж. В приложении И находится образец анкеты с полным перечнем вопросов для опроса населения по вопросам возможного изменения политики управления твердыми бытовыми отходами. Статистика по ответам анкетирования в виде диаграмм находится в приложении К.

Основные положения и результаты магистерской диссертации озвучены на 68 ежегодной студенческой научной конференции Тюменского государственного университета с присуждением диплома 3 степени. По результатам написания диссертации было опубликовано 2 статьи: «Исследование заинтересованности горожан в нормализации экологического фона городской среды через управление твердыми коммунальными отходами на примере города Тюмени» в научном журнале «Наука и образование сегодня» (№6, 2017) и «Сравнительный анализ методов утилизации твердых бытовых отходов и снижение степени экологических рисков для обеспечения нормального экологического фона городской среды» в международном научном журнале «Science Time» (№5, 2017).

ГЛАВА 1 ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ОБЪЕКТ НАРУШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОНА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

1.1 Анализ существующих достижений в области исследования

Большое количество опубликованных изданий и статей связано с описанием особенностей, технологий и процессов полигонного захоронения и комплексной переработки. Лишь немногие авторы используют в своих работах методики для расчета количественных показателей. В монографии В. И. Коробко и В. А. Бычковой «Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство» (2012 г.) подробно описана методика расчет стоимости работ по строительству и эксплуатации полигона твердых бытовых отходов, а также расчета оптимального тарифа на захоронение отходов. Исходные данные для расчета объемов образующихся ТБО и необходимых производственных площадей принимаются согласно Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов (1996 год).

Издание «Сбор и переработка твердых коммунальных отходов» Л.И. Соколовой, С.М. Кибардиной (2017 г.) содержит информацию об ориентировочных нормах накопления отходов для населения и юридических лиц. Порядок определения проектной вместимости и расчета требуемой площади для полигона твердых бытовых отходов описан в методике «Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов» (1996 г.).

Две крупные немецкие организации «GKW Consult» и «East Consul» под руководством своих ведущих специалистов в 1996 г. провели качественную сравнительную оценку существующих технологий термической переработки твердых бытовых отходов. Методика заключалась в присвоении фактора приоритета (определенного балла от 10 до 50) выбранным критериям путем сравнительной оценки параметров. Наибольший балл присваивался за лучший показатель, и наоборот. Анализ проводился по 24 критериям, разделенных на группы общих, энергетических, экологических и прочих. Методика позволила установить наиболее эффективные термические технологии: слоевое сжигание на колосниковых решетках, сжигание в кипящем слое и отечественная технология газификации были определены как наиболее эффективные технологии термической переработки ТБО. Описание данного исследования было опубликовано в учебном пособии «Технологии отходов» под авторством Л.Я. Шубова, М.Е. Ставрoнского, Д.В. Шехирева (2006 г.).

Результаты исследования были взяты автором для выбора метода термической обработки отходов для дальнейшего рассмотрения.

Л.Я.Шубов, профессор, доктор технических наук, опубликовал большое количество работ, посвященных исследованию экономической эффективности технологий утилизации ТБО, альтернативных полигонному захоронению. Он изучал эффективность технологий сжигания, сжигания и последующей переработки, компостирования и комплексной переработки. Рассматривал комплексные затраты и выгоды от применяемых технологий. В своей статье «Комплексная переработка отходов» (2010) описал экономическую эффективность различных методов и рассчитал производительность комплексов по утилизации твердых бытовых отходов. Анализ технологий переработки ТБО с точки зрения их экономической эффективности, рассмотренный Л.Я.Шубовым, был взят автором диссертации как исходные данные для дальнейшего исследования. Были использованы данные по технологии сжигания и комплексной переработке. Автором диссертации самостоятельно были вычислены показатели по полигонному захоронению.

Ежемесячный журнал «Твердые бытовые отходы» содержит большое количество статей об опыте других регионов и стран по вопросам безопасного обращения с отходами потребления. Автором магистерской диссертации были проанализированы несколько статей об опыте г. Чебоксары, г. Бреста, Швейцарии и Майорки. Были определены основные аспекты урегулирования проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами.

В ходе написания диссертации и изучения материала по теме был сделан вывод об отсутствии работ по комплексному анализу всех перечисленных автором технологий с точки зрения экологических, экономических и социальных аспектов.

1.2 Понятие «твердые бытовые отходы»

Понятие твердых бытовых отходов на законодательном уровне было изменено на «твердые коммунальные отходы» 29 декабря 2014 года.

«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». [1]

Частные и многоквартирные дома, садовые общества, коттеджные поселки, офисные здания и производственные помещения характеризуются как источники образования твердых бытовых отходов. [9]

Однако, кроме твердых коммунальных отходов, выделяют также отходы производства (промышленные отходы). Отходы производства и потребления - вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению. [1]

Отходы могут рассматриваться как «безвозвратные» - которые нецелесообразно использовать вторично, так и «возвратные» - т.е. экономически подходящие для вторичного использования - отходы, которые используют в народном хозяйстве в качестве сырья (полуфабриката) или добавки к ним для выработки вторичной продукции или топлива как на самом предприятии, где образуются используемые отходы, так и за его пределами. [20]

Твердые бытовые отходы являются источником загрязнения окружающей природной среды. Они служат источником распространения вредных биологических, химических, и биохимических веществ. При рассмотрении комплекса проблем, связанных со сбором, транспортировкой, утилизацией и обезвреживанием ТБО, необходимо, в первую очередь, обратить внимание на их свойства и состав. Морфологический состав ТБО предопределяет особенности сбора, сортировки, последующую схему утилизации или переработки отходов. [26]

Источником образования твердых бытовых отходов служат любые объекты, деятельность людей на которых связана с использованием той или иной продукции с

последующей утратой потребительских свойств. К таким объектам можно отнести жилые здания (индивидуальные и многоквартирные дома), хозяйственные объекты – магазины, гостиницы, автозаправочные станции, предприятия общественного питания – кафе, столовые, рестораны и т.д. Без образования ТБО невозможны строительство и снос зданий и сооружений, зеленое строительство (парки, сады, пляжные зоны), уборка уличной территории. Любое воспитательное или образовательное, культурное учреждение также является источником образования ТБО – к ним относятся детские сады, школы, университеты, больницы, театры, спортивные секции и др. Большой процент отходов наблюдается в таких секторах экономики как промышленность и сельское хозяйство. Образование ТБО затрагивает все сферы общественной жизни. На сегодняшний день ни один объект на территории Российской Федерации не может функционировать без образования отходов. Именно поэтому проблемам сбора, накопления и утилизации твердых бытовых отходов необходимо уделять большое внимание и находить пути их решения.

Твердые бытовые отходы можно классифицировать следующим образом:

а) по происхождению:

- отходы производства (промышленные отходы)
- отходы потребления (коммунально-бытовые)
- медицинские отходы

б) по агрегатному состоянию:

- твердые
- жидкие
- газообразные

в) по физико-химическим свойствам:

- активные (агрессивные химические вещества)
- инертные (не вступающие во взаимодействие с компонентами окружающей среды)[6]

В зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду отходы подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, на пять классов опасности:

- I класс - чрезвычайно опасные отходы (радиоактивные отходы, содержащие соединения свинца, ртути, бензапирен и др.);

- II класс - высокоопасные отходы (отработанные аккумуляторные батареи, отработанные масла и др.);
- III класс - умеренно опасные отходы (отходы, содержащие металлы – медь, хром, цинк, марганец, соли и др.);
- IV класс - малоопасные отходы (отходы от строительных работ и др.);
- V класс - практически неопасные отходы (бытовые, офисные отходы, макулатура и др.)

Класс опасности отходов устанавливается с использованием экспериментальных (основан на биотестировании водной вытяжки) или расчетных методов по степени возможного вредного воздействия на окружающую среду. [1]

Также твердые бытовые отходы можно разделить на следующие группы:

А. Отходы из природных материалов

1. Пищевые (гниющие) отходы.
2. Отходы медицинских, лечебных, научно-исследовательских организаций, а также отходы лечебных ветеринарных учреждений.
3. Полимерные отходы из природных материалов, в том числе отходы древесины, картона, целлюлозно-бумажные, оберточные материалы.

Б. Производственные отходы.

1. Металлические отходы.
2. Отходы отработанных химических источников.
3. Бой стекла и стеклопосуды.
4. Отходы полимерных материалов синтетической химии, в том числе резина и резинотехнические изделия и все оберточные материалы, полимерная тара из продуктов синтетической химии.
5. Радиоактивные отходы. [23]

В целях реализации Федерального закона от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления" был разработан Федеральный классификационный каталог отходов. Каталог утвержден приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 18.07.2014 № 445. Он представляет собой перечень образующихся на территории Российской Федерации отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: по происхождению отхода, по агрегатному и физическому состоянию, по опасным свойствам, по степени вредного воздействия на окружающую природную среду. [33]

По морфологическому признаку ТБО можно разделить на следующие компоненты: картон, бумагу, металл черный, металл цветной, дерево, пищевые отходы, кости, текстиль, кожу, стекло, камни, резину и другие полимерные материалы, прочие, в том числе медицинские отходы. [30]

При изучении структуры современных бытовых отходов особое внимание уделяют трем основным группам – пищевым, бумажно-картонным и полимерным, суммарно составляющим более 2/3 всей всего объема. Морфологический состав отходов, образующихся в городах России, различен, покомпонентный анализ отходов в различных климатических зонах России представлен в Таблице 1. Соотношение различных видов отходов значительно колеблется по сезонам, городам и регионам страны, что определяется рядом таких факторов, как степень благоустройства жилого фонда, вид топлива, используемый для отопления, развитие общественного питания, торговли, образ жизни, степень благосостояния и образованности населения, экономическая направленность и специализация региона. Кроме того, сезонные изменения состава ТБО характеризуются увеличением содержания пищевых отходов к осеннему сезону, что связано с большим количеством употребляемых овощей и фруктов. Осенью и зимой сокращается содержание уличного смета. [28]

Таблица 1 - Морфологический состав городских ТБО в России, % (по данным А.Н.Мирного, Н.Ф.Абрамова, 2005) [31]

Компоненты отходов	Месторасположение объекта		
	средняя полоса	юг	север
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Пищевые отходы	35-45	40-49	32-39
Бумага, картон	32-35	22-30	26-35
Дерево	1-2	1-2	2-5
Черный металлолом	3-4	2-3	3-4
Цветной металлолом	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5
Текстиль	3-5	3-5	4-6
Кости	1-2	1-2	1-2
Стекло	2-3	2-3	4-6
Кожа, резина	0,5-1	1	2-3
Окончание таблицы			

Продолжение таблицы			
1	2	3	4
Пластмасса	3-4	3-6	3-4
Прочее	1-2	3-4	1-2
Отсев (менее 15мм)	5-7	6-8	4-6

Последние несколько десятилетий наблюдается тенденция изменения структуры ТБО в большинстве стран мира – увеличение доли пластиковых и уменьшение доли пищевых отходов из расчета на общий объем. Доля полимерных материалов, бумаги и картона значительно растет за счет увеличения объемов производства и использования упаковочных материалов. [23]

1.3 Особенности накопления, хранения, утилизации ТБО

Обращение с отходами - деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

Накопление отходов - временное складирование отходов (на срок не более чем одиннадцать месяцев) в местах, обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейших утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования.

Хранение отходов - складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения.

Сбор отходов - прием или поступление отходов от физических лиц и юридических лиц в целях дальнейших обработки, утилизации, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов. [1]

Городская система сбора отходов жилого сектора предполагает организацию мест сбора отходов на территории каждого домовладения. Сбор и удаление бытовых отходов в городах и населенных пунктах осуществляется спецавтохозяйствами в сроки, предусмотренные санитарными правилами. Система сбора и удаления бытовых отходов включает:

- подготовку отходов к погрузке в собирающий мусоровозный транспорт;
- организацию временного хранения отходов на придомовой территории;

- сбор и вывоз бытовых отходов с территории домовладений и организаций;
- захоронение, обезвреживание или утилизацию твердых бытовых отходов. [26]

В условиях обширных территорий нашей страны, при выборе систем сбора и сроков вывоза отходов, необходимо учитывать климатический фактор. При временном хранении отходов должна быть исключена возможность их загнивания, поэтому срок хранения в холодное время года (при температуре менее 5° С) не должен превышать трех суток, а в теплое время года (когда среднесуточная температура составляет более 5° С) должен быть организован ежедневный вывоз. [7]

На территории домовладений должны быть выделены специальные площадки для размещения контейнеров с удобными подъездными путями для транспорта. Площадка должна быть открытой, с водонепроницаемым покрытием и желательно огражденной зелеными насаждениями. На территории РФ чаще применяются металлические контейнеры для твердых бытовых отходов вместимостью 0,6; 0,75; 0,8; 1,1 м³. Изготовленные из металла контейнеры должны обладать коррозионной стойкостью и адгезией к влажным отходам, что обуславливает большие финансовые затраты на их эксплуатацию. Срок службы одного контейнера обычно не превышает двух лет. Для определения числа устанавливаемых контейнеров следует исходить из численности населения, пользующегося мусоросборниками, нормы накопления отходов и сроком хранения отходов [14]

Транспортирование отходов - перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или индивидуального предпринимателя либо предоставленного им на иных правах.[26]

Сбор и транспортирование твердых коммунальных отходов с контейнерных площадок осуществляют юридические лица и индивидуальные предприниматели, имеющие лицензии на деятельность по обращению с отходами I – IV классов опасности.[9]

Захоронение отходов - изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Захоронение отходов на полигонах является наиболее дешевым способом ликвидации ТБО. Негативное воздействие полигонов на окружающую природную среду должно быть сведено к минимуму за счет правильного расположения, рационального устройства, безопасного функционирования и постоянного мониторинга таких объектов. [31]

Объекты размещения отходов - специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения отходов и включающие в себя объекты хранения отходов и объекты захоронения отходов. К ним относятся: полигон захоронения твердых коммунальных отходов; полигон захоронения промышленных отходов; шламовый амбар; хвостохранилище; открытая площадка с водонепроницаемым покрытием; крытая площадка (под навесом) с водонепроницаемым покрытием; производственное помещение (или его часть) и др. [3]

Объекты размещения отходов подлежат государственному учету. Для систематизации данных по их количеству и статусу был создан «Государственный реестр объектов размещения отходов» (ГРОРО), который включает в себя свод систематизированных сведений об эксплуатируемых объектах хранения отходов и объектах захоронения отходов, соответствующих требованиям, установленным законодательством Российской Федерации. По данным ГРОРО на территории Тюменской области представлены 46 объектов размещения отходов, включая полигоны ТБО, шламовые амбары, шламонакопители и золоотвалы. [44]

Объекты хранения отходов - специально оборудованные сооружения, которые обустроены в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и предназначены для долгосрочного складирования отходов в целях их последующих утилизации, обезвреживания, захоронения.

Объекты захоронения отходов - предоставленные в пользование в установленном порядке участки недр, подземные сооружения для захоронения отходов I - V классов опасности в соответствии с законодательством Российской Федерации о недрах.

Обезвреживание отходов - уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание и обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду. [11]

Обезвреживание отходов предполагает обработку отходов, в том числе обезвреживание отходов на специализированных установках. Наибольшее распространение получили термические методы переработки ТБО. [21]

Обезвреживание твердых бытовых отходов производится на специально отведенных участках или специальных сооружениях по обезвреживанию и переработке. Запрещается

вывозить отходы на другие, не предназначенные для этого места, а также закапывать их на сельскохозяйственных полях. [14]

Обработка отходов - предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку. Утилизация отходов - использование отходов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация). [1]

В мировой практике известно более 20 методов обезвреживания и утилизации ТБО. Методы обезвреживания и переработки ТБО делятся:

- а) по конечной цели
 - ликвидационные - решающие, в основном, санитарно-гигиенические задачи;
 - утилизационные – решающие также задачи экономики - использование вторичных ресурсов;
- б) по технологическому принципу
 - биотермические (поля запахивания, полигоны, поля компостирования, биокамеры, компостные кучи);
 - термические (мусоросжигательные заводы, пиролиз);
 - химические (гидролиз);
 - механические (сепарация отходов с дальнейшей утилизацией, прессование в строительные блоки);
 - смешанные.

Большинство этих методов отличаются технологической сложностью и высокой стоимостью реализации, в связи с чем не получили широкого распространения на территории РФ. Наибольшее практическое применение на территории нашей страны и в ряде других стран получили следующие методы:

- складирование на полигоне;
- термическое обезвреживание ТБО;
- аэробное биотермическое компостирование;
- комплексные технологии утилизации.[23]

На территории Российской Федерации в большинстве случаев твердые бытовые отходы, образованные на территории населенных пунктов, вывозятся на полигоны ТБО, где, в дальнейшем, подлежат захоронению.

1.4 Экологическая опасность твердых бытовых отходов

Твердые бытовые отходы при неправильном хранении и несвоевременном удалении представляют угрозу для окружающей среды. Они представляют собой комплексные системы, многочисленные компоненты которых могут вступать в различные взаимодействия как друг с другом, так и с окружающей средой, в том числе и с живыми организмами. Эти процессы могут вызвать усиление негативного воздействия загрязняющих веществ. Кроме того, при неправильном обращении с твердыми бытовыми отходами происходит миграция токсичных соединений в окружающую среду. [29]

Сложившаяся в РФ система работы с ТБО основана на захоронении большого количества отходов (более 95%) на полигонах ТБО. Нередко встречаются ситуации, когда из-за отсутствия отдельного сбора ТБО в общий контейнер рядом с пищевыми отходами попадают токсичные – лекарства с просроченным сроком годности, ртутьсодержащие лампы, отработанные батарейки, разбитые термометры, тара с остатками лакокрасочных материалов и др. Все это под видом практически неопасных и малоопасных отходов вывозят на полигоны ТБО. Но иногда возчики, не имеющие лицензию на обращение с отходами, транспортируют отходы на свалки, не отвечающие требованиям, предъявляемым к сооружениям по захоронению отходов, не имеют гидроизолирующего основания, препятствующего распространению токсичных загрязнений по водоносным горизонтам. В результате подобных действий сточные воды, вытекающие с полигона (свалки) в результате выпадения осадков и процессов в ТБО, содержат в большом количестве токсические органические и неорганические загрязнения. Неконтролируемые процессы в теле свалки приводят к образованию болезнетворной микрофлоры, усугубляющей опасность токсичного фильтрата. При отсутствии гидроизоляции фильтрат попадает в почву, проникает в поверхностные и подземные воды, отравляя источники водоснабжения. Кроме этого, из свалки в атмосферу поступают газообразные продукты распада ТБО – метан, аммиак и др., которые могут стать причиной пожара на свалке. [26]

Вещества, находящиеся в окружающей среде можно подразделить на природные вещества и ксенобиотики, т.е. вещества, не свойственные окружающей среде. Такие вещества

получают искусственным путем и по своей структуре они не подходят живым организмам. В настоящее время известно более 18 миллионов химических соединений, из которых почти 100 тысяч используется в производстве. Эти вещества могут быть экотоксикантами - обладающими токсичными свойствами.

Ксенобиотики антропогенного происхождения постоянно циркулируют в окружающей среде. Многие из них высокотоксичны, передаются по трофическим цепям, практически не подвержены разложению, плохо растворимы в воде и хорошо растворимы в жирах, что способствует их накоплению в тканях живых организмов.

Миграция токсичных соединений в окружающей среде – результат тенденции веществ к распространению. Он представляет собой многоступенчатый, сложный процесс, обусловленный различными физическими, химическими и биологическими факторами.

Первая стадия миграции токсичных соединений включает в себя поступление загрязнений из источников их образования в природные среды. В атмосферный воздух летучие вредные вещества поступают в виде газов, паров и мелкодисперсных частиц. В водоемы загрязнения попадают в виде промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод. Третий путь поступления загрязнений в природную среду – их накопление в почве на свалках и местах захоронения твердых производственных и бытовых отходов.

На второй стадии происходит миграция загрязнений внутри природных сред – перенос воздушными массами, стоком рек. Миграция загрязнений происходит между геосферами в виде дождей и седиментации взвешенных в атмосфере твердых частиц на поверхность почвы, водоемов, растений. Растворимые в воде загрязняющие вещества, содержащиеся в почвах (в том числе и на свалках), вымываются атмосферными осадками, а затем, вместе с талыми и грунтовыми водами попадают в водоемы.

Третья стадия. Здесь происходит перенос загрязнения из объектов окружающей среды в растения. Различают два типа видимых повреждений растений – острые и хронические. Острое поражение происходит при кратковременном воздействии высоких концентраций загрязняющих веществ. Хроническое поражение является следствием многократным контактом с загрязнителем.

Четвертая стадия включает в себя поступление загрязнений в организмы животных, обитающих на суше, с растительными кормами, питьевой водой, в процессе дыхания. В организме гидробионтов концентрируются загрязнения, растворенные в водоемах, содержащиеся в водной растительности и планктоне.

Пятая стадия – поступление в организм человека антропогенных загрязнений, содержащихся в растительности, мясе животных, рыбе и морепродуктах, при их употреблении в пищу. Одновременно с этим вредные вещества в организм человека могут попадать в процессе дыхания и употреблении питьевой воды . [31]

1.5 Оценка размещения ТБО в г. Тюмени

По официальным данным на 2016 год, население города Тюмени составляет 720 575 человек. В 2016 году в Тюменской области наблюдался устойчивый рост промышленного производства, достигнуты высокие объемы ввода жилья. Продолжена реализация перспективных инвестиционных проектов. Сохранилась динамика роста численности населения региона. [9]

В настоящее время на территории города Тюмени осуществляется комплексный подход к уборке и текущему содержанию территории города, однако практически весь объем накопленных отходов не утилизируется, а вывозится на полигоны ТБО для дальнейшего захоронения, что позволяет сделать выводы о не рациональном подходе применяемой системы. В городе определено 45 имущественных комплексов, в том числе по округам: Калининский административный округ – 12, Центральный административный округ – 11, Ленинский административный округ – 14, Восточный административный округ – 8. На территории имущественных комплексов города Тюмени сбор твердых бытовых отходов осуществляется в мусоросборники. Всего на территории города установлено 7997 мусоросборников, которые расположены на 2150 площадках для мусоросборников (по данным на 2015 г.). [40]

По данным Регионального кадастра отходов Тюменской области за 2015 год в г. Тюмени в жилищах образовалось 428 769,6 тонн твердых коммунальных отходов. При этом основная часть данных отходов, около 99% приходится на отходы IV и V классов опасности. Их структура неоднородна. Значительную долю в образующихся твердых отходах составляют пищевые, древесные, бумажные отходы, полиэтилен, пластик, стекло, металл, тряпичные материалы. [15]

Основными видами твердых коммунальных отходов, образующихся в Тюменской области, являются:

- отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) (7 31 110 01 72 4);
- мусор и смет уличный (7 31 200 01 72 4);

- отходы (мусор) от строительных и ремонтных работ (8 90 000 01 72 4);

- отходы из жилищ крупногабаритные (7 31 110 02 21 5)

Твердые бытовые отходы, образующиеся на территории г. Тюмени транспортируются до полигона ТБО в г. Тюмени на 9 км Велижанского тракта с последующим их размещением на данном полигоне ТБО. [9]

С 1 января 2016 года на территории Российской Федерации вступили в силу изменения в законе «Об отходах производства и потребления». С 2016 года предприятия могут накапливать на своей площадке отходы на срок до 11 месяцев, в то время как ранее их нужно было вывозить спустя полгода после образования. Плата за негативное воздействие на окружающую среду будет вноситься один раз в год (ранее - раз в квартал). Кроме того, компаниям, занимающимся вывозом отходов, необходимо получить новую лицензию на транспортировку мусора, т.о. официально вывозить отходы на полигон ТБО разрешается лишь организациям, прошедшим процедуру лицензирования деятельности по обращению с отходами производства и потребления. На территории Тюменской области насчитывается 28 лицензированных организаций, оказывающих услуги по сбору и транспортированию, ТБО в г. Тюмени. [48] Полный перечень организаций, оказывающих услуги по сбору, транспортированию, утилизации, обезвреживанию и захоронению ТБО в г.Тюмени, расположен в Приложении А.

Согласно данным муниципальной программы «Развитие благоустройства и охраны окружающей среды в городе Тюмени на 2015-2019 годы» к проблемам, препятствующим устойчивому развитию благоустройства и охраны окружающей среды города в части обращения с отходами Тюмени относятся:

- недостаточный уровень экологической культуры и ответственности населения города Тюмени за состояние окружающей среды;
- нарушение требований санитарно-эпидемиологического благополучия и экологической безопасности в городе Тюмени;
- нарушение жителями частного сектора требований к обращению с отходами в части заключения и исполнения договоров на сбор и вывоз твердых коммунальных отходов. По состоянию на 01.01.2015 в городе Тюмени на территории индивидуальной жилой застройки расположено 18 374 дома, из них жители 15 095 домов (82,2%) заключили договоры на сбор и вывоз отходов с возчиком. Жители 3 279 домов индивидуальной жилой застройки не имеют

договоров на вывоз ТКО. Кроме того, жители частного сектора, осуществляя вывоз ТКО на контейнерные площадки многоквартирных жилых домов, создают критическую ситуацию, связанную с переполнением контейнеров. Отсутствие системы сбора ТКО в частном секторе приводит к образованию несанкционированных свалок (в динамике по годам: в 2011 году ликвидировано 295 свалок, в 2012 году - 105 свалок, в 2013 году - 274 свалки, в 2014 году - 115 свалок). Уровень оснащённости территории города Тюмени площадками для мусоросборников, соответствующим специальным требованиям, указан в Таблице 2. [10]

Таблица 2 - Уровень оснащённости территории города Тюмени площадками для мусоросборников, соответствующими требованиям, установленным постановлением Администрации города Тюмени от 18.07.2007 N 24-пк. [10]

Формула расчета	Базовые значения		Плановые значения				
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
$Y_o = \frac{K_{н.т.}}{K_{общ}} \times 100\%$ <p>где: Кн.т. - количество площадок для мусоросборников, соответствующих требованиям, установленным постановлением Администрации города Тюмени от 18.07.2007 N 24-пк, ед.; Кобщ. - общее количество площадок для мусоросборников, в том числе соответствующих требованиям, установленным постановлением Администрации города Тюмени от 18.07.2007 N 24-пк, ед.</p>	62,2	68,5	70,0	74,1	78,1	82,1	86,1

За период реализации Программы администрация планирует выполнить обустройство еще 577 контейнерных площадок для мусоросборников, что позволит увеличить значение показателя к концу 2019 года до 86,1%. Реализация Программы рассчитана на 2015 - 2019 годы.

Территориальная схема обращения с отходами в Тюменской области разработана с учетом основных приоритетов государственной политики в области обращения с отходами. В

соответствии с данной политикой в Тюменской области начат переход на новый порядок обращения с отходами производства и потребления, исключая захоронение на полигонах несортированных отходов. Наиболее приемлемым вариантом развития стратегии является развитие инфраструктуры транспортно-логистических объектов для предварительной подготовки ТКО к конечному удалению, включающих обустроенные площадки для накопления ТКО, станции перегрузки ТКО, сокращающие расстояние транспортирования, а, следовательно, способных сократить транспортные расходы предприятий, осуществляющих транспортировку отходов.

В связи с этим Тюменская область будет разделена на четыре сектора, каждый из которых будет иметь замкнутый цикл системы обращения с отходами, т.е. системы, при которой в пределах одного сектора будет создана вся необходимая двухуровневая инфраструктура по организации сбора, транспортировки и обработки твердых коммунальных отходов.

Первый уровень данной системы будет реализован в территориальных границах муниципальных районов и городских округов и связан с организацией на их территориях сбора и транспортирования всех твердых коммунальных отходов. Второй уровень данной системы связан с движением отходов с территории муниципальных образований на межмуниципальные мусороперерабатывающие заводы. Утилизация твердых коммунальных отходов, являющихся вторичными материальными ресурсами, будет осуществляться на действующих в Тюменской области предприятиях или транспортироваться на специализированные предприятия за пределами области.

В целях создания системы по обращению с твердыми коммунальными отходами 19 сентября 2014 года Департаментом недропользования и экологии Тюменской области было заключено Концессионное соглашение, в соответствии с которым Концессионером создаются 4 межмуниципальных мусороперерабатывающих завода в г. Тюмени, г. Тобольске, г. Ишиме и г. Ялуторовске, а также 2 мусороперегрузочные станции в г. Тюмени (г. Тюмень, район Воронинские горы,) и Тюменском муниципальном районе (п.Боровский). Строительство мусороперерабатывающего завода на территории г. Тюмени планируется приурочить к действующему полигону ТБО, расположенному по адресу г. Тюмень, 9-й км Велижанского тракта. Предполагаемая проектная мощность - 350 тыс. тонн в год. Запуск объекта планируется в 2018 году. [9]

Общее количество образованных твердых коммунальных отходов как физическими лицами в жилых помещениях, так и юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в процессе их хозяйственной и иной деятельности за 2015 год приведено в Таблице 3.

Таблица 3 - Количество образованных населением г. Тюмени твердых коммунальных отходов, 2015 г. [9]

Муниципальное образование	Масса отходов, т			
	Жилые помещения - IV класс	Жилые помещения - V класс	Всего по жилым помещениям	Всего с учетом юр. лиц и ИП
г. Тюмень	160 485,711	48 625,389	209 111,1	648 464,02

По состоянию на 2016 год в г. Тюмени используется 1 полигон ТБО для захоронения твердых коммунальных отходов. Полигон расположен по адресу - г. Тюмень, 9-й км Велижанского тракта и внесен в ГРОРО. В дальнейшем планируется уменьшение количества отходов, поступающих на данный полигон ТБО за счет его реконструкции в объект накопления твердых коммунальных отходов после их обработки на мусороперерабатывающих заводах или вывода из эксплуатации ввиду отсутствия потребности в его дальнейшем использовании. Строительство новых объектов по захоронению твердых коммунальных отходов на срок действия Территориальной схемы обращения с отходами в г. Тюмени не планируется.

Существующая модель обращения с твердыми коммунальными отходами в г. Тюмени представляет собой следующую систему накопления, сбора, транспортирования и их размещения:

- 1) первичное накопление ТКО в местах временного хранения;
- 2) транспортирование твердых коммунальных отходов из мест накопления на объекты размещения отходов, внесённых в ГРОРО, в целях их дальнейшего размещения;
- 3) размещение твердых коммунальных отходов исключительно на объектах размещения отходов, внесённых в ГРОРО.

В связи с началом перехода на новый порядок обращения с отходами производства и потребления в регионе планируется изменение существующей модели. Новая модель обращения с отходами будет включать в себя 8 этапов:

- 1) первичное накопление несортированных твердых коммунальных отходов в специализированных местах;
- 2) накопление твердых коммунальных отходов в специализированных местах, в целях их дальнейшего транспортирования, обработки, утилизации и размещения;
- 3) транспортирование твердых коммунальных отходов из мест накопления на объекты обработки твердых коммунальных отходов для извлечения полезных компонентов, подлежащих утилизации, захоронение которых запрещается (межмуниципальные мусороперерабатывающие заводы);
- 4) предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку. На данной стадии допускается также частичная утилизация твердых коммунальных отходов в части извлечения полезных компонентов для их повторного применения;
- 5) транспортирование полезных компонентов, подлежащих утилизации, на объекты утилизации отходов;
- 6) утилизация твердых коммунальных отходов;
- 7) транспортирование после стадии обработки твердых коммунальных отходов, не содержащих полезные компоненты, на объект размещения отходов (полигон ТБО)
- 8) размещение твердых коммунальных отходов, не содержащих полезные компоненты, исключительно на объектах размещения отходов, внесенных в ГРОРО (полигон ТБО).

[9]

Внедрение и развитие отдельного (селективного) сбора твердых бытовых отходов настоящей схемой обращения с отходами в г. Тюмени не предусмотрено. Однако, не смотря на это, на территории города осуществляется частичный селективный сбор отходов – на территории некоторых жилых микрорайонов ведется отдельный сбор макулатуры, отходов продукции из пластика, стекла. Организацией большей части мероприятий и действий, направленных на снижение экологической нагрузки за счет отдельного сбора отходов, занимается общественная организация «Круговорот», которая несколько лет назад начала активную кампанию по привлечению граждан в круговорот использованной продукции. Первые шаги к просвещению населения делали несколько волонтеров организации, но через некоторое время, все больше людей присоединилось к движению. Сейчас о данном экологическом движении знает большое количество жителей города, группа в социальных сетях насчитывает более 3000 участников. В группе приведены подробные разъяснения на

тему переработки твердых бытовых отходов, даны адреса площадок города, на которых установлены контейнеры для раздельного сбора мусора. Более того, именно участники данного движения способствуют увеличению количества постоянно появляющихся сеток для сбора ПЭТ-пластика, полипропилена и полиэтилена. На данный момент, практически все микрорайоны города обеспечены контейнерами и сетками для сбора отходов пластика.

Согласно данным официального сайта добровольческого проекта «Круговорот» в г.Тюмени принимают:

- макулатуру (кроме газет, целлюлозные ячейки из-под яиц, чеков, салфеток);
- пластик (6 видов пластмасс):
 - твердые изделия из полиэтилентерефталата (ПЭТ, маркировка 1 или PET),
 - твердые изделия из полиэтилена низкого давления (ПНД, маркировка 2 или HDPE, PE-HD),
 - полиэтиленовые пакеты/пленку из ПНД и ПВД (маркировка 2 или HDPE, PE-HD, 4 или LDPE/ PE-LD),
 - любые изделия из поливинилхлорида (ПВХ, маркировка 3 или PVC),
 - твердые изделия и пакеты из полипропилена (ПП, маркировка 5 или PP),
 - твердые изделия из полистирола (ПС, маркировка 6 или PS).
- металлолом (консервные банки, алюминиевые банки из-под безалкогольных и слабоалкогольных напитков, металлические крышки от банок и бутылок и т.п.);
- стекло (оконное стекло, стеклянные бутылки и банки (бесцветные, зеленые и коричневые));
- другие виды вторсырья:
 - Ртутьсодержащие лампы (в том числе энергосберегающие и люминисцентные);
 - Батарейки и аккумуляторы;
 - Ртутные градусники;
 - Текстильные изделия для дома и старая одежда;
 - Нерабочая бытовая, аудио- и видеотехника, оргтехника, электроника;
 - Автошины (платная утилизация). [19]

С полным перечнем организаций, осуществляющих прием вторичного сырья и адресов пунктов приема можно ознакомиться в Приложении Б.

В городе Тюмени конкурирующие организации ООО "НОВЭК" и ООО "Транссервис" устанавливают и обслуживают уличные контейнеры-сетки для пластика. Установка может быть осуществлена на территории любого двора, достаточно подать заявку, позвонив по

заявленному телефону. Обслуживание также осуществляется с помощью граждан – по мере наполнения сетки необходимо оставить заявку на вывоз собранных отходов. Однако переработка отходов осуществляется в Челябинске, Каменск-Уральском и Екатеринбурге, что значительно увеличивает транспортные издержки предприятия. В настоящее время наблюдается интерес жителей к раздельному сбору мусора. Так, во многих дворах срок наполнения одного контейнера или сетки для пластика составляет менее недели.

Выводы

1. «Твердые бытовые отходы - отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования».
2. Выявлено, что за несколько последних десятилетий наблюдается тенденция изменения структуры ТБО – увеличение доли пластиковых и уменьшение доли пищевых отходов за счет наращивания объемов производства и использования упаковочных материалов.
3. При неправильном обращении с твердыми бытовыми отходами происходит миграция токсичных соединений в окружающую среду.
4. Большое количество нарушений, выявляемых в ходе проверок на полигонах, связано с отсутствием хорошего слоя гидроизоляции, в результате чего фильтрат попадает в почву, проникает в поверхностные и подземные воды, отравляя источники водоснабжения.
5. По состоянию на 2017 год в г. Тюмени наблюдается устойчивый рост численности населения и производственных объемов. Основными видами твердых бытовых отходов, образующихся в г. Тюмени, являются: отходы из жилищ несортированные; мусор и смет уличный; отходы от строительных и ремонтных работ; отходы из жилищ крупногабаритные. В настоящий момент в г. Тюмени используется 1 полигон ТБО для захоронения твердых бытовых отходов. Расчетный срок закрытия и рекультивации полигона – 2021 год.
6. Существующая модель обращения с твердыми бытовыми отходами в г. Тюмени основана на временном накоплении ТБО на площадках, к которым отнесены объекты образования отходов; транспортировании ТБО из мест накопления на объекты захоронения; захоронение на полигонах ТБО.
7. Внедрение и развитие раздельного сбора твердых бытовых отходов утвержденной схемой обращения с отходами в г. Тюмени не предусмотрено. На данный момент организован

раздельный сбор лишь малой части образующихся в г. Тюмени твердых коммунальных отходов силами частных организаций и добровольческих движений. Это относится к отходам пластика различного вида, макулатуры и стекла. Практически 100% отходов, образованных на территории города Тюмени, направляется на полигонное захоронение. Нередки случаи загрязнения, когда из-за отсутствия раздельного сбора ТБО в общий контейнер попадают токсичные вещества – лекарства, ртутьсодержащие материалы, батарейки, лакокрасочные материалы и другое.

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Обращение с твердыми бытовыми отходами может быть различным. Сейчас на территории Российской Федерации большую часть отходов (до 95%) после сбора с мест накопления и временного хранения транспортируют на полигоны ТБО, где они подлежат дальнейшему захоронению, сжигают не более 1,8% образующихся отходов, а промышленная переработка достигла показателя лишь 3 - 4%. Однако, согласно Приказу Минприроды России от 14.08.2013 N 298 «Об утверждении комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации», в скором времени планируется переход на новую, рациональную схему обращения с отходами производства и потребления, где отходы будут рассматриваться как объект переработки и вторичного использования. Это позволит сохранить часть ресурсов и уменьшить экологическое воздействие за счет сокращения объемов захораниваемых отходов путем их вовлечения в сортировку, переработку и утилизацию с наименьшими затратами и экологическим риском практических действий.

Рассмотрим несколько вариантов операций по управлению отходами после их сбора коммунальными службами города.

2.1 Захоронение ТБО

Захоронение отходов - это изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду. [1]

Захоронение твердых бытовых отходов происходит на полигонах твердых бытовых отходов. Современные полигоны – это инженерно-обустроенные сооружения, обеспечивающие реализацию технологии размещения ТБО (прием, складирование, уплотнение, захоронение) и охрану окружающей природной среды от загрязнения. Полигоны ТБО располагаются за пределами городов. Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границы полигона составляет 500 м, от аэропорта – 15 км. Для размещения полигона предпочтителен участок, сложенный глинами или тяжелыми суглинками, при глубине грунтовых вод не менее 2 метров. Полигон для твердых бытовых отходов следует проектировать на ровной территории, исключая возможность смыва части отходов атмосферными осадками, загрязнения близлежащих земель и открытых водоемов, вблизи расположенных населенных пунктов. Запрещается использовать под полигоны участки, затопляемые паводковыми водами. [33]

Проектируемый срок эксплуатации полигона – не менее 15-20 лет. Вместимость полигона рассчитывается для обоснования требуемой площади участка складирования ТБО. Расчет ведется с учетом удельной обобщенной годовой нормы накопления ТБО на одного жителя в том числе и отходов от организаций, количества обслуживаемого полигоном населения, расчетного срока эксплуатации полигона, степени уплотнения отходов на полигоне. Необходимая площадь земельного участка для полигона ТБО в зависимости от численности обслуживаемых жителей в городе и высоты складирования представлена в Таблице 4. [16]

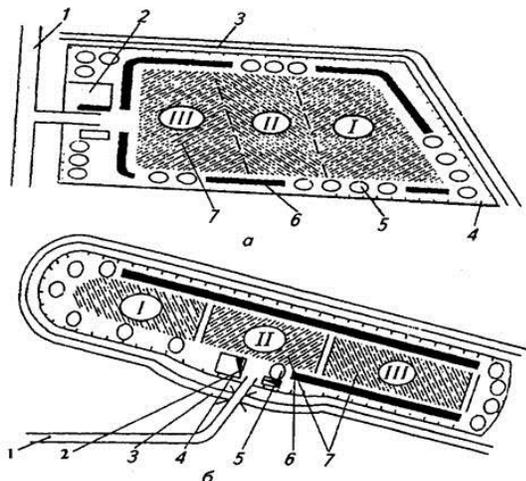
Таблица 4 - Зависимость расхода земельных площадей под полигоны твердых отходов от численности обслуживаемых жителей в городе и высоты складирования [16]

Численность обслуживаемых жителей в городе, тыс.чел.	Расход земельных площадей на 50 тыс. жителей га / год	Оптимальная высота складирования, м
Менее 50	0,30 – 0,35	10-15
50 - 99	0,22 - 0,25	15-20
100 - 249	0,18 – 0,20	20-25
250 - 499	0,14 – 0,16	25-35
500 – 1 000	0,09 – 0,12	30-40
более 1 000	0,05 – 0,08	35-60

Перед проектированием полигона твердых бытовых отходов заказчик и специализированные организации определяют район, в котором осуществляется подбор участка для размещения полигона. На выбранном под полигон участке выполняются топографическая съемка, геологические и гидрогеологические изыскания и санитарные исследования. В результате геологических и гидрогеологических изысканий должны быть составлены: план расположения скважин, геологические профили, заключение гидрогеолога о пригодности намеченного участка под полигон ТБО и рекомендации по мероприятиям, направленным на защиту окружающей природной среды. [16]

Полигон ТБО состоит из двух взаимосвязанных территориальных частей: территория, занятая под складирование ТБО, и территория для размещения хозяйственно - бытовых объектов. Основными элементами полигона ТБО являются: подъездная дорога с двусторонним движением; участок складирования ТБО, занимающий до 95% площади полигона и ограниченный водоотводной канавой; хозяйственная зона (располагается на

пересечении подъездной дороги и границы полигона, включает в себя производственные и бытовые помещения); инженерные сооружения и коммуникации (водопровод, электроосвещение, канализационные решетки и др.) На выезде из полигона предусматривается контрольно - дезинфицирующая установка с устройством бетонной ванны для ходовой части мусоровозов, с использованием эффективных дезсредств. Схема размещения основных сооружений полигона представлена на Рисунке 1. [15]



где 1 - подъездная автодорога; 2 - хозяйственная зона; 3 - нагорный канал; 4 - ограждение; 5 - зеленая зона; 6 - кавальер минерального грунта для изоляции слоев твердых бытовых отходов; 7 - участки складирования отходов I, II, и III очереди эксплуатации (а - при соотношении длины и ширины полигона 2:1; б - при соотношении более 3:1).

Рисунок 1 - Схема размещения основных сооружений полигона [15]

Наиболее важным объектом, требующим особого внимания на этапе планирования и эксплуатации, является участок складирования, на котором происходит захоронение привозимых из населенных пунктов отходов. Участок должен быть разбит на очереди эксплуатации с учетом особенностей рельефа местности.

В основании полигона на участке, где производится складирование отходов, закладывается устройство котлована, из которого осуществляется выемка грунта для последующей изоляции отходов. Днище котлована должно возвышаться над уровнем грунтовых вод на расстоянии не менее 1 метра. Обычно основанием котлована служит слой глины толщиной не менее 0,5 м., с коэффициентом фильтрации воды не более 10^{-5} см / с. Если показатель фильтрации превышает данное значение, требуется устройство искусственных непроницаемых противofiltrационных экранов. Такие экраны необходимы для ограничения потока фильтрата к нижележащим грунтовым водам и предотвращение притока грунтовых вод на уровень выше основания полигона.

На полигоне осуществляется прием, складирование и изоляция твердых бытовых отходов. Учет принимаемых ТБО ведется по объему в неуплотненном состоянии. Разгрузка мусоровозов должна осуществляться непрерывно.

Прибывающие на полигон мусоровозы разгружаются у рабочей карты. Складирование твердых бытовых отходов осуществляют на рабочей карте, отведенной на конкретные сутки. Размещение отходов за пределами рабочей карты, выделенной на данные сутки не допускается. Ее параметры: длина – 30-150 м, ширина – 5 м. Мусоровозы разгружают ТБО у рабочей карты, после чего бульдозеры сдвигают их на карту, создавая слой высотой 0,3 – 0,5 м. Складируемые на полигоне отходы подвергаются уплотнению и изоляции. Продолжительность приема мусоровозов под разгрузку на одном участке площадки принимается равной 1 - 2 ч. Разгрузка мусоровозов перед рабочей картой должна осуществляться на слое отходов, со времени укладки и изоляции которого прошло не менее 3 месяцев. [49]

Уплотнение отходов в 3-4 раза достигается четырехкратным проходом катка (бульдозера) по одному месту. Уплотнение отходов продлевает срок службы полигона, приводит в выравниванию площадки захоронения, упрощает дальнейшую работу на полигоне. Как правило, четырехкратное уплотнение каждого слоя захораниваемых отходов позволяет достичь показателя укладки до $1,1 \text{ т} / \text{м}^3$. Однако, степень уплотнения отходов при захоронении их на полигоне ТБО зависит также от массы уплотняющего оборудования и числа проходов уплотняющей техники. Каждый уплотненный слой ТБО высотой 2 м., что в среднем составляет от 12 до 20 слоев, изолируют грунтом или инертными материалами от строительства. Слой промежуточной изоляции (между слоями отходов) составляет 0,15 – 0,25 м. Промежуточная или окончательная изоляция уплотненного слоя ТБО осуществляется в летний период ежесуточно, при температуре менее +5 град. С - не позднее трех суток со времени складирования ТБО. Все работы по складированию, уплотнению и изоляции ТБО на полигонах выполняются механизированно.

Слой уплотненных ТБО высотой более 8 метров способен аккумулировать практически все атмосферные осадки, не позволяя им достигнуть основания полигона. У слоя толщиной не более 2 метров слабая влагоудерживающая способность из-за неравномерного уплотнения отходов различного состава. Следовательно, в первые два года эксплуатации объекта захоронения твердых бытовых отходов, когда высота слоя уплотненных отходов не достигает 8 метров, возможны перебои в работе дренажной системы полигона. Атмосферные

осадки, практически беспрепятственно проходя через толщу отходов, насыщаются загрязнениями. Обычно отсутствие фильтрата в теле полигона указывает на не герметичность основания полигона, что может привести к еще большим экологическим проблемам в случае загрязнения грунтовых вод. Во избежание осложнений большого накопления фильтрата в первые годы функционирования полигона, когда высота захоронений не превышает 2-4 м., следует предусмотреть защиту отходов от атмосферных осадков. Достигается это путем временного укрытия отходов сверху влагопрочным материалом. Обычно в России для подобных целей используется листовая сталь. В этих условиях фильтрат в нижней части тела полигона не накапливается, дренажная система бесперебойно функционирует весь срок эксплуатации и грунтовые воды не загрязняются фильтратом.

Дренажная система на полигонах обычно представлена перфорированными трубами, расположенными над водоупорным экраном и отсыпанными гравием или щебнем. Трубы выводятся в колодцы на периферийном валу. На практике применяют два метода обезвреживания выведенного в колодцы фильтрата: биологическая очистка (в присутствии активных бактериальных культур) и физико-химическая очистка (чаще всего реагентная - для очистки от тяжелых металлов).

В России на муниципальных полигонах ТБО допускается размещение лишь приравненных к ТБО отходов - отходы из жилых домов, общественных зданий и учреждений, предприятий торговли, общественного питания, уличный, садово - парковый смет, строительный мусор. Разрешено поступление некоторых видов твердых промышленных отходов 3 - 4 класса опасности, а также неопасных отходов, класс которых устанавливается экспериментальными методами, однако их захоронение происходит наряду с отходами ТБО, в то время как в ряде европейских стран на одном и том же полигоне выделяют несколько специализированных участков для складирования промышленных отходов и отходов строительства. [29]

Виды промышленных отходов, принимаемых к складированию и в качестве изолирующего материала на российских полигонах перечислены в Приложении В.

Перечисленные отходы, принимаются полигонами ТБО без ограничений, также возможно их использование в качестве изолирующего слоя. Они должны быть невзрывоопасными, несамовозгорающимися и отвечать следующим требованиям: токсичность смеси отходов не должна превышать токсичность ТБО (на основе анализа

водной вытяжки), то есть токсичность на уровне фильтрата ТБО; размерность частиц не должна превышать 250 мм.

До окончательного размещения отходов на полигоне ТБО с последующей их изоляцией и минимизацией негативного воздействия на окружающую среду, происходит большое количество промежуточных действий и операций. Полный перечень технологических операций по захоронению твердых бытовых отходов на полигоне представлен на Рисунке 2. [26]



Рисунок 2 - Схема основных технологических операций при эксплуатации полигонов [26]

Складирование ТБО допускается только на рабочей карте и в соответствии с инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. На территории полигона не допускается сжигание ТБО, более того, недопустимо самовозгорание отходов, что должно тщательно отслеживаться персоналом.[27]

Контроль за соблюдением требований охраны окружающей среды предполагает точное соблюдение всех операций, указанных на рисунке 2. Лабораторная служба организации, обслуживающая полигон твердых бытовых отходов должна осуществлять контроль по приему отходов, поступающих на полигон, систематически контролировать фракционный, морфологический и химический состав отходов, поступающих на полигон, согласно утвержденному графику. Для полигона ТБО разрабатывается программа производственного контроля, предусматривающая контроль за состоянием подземных и поверхностных водных объектов, атмосферного воздуха, почв, уровней шума в зоне возможного неблагоприятного влияния полигона.

Особое внимание уделяется мониторингу грунтовых вод. В зеленой зоне полигона и за пределами санитарно - защитной зоны полигона закладываются специальные сооружения – шурфы, колодцы, скважины. Контрольное сооружение закладывается выше полигона по потоку грунтовых вод с целью отбора проб воды, на которую отсутствует влияние фильтрата с полигона. На участке, расположенном ниже полигона, на водоотводных канавах также проектируются места отбора проб поверхностных вод.

В отобранных пробах грунтовых и поверхностных вод определяются содержание аммиака, нитритов, нитратов, гидрокарбонатов, кальция, хлоридов, железа, сульфатов, лития, ХПК, БПК, органического углерода, рН, магния, кадмия, хрома, цианидов, свинца, ртути, мышьяка, меди, бария, сухого остатка и др. Если в пробах, отобранных ниже по потоку, устанавливается значительное увеличение концентраций определяемых веществ по сравнению с контрольным, необходимо принять меры по ограничению поступления загрязняющих веществ в грунтовые воды до уровня предельно-допустимых. Состояние почвенного покрова в зоне негативного воздействия также контролируется по химическим, микробиологическим, радиологическим показателям.

С целью исключения несанкционированного складирования отходов, содержащих радионуклиды, при поступлении на полигон отходы проходят радиационный дозиметрический контроль. В период сухой, жаркой погоды полигоны должны быть обеспечены средствами для увлажнения ТБО.

Закрытие полигона осуществляется после отсыпки его на проектную отметку (предусмотренную высоту). Последний слой отходов перед закрытием полигона перекрывается внешним изолирующим слоем грунта с учетом дальнейшей рекультивации полигона. При планировании изолирующего слоя необходимо предусмотреть уклон к краям

полигона. Для защиты от выветривания или смыва грунта с откосов полигона необходимо производить их озеленение сразу после укладки изолирующего слоя. Использование территории рекультивируемого полигона под капитальное строительство не допускается. [29]

К основным преимуществам современных методов полигонного захоронения отходов можно отнести:

- отсутствие необходимости предварительной сортировки твердых бытовых отходов;
- относительно невысокую стоимость технологических операций;
- возможность рекультивации территории и дальнейшее использование земельного участка после закрытия полигона.

Основными факторами опасного воздействия полигонов на окружающую природную среду являются:

- химическое воздействие, которое выражается в выделении вредных веществ с эмиссиями фильтрата и биогаза;
- термический фактор, связанный с выделением тепла при разложении отходов, что приводит к повышению температуры отходов до 70 °С. При недостаточном оттоке тепла может произойти самовозгорание отходов, которое может перейти в форму как поверхностного пожара, так и в скрытое горение в глубоких горизонтах.
- санитарно – эпидемиологический фактор – заключается в возникновении в теле полигона благоприятных условий для развития и процветания болезнетворных организмов;
- зоогенный фактор – выражается в привлечении и размножении насекомых, птиц, млекопитающих с последующим их питанием отходами полигона, последующим токсическим отравлением организма;
- социальный фактор.

Существующие полигоны создают зону риска для людей, проживающих или работающих вблизи территории полигона. Человек также подвержен негативному влиянию опосредованно – через воду, воздух, пищевые цепи.

Также к негативным факторам можно отнести механические нагрузки на грунт, шумовое воздействие при функционировании полигона, постоянное пылевое загрязнение от проезжающего автотранспорта, замусоривание окружающей территории.

Считается, что чем более функционирование полигона приближено к проектным решениям, описанным в существующей нормативной документации, тем меньше негативного воздействия оказывает полигон на окружающую среду. Однако в ходе различных проверок состояния построенных (еще не действующих) и действующих полигонов, было выявлено большое количество нарушений и несоответствий проектной документации. Самые распространенные из них рассмотрены в Приложении Г.

Выявление подобных несоответствий указывает на тот факт, что система строительства и функционирования полигонов на настоящий момент несовершенна и при существующих нормативных документах с четко обозначенными параметрами и характеристиками строительства, мониторинга и др., в действительности функционирование полигонов зачастую приводит к значительному загрязнению окружающей природной среды.

Немаловажной является и оценка экономических условий строительства и эксплуатации полигонов. Эксплуатация полигонов – затратное мероприятие. Р.А. Мхитаровым и В.В. Маркиным была подсчитана стоимость строительства и эксплуатации полигонов разной мощности. По данным исследователей, стоимость строительства среднего полигона мощностью 250 тыс. м³ / год обходится в более чем 200 миллионов рублей, такое же количество потребуется для содержания полигона в течение 10-летнего срока эксплуатации. Далее исследователи поставили задачу – найти пути возможного снижения стоимости, в своем исследовании они показали, как размер объекта будет влиять на стоимость захоронения ТБО. Результаты представлены в Таблице 5.

Таблица 5 - Сравнение стоимости строительства и эксплуатации полигонов разной мощности.
[36]

Затраты	Мощность полигона			
	250 тыс. м ³ / год		1 000 тыс. м ³ / год	
	В абсолютных цифрах, млн. руб.	На 1 м ³ , руб.	В абсолютных цифрах, млн. руб.	На 1 м ³ , млн. руб.
Строительство полигона с необходимой инфраструктурой	285,75	1 143	404,50	404,5
Эксплуатация полигона (в год)	26,7	107	61,1	61,1

Результатом расчетов стал вывод, что строительство большего по размерам полигона будет экономически более выгодно чем строительство полигона малой мощности. (из расчета

на 1 м³ отходов). Эксплуатация крупного полигона ТБО с большим проектным объемом захоронения отходов позволяет существенно сократить затраты на захоронение ТБО в расчете на 1 м³.

2.2 Сжигание ТБО

Одним из методов эффективной переработки ТБО является метод термического воздействия. Возможность использования этого метода для переработки твердых бытовых отходов основана на морфологическом составе ТБО, которые содержат до 70-80% органической (горючей) фракции. Первый завод по сжиганию отходов был построен в 1870 г. недалеко от Лондона. Первыми, кто стал внедрять подобную систему переработки отходов, стали страны с относительно небольшими площадями и высокой плотностью. В настоящее время мусоросжигание является распространенным видом переработки отходов в Японии, Дании, Швеции, Швейцарии, Германии, Нидерландах, Франции. В России сжиганию подвергаются лишь 2% твердых бытовых отходов, в г.Москва этот показатель достигает 10%. [24]

Термическая переработка отходов – это совокупность процессов теплового (огневого) воздействия на отходы с целью уменьшения их массы и объема, обезвреживания, а также получения энергии. Основная тенденция развития мусоросжигания в настоящее время - переход от прямого сжигания ТБО к оптимизированному сжиганию выделенной из ТБО горючей фракции и переход от сжигания как процесса ликвидации ТБО к сжиганию как процессу, обеспечивающему, не только обезвреживание отходов, но и получение тепловой и электрической энергии.

К основным преимуществам современных методов термической переработки можно отнести:

- снижение объема отходов в несколько раз (до 10);
- эффективное обезвреживание отходов;
- одновременное избавление от больших объемов отходов;
- снижение риска загрязнения почвы и вод отходами;
- использование энергетического потенциала органических отходов в качестве топлива.

Теплотворная способность отходов находится примерно на уровне бурого угля.

Однако при использовании данного метода переработки необходима хорошая система очистки газов, так как при сжигании ТБО в атмосферу выделяются хлористый и фтористый

водород, сернистый газ, твердые частицы различных металлов: цинка, свинца, железа, марганца, кобальта, меди, никеля, серебра, кадмия, олова, хрома, ртути и др. Также в процессе горения отходов образуются высокотоксичные соединения – диоксины и дифенилы, их образование происходит в малых концентрациях, что значительно осложняет очистку газов. Диоксины образуются в ходе химических реакций при воздействии высокой температуры под действием хлора, который всегда присутствует в пластиках. Они обладают исключительной токсичностью, способны изменять и подавлять жизненные функции живых организмов.

Также к недостаткам данного метода можно отнести:

- дороговизну метода полного сжигания ТБО (с учетом соблюдения всех санитарных норм);
- высокий выход золы и шлаков;
- не ресурсосберегающий метод, поскольку ряд веществ, повторное использование которых возможно, сжигаются безвозвратно;
- трудно осуществимый контроль за исключением попадания на установку по термической обработке запрещенных токсичных отходов, способных при сжигании выделять большое количество диоксинов;
- недовольство населения опасными выбросами сверхтоксичных веществ в процессе горения. [32]

Все отходы, предназначенные для термической обработки, направляются на мусоросжигательные заводы.

Выбор площадки для строительства мусоросжигательного завода (МСЗ) должен осуществляться в соответствии специально созданной комиссией, которая составляет акт о выборе площадки, утверждаемый в установленном законодательством порядке. Площадка строительства МСЗ должна размещаться, как правило, в промышленной зоне с организацией для предприятий этой зоны общих инженерных сооружений и коммуникаций. Она должна быть удалена от жилых строений более, чем на 500 метров, что составляет размер санитарно-защитной зоны. Вблизи площадки, выбранной для строительства МСЗ, должны находиться потребители, которые могут использовать избытки теплоты, получаемой при сжигании ТБО.

Площадка для строительства мусоросжигательного завода должна удовлетворять следующим условиям:

- грунты, слагающие площадку, должны допускать строительство зданий и сооружений, а также установку тяжелого оборудования без дополнительного устройства дорогостоящих оснований;
- уровень грунтовых вод должен быть ниже заложения бункеров твердых бытовых отходов и шлака, подвалов зданий и подземных инженерных коммуникаций;
- поверхность площадки должна быть ровной с уклоном, обеспечивающим поверхностный водоотвод;
- площадка не должна располагаться в местах залегания полезных ископаемых или в зоне обрушения выработок, на оползневых участках и участках, загрязненных радиоактивными отходами. Запрещено использовать земли сельскохозяйственного назначения и высокопродуктивные угодья;
- площадка должна быть расположена в месте, не затопляемом паводковыми водами.[19]

Поступающие на МСЗ отходы не должны проходить ни сортировку, ни классификацию на состав бытового мусора. Так как свойства составляющих отходов очень различаются, для полного выгорания отходов используют специальные топочные устройства.

Потенциальное воздействие мусоросжигательных установок на окружающую среду может быть классифицировано следующим образом:

- технологические выбросы в атмосферу, поступление в атмосферу летучих ароматных веществ и сбросы в водные объекты;
- образование технологических остатков после сжигания;
- технологический шум и вибрация;
- потребление и производство энергии;
- потребление сырья (реагентов);
- летучие нестойкие выбросы (главным образом, в местах хранения отходов);
- риски при хранении, погрузочно-разгрузочных операциях и обработке опасных отходов.

Установка должна быть оснащена устройствами для максимального ограничения запыленности и загазованности воздуха. Выбросы вредных газов и пыли не должны превышать допустимых значений с учетом существующего фона загрязнения атмосферы. Очаговые остатки в виде шлака и золы, летучая зола и металл должны выходить из топки в состоянии, удовлетворяющем санитарным нормам. [12]

Нормальная эксплуатация МСЗ обеспечивается наличием следующих сооружений:

- подъездная дорога - въезд на территорию завода должен быть двухколейным, чтобы въезжающие и выезжающие машины не мешали друг-другу;
- ограждение участка с воротами для машин;
- автовесы – для определения количества поступающих отходов;
- место для стоянки машин;
- бункер с разгрузочными постами- емкость бункера зависит от количества сжигаемых отходов в сутки, числа сжигательных установок и режима завода мусора. При расчете емкости бункера учитывают уплотнение мусора в емкости – накопителе. Дно бункера должно иметь уклон, чтобы жидкость, используемая для пожаротушения и обмывки отходов стекала в определенном направлении. Стоки направляют в отстойники. Вертикальные стены бункера обшивают брусками или металлическими листами для исключения повреждения стенок ковшом.
- устройства для дробления крупногабаритных отходов – для приема крупногабаритных отходов выделяют специальный отсек, откуда одним из грейферных кранов крупные отходы подаются в дробильную установку, из которой отходы падают в общий бункер – накопитель;
- топочное устройство – кроме обычных для топки операций также превращает мусор в золу и шлак, пригодные к складированию на полигонах; перемешивает газы перед поступлением их в котел или другой охладитель; ликвидирует запах дымовых газов, выходящих из топочного устройства.
- котел – утилизатор – выполняет функцию охлаждения дымовых газов, улавливание пыли в содержащихся газах. [42]

Вся негорючая часть ТБО подразделяется на шлак, летучую золу и пыль, выбрасываемую с дымовыми газами в атмосферу. Шлаком называют все очаговые остатки с колосниковой решетки, летучая зола улавливается в газоходах котлоагрегатов и в пылеулавливающих устройствах. Пыль - это все твердые примеси в дымовых газах, выбрасываемых в атмосферу. Основная доля негорючих составляющих попадает в шлак.[22]

Проверка поступающих на территорию мусоросжигательного завода твердых бытовых отходов включает в себя:

- визуальный осмотр хранилища;
- выборочную проверку отдельных поставок посредством отдельной разгрузки;
- взвешивание принятых отходов;

- радиационный контроль [13]

В процессе эксплуатации завода на его территории образуются сточные воды. К ним относятся атмосферные осадки, хозяйственные стоки, стоки из установок химподготовки, шланготушения, постоянной и периодической продувки котлов. При наличии городских сетей канализации стоки направляются в них, при условии, что температура стоков не превышает 45°C, а значение pH 6,5 – 9. Стоки химподготовки перед сбросом должны быть нейтрализованы. Стоки от мойки мусоровозов и контейнеров направляются на специальные очистные сооружения. [22]

В настоящее время существует несколько технологий сжигания твердых бытовых отходов – газификация, пиролиз, огневой метод и обжиг. *Газификация* – процесс термической переработки отходов с принудительной подачей в процесс газифицирующего агента (воздух, кислород, водяной пар) в количествах, недостаточных для полного окисления углерода органических веществ, с целью их превращения в синтез – газ. Синтез – газ используется в качестве энергоносителя и сжигается в паровом котле с топкой. *Пиролиз* – это процесс термической переработки отходов без подачи дутьевого агента (воздух, кислород). *Огневой метод* – сжигание горючих отходов или огневая обработка негорючих отходов высокотемпературными (более 1000°C) продуктами сгорания топлива. Токсичные компоненты подвергаются окислению, термическому разложению и другим превращениям с образованием безвредных газов и твердых остатков (металлов, оксидов, солей). В зависимости от способа обезвреживания огневой метод подразделяется на три типа: сжигание отходов, огневой окислительный метод и огневой восстановительный метод. Для метода обжига используют топки, печи и реакторы – слоевые топки, барабанные вращающиеся печи, многоподовые печи, реакторы с псевдоожиженным слоем и циклонные и комбинированные реакторы. [27]

Для выбора оптимального метода термической обработки ТБО необходимо провести сравнение имеющихся технологий по следующим критериям:

- экономическим: уровень капитальных и эксплуатационных затрат;
- технологическим: уровень развития технологии, показатели при апробации технологии, надежность оборудования, эксплуатационные характеристики, степень автоматизации процесса, требования безопасности, необходимость использования дополнительного сырья;
- экологическим: количество и токсичность отходов и газовых выбросов, возможность их обезвреживания и утилизации;

- возможность изготовления оборудования в России, квалификационные требования к обслуживающему персоналу. [32]

Такая качественная сравнительная оценка существующих технологий термической переработки твердых бытовых отходов была проведена фирмами «GKW Consult» и «East Consul» в 1996 г. Их методика заключалась в присвоении фактора приоритета (определенного балла от 10 до 50) выбранным критериям путем сравнительной оценки параметров. Наибольший балл присваивался за лучший показатель, и наоборот. Методика позволила установить наиболее эффективные термические технологии. Результаты сравнительного анализа представлены в Таблице 6.

Таблица 6 - Сравнительная оценка технологий термической переработки ТБО [32]

№	Критерии оценки	Макс. возможная сумма баллов	Термические технологии					
			слоевое сжигание	кипящий слой	шлаковый расплав	электрошлаковый расплав	пиролиз и сжигание	газификация
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Общие критерии, в том числе:	265	235	150	-125	-90	35	80
	- уровень развития технологии	50	50	40	-50	-50	0	0
	- срок эксплуатации	30	30	30	0	0	30	30
	- относительная суммарная стоимость оборудования	30	0	0	-30	-30	-30	15
1	- необходимость подготовки ТБО перед обработкой	30	30	-15	30	30	-30	-30
	- необходимость доп. топлива	20	20	20	20	20	20	20
	- необходимость дополнительных компонентов	25	25	-5	-25	-25	-10	-10
	- пусковой период	20	20	20	-20	-20	20	20
Окончание таблицы								

Продолжение таблицы								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	- ремонтно-пригодность	25	25	25	-25	-25	0	0
	- взрыво-, пожаробезопасность	25	25	25	-25	0	25	25
	- диапазон рабочих нагрузок	10	10	10	0	10	10	10
2	Производство энергии и материалов, в том числе:	115	75	75	35	20	105	85
	- производство тепловой энергии	20	20	20	20	20	20	20
	- соответствии ГОСТ «Котлы паровые стационарные для сжигания ТБО»	10	10	10	10	10	10	10
	- производство электрической энергии	15	15	15	15	0	15	15
	- разность между производимой и потребляемой энергией	30	30	30	-30	-30	30	30
	- дополнительное производство электроносителей в производственном цикле	20	0	0	0	0	10	10
	- получение товарной продукции	20	0	0	20	20	20	0
3	- экологические критерии, в том числе	185	20	45	140	127.5	105	115
Окончание таблицы								

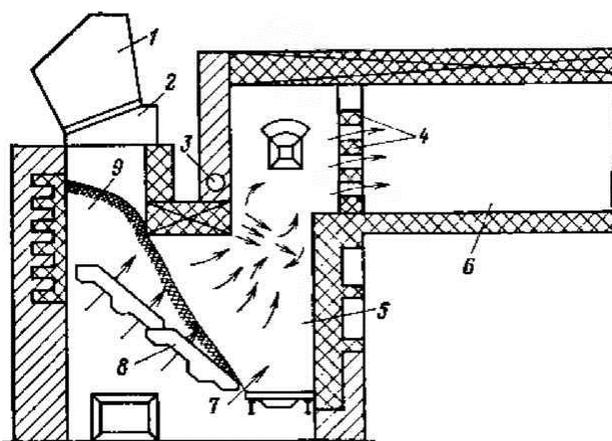
Продолжение таблицы								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	- наличие раздельных систем сбора и удаления шлака и золы	15	-15	-15	15	15	15	15
	- возмож- ность утилизации шлака	15	15	15	15	15	15	15
	- возмож- ность обезвреживан ия золы	20	-20	-20	20	20	20	20
	- удельный объем дымовых газов	25	0	10	25	12,5	15	20
	- возмож- ность подавления аредных примесей	90	20	35	45	45	20	25
	- утечка запаха	20	20	20	20	20	20	20
4	Прочие критерии, в том числе:	35	10	10	5	5	10	20
	- дополни- тельные требования к персоналу	15	0	0	-15	-15	0	0
	- возмож- ность изготовления оборудо- вания в России	20	10	10	20	20	10	20
	Итого:	600	340	280	55	62.5	255	300

Таким образом, слоевое сжигание на колосниковых решетках, сжигание в кипящем слое и отечественная технология газификации были определены как наиболее эффективные технологии термической переработки ТБО. Метод слоевого сжигания на колосниковых решетках (слоевого сжигания) имеет ряд преимуществ перед другими методами: высокий уровень апробированности технологий, серийно выпускаемое оборудование, высокий гарантийный срок эксплуатации (не менее 15 лет), относительно низкие затраты по

сравнению с другими технологиями. Система производства колосниковых решеток также широко представлена и за рубежом – система «Deutsche Babcock Anlagen GmbH», система «Steinmuller» и «Seghers» (Германия) внедрена на заводах Германии, Италии, США, Южной Кореи, Швейцарии, Нидерландах, Японии и др. стран. Печи для слоевого сжигания ТБО, осуществляемого на колосниковой решетке, были разработаны в 1930 гг. В настоящее время, данный метод сжигания используется при температуре 850-1000°С и является наиболее часто встречаемым в мировой практике. Именно этот метод из группы термических будет рассмотрен как вариант решения проблемы твердых бытовых отходов.

Для слоевого сжигания отходов на мусоросжигательных заводах установлены слоевые топки. Загрузка отходов может осуществляться периодически или непрерывно. Воспламенение или поджиг отходов могут производиться на разных уровнях – в верхнем слое, нижнем слое или смешанным способом. Далее представлен технологический процесс сжигания.

Твердые отходы (бумага, ветошь, древесные отходы и др.) сжигают в двухкамерной печи с перевальной стенкой: в первой камере осуществляется сжигание твердых отходов в слое на неподвижной или движущейся колосниковой решетке; во второй – дожигание газообразных горючих компонентов. Печь сложена шамотным кирпичом и заключена в металлический каркас. Отходы загружают в печь через бункер, расположенный над ней. Бункер сложен заслонкой типа мигалки, которая автоматически его закрывает после загрузки. Печь также снабжена горелкой для сжигания дополнительного топлива. Схема печи с неподвижной ступенчатой колосниковой решеткой представлена на Рисунке 3.



где 1 – бункер, 2 – шахта; 3 – сопло для подачи вторичного воздуха; 4 – огнеупорная насадка; 5 – первая ступень топки; 6 – вторая ступень топки (камера дожигания); 7 – подача воздуха; 8 – наклонная колосниковая решетка; 9 – слой отходов.

Рисунок 3 - Схема печи с неподвижной ступенчатой колосниковой решеткой [27]

Отходы из бункера (1) через шахту (2) попадают на наклонную или ступенчатую колосниковую решетку (8). Слой отходов (9) под действием собственного веса распределяется медленно сползает по решетке к месту выгрузки золы. Органические отходы сгорают частично в слое, а частично над слоем (5), куда дополнительно подают вторичный воздух через сопло (3). Основное же количество воздуха подают под решетку (7). Несгоревшие органические вещества вместе с дымовыми газами проходят огнеупорную насадку (4), предназначенную для турбулизации газового потока, и дожигаются в камере дожигания (5). Зола по мере накопления удаляют из печи вручную. Агрегатная нагрузка печи – до 300 кг/ч. [27]

К недостаткам данной технологии можно отнести – низкие удельные нагрузки по обезвреживаемым отходам, сложность организации топочного процесса, громоздкость и металлоемкость оборудования, высокая стоимость колосниковой решетки.

Эффективность и экологическая безопасность термической обработки твердых бытовых отходов определяются их составом, технологией процесса, степенью подготовки отходов к термообработке, стабилизацией состава отходов, режимом процесса (температура, время пребывания отходящих газов в камере сгорания, температура отходящих газов, объем и распределение дутьевого воздуха), автоматизацией процесса. Объем и состав дымовых газов, образующихся при термической обработке ТБО, зависят от состава отходов, применяемого оборудования и режима обработки. Так, при слоевом сжигании одной тонны твердых бытовых отходов образуется 4,5 – 6 тыс.м³ газа, 700-1100 м³ водяного пара, 200 - 400 кг. шлака и 20-50 кг. летучей золы (показатели усреднены).

В связи с тем, что дорогостоящая газоочистка значительно увеличивает уровень затрат, связанных с эксплуатацией заводов, повышается значение обогащения отходов и реализации мероприятий, направленных на облегчение газоочистки – уменьшения потока отходов, направляемых на сжигание (селективный сбор и сортировка), выделения перед сжиганием не только полезных компонентов, но и опасных. При сжигании замена воздуха, подаваемого к месту сжигания, кислородом позволит ускорить процесс, снизить выбросы оксида азота, однако выброс наиболее опасных компонентов останется неизменным. Также исследователями разных стран выявлено, что при прямом сжигании отходов большая часть металлов поступает в отходящие газы из негорючих компонентов, то есть удаление негорючей фракции из бытовых отходов позволит уменьшить количество поступающих в атмосферу металлов при сжигании.

Сжигание в целом является эффективным способом обезвреживания отходов, однако важным шагом является определение места сжигания в системе комплексной переработки. Так, сжиганию можно подвергать не всю образующуюся массу отходов, а преимущественно их горючую фракцию, что позволит уменьшить вредное влияние газовых выбросов, уменьшит производительность печей и позволит выделить ценные компоненты ТБО для использования в качестве вторичного сырья. [33]

2.3 Комплексная переработка ТБО

Государственная стратегия обращения с твердыми бытовыми отходами составляет основу концепции управления отходами на муниципальном уровне. Одной из основных задач стратегии является постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке ТБО, обеспечивающее одновременно их обезвреживание, ликвидацию и максимально-возможную энергетическую утилизацию. Все это входит в задачи комплексной переработки твердых бытовых отходов. Поэтому концепция управления твердыми бытовыми отходами рассматривает промышленную переработку ТБО как метод инженерной защиты окружающей среды, в том числе и эколого-экономические и технологические аспекты организации производства, а отходы – как техногенное сырье сложного состава.

Основной целью процесса комплексной переработки твердых бытовых отходов является максимальное извлечение утильных компонентов для вовлечения их в цикл вторичного использования при уменьшении объемов, подлежащих иным способам утилизации отходов. Процесс комплексной переработки можно разделить на следующие технологические операции:

- сортировка отходов, то есть разделение на специфические фракции в зависимости от характеристик того или иного материала;
- накопление и временное хранение отходов в местах накопления;
- сбор отходов и их транспортировка;
- перевалочные операции (прессование и перегрузка на более крупные транспортные средства);
- обработка отходов:
 - ручная или механическая сортировка;
 - первичная обработка твердых бытовых отходов - измельчение или прессование;
 - переработка полезных фракций во вторичное сырье;

- захоронение, термическая переработка или применение методов биологической очистки по отношению к части отходов, не подлежащей вторичному использованию.[25]

Все методы обогащения сырьевых материалов основаны на использовании различий в физических и физико–химических свойствах разделяемых компонентов (плотности, магнитной восприимчивости, электрических свойств, смачиваемости, аэродинамических характеристик, оптических и др. свойств). [43]

Первичная обработка твердых бытовых отходов зависит от дальнейших методов и целей переработки и заключается в измельчении или компактировании с предварительным удалением крупногабаритного мусора. Компактирование и механическое прессование направлены на уменьшение объемов отходов, что позволяет упрощать их транспортировку и складирование на полигонах захоронения, а также уменьшает площадь активной поверхности, что является большим преимуществом в санитарно-гигиеническом отношении. Компактирование осуществляется с помощью прессов разной конструкции.

Измельчение отходов направлено на формирование однородной по размерам массы отходов для обеспечения условий дальнейшей обработки на стандартном оборудовании. Чаще всего применяется к отходам неорганического происхождения.

Основной стадией технологического процесса, гарантирующего комплексное использование компонентов отходов является механизированная сепарация, включающая разделение по фракциям и изменяющая качественный и количественный состав ТБО. Сепарация твердых бытовых отходов – это совокупность процессов первичной обработки сырья в целях извлечения ценных компонентов, удаления опасных компонентов, выделения фракций для дальнейшей переработки. То есть это процесс обогащения техногенного сырья. Для этого используют различные методы обработки, такие как гравитация, магнитная, электрическая сепарация, флотация и др.

Комплексная переработка отходов, включающая сортировку на первом технологическом этапе, обеспечивает не только возможность вторичного использования некоторых материалов (стекла, бумаги, пластика и др.), но и решение проблемы обеззараживания органической составляющей и утилизации балластных компонентов. Механизированная сепарация – основная стадия подготовки отходов к дальнейшей переработке ТБО, она должна соответствовать поставленным приоритетам переработки, которые указаны в Приложении Д.

Основными технологическими показателями эффективности сепарации являются коэффициент извлечения компонентов в продукт сепарации, общее содержание компонента в этом продукте и выход продукта, выражаемые в процентах. Извлечение различных фракций требует наличие разных подходов и специальных методов. В Таблице 7 представлены основные методы механизированной сортировки, целью которой является извлечение определенных фракций. [31]

Таблица 7 - Принципиальные способы извлечений утильных фракций из ТБО [37]

Утильный компонент	Способ извлечения
Черный металл	Электромагнитная сепарация
Цветной металл	Извлечение с помощью переменного «бегущего» магнитного поля; дробление и пневмовибрационная сепарация
Бумага	Пневматическое разделение фракций по скорости витания в потоке воздуха; гидропульпация и осаждение тонковолокнистых фракций
Текстиль	Сухое извлечение в технических грохотах с крючками; сепарация за счет сохранения прочности при смачивании и перетирании
Синтетическая пленка	Пневматическое разделение по скорости витания в потоке воздуха; сепарация за счет сохранения прочности при смачивании и перетирании; электростатическая сепарация
Стекло	Мокрая сепарация в циклонах; пневматическое отделение в восходящем потоке воздуха по скорости витания; сепарация в метателях с отражательной плитой по упругости и баллистическим свойствам

Операции ручной сортировки в комплексных схемах переработки ТБО чаще применяются для извлечения крупнокускового материала из отходов нежилого городского сектора, отдельный сбор которых может быть реализован при условии организации коллективно – селективного контейнерного сбора. При этом качество собранных вторичных материалов значительно выше, чем при автоматизированной сортировке. Для ручной сортировки используют промышленные модули – закрытые остекленные кабины, оснащенные горизонтальным конвейером. Отобранные компоненты вторсырья попадают в накопительные бункеры, расположенные под сортировочной кабиной и автоматически подаются на пакетирование методом прессования. В Таблице 8 находятся показатели производительности при ручной сортировке ТБО (усредненные мировые значения).

Таблица 8 - Производительность ручной сортировки ТБО (по состоянию на 2013 год) [31]

Вид материала	Производительность одного сотрудника, кг/ч	Степень извлечения фракций, %
Газетная бумага	700 - 4500	60 - 95
Гофрокартон	700 - 4500	60 - 95
Стеклотара (без сортировки по цвету)	400 - 800	70 - 95
Пластмассовая упаковка (ПЭТФ, ПЭВД)	140 - 280	80 - 95
Алюминиевые банки	45 - 55	80 - 95

На данный момент не существует единого универсального метода переработки твердых бытовых отходов, одновременно отвечающего всем технологическим, экономическим и экологическим требованиям. Комплексная переработка представляет собой определенную комбинацию методов, выстраиваемую в соответствии с конечной целью переработки. Каждый метод сортировки, обезвреживания и утилизации имеет свои преимущества и недостатки, а их выборочное комплексное использование позволяет найти оптимальное решение проблемы.

Преимущества комплексной переработки ТБО:

- максимальное извлечение и вовлечение в цикл повторного использования полезных фракций отходов;
- минимизация негативного воздействия за счет применения нескольких технологий одновременно, учитывая их экологические и экономические недостатки;
- уменьшение количества отходов, предлагаемых к захоронению и, следовательно, снижение нагрузки на окружающую природную среду;
- уменьшение загрязнения грунтовых вод и атмосферного воздуха продуктами гниения ТБО;
- получение вторичного продукта без использования большого количества извлекаемых ресурсов;
- экономические выгоды от продажи переработанной продукции при условии изучения спроса на те или иные виды вторичного сырья.

Недостатки комплексной переработки ТБО:

- невысокий процент извлечения полезных фракций вследствие неразвитой системы раздельного сбора твердых бытовых отходов (недостаточное количество контейнеров для

раздельной сборки, неразвитая экологическая культура населения, недостаточное количество места в квартире для сортировки отходов);

- дороговизна технологий;
- значительный расход энергии вследствие большого количества операций;
- требуется предварительная сортировка и обработка отходов. [33]

В Приложении Д также представлена схема организации технологического цикла ТБО, как пример организации комплекса по переработке бытовых отходов.

Ведется разделение сырья на три потока:

- горючие фракции (бумага, текстиль, древесина, пленка и др.);
- компостируемый материал (органические отходы, влажная бумага и др.);
- черный металлолом.

На первой стадии ТБО измельчают, подвергают магнитной сепарации, сортируют в цилиндрическом грохоте. Нижнюю мягкую органическую фракцию подвергают аэробной ферментации (компостированию), после этого используют вторичное грохочение, удаляют стекло и другие тяжелые фракции – пластик, резину, камни. Верхнюю фракцию (твердая, горючая) подвергают вторичной магнитной сепарации, высушиванию и брикетированию путем прессования.

В настоящее время в России действует порядка 11 тысяч полигонов ТБО и свалок, 4 мусоросжигательных завода, 5 мусороперерабатывающих заводов и 39 мусоросортировочных комплексов (по данным на 2014 год), при этом практически не работает система первичной сортировки и селективного сбора отходов. Поэтому автоматизированная или ручная сортировка ТБО является необходимым условием успешного функционирования мусороперерабатывающего комплекса наряду с термообработкой и ферментацией. [28]

Различия в составе ТБО, обеспеченность и дефицитность различных видов сырья, потребности в том или ином сырье, соотношение цен на первичные и вторичные виды сырьевых ресурсов определяют специфику переработки ТБО в разных странах. [43]

Вопросы безопасного обращения с отходами производства и потребления, образующимися в процессе хозяйственной деятельности предприятий, организаций и населения, являются актуальными для всех. Другие регионы нашей страны, как и другие страны стараются найти решение проблемы, используя различные пути и технологии. В

Приложении Е приведены примеры решения проблемы управления отходами производства и потребления в других регионах нашей страны и зарубежный опыт.

В процессе сбора и анализа информации об опыте других регионов и стран был сделан вывод о том, что практически все стратегии управления отходами направлены на сокращение количества захораниваемых отходов и на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Лидером по планировочным решениям среди всех стран можно выделить завод по комплексной переработке отходов, строительство которого позволяет не только сократить объемы материала, подлежащего захоронению, но и сэкономить часть ресурсов за счет вторичного использования уже имеющихся. Также в ряде Европейских стран была отмечена тенденция к смещению приоритетов в области управления отходами в сторону их термической обработки, то есть сжигания. Внедрение безопасных технологий и оборудования от проверенных поставщиков, наличие большого количества очистных установок (что приводит к значительному удорожанию стоимости строительства и эксплуатации завода), позволяет мусоросжигательным комплексам на территории Европейского Союза выйти практически на тот же уровень безопасности и эффективности, что и мусороперерабатывающие комплексы. Однако решающим фактором является экономический – большинству компаний оказывается не под силу строительство комплекса мусоросжигания, который соответствовал бы всем экологическим требованиям и стандартам, так как стоимость систем газоочистки зачастую превышает стоимость другого оборудования. Более того, страны, система селективного сбора отходов которых функционирует на должном уровне, отдают предпочтение технологиям переработки – что позволяет иметь некоторые экономические выгоды по сравнению с технологией сжигания отходов.

Выводы

1. Захоронение твердых бытовых отходов происходит на полигонах твердых бытовых отходов – инженерно-обустроенных сооружениях, обеспечивающих прием, складирование, уплотнение, захоронение и охрану окружающей природной среды от загрязнения.
2. В настоящий момент широкое распространение получили большое количество технологий термической обработки отходов, в том числе слоевое сжигание, сжигание в кипящем слое, шлаковый расплав, электро-шлаковый расплав, пиролиз и газификация. В процессе анализа результатов исследования, проводимого специалистами фирм «GKW

Consult» и «East Consul» в 1996 г., слоевое сжигание на колосниковых решетках было определено как наиболее эффективная технология термической переработки ТБО.

3. Комплексная переработка твердых бытовых отходов обеспечивает максимальное извлечение утильных компонентов для вовлечения их в цикл вторичного использования при уменьшении объемов.
4. Одной из основных задач государственной стратегии обращения с твердыми бытовыми отходами является постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке ТБО, которое позволит обеспечить одновременно их обезвреживание, ликвидацию и использование энергетического потенциала в производственных целях.
5. Таблица 9 - Технологические и экологические особенности каждого из рассматриваемых методов [данные автора]

Преимущества	Недостатки
1	2
<i>Метод полигонного захоронения</i>	
-отсутствие необходимости предварительной сортировки;	- выделение вредных веществ с эмиссиями фильтрата и биогаза
- невысокая стоимость технологических операций;	- возможное самовозгорание ТБО;
- возможность рекультивации территории	- благоприятные условия для болезнетворных организмов;
	- механические нагрузки на грунт;
	- пылевое загрязнение от проезжающего автотранспорта
<i>Метод сжигания</i>	
- снижение объемов отходов в несколько раз;	- выделение в атмосферу вредных веществ;
- эффективное обезвреживание;	- высокая стоимость очистного оборудования;
- единовременное избавление от больших объемов отходов;	- высокий выход золы и шлаков;
- снижение риска загрязнения почвы и вод вредными веществами;	- трудно осуществимый контроль за исключением попадания на установку по термической обработке запрещенных токсичных отходов;
Окончание таблицы	

Продолжение таблицы	
1	2
- использование энергетического потенциала в качестве топлива	- недовольство населения опасными выбросами
<i>Метод комплексной переработки</i>	
- максимальное извлечение полезных фракций отходов;	- необходимость предварительной сортировки отходов;
- минимизация негативного воздействия за счет применения нескольких технологий;	- сложность извлечения полезных фракций вследствие неразвитой системы раздельного сбора твердых бытовых отходов;
- снижение механической нагрузки на грунт;	- значительный расход энергии вследствие большого количества операций;
- уменьшение загрязнения сред продуктами гниения ТБО;	- дороговизна технологий
- уменьшение объемов иввлечения первичных ресурсов;	
- экономические выгоды от продажи переработанной продукции	

6. Практически все стратегии управления отходами других регионов и стран направлены на сокращение количества захораниваемых отходов и на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Лидером по планировочным решениям среди других стран можно выделить завод по комплексной переработке отходов.
7. Наиболее безопасным с экологической точки зрения способом работы с ТБО является комплексная переработка. При наличии селективного сбора отходов на предварительном этапе подготовки, последующее применение различных технологий позволяет свести риски к минимальным, а полученная вторичная продукция направлена на сокращение объемов извлечения нового сырья. Мусорсжигание определено как наиболее опасный метод обращения с отходами, так как при условии отсутствия предварительной сортировки отходов при сжигании происходит выделение вредных, опасных для здоровья живых организмов веществ – диоксинов, хлористого и фтористого водорода, сернистого газа, твердых частиц различных металлов и др.

ГЛАВА 3 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

3.1 Расчет образования твердых бытовых отходов на территории г. Тюмени

На данный момент, в городе Тюмени действует метод лишь полигонного захоронения отходов. Однако, несмотря на это, к рассмотрению также предлагается расчет показателей для объектов сжигания и переработки твердых бытовых отходов как альтернативных вариантов решения проблемы. Для выбора оптимального метода обращения с твердыми бытовыми отходами на территории города Тюмени, после рассмотрения предлагаемых методов по экологическим параметрам, необходимо провести сравнение методов по экономическим (уровень капитальных и эксплуатационных затрат).

Экономическая оценка методов утилизации является ключевым фактором для финансирования строительства и эксплуатации объекта. Поэтому необходимо определить, какой из методов переработки является самым эффективным в условиях города Тюмени. Важно, чтобы метод был рентабельным, то есть можно было избавиться от всех образующихся на территории города отходов, но при этом все мощности объекта были задействованы, а цены на сбор и транспортирование при этом были минимальными.

По официальным данным в 2016 году население города Тюмени составило 710 575 человек. В течение последних лет, в городе наблюдается положительный прирост населения. В результате анализа показателей положительного прироста населения за последние годы, администрацией г. Тюмени был составлен прогноз численности населения г.Тюмени до 2026 года. Данные представлены в Таблице 10.

Таблица 10 - Прогноз численности населения, проживающего в г. Тюмени на 2017-2026 гг [9]

Год	Население, чел.
<i>1</i>	<i>2</i>
2017	716 554
2018	736 618
2019	757 243
2020	778 446
2021	800 242
2022	822 649
2023	845 683
Окончание таблицы	

Продолжение таблицы	
1	2
2024	869 362
2025	893 704
2026	918 728

Таким образом, в 2026 году ожидается увеличение количества проживающего на территории города населения на 200 тыс. человек по сравнению с показателями 2016 г.

За основу расчетов возьмем показатели численности населения города Тюмени в 2021 г., так как именно в этом году предполагается вывод из эксплуатации действующего на данный момент полигона ТБО. По предварительным оценкам, численность населения города Тюмени в 2021 году составит около 800 200 человек (согласно данным Таблицы 10).

Принятые нормы накопления ТБО для различных источников указаны в Таблице 11.

Таблица 11 – Ориентировочные нормы накопления ТБО [28]

Объект образования	Норма накопления отходов на 1 чел.		Плотность, кг/м ³
	кг/год	м ³ /год	
Жилые дома	210-225	1-1,1	210
Общая норма накопления ТБО по жилым и общественным зданиям города*	280	1,5	190
Организации (на 1 сотрудника)	50	0,3	200

* - усредненные показатели с учетом посещения детских садов, яслей, школ, институтов, магазинов, столовых, спортивных сооружений.

Расчет нормативов образования отходов производится согласно методическим указаниям по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение [4] по формуле:

$$ПН_0 = Н * Q, \quad (1)$$

где ПН₀ - предлагаемый норматив образования отходов в среднем за год, т.;

Н₀ - норматив образования отходов, т. За расчетную единицу;

Q – количество человек, проживающих на территории города (мест, блюд).

$$ПН_{ж} = 280 \text{ кг} * 0,001 * 800 \text{ 200 чел.} = \mathbf{224 \text{ 056 т.}}$$

– образование ТБО в городе Тюмени за 2021 год от населения города, с учетом посещения общественных мест.

Однако, источником образования ТБО являются не только физические, но и юридические лица, а также индивидуальные предприниматели. Согласно статистическим данным Единого реестра субъектов малого и среднего предпринимательства, по состоянию на апрель 2017 года в городе Тюмени зарегистрировано 45 749 организаций, в том числе – 27 980 юридических лиц и 17 769 индивидуальных предпринимателей. Также важно разделить организации на микро-, малое и среднее предпринимательство, так как количество работников будет различным. К микропредприятиям относится 43 588 фирм, к малому предпринимательству - 2 033, а средних предпринимателей насчитывается лишь 128. [45]

При этом, количество сотрудников для каждого вида предпринимательства регламентируется документом «Критерии малого и среднего предпринимательства», установленные Федеральным законом №209-ФЗ от 24.07.2007.

- микропредприятие – от 1 до 15 человек;
- малые предприятия – от 16 до 100 человек;
- средние предприятия – от 101 до 250 человек. [2]

Для расчета объема образующихся от юридических лиц отходов для каждого из видов предпринимательства возьмем за данные усредненные значения по количеству сотрудников, так как в одних организациях количество работников минимально, а в других равняется максимальному возможному.

Образование ТБО в городе Тюмени за 2017 год от микропредприятий города:

$$ПН_{0-1} = 43\,588 * 8 \text{ чел.} * 50 \text{ кг.} * 0,001 = \mathbf{17\,435,2 \text{ т.}}$$

Образование ТБО в городе Тюмени за 2017 год от малых предприятий города:

$$ПН_{0-2} = 2033 * 58 \text{ чел.} * 50 \text{ кг.} * 0,001 = \mathbf{5\,895,7 \text{ т.}}$$

Образование ТБО в городе Тюмени за 2017 год от средних предприятий города:

$$ПН_{0-3} = 128 * 175 \text{ чел.} * 50 \text{ кг.} * 0,001 = \mathbf{1\,120 \text{ т.}}$$

Образование ТБО в городе Тюмени за 2017 год от всех предприятий города:

$$ПН_{0 \text{ общ.}} = ПН_{0-1} + ПН_{0-2} + ПН_{0-3} = 17\,435,2 + 5\,895,7 + 1\,120 = \mathbf{24\,450,9 \text{ т.}}$$

Для расчета значения для 2021 года возьмем увеличивающий коэффициент, равный отношению численности населения в 2021 к численности населения в 2017 году:

$$K = \frac{800\,242 \text{ чел}}{716\,554 \text{ чел}} = 1,12$$

Образование ТБО в городе Тюмени за 2021 год от всех предприятий города:

$$\text{ПН}_0 \text{ общ.} = 24\,450,9 \text{ т.} * 1,12 = \mathbf{27\,385 \text{ т.}}$$

Образование ТБО в городе Тюмени за 2021 год:

$$\sum \text{ПН}_0 \text{ общ.} = \text{ПН}_ж + \text{ПН}_0 \text{ общ.} = 224\,056 \text{ т.} + 27\,385 \text{ т.} = \mathbf{251\,441 \text{ т.}}$$

Для дальнейшего удобства расчетов переведем тонны в м³. Плотность отходов примем равную 0,144 для твердых бытовых отходов от населения города, проживающего в жилищном фонде и 0,3 для твердых бытовых отходов от юридических лиц, согласно Постановлению Администрации г. Тюмени от 25 августа 2006 года № 12-ПК. [6]

Объем ТБО, образующихся в г.Тюмени, в 2021 году:

$$\sum V = \frac{24\,450,9 \text{ т} * 1,12}{0,3} + \frac{224\,056 \text{ т}}{0,144} = 91\,283,4 + 1\,555\,944,4 = \mathbf{1\,647\,228 \text{ м}^3}$$

3.2. Оценка предложенных вариантов объекта утилизации ТБО

Для экономической оценки предложенных вариантов обращения с твердыми бытовыми отходами необходимо рассчитать затраты на строительство и эксплуатацию объекта.

1) Произведем расчет экономических затрат на эксплуатацию полигона ТБО.

Расчет экономических затрат на строительство и эксплуатацию полигона ТБО производится согласно методике В.И. Коробко, В.А.Бычковой. [26]

Расчет емкости и площади проектируемого полигона ТБО

Исходные данные:

Расчетный срок эксплуатации $T = 10$ лет. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых и общественных зданий и непромышленных объектов на год проектирования $M1 = 1,5$ куб. м/чел./год. Количество обслуживаемого населения на год проектирования $N1 = 800242$ чел., через 10 лет (к 2031 г.) прогнозируемая численность проживающего в г. Тюмени населения $N2 = 1047349$ чел. Высота складирования ТБО, предварительно согласованная с архитектурно-планировочным управлением, $Hп = 40$ м.

1) Расчет проектной вместимости полигона ТБО

Вместимость полигона V_t на расчетный срок определяется по формуле:

$$E_t = \frac{(M1+M2)}{2} * \frac{(N1+N2)}{2} * \frac{K2}{K1} * T = \frac{(M1+M2)*(N1+N2)*T*K2}{4K1} \quad (2)$$

где $M1$ и $M2$ - удельные годовые нормы накопления ТБО по объему на первый и последний

годы эксплуатации, куб. м/чел. год;

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

T - расчетный срок эксплуатации полигона, лет;

K_1 - коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона на весь запланированный период;

K_2 - коэффициент, учитывающий объем наружных изолирующих слоев грунтов (включает промежуточные и окончательный слой изоляции).

1. Удельная годовая норма накопления твердых бытовых отходов на последующие годы (M_2) определяется следующим образом: на 2-й год эксплуатации происходит рост по объему в среднем на 3% . Рассчитаем показатель удельной годовой нормы накопления твердых бытовых отходов на последний год эксплуатации полигона:

$$M_2 = 1,5 * (1,03)^{10} = 1,5 * 1,344 = 2,016 \text{ м}^3/\text{чел. год.}$$

2. Коэффициент K_1 , учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за весь срок $T = 10$ лет, принимаем по таблице «Значение коэффициента K_1 , учитывающего уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона» с учетом применения для уплотнения бульдозера массой 14 т. [16]

$$K_1 = 4.$$

3. Коэффициент K_2 , учитывающий объем изолирующих слоев грунта в зависимости от общей высоты, принимаем по таблице «Значение коэффициента K_2 , учитывающего объем изолирующих слоев». [16]

$$K_2 = 1,18.$$

Проектируемая вместимость полигона E_t составит:

$$E_t = \frac{(1,5 + 2,016) * (800\ 242 + 1\ 047\ 349) * 10 * 1,18}{4 * 4} = \\ = \frac{3,516 * 1\ 847\ 591 * 11,8}{16} = \frac{77\ 654\ 333,48}{16} = 4\ 853\ 395,8 \text{ м}^3$$

- проектируемая вместимость полигона ТБО.

2) Расчет требуемой площади земельного участка полигона

Площадь участка складирования ТБО определяется по формуле:

$$\Phi_{у.с.} = \frac{3 * E_t}{N_{п}}, \quad (3)$$

где $\Phi_{у.с.}$ – площадь участка складирования, m^2

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

E_t – вместимость полигона, m^3 ;

H_p - высота полигона.

$$\Phi_{у.с.} = \frac{3 * 4\,853\,395,8}{40} = \frac{14\,560\,187,4}{40} = 364\,004,7 \text{ м}^2$$

- площадь земельного участка полигона.

Исходные данные для расчета затрат на эксплуатацию полигона представлены в Приложении Ж.

1. Полные затраты на эксплуатацию полигона

$$P_{\text{пол}} = P_{\text{экспл}} + P_{\text{амор}} + P_{\text{рекульт}} + P_{\text{ар.пл}}, \quad (4)$$

где $P_{\text{экспл}}$ – затраты на эксплуатацию полигона;

$P_{\text{амор}}$ – амортизационные отчисления;

$P_{\text{рекульт}}$ – затраты на рекультивацию полигона;

$P_{\text{ар.пл}}$ – арендная плата за землю.

1.1. Затраты на прием и складирование отходов.

1.1.1. Определение стоимости машино-часа работы бульдозера, погрузчика.

Производительность при уплотнении работы бульдозером:

$$П^б = \frac{(L * (B - A) * H_{\text{сл}} * K_M * K_I)}{\left(\frac{L}{V}\right)} * n, \quad (5)$$

$$П^б = \frac{(10 * (1,2 - 0,2) * 0,5 * 0,9 * 0,7)}{\left(\frac{10}{2600} * 4\right)} = 205 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Затраты на основное топливо на 1 час работы бульдозера:

$$C_{\text{тб}} = (H^l + (H^l * \Gamma_p) + (H^l * \Gamma_z) * 0,42) * C_{\Gamma}, \quad (6)$$

где H^l – часовой линейный расход топлива, л/час.;

Γ_p – процент внутригаражного расхода топлива, %;

Γ_z – надбавка топлива на работу в зимний период года (5 месяцев = 0,42);

C_{Γ} – стоимость литра топлива, р/л.

$$C_{\text{тб}} = (14,5 + (14,5 * 1) + (14,5 * 0,42) * 0,42) * 35,5 = 1120,302 \text{ руб.}$$

1.1.2. Затраты на смазочные материалы на 1 час работы бульдозера:

$$C_{\text{см}} = \frac{((C1 * P_M) + (C2 * P_{\text{тр}}) + (C3 * P_{\text{пл}}) + (C4 * P_{\text{сп}}) * H^b)}{100}, \quad (7)$$

где С1, С2, С3 – стоимость смазочных материалов, руб;

P_m – расход моторного масла, л/час;

$P_{тр}$ – расход трансмиссионного масла, л/час;

$P_{пл}$ – расход пластической смазки, л/час;

$P_{сп}$ – расход специального масла, л/час;

H^6 – норма себестоимости машино-часа работы бульдозера, руб./час.

$$C_{см} = \frac{((79 * 3,2) + (105 * 0,4) + (102,5 * 0,3) + (86 * 0,1) * 82,3)}{100} = 10,333 \text{ руб.}$$

1.1.3. Техническое обслуживание и ремонтные работы:

$$P_{то} = ЗП_{час} * D_{р,р} , \quad (8)$$

где $Зп_{час}$ – заработная плата бульдозериста с отчислениями за 1 час работы;

$D_{р,р}$ – процент ремонтных расходов, как доля от фонда оплаты труда бульдозериста с отчислениями.

$$P_{то} = 187,5 * 1,9 = 356,25 \text{ руб.}$$

1.1.4. Суммарные затраты на 1 час работы бульдозера:

$$H_{сз} = ЗП_{час} + C_{тб} + C_{см} + P_{то} , \quad (9)$$

$$H_{сз} = 187,5 + 1120,302 + 10,333 + 356,25 = 1674,385 \text{ руб.}$$

1.2. Определение стоимости машино-часа автокрана

1.2.1 Часовая заработная плата крановщика с отчислениями:

$$ЗП_{час} = 250 \text{ руб./час}$$

1.2.2 Часовая заработная плата двух рабочих – такелажников с отчислениями:

$$ЗП_{час,р} = 2 * 143,75 = 287,5 \text{ руб./час}$$

1.2.3. Затраты на основное топливо на 1 час работы автокрана:

$$C_{та} = (З_{х.п.} + З_p + H_T) * V^{кр} * Ц_T , \quad (10)$$

где $З_{х.п.}$ – затраты топлива на нулевые и холостые пробеги, л/час;

$З_p$ – затраты топлива на проведение работ, л/час;

H_T – надбавки расхода топлива, руб./л;

$Ц_T$ – стоимость литра топлива, руб./л;

$V^{кр}$ – время работы в годовом балансе, 1,2%.

$$C_{та} = (3,2+8,5+0,8)*1,2*35,5 = 532,5 \text{ руб.}$$

1.2.4 Затраты на смазочные материалы за 1 час работы автокрана:

$$C_{\text{см}} = \frac{(Z_{\text{х.п.}} + Z_{\text{р}} + H_{\text{т}})}{100} * (P_{\text{м}} * C1 + P_{\text{тр}} * C2 + P_{\text{сп}} * C3 + P_{\text{пл}} * C4) * 0,012, \quad (11)$$

где $Z_{\text{х.п.}} + Z_{\text{р}} + H_{\text{т}}$ – расход топлива на основные операции, л/час;

$P_{\text{м}}$ – норма расхода моторного масла, л;

$P_{\text{тр}}$ – норма расхода трансмиссионного масла, л;

$P_{\text{пл}}$ – норма расхода пластической смазки, кг;

$P_{\text{сп}}$ – норма расхода специального масла, л.

$$C_{\text{см}} = \frac{(3,2 + 14,5 + 1,45)}{100} * (3,2 * 79 + 0,4 * 105 + 0,1 * 86 + 0,3 * 102,5) * 0,012$$

$$= 0,768 \text{ руб.}$$

1.2.5. Затраты на техническое обслуживание и ремонт на 1 час работы автокрана при укладке плит (190% от фонда оплаты труда крановщика и рабочих монтажников):

$$P_{\text{то}} = 0,012 * 1,9 * (3\text{Пчас}^{\text{к}} + 3\text{Пчас}^{\text{р}}), \quad (12)$$

$$P_{\text{то}} = 0,012 * 1,9 * (250+143,25) = 8,966 \text{ руб.}$$

1.2.6 Суммарные затраты на 1 час работы автокрана при укладке плит в годовом балансе времени:

$$H_{\text{сз}} = V_{\text{р}} * (3\text{Пчас}^{\text{к}} + 3\text{Пчас}^{\text{р}}) + C_{\text{та}} + C_{\text{см}} + P_{\text{то}}, \quad (13)$$

$$H_{\text{сз}} = (250+278,5)+532,5+0,768+8,966 = 1070,734 \text{ руб/час}$$

1.3. Затраты на прием и складирование

1.3.1 Затраты на перемещение ТБО

$$Z_{\text{пер}} = H_{\text{пер}} * H_{\text{б}}, \quad (14)$$

$$Z_{\text{пер}} = 3 * 82,3 = 246,9 \text{ руб.}$$

где $H_{\text{пер}}$ – норма времени на перемещение 100 м³ ТБО на 50 м, час;

$H_{\text{б}}$ – норма себестоимости машино-часа работы бульдозера, руб./ч.

1.3.2 Затраты на планировку с предварительным, не сплошным уплотнением:

$$Z_{\text{пл}} = H_{\text{пл}} * H_{\text{б}}, \quad (15)$$

где $H_{\text{пл}}$ – норма времени разравнивания 100 м³ ТБО бульдозером, час.

$$Z_{\text{пл}} = 1,45 * 82,3 = 119,335 \text{ руб.}$$

1.3.3 Затраты на уплотнение ТБО при 4-кратном проезде:

$$Z_{\text{у}} = H_{\text{уп}} * H_{\text{б}}, \quad (16)$$

$$Z_{\text{у}} = 7,8 * 82,3 = 641,94 \text{ руб.}$$

где $H_{\text{уп}}$ – норма времени на уплотнение ТБО при 4-кратном проезде, час.

1.3.4. Удельные затраты на прием и складирование ТБО бульдозером:

$$Z_{\text{общ}} = \frac{(Z_{\text{пер}} + Z_{\text{пл}} + Z_{\text{у}})}{100}, \quad (17)$$

$$Z_{\text{общ}} = \frac{(246,9 + 119,335 + 641,94)}{100} = 10,082 \text{ руб./м}^3$$

1.4. Затраты на устройство промежуточной изоляции, временных дорог и установку сетчатых экранов и подъездных путей к полигону

На 1 м³ уложенных в карты ТБО приходится 0,1 м³ материала промежуточной изоляции.

- количество шлака, необходимого для изоляции ТБО:

$$Q = 1\,647\,228 * 0,1 = 164\,722,8 \text{ м}^3 = 230\,612 \text{ т.}$$

- стоимость шлака – 80 руб./т;

- стоимость доставки шлака – 20 руб./т;

- стоимость погрузки шлака – 12 руб./т;

- стоимость перемещения и разравнивания шлака бульдозером – 8,5 руб./т.

Стоимость укладки 1 тонны промежуточной изоляции составит:

$$C^1_{\text{п. из.}} = 80 + 20 + 12 + 8,5 = 120,5 \text{ руб./т.}$$

$$C^{\text{год}}_{\text{п. из.}} = 230\,612 * 120,5 = 27\,788\,746 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{п. из.}} = \frac{120,5}{1,4} = 86,1 \text{ руб./м}^3 \text{ ТБО.}$$

1.4.1 Затраты на устройство временных дорог. Затраты на планировку отходов под устройство временных дорог:

$$P_{\text{пл}} = N_{\text{пл}} * N_{\text{б}}, \quad (18)$$

где $N_{\text{пл}}$ – норма времени для планирования 100 м³, час.

$$P_{\text{пл}} = 10 * 400 = 4\,000 \text{ руб./100 м}^3$$

1.4.2. Затраты на укладку дорожных плит:

$$C_{\text{дор}} = N_{\text{дор}} * N_{\text{кр}}, \quad (19)$$

где $N_{\text{дор}}$ – норма времени укладки 100 м² покрытия из ж/б плит, час;

$N_{\text{кр}}$ - норма стоимости машино-часа работы автокрана, руб./ч.

$$C_{\text{дор}} = 2,3 * 67,0 = 154,1 \text{ руб.}$$

1.4.3. Затраты на установку сетчатых экранов:

Затраты на установку сетчатых экранов составляют 5% от затрат на устройство временных дорог.

$$C_{с.э.} = P_{пл} * 0,05 \quad (20)$$

$$C_{с.э.} = 4\,000 * 0,05 = 200 \text{ руб./}100\text{м}^3$$

1.4.4. Затраты на содержание подъездных путей к полигону ТБО:

Содержание подъездных путей к полигону ТБО осуществляется с помощью сталеплавленного щебня.

Количество щебня, необходимого для содержания дорог:

$$Q_{щеб} = S * h, \quad (21)$$

где S – площадь дорожного полотна, м^2 ;

h – высота слоя, м.

$$Q_{щеб} = 2600 * 0,4 = 1040 \text{ м}^3$$

Таблица 12 – Затраты на содержание подъездных путей к полигону [данные автора]

№	Наименование затрат	Ед. изм.	Количество	Стоимость, ед. (руб.)	Общая стоимость (руб.)
1	Стоимость щебня сталеплавленного: $Q = 1040 \text{ м}^3 * 1,34 = 1394 \text{ т.}$	т	1394	213	296 922
2	Транспортировка щебня	т	1394	74	103 156
3	Планирование дорог дорожным грейдером	час	98,5	680	66 980
Итого:					467 058

$$C_{под} = \frac{467\,058 \text{ руб.}}{1\,647\,228 \text{ м}^3} = 0,28 \text{ руб./м}^3$$

1.4.5. Общие удельные затраты на устройство промежуточной изоляции, временных дорог, установку сетчатых ограждений, подъездных путей к полигону:

$$Z_{изл} = C_{п.из} + \frac{(C_{дор} + C_{дор} * 0,05)}{K1} + C_{под}, \quad (22)$$

где $K1$ – переходный коэффициент от 100 м^2 покрытия ж/б плит к 1 м^3 ТБО ($K1 = 20$).

$$Z_{изл} = 86,1 + \frac{(154,1 + 154,1 * 0,05)}{20} + 0,28 = 94,47 \text{ руб./м}^3$$

1.5. Затраты на обслуживание зданий и сооружений производственного назначения.

1.5.1. Затраты на обслуживание зданий и сооружений производственного назначения:

$$З_0.с. = З_т.р. + З_к.р. + З_эк.д., \quad (23)$$

где $З_0.с.$ – затраты на обслуживание зданий и сооружений производственного назначения;

$З_т.р.$ – годовые затраты на текущий ремонт;

$З_к.р.$ – годовые затраты на капитальный ремонт;

$З_эк.д.$ – годовые затраты на эксплуатацию внутренних дорог, подъездных дорог ($З_эк.д. = 2\,600$ тыс.руб/год).

Таблица 13 - Стоимость зданий и сооружений хозяйственной зоны полигона ТБО [данные автора]

№	Здания хозяйственной зоны	Балансовая стоимость объекта, тыс.руб.
1	Административно – бытовой корпус	10 000
2	Контрольно – пропускной пункт с пунктом радиометрического контроля	700
3	Трансформаторная подстанция	7 500
4	Гараж для стоянки машины и механизмов	3 850
5	Склад горюче-смазочных материалов	300
6	Склад для хранения энергоресурсов, материалов, хозяйственного инвентаря	220
7	Противопожарный резервуар	1 000
8	Котельная	2 900
9	Весовая	2 600
10	Артезианская скважина с водонапорной башней	3 330
11	Линия электропередач	8 200
12	Внешние сети водопровода	8 000
13	Внутриплощадные сети водопровода	600
14	Очистные сооружения ливневых стоков	2 100
15	Сети ливневой канализации	700
16	Очистные сооружения фильтрата	35 000
17	Наблюдательные скважины	300
Итого:		87 300

1.5.2. Годовые затраты на текущий ремонт:

$$З_{тр} = \frac{E (C_{б.с.i} * H_{т.р.i})}{Q_t}, \quad (24)$$

где E – сумма n объектов;

$C_{б.с.i}$ – балансовая стоимость i -го объекта;

$H_{т.р.i}$ – процент отчислений, на текущий ремонт к балансовой стоимости – 0,75%;

$Q_{г}$ – годовой объем ТБО, м³/год.

$$З_{тр} = \frac{87\,300\,000 * 0,0075}{1\,647\,228} = 0,39 \text{ руб./м}^3$$

1.5.3. Годовые затраты на капитальный ремонт:

$$З_{к.р.} = \frac{E (C_{б.ci} * H_{к.р.i})}{Q_{г}}, \quad (25)$$

где $H_{к.р.i}$ – процент отчислений на капитальный ремонт ($H_{к.р.i} = 1\%$).

$$З_{кр} = \frac{87\,300\,000 * 0,01}{1\,647\,228} = 0,53 \text{ руб./м}^3$$

$$З_{о.с.} = 0,39 + 0,53 + \frac{2\,600\,000}{1\,647\,228} = 2,498 \text{ руб./м}^3$$

1.6. Затраты на мероприятия по обеспечению экологической и противопожарной безопасности полигона

1.6.1. Затраты на мероприятия по экологической безопасности полигона:

$$Зэ.б. = Зд + Звх.к + Зс.сб + Зэ.м. + Зп, \quad (26)$$

где $Зд$ – дезинфекция колес;

$Звх.к.$ – входной контроль;

$Зс.сб$ – эксплуатация сооружений по сбору поверхностного стока, фильтрата;

$Зэ.м.$ – экологический мониторинг;

$Зп$ – устройство песчаных противопожарных емкостей.

1.6.2. Затраты на дезинфекцию колес:

$$Зд = Сдр * Мдр, \quad (27)$$

где $Мдр$ – годовой расход дезинфицирующего раствора, кг/год;

$Сдр$ – цена дезинфицирующего раствора, руб /кг.

$$Зд = 1250 * 370 = 462\,500 \text{ руб./год}$$

$$Зд = \frac{462\,500}{1\,647\,228} = 0,281 \text{ руб./м}^3$$

1.6.3. Удельные затраты на входной контроль:

$$З_{вх.к.} = \frac{(ЗПчас^p * Вр^r)}{Q_{г}}, \quad (28)$$

где $З_{вх.к.}$ – удельные затраты на проведение входного контроля, руб/ м³;

$ЗПчас^p$ – часовая заработная плата рабочего с отчислениями, руб/час;

$Вр^r$ – годовой баланс времени, час/год;

Q_r – годовой объем ТБО, м³/год.

$$Z_{\text{вх.к.}} = \frac{(143,75 * 8\,320)}{1\,647\,228} = 0,726 \text{ руб./ м}^3$$

1.6.4. Эксплуатационные затраты на содержание сооружений по сбору поверхностного стока, фильтрата, отведения и их очистку, благоустройство территории:

$$Z_{\text{с.сб}} = Z_{\text{П}} + C_{\text{м}}, \quad (29)$$

где $Z_{\text{П}}$ – затраты на основную и дополнительную заработную плату, руб./год;

$C_{\text{м}}$ – стоимость материалов, руб.

$$Z_{\text{с.сб}} = 2 * 143,75 * 8\,320 + 2\,000\,000 = 3\,892\,000 \text{ руб./год.}$$

$$Z_{\text{с.сб}} = \frac{3\,892\,000}{1\,647\,228} = 2,363 \text{ руб./ м}^3$$

1.6.5. Затраты на экологический мониторинг:

$$Z_{\text{э.м.}} = Z_{\text{Пи}} + C_{\text{м}}, \quad (30)$$

где $Z_{\text{Пи}}$ – заработная плата инженера – химика, руб./год;

$C_{\text{м}}$ – стоимость материалов, руб.

$$Z_{\text{э.м.}} = 187,5 * 8\,320 + 450\,000 = 2\,010\,000 \text{ руб./год}$$

$$Z_{\text{э.м.}} = \frac{2\,010\,000}{1\,647\,228} = 1,22 \text{ руб./ м}^3$$

1.6.6. Затраты на устройство песчаных противопожарных емкостей.

Таблица 14 – Расчет затрат на устройство песчаных противопожарных емкостей [данные автора]

№	Наименование затрат	Количество (шт)	Стоимость ед. (руб.)	Общая стоимость (руб.)
1	Стоимость песка (2 000 м ³ *1,5 = 3 000 т.)	3 000	260	780 000
2	Транспортировка песка до места расположения полигона	3 000	40	120 000
Итого				900 000

$$Z_{\text{п}} = \frac{900\,000}{1\,647\,228} = 0,546 \text{ руб./м}^3$$

$$Z_{\text{э.б.}} = 0,281 + 0,726 + 2,363 + 1,22 + 0,546 = 5,136 \text{ руб./м}^3$$

1.7. Удельные эксплуатационные затраты

1.7.1. Расчет нормативной численности работающих на полигоне.

Выполняется в соответствии с нормативами численности работников полигонов твердых бытовых отходов, разработанных центральной нормативно-исследовательской станцией. [18]

Таблица 15 - Расчет численности состава работников полигона [данные автора]

№	Должность сотрудника	Количество смен в сутки	Количество человек в смену	Итого
Руководители и специалисты				
1	Заведующий полигоном	1	1	1
2	Мастер по полигону	1	2	2
3	Инженер-химик	1	1	1
4	Специалист по экологическому мониторингу	1	1	1
5	Экономист	1	1	1
<i>Итого:</i>				6
Рабочий персонал				
1	Рабочий по благоустройству	1	3	3
2	Уборщик помещений	1	1	1
<i>Итого:</i>				4
Персонал по складированию отходов				
1	Машинист бульдозера, автогрейдера, погрузчика	1	6	6
2	Крановщик	1	1	1
3	Водитель автосамосвала на шасси	1	2	3
<i>Итого:</i>				10
Охрана полигона				
1	Охранник	3	1	3
<i>Итого:</i>				3
Всего персонала:				23

1.7.2. Удельная заработная плата вспомогательного и руководящего состава:

$$\text{Зв. п.} = \frac{\text{ЗП}}{Q}, \quad (31)$$

где Q – годовая производительность полигона.

$$= \frac{(250 + 2 * 200 + 187,5 + 187,5 + 112,5 + 3 * 143,75 + 6 * 187,5 + 250 + 3 * 187,5 + 4 * 75) * 8320}{1\ 647\ 228}$$

$$= \frac{31\ 668\ 000}{1\ 647\ 228} = 19,225 \text{ руб/м}^3$$

1.7.3. Удельные эксплуатационные затраты:

$$\text{Рэкспл} = \text{Зпс} + \text{Зизл} + \text{Зо.с.} + \text{Зэ.б.} + \text{Зв.п.}, \quad (32)$$

где Зпс – удельные затраты на прием и складирование ТБО бульдозером;

Зизл – удельные затраты на устройство промежуточной изоляции, временных дорог и установку сетчатых экранов;

Зо.с. – удельные затраты на обслуживание зданий и сооружений производственного назначения;

Зэ.б. – удельные затраты на мероприятия по обеспечению экологической безопасности полигона;

Зв.п. – удельная заработная плата руководящего и вспомогательного персонала.

$$\text{Рэкспл} = 10\ 082 + 94,47 + 2\ 498 + 5\ 136 + 19\ 225 = 131\ 411 \text{ руб/м}^3$$

2. Амортизационные отчисления

Необходимое количество техники на проектируемом полигоне ТБО (в соответствии с [17]):

- тяжелых бульдозеров мощностью 90-120 кВт – 6 ед.;
- самосвалов (на расстояние менее 5 км.) с грузоподъемностью 10 т. – 3 ед.;
- погрузчиков – 1 ед.;
- автогрейдеров – 2 ед.;
- автокран – 1 ед.;
- универсальных машин – 1 ед.

Таблица 16 - Оборудование, необходимое для функционирования объекта [данные автора]

Вид оборудования	Стоимость, тыс.руб.* кол-во	% амортизационных отчислений	Величина амортизационных отчислений, тыс.руб
1	2	3	4
Хозяйственная зона			
Административно – бытовой корпус	10 000	5	500
Контрольно – пропускной пункт с пунктом радиометрического контроля	700	5	35
Окончание таблицы			

Продолжение таблицы			
1	2	3	4
Трансформаторная подстанция	7 500	5	375
Гараж для стоянки машины и механизмов	3 850	5	192,5
Склад горюче-смазочных материалов	300	5	15
Склад для хранения энергоресурсов, материалов, хоз. инвентаря	220	5	11
Противопожарный резервуар	1 000	5	50
Котельная	2 900	10	290
Весовая	2 600	10	260
Артезианская скважина с водонапорной башней	3 330	5	165
Линия электропередач	8 200	5	410
Внешние сети водопровода	8 000	5	400
Внутриплощадные сети водопровода	600	5	30
<i>Итого</i>			2 733,5
Управление стоком и фильтратом			
Очистные сооружения ливневых стоков	2 100	5	105
Сети ливневой канализации	700	5	35
Очистные сооружения фильтрата	35 000	5	1 750
Наблюдательные скважины	300	5	15
<i>Итого</i>			1 905
Машины			
Бульдозер на гусеничном тракторе Т-170	2 150 * 6	10	1 290
Самосвал на шасси КАМАЗ	1 850 * 3	10	555
Автокран на шасси грузоподъемностью 16 т.	4 900	10	490
Автопогрузчик	820	10	82
Автогрейдер	1 600	10	160
<i>Итого</i>			2 577
Мониторинг			
Комплект оборудования для проведения экологического мониторинга	1 250	10	125
<i>Итого</i>			125
Всего			7 341

2.1. Амортизационные отчисления по машинам, участвующим в технологических операциях по приему и складированию отходов, устройству промежуточной изоляции и временных дорог:

$$P_{\text{амор.м}} = En \frac{(B_{c.i.} * H_{oi})}{Q_{\Gamma}}, \quad (33)$$

где $P_{\text{амор.м}}$ – величина амортизационных отчислений по машинам, руб/час;

$B_{c.i.}$ – балансовая стоимость i -машины, руб;

H_{oi} – норма отчислений на i -машину, %;

Q_{Γ} – годовой объем ТБО, м³/год;

En – сумма n машин, шт. [17]

$$P_{\text{амор.м}} = \frac{2\,577\,000}{1\,647\,228} = 1,564 \text{ руб/м}^3$$

2.2. Амортизационные отчисления зданий и сооружений и оборудования хозяйственной зоны:

$$P_{\text{амор.з}} = En \frac{(B_{c.i.} * H_{oi})}{Q_{\Gamma}}, \quad (34)$$

где $P_{\text{амор.з}}$ – величина амортизационных отчислений, руб/м³;

$B_{c.i.}$ – балансовая стоимость i -объекта, руб;

H_{oi} – норма отчислений на i -объект, %;

Q_{Γ} – годовой объем ТБО, м³/год;

En – сумма n объектов, шт.

$$P_{\text{амор.з}} = \frac{2\,733\,500 + 1\,905\,000}{1\,647\,228} = 2,816 \text{ руб/м}^3$$

2.3. Амортизационные отчисления по экологической безопасности полигона.

$$P_{\text{амор.э.б.}} = En \frac{(B_{c.i.} * H_{oi})}{Q_{\Gamma}}, \quad (35)$$

где $P_{\text{амор.з}}$ – величина амортизационных отчислений, руб/м³;

$B_{c.i.}$ – балансовая стоимость i -прибора, руб;

H_{oi} – норма отчислений на i -объект, %;

Q_{Γ} – годовой объем ТБО, м³/год;

En – сумма n оборудования, шт.

$$P_{\text{амор.э.б.}} = \frac{1\,250\,000}{1\,647\,228} = 0,759 \text{ руб/м}^3$$

2.4. Общие амортизационные отчисления:

$$P_{\text{амор.}} = P_{\text{амор.м.}} + P_{\text{амор.з.}} + P_{\text{амор.э.б.}}, \quad (36)$$

$$P_{\text{амор.}} = 1,564 + 2,816 + 0,759 = 5,139 \text{ руб/м}^3$$

3. Расчет удельной арендной платы

3.1. Количество ТБО, складированных на 1 м^2 рабочей карты за год при четырехкратном уплотнении:

$$Q_{\text{граб}} = \frac{(K * H * y)}{T}, \quad (37)$$

где $Q_{\text{граб}}$ – количество отходов, уложенных на 1 м^2 рабочей карты, кг/м^2 ;

H – средняя высота полигона, ($H = 40$ м);

y – исходная плотность ТБО, кг/м^3 ;

K – коэффициент уплотнения ($K = 4$);

T – время эксплуатации и рекультивации полигона для твердых бытовых отходов, лет.

$$Q_{\text{граб}} = \frac{(4 * 40 * 190)}{10} = 3\,040 \text{ кг/м}^2$$

3.2. Удельная арендная плата на 1 м^3 ТБО, складированных на полигоне отходов:

$$P_{\text{тбо.а.п.}} = \frac{P^3 * K_{\text{п}}}{N}, \quad (38)$$

где P^3 – арендная плата, руб/м^2 ; ($P^3 = 18,6 \text{ руб./м}^2$) [8]

$K_{\text{п}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий площадь полигона ($K_{\text{п}} = 1,18$);

N – объем ТБО, складированных на 1 м^2 рабочей карты.

$$P_{\text{тбо.а.п.}} = \frac{18,6 * 1,18}{\left(\frac{3\,040}{190}\right)} = \frac{21,948}{16} = 1,372 \text{ руб/м}^3$$

4. Затраты на захоронение ТБО

4.1. Прямые затраты на захоронение 1 м^3 ТБО на полигоне без затрат на рекультивацию:

$$P_{\text{з}} = P_{\text{эксспл}} + P_{\text{амор}} + P_{\text{ар.пл.}} \quad (39)$$

$$P_{\text{з}} = 131,411 + 5,139 + 1,372 = 137,922 \text{ руб/м}^3$$

4.2. Тариф на захоронение 1 м^3 ТБО на полигоне без затрат на рекультивацию:

$$T_{\text{зах}} = P_{\text{з}} + N_{\text{накл}} + P_{\text{рент}}, \quad (40)$$

где $P_{\text{з}}$ – прямые затраты на захоронение 1 м^3 ТБО;

Ннакл – накладные расходы, определяются в % от суммы основной заработной плате сотрудников полигона (Ннакл = 223%);

Ррент – рентабельность, определяется в процентах от суммы прямых затрат и накладных расходов (себестоимости) = 15%.

$$Тзах = 137,922 + (19,225 * 2,23) + (137,922 * 0,15) = 201,482 \text{ руб/м}^3$$

$$Тзах = 201,482 * 5,263 = 1060,4 \text{ руб/т}$$

4.2.1. Рентабельность захоронения 1 м³ ТБО:

$$Ррент = (Рз + Ннакл) * 0,15, (41)$$

$$Ррент = (137,922 + 42,872) * 0,15 = 27,119 \text{ руб/м}^3$$

5. Затраты на рекультивацию полигона

Рекультивация полигона выполняется в два этапа: технический и биологический. Технический этап рекультивации включает исследования состояния свалочного тела и его воздействия на окружающую природную среду, подготовку территории полигона к последующему целевому использованию. Биологический этап рекультивации включает мероприятия по восстановлению территории закрытых полигонов для их дальнейшего целевого использования в народном хозяйстве.

1. Технический этап рекультивации:

- выколачивание откосов бульдозером;
- доставка спец. автотранспортом организации растительного грунта и плодородных земель;
- укладка рекультивационного слоя.

Средняя цена проведения технического этапа рекультивации составляет – 10,6 руб./м²

2. Биологический этап рекультивации:

- вспашка рекультивационного слоя;
- закупка и внесение минеральных удобрений ;
- закупка и внесение семян трав.

Средняя цена проведения биологического этапа рекультивации составляет – 19,2 руб./м².

5.1. Полные затраты на рекультивацию полигона ТБО:

$$Ррек = Зт.э. + Зб.э. , (42)$$

где Ррек – полные затраты на рекультивацию полигона, руб.;

Зт.э. – удельные затраты на технический этап рекультивации;

Зб.э. – удельные затраты на биологический этап рекультивации.

$$P_{т. (б.) э.} = C * S , \quad (43)$$

где C – сметная стоимость рекультивационных работ;

S – площадь захороненных отходов, m^2 .

$$Зт. э = 10,6 * 364\,004,7 = 3\,858\,449,82 \text{ руб.}$$

$$Зб. э = 19,2 * 364\,004,7 = 6\,988\,890,24 \text{ руб.}$$

$$P_{рек} = 3\,858\,449,82 + 6\,988\,890,24 = 10\,847\,340,06 \text{ руб.}$$

5.1.1. Удельные затраты на рекультивацию полигона ТБО:

$$P_{уд. рек} = \frac{P_{рек}}{E_{т}} , \quad (44)$$

где $E_{т}$ – проектируемая вместимость полигона, m^3 .

$$P_{уд. рек} = \frac{10\,847\,340,06 \text{ руб.}}{4\,853\,395,8 \text{ м}^3} = 2,235 \text{ руб./м}^3 = 11,763 \text{ руб./т}$$

6. Расчет тарифа на размещение 1 m^3 ТБО на полигоне:

$$T = T_{зах} + P_{уд. рек} , \quad (45)$$

где $T_{зах}$ – тариф на захоронение 1 т ТБО, руб/ m^3 ;

$P_{рек}$ – удельная стоимость рекультивационных работ, руб./ m^3 .

$$T = 201,482 + 2,235 = 203,717 \text{ руб./м}^3$$

7. Расчет тарифа на размещение 1 т ТБО на полигоне:

$$T = T_{зах} + P_{уд. рек} , \quad (46)$$

где $T_{зах}$ – тариф на захоронение 1 т ТБО, руб/т;

$P_{рек}$ – удельная стоимость рекультивационных работ, руб./т.

$$T = 1060,4 + 11,763 = 1072,163 \text{ руб./т}$$

Полные затраты на эксплуатацию полигона:

$$P_{пол} = P_{экспл} + P_{амор} + P_{рекульт} + P_{ар.пл}$$

$$P_{пол} = 131,411 + 5,139 + 2,235 + 1,372 = 140,157 \text{ руб./м}^3$$

Для того, чтобы обеспечить соблюдение всех технологических и экологических норм при эксплуатации полигона ТБО на территории г. Тюмени, тариф на захоронение отходов должен быть принят равным 1072,163 руб./т или 203,717 руб./ m^3 .

Капитальные затраты на строительство полигона ТБО

Приблизительная стоимость основных видов работ в рамках строительства полигона ТБО указана в Таблице 17.

Таблица 17 - Стоимость основных видов работ в рамках строительства полигона ТБО г. Тюмени

№	Вид работы	Цена, тыс.руб
1	Подготовка территории строительства	43 000
2	<i>Основные объекты строительства:</i> - участок складирования - кавальеры грунта для пересыпки - дезинфекционная ванна для мойки колёс автомашин - устройство нижнего противофильтрационного экрана - строительство дренажа и систем удаления фильтрата - очистные сооружения фильтрата - очистные сооружения ливневых стоков - сети ливневой канализации - линия электропередач - внутриплощадные сети водопровода - внешние сети водопровода - артезианская скважина с водонапорной башней	811 206,6 390 600 200 57,6 3 219 4 900 350 000 18 100 7 000 15 200 600 8 000 13 330
3	<i>Объекты основного хозяйства:</i> - административно – бытовой корпус - контрольно – пропускной пункт с пунктом радиометрического контроля - гараж для стоянки машины и механизмов - склад горюче-смазочных материалов - склад для хранения энергоресурсов, материалов, хозяйственного инвентаря - противопожарный резервуар - котельная - весовая	42 570 10 000 1 700 3 850 700 820 10 000 12 900 2 600
4	<i>Объекты энергетического хозяйства:</i> - трансформаторная подстанция	37 500 37 500
5	<i>Экологические объекты:</i> - наблюдательные скважины	900 900
6	<i>Благоустройство и озеленение территорий:</i> - ограждение полигона - посадка деревьев	461 296 165
7	Затраты на подъездные пути к полигону	2 300 000
Итого:		3 235 637,6

$$P_{\text{стр}} = \sum \frac{C_i}{Q}, \quad (47)$$

где $P_{\text{стр}}$ – полные затраты на строительство полигона;

C_i – стоимость работ, руб.;

Q – объем отходов, подлежащих захоронению, т.

$$P_{\text{стр}} = \frac{3\,235\,637\,600}{4\,853\,395,8} = 666,675 \text{ руб./м}^3 = 3\,506,71 \text{ руб./т}$$

Общие затраты на строительство и эксплуатацию полигона:

$$P = 140,157 + 21,703 = 161,86 \text{ руб./м}^3$$

$$P = 1072,163 + 114,223 = 1186,386 \text{ руб./т}$$

2) Произведем сравнительный расчет экономических затрат на эксплуатацию мусоросжигательного завода и завода по комплексной переработке отходов и полигона ТБО.

Профессором, доктором технических наук Л.Я. Шубовым в 2010 году был проведен анализ технологий переработки ТБО с точки зрения их экономической эффективности. В качестве исходных данных для анализа условная производительность объектов принята равной 200 тыс. т. ТБО в год (обслуживание порядка 800 тыс. жителей). Результаты данного анализа представлены в Таблице 18.

Таблица 18 - Экономическая эффективность различных технологий переработки ТБО [41]

Показатели	Технологии		
	Сжигание	Сортировка + сжигание	Комплексная переработка
Удельные капитальные вложения (на 1 т ТБО), долл./т	280	330	240
Удельные эксплуатационные затраты (на 1 т ТБО), долл./т	9,6	12,8	13,5
Неутилизируемая фракция (подлежит захоронению), %	30	15	8
Удельные затраты на захоронение неутилизируемой фракции, долл./т	9	4,5	2,4
Приведенные капитальные затраты, долл./т	28	33	24
Общие удельные затраты, долл./т	46,6	50,3	39,9
Суммарная реализация продукции из 1 т ТБО, долл./т	23,7	33,9	30,2
Экономическая эффективность технологий, долл./т	-22,9	-16,4	-9,7

Можно сделать вывод, что, несмотря на меньшие эксплуатационные затраты при прямом сжигании мусора, включение в производственный цикл других технологий позволяет улучшить экономическую эффективность предприятия. Так, при сортировке отходов перед сжиганием усложняется технология и ее стоимость, однако, уменьшается объем не утилизируемой фракции, что позволяет сэкономить на постоянном снижении объемов захоронения отходов. При условии вовлечения отходов в цикл комплексной переработки есть возможность дополнительного финансового обеспечения за счет их многоступенчатой сортировки, дальнейшей обработки, получения нового сырья и продажи полученной продукции. При этом количественные значения образующейся не утилизируемой фракции сводятся к минимальным.

Для сравнения рассматриваемых методов работы с твердыми бытовыми отходами необходимо привести имеющиеся значения к единой системе измерения. Таким образом, для экономической оценки эффективности методов, проведенной Л.Я.Шубовым, необходим перевод из долларов в рубли по состоянию на 2010 год (год проведения им сравнительного анализа технологий). Усредненное значение курса доллара к рублю по состоянию на 2010 год составило – 30,7. Также необходимо учесть показатель инфляции для значений, рассчитанных в 2010 году, который равняется 75,7% ($K_{и}=1,757$). После перевода результатов, полученных Л.Я.Шубовым, необходимо добавить данные по методу полигонного захоронения. Результаты представлены в Таблице 19.

Таблица 19 - Экономическая эффективность различных технологий переработки ТБО [41, данные автора]

Показатели	Технологии		
	Сжигание	Комплексная переработка	Полигонное захоронение
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Удельные капитальные вложения (на 1 т ТБО), руб./т	15 103,17	12 945,58	3 506,71
Удельные эксплуатационные затраты (на 1 т ТБО), руб./т	517,82	728,19	1072,16
Неутилизируемая фракция (подлежит захоронению), %	30	8	100
Удельные затраты на захоронение не утилизируемой фракции, руб./т	485,46	129,46	1072,16
Окончание таблицы			

Продолжение таблицы			
1	2	3	4
Приведенные капитальные затраты, руб./т	1 510,32	1 294,56	350,67
Общие удельные затраты, руб./т	2 513,60	2 152,20	1 422,83
Суммарная реализация продукции из 1 т ТБО, руб./т	1 278,38	1 628,98	0
Экономическая эффективность технологий, руб./т	-1 235,22	-523,22	-1 422,83

Показатель экономической эффективности технологий, представленный в Таблице 19, равен размеру платы за размещение или утилизацию 1 тонны отходов. Согласно рассчитанным данным, капитальные вложения в строительство полигона являются минимальными, так как из представленных вариантов, полигон ТБО является самым простым и наименее технологичным объектом. Наиболее дорогостоящий процесс – строительство мусоросжигательного завода. Общие удельные затраты на захоронение отходов при методе полигонного захоронения также являются наименьшими из представленных и равняются 1 422,83 рублям за тонну отходов. Однако, при методе полигонного захоронения полностью отсутствуют выгоды от реализации переработанной продукции, в то время как продажа сырья после комплексной переработки позволит покрыть около 75% расходов на работу с отходами. Таким образом, экономическая эффективность технологии полигонного захоронения – минимальная. Общая стоимость операций по размещению 1 тонны отходов при данном методе составит 1 422,83 руб.

Наиболее эффективным из представленных вариантов с экономической точки зрения является метод комплексной переработки со стоимостью утилизации 1 тонны отходов, равной 523,22 руб., что составляет лишь 37% от конечной стоимости полигонного захоронения и 42% от конечной стоимости сжигания.

3.3. Исследование заинтересованности горожан в изменении политики управления в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами

Для изменения политики управления отходами на муниципальном уровне важен учет мнения населения по вопросам обращения с отходами. После изучения особенностей рассматриваемых методов, необходима оценка ситуации и возможного неприятия населением тех или иных действий администрации. Для этого был проведен

социологический опрос, направленный на оценку степени информированности граждан о возможностях обращения с твердыми бытовыми отходами и возможного вовлечения населения в процесс предварительной сортировки отходов для дальнейшей их переработки. В ходе исследования в случайном порядке был опрошен 281 человек. Из них – 75 мужчин, 206 женщин от 14 до 85 лет. Образец анкеты с полным перечнем вопросов находится в приложении И. Статистика по ответам в виде диаграмм представлена в приложении К. Далее представлены результаты опроса.

Около половины опрошенных осведомлены о действительной ситуации по вопросу обращения с отходами. В настоящий момент лишь несколько процентов от общего числа образующихся на территории города отходов перерабатывается. Однако, около 30% респондентов предполагает, что перерабатывается треть образующихся отходов.

Около половины опрошенных также считают, что на территории города Тюмени уже действует система переработки отходов после их раздельного сбора. Это указывает на то, что значительная часть населения не считает ситуацию критической. Однако, это мнение ошибочно, все отходы из контейнеров раздельного сбора, установленных на территории жилого сектора города, перерабатываются в других городах, например, в Челябинске, Каменск-Уральском и Екатеринбурге.

50% респондентов не знают о местоположении площадок по раздельному сбору отходов. Более 40% знают о местоположении сеток по сбору пластика, и только лишь 20% проинформированы о площадках по сбору разных видов материалов.

Не смотря на то, что более 40 % опрошенных осведомлены о наличии тех или иных площадок по сбору пластика, лишь 8% постоянно сдают пластик и макулатуру на дальнейшую утилизацию; 25 % время от времени сдают раздельно собранный материал. 42% ответили, что ни разу этого не делали, но им бы хотелось получить дополнительную информацию.

Основной причиной малого вовлечения населения в процесс раздельного сбора отходов является удаленность контейнеров для раздельного сбора. Так, 41% опрошенных ответили, что удаленность контейнеров играет решающую роль. Еще 17% не владеют информацией по раздельному сбору и площадкам, но могли бы присоединиться. Для 13% населения сложность заключается в нехватке места на кухне для раздельного сбора.

88 % респондентов готовы разделять часть своих отходов, если специальные контейнеры будут установлены на придомовой территории в шаговой доступности.

Три четверти отвечающих поддержат строительство мусороперерабатывающего завода в г. Тюмени. Однако, 25 % из этого числа людей согласны на строительство завода только при условии, что тариф на вывоз отходов в управляющих компаниях не увеличится.

Практически такое же количество опрошенных (69%) не против строительства мусоросжигательного завода при условии, что он будет расположен в промышленной зоне за пределами городской части и негативное влияние на ОС будет минимальным.

Почти единогласно население считает, что сортировка отходов и их дальнейшая переработка являются наиболее безопасным методом обращения с отходами. Лишь 2 из 281 респондента ответили про безопасность способа полигонного захоронения.

68% респондентов готовы участвовать в массовых акциях по разделному сбору отходов и других экологических акциях.

Результатами опроса стали следующие выводы:

1. Жители города Тюмени не считают способ полигонного захоронения безопасным и оптимальным для решения проблемы с твердыми коммунальными отходами.
2. Жители города поддерживают строительство мусороперерабатывающего или мусоросжигательного завода, при условии их экономической рентабельности и сохранения для населения тарифов на сбор и вывоз отходов, а также соблюдения необходимых экологических норм.
3. Жители города готовы сортировать часть своих отходов при наличии в шаговой доступности контейнера для разделного сбора.
4. Большая часть населения не проинформирована по вопросам разделного сбора отходов. При наличии необходимой информации в СМИ, объявлениях, учебных заведениях, процент жителей, вовлеченных в процесс сортировки, может увеличиться на 42%.

Исходя из результатов опроса, больший процент жителей города Тюмени выбирают комплексную переработку как метод управления твердыми бытовыми отходами. Для успешного внедрения технологий переработки твердых коммунальных отходов необходима организация селективного сбора на площадках придомовых территорий жилых домов. Это облегчит процесс дальнейшей ручной или механизированной сортировки отходов на перерабатывающем заводе, позволит минимизировать попадание на установку по термической обработке материалов, способных при сжигании выделять большое количество диоксинов. Из результатов социологического опроса можно сделать вывод о готовности населения поддержать переход на новый порядок обращения с отходами производства и

потребления, исключая захоронение на полигонах несортированных отходов, что позволит уменьшить выделение вредных веществ, выходящих за пределы полигонов с объемами фильтрата и газа; исключить развитие благоприятных условий для развития и процветания болезнетворных организмов (обычно происходящих в теле полигона), снизить механические нагрузки на грунт; уменьшить замусоривание окружающей территории.

3.4. Обоснование выбора варианта утилизации ТБО в г. Тюмени

По совокупности экологических, экономических и социальных аспектов наиболее подходящим вариантом в сфере управления твердыми бытовыми отходами для города Тюмени является мусороперерабатывающий комплекс. Комплекс должен быть оснащен необходимым очистным оборудованием, позволяющим максимально минимизировать выбросы загрязняющих веществ и удовлетворять всем экологическим нормам. На объекте необходимо вести постоянный экологический мониторинг природных сред под руководством профильного специалиста. Строительство и эксплуатация комплекса должны осуществляться с соблюдением всех экологических, технических и гигиенических норм. Строительство комплекса по переработке отходов позволит:

- максимально извлекать полезные фракции отходов, тем самым снижая объем извлечения нового сырья для производства некоторых видов продукции;
- уменьшить объемы захораниваемых отходов, тем самым минимизируя процессы гниения и распространения инфекций;
- снизить негативное воздействие на окружающую среду за счет одновременного использования нескольких технологий – сортировки, термической обработки, полигонного захоронения лишь не утилизируемой части

Также при комплексной переработке появляется возможность получать прибыль от продажи вторичной продукции, что обеспечит возможность уменьшения коммунальных платежей, совершаемых населением.

3.5. Выбор возможного варианта размещения объекта утилизации ТБО в г. Тюмени

Для нахождения оптимального места размещения выбранного объекта (комплекса для переработки твердых бытовых отходов) необходимо изучить застройку города. Важным фактором является близость к населенному пункту, что позволит уменьшить транспортные

издержки, однако, в то же время нужно учитывать местоположение жилых микрорайонов, промышленной части, дачных кооперативов, наличие водоемов и особых территорий.

Одним из наиболее важных условий для размещения объекта является учет преобладающего направления ветров, соблюдение которого позволит направить выделяющиеся загрязняющие вещества по направлению «от города» и уменьшить вредное воздействие на жилые объекты.

По данным сайта архива погоды «World Weather» за последние несколько лет в г. Тюмени преобладающим является западное и юго-западное направления ветра. Усредненные за 5 лет данные по направлению ветров, дующих на территории г. Тюмени, представлены графически на Рисунке 4.

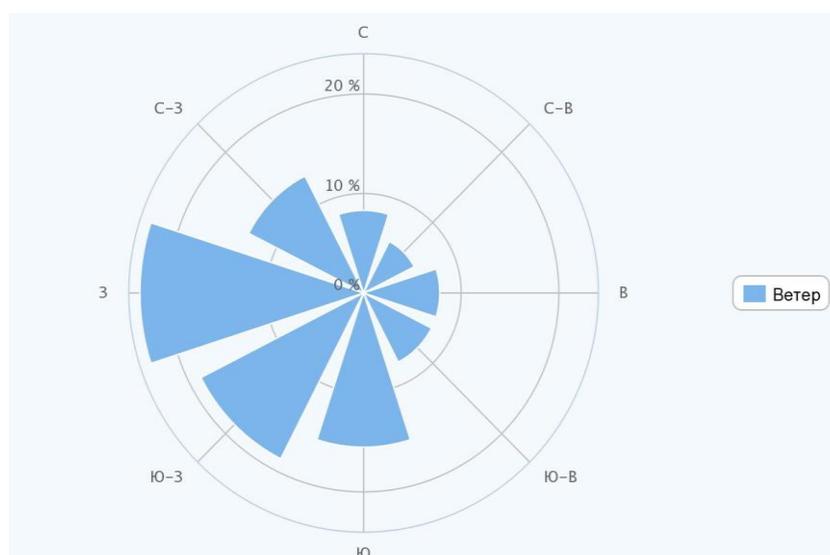


Рисунок 4 – График ветра в г. Тюмени, с усредненными значениями [46]

В связи с тем, что большую часть года ветер дует с запада и юго-запада, а северо-восточное направление ветра встречается реже всего, для планирования объекта был выбран участок, расположенный в северо-восточном направлении от города, по Велижанскому тракту.

Комплекс по переработке отходов предлагается разместить на 10 км. Велижанского тракта, в 5 км. вглубь от проходящей дороги. Территория характеризуется отсутствием населенных пунктов в радиусе нескольких километров, умеренной удаленностью от города. Ветры, дующие преимущественно на северо-восток позволят отводить остаточные от комплексной очистки загрязняющие вещества в направлении от города.

Также предлагается создать 2 мусороперегрузочные станции в разных частях города, которые позволят сделать процесс доставки ТБО на объект более эффективным. Доставка

отходов на мусороперегрузочные станции осуществляется быстрее, чем транспортировка всего объема отходов на полигон. При этом прессование отходов на промежуточных станциях перегрузки позволит сэкономить значительную часть трудовых и экономических ресурсов за счет доставки на завод исходного количества отходов, используя при этом меньшее количество транспортных средств. Мусороперегрузочные станции будут расположены в разных частях города. Станция №1 расположена близ улиц Авторемонтной и Механизаторов в районе «Дома Оборона» в промышленной зоне города, удаленной на достаточное расстояние от жилых домов. Станция №2 находится в начале Старого Тобольского тракта, близ ул. Чекистов, в промышленной зоне.

Отходы после их отдельной сортировки во дворах жилых комплексов будут доставляться специальным транспортом с отдельными баками на мусороперегрузочные станции. Районы Калининского и центрального автономных округов будут обслуживаться мусороперегрузочной станцией №1, районы Ленинского и Восточного автономных округов находиться на обслуживании мусороперегрузочной станции №2. Отходы всей Заречной части города, включая микрорайоны «Заречный 1/2/3», «Европейский», «Тарманы», «Мыс», «ММС», будут направляться напрямую на комплекс по переработке отходов.

На мусороперегрузочных станциях будут стоять установки по ручной сортировке отходов, затем специальные пресс-машины будут компактировать привезенные отходы. Прессование позволяет снизить объемы от 3 до 10 раз в зависимости от плотности отходов. Спрессованные брикеты из отходов будут вывозиться на комплекс по переработке отходов, расположенный на Велижанском тракте. Отходы, не подлежащие переработки также будут вывозиться отдельными машинами на территорию комплекса для дальнейшего захоронения.

Транспортировка отходов будет осуществляться в объезд города. Расположение объектов выбрано таким образом, чтобы максимально снизить негативное влияние транспорта на жилую часть города и при этом быстро доставлять отходы на комплекс по их переработке. Маршрут от мусороперегрузочной станции №1 проходит через Объездную дорогу от улицы Авторемонтной с заездом на Салаирский тракт и спуск на Велижанский тракт и составляет около 27 км. Маршрут от мусороперегрузочной станции №2 проложен от улицы Чекистов через улицу Тополиную, по объездной дороге в объезд районов «Лесобазы», «Мыс» и со съездом на Тобольский тракт. Примерная продолжительность маршрута составляет 23 км.

На заводе по комплексной переработке отходы будут проходить дополнительную механизированную сортировку, что позволит сделать процесс извлечения полезных фракций более качественным. Часть отходов, подлежащая переработке, будет направлена на специальные установки для преобразование отхода во вторичное сырье, другая часть, не подлежащая переработке будет складирована на полигоне ТБО, находящемся на территории комплекса по переработке. Территория комплекса будет закрытой, на въезде планируется установка пропускного шлагбаума. Схема размещения объектов промышленного комплекса по переработке отходов в г. Тюмени. на Рисунке 5.

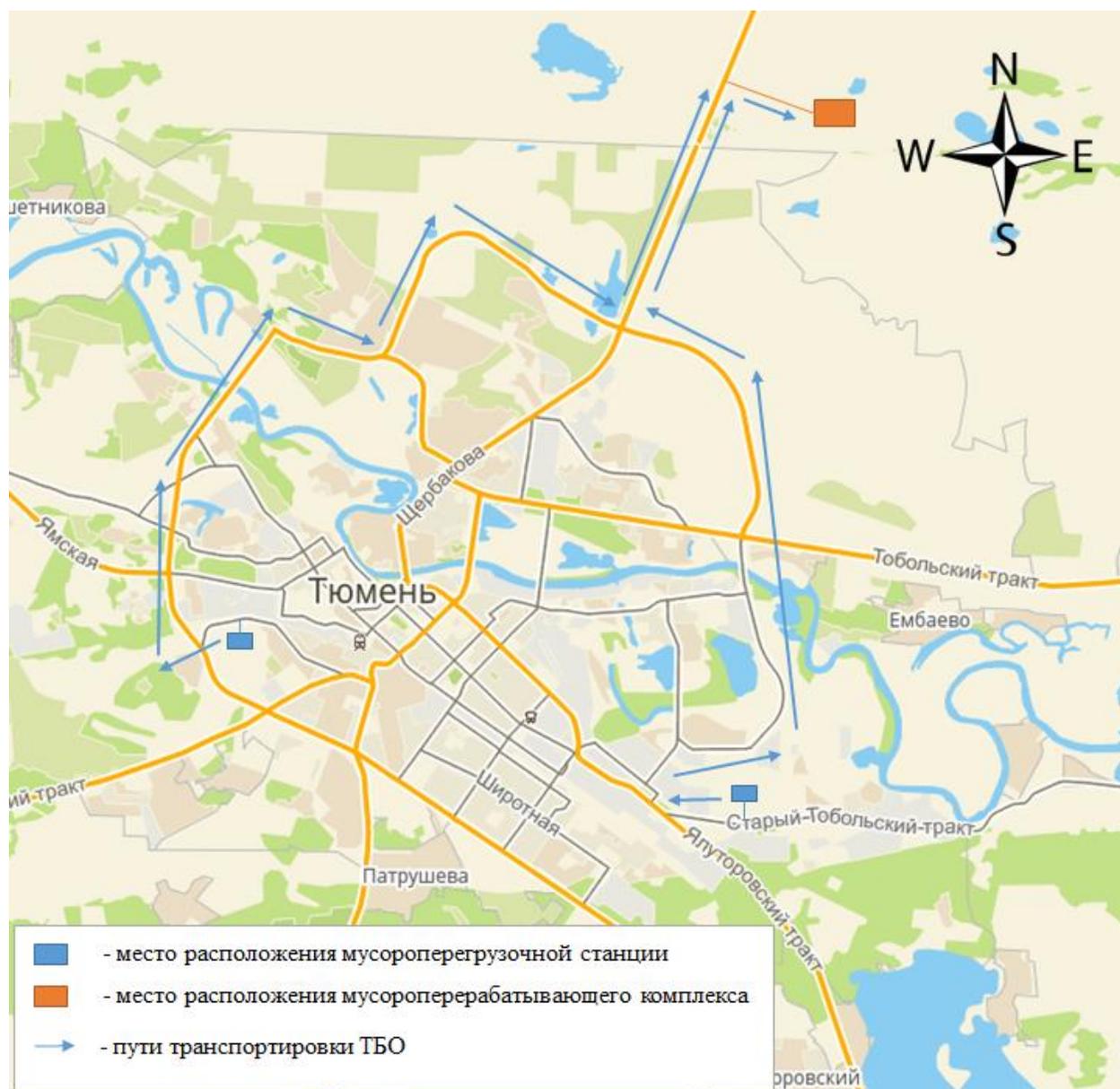


Рисунок 5 – Схема размещения объектов промышленного комплекса по переработке отходов в г. Тюмени [данные автора, основа – данные программы 2GIS: <https://2gis.ru/tyumen>]

Выводы:

1. Экономическая оценка методов утилизации является ключевым фактором для финансирования строительства и эксплуатации объекта.
2. Общий объем образования отходов на территории г. Тюмени от физических и юридических лиц на 2021 год составит 251 441 т. или 1 647 228 м³.
3. Расчет стоимости затрат на полигонное захоронения показал, что, при сроке эксплуатации полигона, равном 10 лет, необходима территория с площадью складирования в 364 004,7 м². При этом проектируемая вместимость полигона ТБО составит 4 853 395,8 м³.
4. Полные затраты на эксплуатацию полигона = 140,157 руб./м³. Для того чтобы обеспечить соблюдение всех технологических и экологических норм при эксплуатации полигона ТБО на территории г. Тюмени, тариф на захоронение отходов должен быть принят равным 1072,163 руб./т или 140,157 руб./м³. Полные затраты на этап строительства полигона ТБО составят 21,703 руб./м³ = 114,223 руб./т. Общие затраты на строительство и эксплуатацию полигона составят 161,86 руб./м³ = 1186,386 руб./т.
5. Несмотря на меньшие эксплуатационные затраты при прямом сжигании мусора, включение в производственный цикл других технологий позволяет улучшить экономическую эффективность предприятия.
6. Согласно рассчитанным данным, капитальные вложения в строительство полигона являются минимальными, так как из представленных вариантов. Общие удельные затраты на захоронение отходов при методе полигонного захоронения также являются наименьшими из представленных и равняются 1 422,83 рублям за тонну отходов. Однако, при методе полигонного захоронения полностью отсутствуют выгоды от реализации переработанной продукции, в то время как продажа сырья после комплексной переработки позволит покрыть около 75% расходов на работу с отходами. Таким образом, экономическая эффективность технологии полигонного захоронения – минимальная. Общая стоимость операций по размещению 1 тонны отходов при данном методе составит 1 422,83 руб. Наиболее эффективным из представленных вариантов с экономической точки зрения является метод комплексной переработки со стоимостью утилизации 1 тонны отходов, равной 523,22 руб., что составляет лишь 37% от конечной стоимости полигонного захоронения и 42% от конечной стоимости сжигания.
7. Для изменения политики управления отходами на муниципальном уровне важен учет мнения населения по вопросам обращения с отходами.

8. По совокупности экологических, экономических и социальных аспектов наиболее подходящим вариантом в сфере управления твердыми бытовыми отходами для города Тюмени является мусороперерабатывающий комплекс. Его строительство и эксплуатация должны осуществляться с соблюдением всех экологических, технических и гигиенических норм, а негативное воздействие на окружающую среду должно быть минимальным. При соблюдении вышеперечисленных условий, работа объекта позволит создать более эффективную и экологически безопасную стратегию управления отходами в городе Тюмени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопрос о способах обращения с твердыми бытовыми отходами на территории нашей страны действительно является актуальным. На данный момент в России практически 95% отходов отправляется на полигонное захоронение. Каждый год территория, отведенная под свалки в России, увеличивается на 0,4 млн. га, что равно примерно двум площадям г. Москва. При этом полигонное захоронение имеет ряд недостатков, выражающееся в размножении болезнетворных организмов в условиях гниения тела полигона; выделении вредных веществ с эмиссиями фильтрата и биогаза; самовозгорании отходов, в том числе и опасных отходов, попадающих на полигон под видом бытовых. После полигонного захоронения и прессования отходов невозможна их дальнейшая переработка или преобразование, то есть накопление все новых объемов будет продолжаться долгие годы. На данный момент в городе Тюмени отсутствует система раздельного сбора и комплексной переработки твердых бытовых отходов. Практически 100% отходов попадает на полигонное захоронение. Действие единственного в городе полигона ТБО расположенного по адресу: г. Тюмень, Велижанский тракт, 9 км заканчивается через 3,5 года и уже в текущий момент администрации города необходимо продумать концепцию управления отходами на территории города.

Задачи, поставленные перед исследователем на начальном этапе работы над диссертацией, выполнены:

- изучены особенности накопления, хранения, утилизации ТБО, их опасные свойства;
- проведена оценка размещения ТБО в г. Тюмени и расчет количественных показателей образующихся отходов;
- подробно рассмотрены методы обращения с твердыми бытовыми отходами – полигонное захоронение, сжигание и комплексная переработка;
- проведена сравнительная характеристика методов, выявлены основные преимущества и недостатки каждого из рассматриваемых методов;
- осуществлен расчет общих затрат на строительство и эксплуатацию полигона в условиях г. Тюмени;
- произведен расчет экономической эффективности различных технологий переработки ТБО;
- выбран вариант строительства и реализации комплекса по переработке ТБО как метод управления ТБО в г. Тюмени;
- предложен вариант размещения выбранного объекта.

В ходе написания данной диссертации была проведена комплексная оценка трех распространенных методов работы с твердыми бытовыми отходами. Основные преимущества и недостатки были рассмотрены с экологического, технического, экономического и социального аспектов. В результате сравнительной оценки и изучения опыта других стран по поставленной проблеме, наиболее технологичным и экономически эффективным был выбран метод комплексной переработки твердых бытовых отходов. Метод позволяет снизить масштабы негативного воздействия на окружающую природную среду за счет одновременного использования нескольких технологий, предварительной сортировки отходов и хорошего очистного оборудования, необходимого для успешного функционирования комплекса. Мусорсжигание было определено как наиболее опасный с экологической точки зрения метод обращения с отходами, так как при условии отсутствия предварительной сортировки отходов происходит выделение вредных, опасных для здоровья живых организмов веществ – диоксинов, хлористого и фтористого водорода, сернистого газа, твердых частиц различных металлов и др.

По результатам проведенного социологического опроса, направленного на оценку степени информированности граждан о возможностях обращения с твердыми бытовыми отходами и возможного вовлечения населения в процесс предварительной сортировки отходов для дальнейшей их переработки были сделаны выводы о готовности населения поддержать строительство мусороперерабатывающего или мусоросжигательного завода, при условии их экономической рентабельности и сохранения для населения тарифов на сбор и вывоз отходов, а также соблюдения необходимых экологических норм. Также примечательно, что жители города готовы сортировать часть своих отходов при наличии в шаговой доступности контейнера для раздельного сбора. При этом был отмечен низкий процент информированности населения по вопросам раздельного сбора отходов.

Методические расчеты экономической эффективности методов показали неконтуурентоспособность способа полигонного захоронения и преимущества стратегии комплексной переработки. Внедрение комплексной переработки позволит снизить тариф на вывоз твердых бытовых отходов с населения за счет продажи предприятием переработанной продукции.

В результате написания магистерской диссертации был предложен вариант изменения стратегии управления твердыми бытовыми отходами в городе Тюмени – переход на комплексную переработку отходов. Местом предлагаемого размещения объекта стал участок,

расположенный близ 10 км. Велижанского тракта. Местоположение объекта учитывает географические особенности территории – выбор произведен с учетом преобладающих направлений ветров города Тюмени и особенностей застройки города. Также предложено строительство и функционирование двух мусороперегрузочных станций, расположенных в разных частях города, которое позволит путем предварительной сортировки и прессования отходов снизить экономические и трудовые затраты на их транспортирование до комплекса и дальнейшей переработке.

В процессе работы над магистерской диссертацией одна из поставленных задач была изменена. Предполагалось, что будет произведен самостоятельный расчет экономических затрат на строительство и эксплуатацию мусоросжигательного завода и завода по комплексной переработки отходов. Однако, не было найдено ни одной существующей методики для расчетов. Для данных объектов автором были применены результаты исследования и анализа, проведенного Л.Я. Шубовым в 2010 году. Объекты, рассматриваемые в данном исследовании имели схожие характеристики с объектами, представленными в данной магистерской диссертации. Расчеты для экономических затрат и эффективности строительства и эксплуатации полигона ТБО были проведены автором магистерской диссертации самостоятельно.

В ходе написания работы было изучено большое количество материала по теме исследования, в том числе книги, периодические издания, учебные пособия, нормативные документы.

Результаты работы могут быть применены в качестве основы для планирования стратегии управления твердыми бытовыми отходами и проектирования одного из рассматриваемых объектов в условиях городской среды. Результаты магистерской диссертации указывают на целесообразность введения на территории города Тюмени стратегии комплексной переработки отходов и поддержку населением предлагаемого проекта и экономические выгоды предприятия и жителей города. Рассматриваемая в настоящий момент на уровне Правительства Тюменской области территориальная схема обращения с отходами не предполагает внедрения селективного сбора на территории города, однако, данное исследование указывает на необходимость и целесообразность данного введения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. Российская Федерация. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 N 89-ФЗ [Текст] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1998. - N 26. - Ст.3009.
2. Российская Федерация. Федеральный закон «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 N 209-ФЗ [Текст] // Собрание законодательства Российской Федерации. -2007. - №31. -ст.4006.
3. Российская Федерация. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25 февраля 2010 г. N 49. Об утверждении Правил инвентаризации объектов размещения отходов [Текст] // Зарегистрировано в Минюсте РФ 8 июня 2010 г. № 17520.
4. Российская Федерация. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 5 августа 2014 г. № 349 «Об утверждении Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» [Текст] / Зарегистрировано в Минюсте РФ 24 октября 2014 г. N 34446.
5. Постановление Администрации города Тюмени от 18 октября 2007 года N 24-пк «Об утверждении порядка сбора и вывоза бытовых и промышленных отходов в городе Тюмени» (с изменениями на: 25.02.2015) [Текст] / "Тюменский курьер", N 170, 26.10.2007.
6. Постановление Администрации города Тюмени от 25 августа 2006 года N 12-пк «Об установлении средней плотности твердых бытовых отходов» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/441529276>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 15.03.2017.
7. Постановление Правительства Москвы от 9 ноября 1999 г. N 1018 «Об утверждении Правил санитарного содержания территорий, организации уборки и обеспечения чистоты и порядка в г. Москве.» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901747905>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 18.03.2017.
8. Постановление Правительства Тюменской области N 148-п от 9 июля 2007 года «Об утверждении положения об аренде земельных участков, находящихся в государственной собственности» (с изменениями на: 06.03.2017) [Электронный ресурс] / Режим доступа:

- <http://docs.cntd.ru/document/819019029>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 02.04.2017.
9. Постановление правительства Тюменской области № 392-п от 09.09.2016 «Об утверждении Территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Тюменской области» [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://admtyumen.ru/files/upload/OIV/D_nedro, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 10.03.2017.
 10. Распоряжение администрации города Тюмени от 5 ноября ноября 2014 г. N 827-рк «Об утверждении муниципальной программы «развития благоустройства и охраны окружающей среды в городе Тюмени на 2015 – 2019 годы» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://base.garant.ru/21718609/>, регистрация. – Яз. рус. Дата обращения – 25.03.2017.
 11. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2001-12-28. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
 12. ГОСТ Р 54205-2010. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности при сжигании. [Текст]. – Введ. 2012-01-01. - М.: Стандартиформ, 2011.
 13. ГОСТ Р 55835-2013. Ресурсосбережение. Национальный стандарт Российской Федерации. Наилучшие доступные технологии. Контроль качества отходов, поступающих на мусоросжигательные заводы. [Текст]. – Введ. 2015-01-01. - М.: Стандартиформ, 2014.
 14. СанПиН 42-128-4690-88. Санитарные правила содержания территорий населенных мест [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200029183> . - Введ. 1988-08-05. Дата обращения – 12.04.2017.
 15. СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901789953>. – Введ. 2001-05-30. Дата обращения – 15.03.2017.
 16. Инструкция по проектированию эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. [Текст]. Утв. Министерством строительства Российской Федерации. 1996-11-02.

17. Нормы потребности в машинах и оборудовании для полигонов твердых бытовых отходов: [сборник]. Утв.1987-12-02 / М.: Отдел научно-технической информации АКХ, 1988.
18. Рекомендации по нормированию труда работников предприятий внешнего благоустройства. Часть 1. Рекомендации по нормированию труда работников предприятий по эксплуатации дорожного, зеленого хозяйства и санитарной очистки городов: [сборник]. - Утв. Приказом Минстроя РФ от 06.12.1994 N 13.
19. Рекомендации по проектированию и эксплуатации заводов по сжиганию твердых бытовых отходов [сборник]. – М.: Отдел научно-технической информации АКХ., 1987. – 56 с.

Литература

20. Брюханова, О. Е. Методические основы формирования механизма управления отходами в условиях инновационной экономики: региональный аспект / О. Е. Брюханова, О. Б. Андреева, Ю. В. Андрианов // Региональная экономика: теория и практика. -2008. - N19. с 73 - 77.- Библиогр.: с. 77.
21. Ветошкин, А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: Учебное пособие [Текст] / А. Г. Ветошкин - 2-е издание, исправленное и дополненное. – Лань, 2016. - 303 с.
22. Виллевалд, Р.С. Проектирование и эксплуатация мусоросжигательных заводов. [Текст] / Р.С. Виллевалд, Д.Н. Беньямовский. - М.: Стройиздат, 1982. - 193 с.
23. Гигиенические аспекты обращения с бытовыми отходами (сбор, транспортировка, обезвреживание) : учебное пособие / Л. П. Игнатьева, М. О. Потапова ; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков. – Иркутск : ИГМУ, 2016. – 72 с.
24. Каракеян, В. И. Очистные сооружения : учебник и практикум для СПО / В. И. Каракеян, В. Б. Кольцов, О. В. Кольцова ; под общ. ред. В. И. Каракеяна. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 588 с.
25. Кольцов, В.Б. Очистные сооружения: учебн. пособие для студентов образовательного учреждения среднего профессионального образования [Текст] / В. Б. Кольцов, О. В. Кольцова; под общ. ред. В. И. Каракеяна. - Национальный исследовательский университет "МИЭТ": Юрайт, 2016. – 587 с.

26. Коробко, В.И. Твердые бытовые отходы. Экономика. Экология. Предпринимательство: монография [текст] / В. И. Коробко, В. А. Бычкова - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 131.
27. Кривошеин, Д.А. Системы защиты среды обитания: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность» [Текст] / Д. А. Кривошеин, В. П. Дмитренко, Н. В. Федотова; под общ. ред. Д. А. Кривошеина; в 2 том. - М.: Академия, 2014. – 366 с.
28. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов: монография [Текст] / Л. И. Соколов [и др.]; отв. ред. Л. И. Соколов; 2-е издание, исправленное и дополненное. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. – 172 с.
29. Семенова И. В. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова. - М., 2009. – 519 с.
30. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов : учебное пособие / А. С. Клинков [и др.]. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.
31. Харламова, М.Д. Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг: учебн. пособие для академического бакалавриата : для студентов высших учебных заведений, обучающихся по естественно-научным направлениям и специальностям [Текст] / М. Д. Харламова, А. И. Курбатова; под общ. ред. М. Д. Харламовой. - Российский университет Дружбы народов : Юрайт, 2015. – 230 с.
32. Шубов, Л.Я. Технологии отходов (Технологические процессы в сервисе): учебн. пособие для вузов [Текст] / Шубов Л.Я., Ставраковский М.Е., Шехирев Д.В. – М.: ГОУВПО «МГУС», 2006. – 246 с.
33. Шубов, Л.Я. Технология твердых бытовых отходов: учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 100100 "Сервис" [текст] / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставраковский, А. В. Олейник; под общ. ред. Л. Я. Шубова. –М.: Альфа, 2013. - 396 с.

Периодические издания

34. Бирн Т. Управление отходами на острове Майорка. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2016, №10. – С. 54-55.
35. Мальцева О.Н. Чебоксарский прорыв. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2015, №10. – С. 34-35.
36. Мхитаров Р.А., Маркин В.В. В поисках оптимума. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2014, №11. – С.38-44.

37. Титов В.А. Переработка твердых бытовых отходов в средних и малых городах. // Экология и промышленность России : научно-практический рецензируемый журнал. – 2008, №1. – С. 24-27.
38. Трифонова Н.Г. Брестский мусороперерабатывающий завод. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2016, №12. – С.50-51.
39. Хефели В., Амманн А. Обращение с ТКО в Швейцарии. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2015, №11. – С. 45-49.
40. Шпиренко А. В Тюмени внедряются новые технологии сбора отходов. // Российское информационное агенство «Федерал пресс». – ноябрь, 2013.
41. Шубов Л.Я., Баруздина Ю.М. Комплексная переработка отходов. // Твердые бытовые отходы : научно-практический журнал. – 2013, №5. – С.10-17.

Справочные издания

42. Информационно – технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС 9-2015. Обезвреживание отходов термическим способом (сжигание отходов): [справочник] / Введ. 2016-07-01.

Диссертации

43. Шубов Л.Я. Закономерности сепарации твердых бытовых отходов в технологиях их комплексной переработки. [Текст]: диссертация доктора техн. наук: 11.00.11: защищена 05.15.08. / Шубов Лазарь Яковлевич/ - М., 2008. – 215 с.

Ресурсы удаленного доступа

44. Государственный реестр объектов размещения отходов [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://clevereco.ru/grogo>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 18.03.2017.
45. Единый реестр субъектов малого и среднего предпринимательства [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://rmsp.nalog.ru/index.html>. Дата обращения – 02.04.2017.
46. Мировой сайт архива погоды. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/russia/tyumen>, свободный. – Яз. рус., нем. Дата обращения – 20.04.2017.
47. Официальная группа добровольческого движения «Круговорот» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://krugovorot-eco.ru/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 01.03.2017.
48. Официальный сайт администрации города Тюмени. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.tyumen-city.ru/social/clear-city/licenzirovannie/vozciki-tbo-i-kgm/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 06.03.2017.

49. Официальный сайт государственного предприятия Тюменской области «КОМТЕХ» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://komteh72.ru/>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения – 01.03.2017.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Полный перечень организаций, оказывающих услуги по сбору и транспортированию,
ТБО в г. Тюмени

Таблица А.1 - перечень организаций, оказывающих услуги по сбору и
транспортированию ТБО в г. Тюмени [47]

№	Название организации	Вид отхода
1	2	3
1	ООО «Рифей»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
2	ООО «ТюменьСпецТранс»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
3	ОАО «САХ»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
4	АО «ДЭУ КАО»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
5	ООО «Санремстрой»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
6	ОАО «ДЭУ ЦАО»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
7	ООО «Турасервис - Н»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
8	ООО «ЖилСервисУют»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
Окончание таблицы		

Продолжение таблицы		
1	2	3
9	ООО «СК Реалист Групп»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
10	ООО «АВТОРОО»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
11	ООО «Пионер»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
12	ООО «М5»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
13	ООО «ДорСтрой»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
14	ИП Харитонов	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
15	ООО «Радиус действия»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
16	ООО «Скат»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
17	ООО «СтопСтрой»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
18	ООО «Утилитсервис»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
Окончание таблицы		

Продолжение таблицы

1	2	3
19	ООО «ЭкоСервис»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
20	ООО «Профи»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
21	ООО «Ветикаль»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
22	ООО «ДорСтройСибирь»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
23	ООО «М - Групп»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
24	АО «Трасса»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
25	ООО «ТрансСервис»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
26	ООО «Виадук»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
27	ООО «СП Дом Сервис»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.
28	ООО «ПЕРЕСТРОЙ-КА»	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) – ТКО, отходы из жилищ крупногабаритные – КГМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень организаций, осуществляющих прием использованного сырья на переработку
в г. Тюмени

Таблица Б.1. – организации, осуществляющие прием использованного сырья на переработку
в г. Тюмени [46]

№	Название организации	Адрес	Что принимают
1	ООО «НОВЭК»	<ul style="list-style-type: none"> - ул. 30 лет Победы, д. 94; - ул. 30 лет Победы, д. 104; - ул. 30 лет Победы, д. 138; - ул. 30 лет Победы, д. 146, корп. 1; - пр. 9 мая, д. 6; - ул. Пр.Артамонова, д. 13; - ул. Пр.Артамонова, д. 15; - ул. Е. Богдановича, д.11, к 3; - ул. Е. Богдановича, д. 16; - ул. В. Гольцова, д. - ул. В. Гольцова, д.; - ул. В. Гольцова, д. 26; - ул. Н. Зелинского, д.1, корп. 1; - ул. Н. Зелинского, д.3, корп. 1; - ул. С. Карнацевича, д. 12; - ул. С. Карнацевича, д. 14; - пр. Майский, д. 5; - ул. Народная, д. 4, корп. 2; - ул. Народная, д. 4, корп. 3; - ул. Народная, д. 8, 2 бака; - ул. Олимпийская, д. 36; - ул. Олимпийская, д. 37; - ул. Моторостроителей, д. 1; - ул. Моторостроителей, д. 2, корп. 2; - ул. Моторостроителей, д. 5; - ул. Моторостроителей, д. 7; - ул. Моторостроителей, д. 12; - ул. Моторостроителей, д. 14, корп. 2; - ул. Монтажников, д. 17, корп. 1; - ул. Монтажников, д. 19; - ул. Пермякова, д. 53; - ул. Пермякова, д. 66; - ул. Пермякова, д. 74; 	Пластик

		<ul style="list-style-type: none"> - ул. Пермякова, д. 76; - ул. Пермякова, д. 78, к.3; - ул. Пермякова, д. 82; - ул. Пермякова, д. 84; - ул. Пермякова, д. 84, к.2; - ул. Суходольская, д. 16; - ул. Широтная, д. 65; - ул. Широтная, д. 81; - ул. Широтная, д.96, к.1; - ул. Широтная, д.104; - ул. Широтная, д. 108; - ул. Широтная, д. 108, к.1; - ул. Широтная, д. 108, к.2; - ул. Широтная, д. 108, к.3; - ул. Широтная, д. 110; - ул. Широтная, д. 112; - ул. Широтная, д. 118, к.2; - ул. Широтная, д. 122; - ул. Широтная, д. 126, к.3; - ул. Широтная, д. 128; - ул. Широтная, д. 129; - ул. Широтная, д. 136; - ул. Широтная, д. 148; - ул. Широтная, д. 156, к.1; - ул. Широтная, д. 163; - ул. Широтная, д. 191; - буль. Б. Щербины, д. 22; - ул. Чаплина, д.115 - ул. Чаплина, д.125 - ул. Московский тракт, д. 102; - ул. Московский тракт, д. 117; - ул. Московский тракт, д. 117а; - ул. Московский тракт, д. 127; - ул. Московский тракт, д. 135 к1, - ул. Московский тракт, д. 139; - ул. Московский тракт, д. 143 к1, - ул. Московский тракт, д. 143, корп. 3; - ул. Московский тракт, д. 145; - ул. Московский тракт, д. 145, корп. 3; - ул. Московский тракт, д. 161, корп. 1; - ул. Московский тракт, д. 165; - ул. Московский тракт, д. 167; 	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> - ул. Московский тракт, д. 169; - ул. Транспортная, д.79 - ул. Барнаульская, д. 34; - ул. Барнаульская, д. 92; - ул. Белинского, д. 1а; - ул. Белинского, д. 12; - ул. Полевая, д. 27; - ул. Пролетарская, д. 102; - ул. Л. Толстого, д. 64; - ул. Уральская, д. 51; - ул. Уральская, д. 53, корп. 2; - ул. Ямская, д. 73; - ул. Ямская, д. 73, корп. 2; - ул. Ямская, д. 77/3; 	
2	ООО «Транссервис»	<ul style="list-style-type: none"> - 9 мая 7/1 - 30 лет Победы 18, 73, 78, 142, 142/1 - Абдулина 3 - Артамонова 4, 5 - Богдановича 6, 8, 8 к.1, 10 - Боровская 33 - Вербовая 4, 4/1 - Гнаровской 4, 5, 10 к.3, 12 к.1 - Гольцова 1, 2, 3, 4/1, 9, 8, 15 - Николая Гондатти 2 - Д. Бедного 83, 83 к.1, 104к3 - Депутатская 78/1, 80, 80/2, 95, 106, 112, 125, 129 - Инженерная 70 - Карнацевича 1 к.1, 3, 5, 7 - М. Боровская 5, 28, 28/1, 38/2 - Мельникайте 136/1 - Молодежная 28 - Олимпийская 8/2, 12, 16, 18, 86 - Пермьякова 63, 65, 68/2, 69/3 77, 83 - Самарцева 8, 19, 29, 30, 32 - Станционная 34/2 - Стахановцев 2, 6 - Суходольская 18 - Таллинская 7/1 - Ткацкий пр. 18 - Чаплина 117, 119 - Широтная 27, 29а, 96, 100, 100/2, 100/5, 	

	<p>102, 104, 108 к.5, 113/1, 120/1, 158, 165, 187/1, 188а, 209, 217/1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Энергостроителей 9, 10/1, 11, 18, 20, 23, 25/1, 25/3, 29, 29/1, 31 - 50 лет ВЛКСМ 31, 67, 69 - 50 лет Октября 1, 1а, 21а, 24, 32, 39, 62а к.1, 62а к.3, 69, 71, 76 - Водников 5 - Володарского 17, 33 - Геологоразведчиков 44, 44а - Герцена 45, 52 - Горького 10, 10/1, 28, 31, 39, 55 (доступ во двор ограничен), 68/1 - Грибоедова бк1, 7, 8,13, 15 - Даудельная 2 - Дзержинского 69 - Достоевского 9, 18 - Елизарова 6, 8, 30 - Жигулевская 4 - Киевская 61 - Кирова 8 - Коммунаров 26 - Котельщиков 2, 17/2, 19 - Красина 10 - Красных зорь 2, 55 - Ленина 38/2, 57, 63, 65 - Малыгина 2, 86/1, 90 - Матросова 1/2 - Мельникайте 50а, 71, 79, 80, 83, 97, 101, 122, 136, 136а, 138а - Мельничная 3 - Механическая 37 - Минская 5, 7/1 - Немцова 41, 43 - Новая 17 - Одеская 36, 40 - Орджоникидзе 11, 16, 65, 67 - Осипенко 61 - Пароходская 4 - Первомайская 23, 25 32, 44/2, 58, 60/1, 62 - Перекопская 4а - Пржевальского 34, 35/4 	
--	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> - Промышленная 18 - Профсоюзная 5, 7, 7/5, 17, 18, 30, 32 - Рижская 45а - Республики 90 - Сакко 5 - Салтыкова-Щедрина 58/1, 63 - Севастопольская 4а - Семакова 1, 21 - Смоленская 46 - Советская 51 - Софьи Ковалевской 6 - Фабричная 17 - Харьковская 27, 31, 59/4, 59/5 - Холодильная 14, 54, 138 - Хохрякова 32 - Циолковского 9, 9 к.1, 11, 13 - Шиллера 46 к3 - Щорса 4/6 - Энергетиков 37, 45/2, 53/3, 60а - Ялуторовская 5, 29 - 70 лет октября 4а, 26а - Ватутина 51, 55, 79 - ветеранов труда 1а, 11а - Газовиков 6, 8, 17, 19, 20, 23, 25/2, 25/3, 30, 33, 41, 49, 55 - Голышева 4, 5 - Дружбы 75 - Заречный 2, 6 к.1, 6 к.2, 12, 33, 35, 37, 39, 39/2 41, 43 - Магаданская 5, 13 - Мамина-Сибиряка 20 - Мелиораторов 8, 17 - Муравленко 3, 7, 9, 17, 35 - Рационализаторов 22/1 - Солнечный 3, 4, 5, 6, 7, 8к1, 22 - Спорта 1г, 91, 95 - Тимуровцев 28,30 - Шишкова 16, 20 - Щербакова 86а, 90, 96а, 112, 118, 142, 144, 146, 146 к.1, 146 к.2, 150 - Эрвье 10, 14 к.1, 16 - Юганский 13 	
--	--	---	--

	<p> Беляева 29, 31/1, 31/2, 35 к.1, 35 к.2 - Блюхера 4, 6 - Ермака 29 - Игримская 21 - Жуковского 84/1 - Каспийская 3а - Малиновского 5Б, 6, 8 - Мальшева 14, 18 - Маршака 5 - Маршала Захарова 15 - Пархоменко 52 - Пражская 47, 51/1 - Сахарова 36, 48 - Судоремонтная 31, 31/1 - 9 января 162 - Амурская 4,68 - Баумана 29 - Волгоградская 113 - Декабристов 143, 154 - Карла Маркса 10, 12, 108, 123 - Куйбышева 25, 94 - Локомотивная 79, 116 - Магнитогорская 4, 28 - Мира 41, 57 - Московский тракт 18, 83, 85, 87, 87 к.2, 88, 102, 108А, 117, 129, 161 - Новоселов 12/3 - Новосибирская 34, 129 - Парковая 2а, 4а - Пархоменко 52 - Революции 1 - Ставропольская 1, 1а, 2, 2а, 17, 19 - Степная 1а - Транспортная 79/2, 84, 102, 106 - Тимирязева 4а - Червишевский тракт 35, 66, 72а, 94 - Барнаульская 34 - Белинского 1а, 2, 3, 6а, 18, 30 - Военная 11, 13, 19 - Димитрова 88 - Институтская 2а, 6 - К. Цеткин 7, 61/1 </p>	
--	---	--

		<ul style="list-style-type: none">- Комбинатская 36, 38, 63- Луначарского 59- Полевая 14, 25- Пролетарская 110, 118, 120а- Садовая 107, 117, 121а, 126- Таврическая 9б, 10- Флотская 32, 57- Чернышевского 2а, 2а к.3, 2а к.4, 2Б, 2Б/5- Ямская 52, 57, 65, 71, 76, 86, 91, 94, 96, 96а,- Пушкина 2, 8- Беловежская 3/1, 5, 7, 9- Буденного 1а, 15- Изумрудная 8- Каспийская 3а- Крылова 2а, 21, 21б	
--	--	--	--

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Виды промышленных отходов, принимаемых к складированию и в качестве изолирующего материала на российских полигонах: [10]

- алюмосиликатный шлам СБ-г-43-6;
- асбестоцементный лом;
- асбодрошка;
- бентонита отходы;
- графит отработанный производства карбида кальция;
- гипсосодержащие отходы производства витамина В6;
- известь-кипелка, известняк, шламы после гашения;
- мела химически осажденного твердые отходы;
- оксид алюминия в виде отработанных брикетов;
- оксид кремния (при производстве ПВХ и $AlCl_3$);
- паронита отход;
- плав солей сульфата натрия;
- силикагель;
- силикагеля производства шлам с фильтр-прессов4
- соды гранулированный шлам;
- содово-цементного производства отходы дистилляции в виде $CaSO_4$;
- формовочные стержневые смеси, не содержащие тяжелых металлов;
- химводоочистки и умягчения воды шлама;
- хлорид – натриевые осадки сточных вод производства лаковых эпоксидных смол;
- хлорная известь нестандартная;
- шиферного производства твердые отходы;
- шлаки ТЭЦ, котельных, работающих на угле, торфе, сланцах или ТБО;
- шлифовальные материалы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Самые распространенные нарушения и несоответствия состояния полигонов ТБО заявленной проектной документации (на территории РФ) [29]

1. Несоблюдение параметров нормативных углов откоса полигона. Так, углы откоса могут превышать показатель 1:1 (более 45% уклона) при нормативных 1:4. На крутых откосах в дальнейшем невозможно провести работы по строительству противофильтрационного конечного изолирующего слоя и, следовательно, выполнить рекультивационные мероприятия, так как строительная техника не может работать на крутых откосах.
2. Фактическая площадь полигона превышает проектную, отведенную под полигон.
3. Не проводятся работы по строительству дренажных систем для сбора и отвода фильтрационной жидкости. В итоге, фильтрат поступает в поверхностные и подземные воды, загрязняя их.
4. Не выполнение требований по свойствам противофильтрационного экрана. Часто в качестве противофильтрационного экрана выступают грунты, не отвечающие заявленным требованиям.
5. Отсутствие запроектированных вокруг полигонов ограждений, что приводит к ветровому разнесу отходов и проникновением на территорию полигона посторонних лиц.
6. Результаты мониторинга окружающей среды не являются полными и достаточными для объективной характеристики объекта и долгосрочных прогнозов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схема организации технологического цикла переработки ТБО

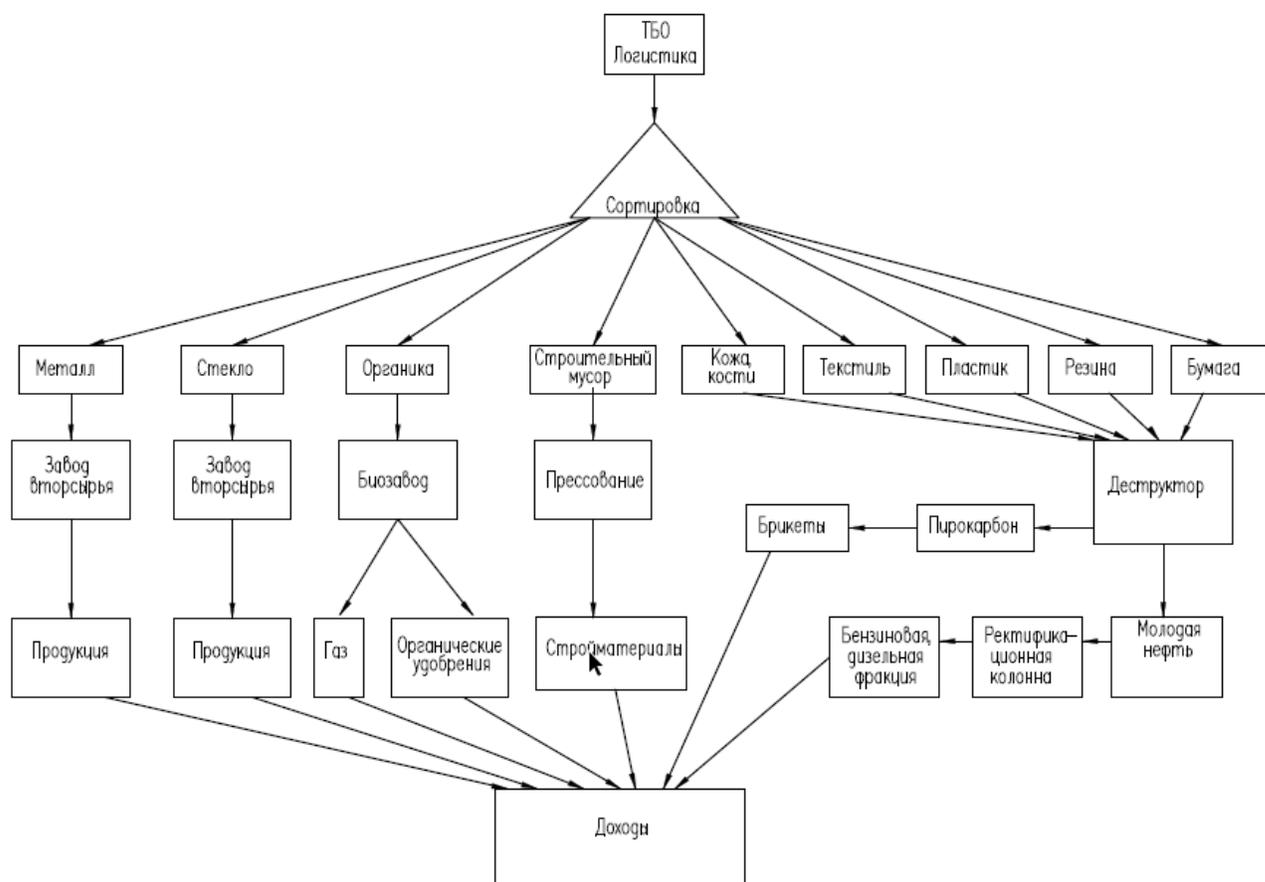


Рисунок Д.1 – Схема комплексной переработки твердых бытовых отходов [31]

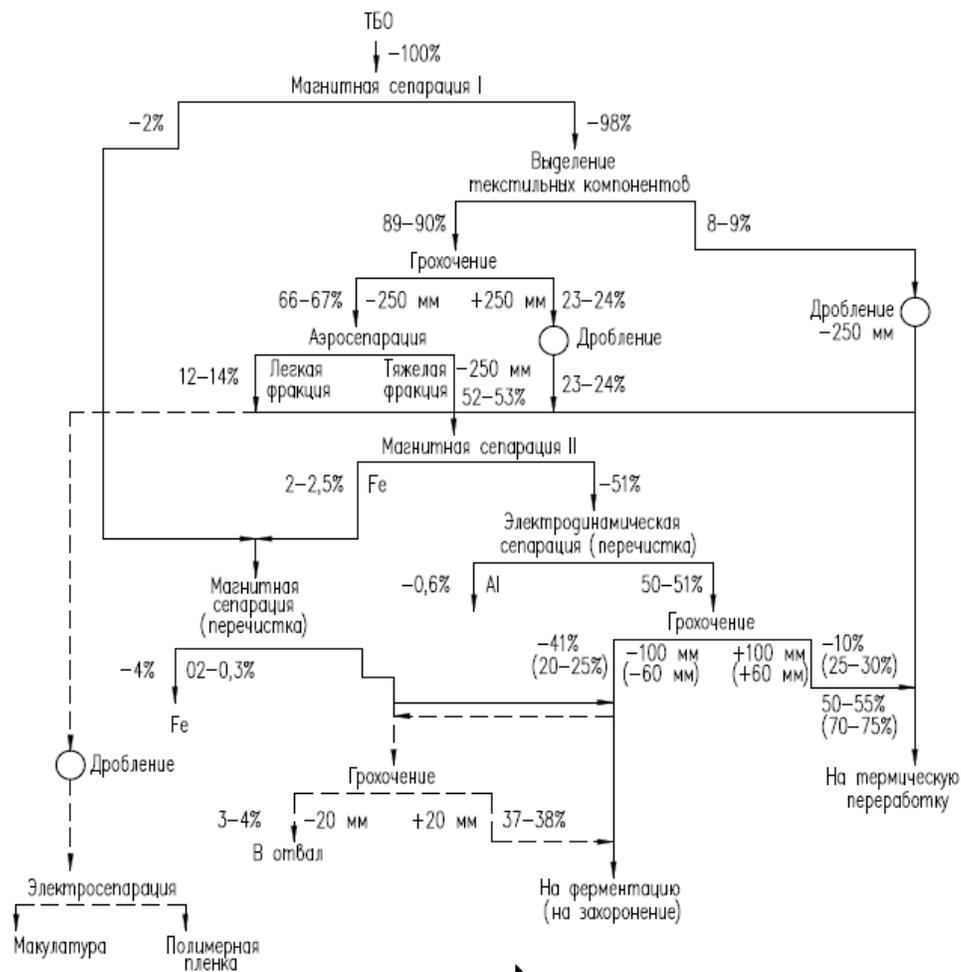


Рисунок Д.2 – Вариант принципиальной схемы организации технологического цикла переработки твердых бытовых отходов [31]

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Опыт других регионов и стран в области обращения с твердыми бытовыми отходами

Чебоксары. 1 июля 2014 года между ЗАО «Управление отходами» и Чувашской республикой было заключено концессионное соглашение о создании и эксплуатации межмуниципальной системы переработки и утилизации твердых бытовых отходов. Общий объем инвестиций составил 1,5 млрд. руб. Были построены:

- мусороперегрузочная станция с элементами сортировки в г. Чебоксарах (суммарный объем сортировки – не менее 150 тыс. т/ год);
- мусоросортировочный комплекс в г. Новочебоксарск (суммарный объем сортировки и переработки ТБО – не менее 150 тыс. т/ год);
- новый полигон захоронения ТБО мощностью 100 тыс. т/ год.

Процесс технологических операций происходит в следующем порядке:

1. После взвешивания и прохождения радиационного контроля мусоровоз направляется к приемному конвейеру, который подает мусор к разрывателю пакетов Matthiessen, который вскрывает и полностью освобождает пакеты любой величины. Масса отходов разрыхляется и подается на сортировку. Отходы при этом не измельчаются.
2. Конвейер подает отходы в сортировочный барабан Terra Select. В результате вращения барабана происходит отсев мелкой фракции ТБО и равномерное распределение материала, поступающего на дальнейшую ручную сортировку.
3. Персонал в масках и перчатках выбирает из общего потока на контейнере полимеры, картон, бумагу, стекло, черные и цветные металлы.
4. Полезные фракции отправляются на пресс для вторичного сырья Presto, а оставшиеся отходы – на пресс Vollegraaf. Это автоматизированные прессы, способные формировать брикеты из отходов. Полученные из остаточного мусора кипы поступают на карту полигона, расположенного неподалеку. Кипы вторичного сырья отправляются на переработку.
5. После сортировки мусор, не подлежащий вторичному использованию, поступает на мусороперегрузочную станцию Husmann. Для обслуживания этой станции требуется лишь один человек. Процесс полностью автоматизирован. Далее – по мере накопления отходы передаются на полигоны ТБО. Проект успешно реализован. [35]

Брест. Производственное унитарное предприятие «Брестский мусороперерабатывающий завод» решает важнейшие экологические, экономические и

социальные задачи: обеспечивает сохранение благоприятной экологической обстановки в городе, сокращая площади складирования ТБО и отходов очистки сточных вод, осуществляя раздельный сбор, сортировку и биологическую обработку отходов. «Брестский мусороперерабатывающий завод» осуществляет функции по сбору и транспортированию всех образующихся в городе ТБО, он обслуживает 100% территории города. По состоянию на октябрь 2016 года на балансе завода было 1775 площадок для раздельного сбора отходов, среди них – 619 контейнеров для стекла, 934 – для пластика, 152 – для бумаги.

На заводе предусмотрены две технологические линии:

- по обезвоживанию и обработке сырого остатка и избыточного активного ила сточных вод с получением биогаза и последующей выработкой тепловой энергии;
- по сортировке и биологической обработке ТБО, извлечению вторичного сырья и направлению их во вторичное использование, выработке биогаза с получением электрической и тепловой энергии.

Процесс сортировки происходит следующим образом. Коммунальные отходы, доставляемые мусоровозом на завод, после взвешивания поступают в цех разгрузки и предварительной сортировки. Здесь из общего потока извлекаются крупногабаритные предметы, шины от автомобилей и отходы древесины. Далее отходы грейферным погрузчиком подаются на две конвейерные ленты и поступают в кабину предварительной сортировки. Здесь извлекаются стекло и крупные фракции. После этого отходы двумя потоками поступают к барабанным грохотам, где происходит отделение органической составляющей (фракции менее 40 мм) от общей массы ТБО. Затем с помощью магнитных сепараторов извлекают черные металлы и наконец, поток поступает в кабину основной сортировки, где картон, бумага, ПЭТ-пластик и пленка извлекаются вручную. Отобранное вторичное сырье перемещается по транспортеру к прессу для упаковки в тюки, передаваемые на дальнейшую переработку.

Завод реализует 17 видов вторичных материальных ресурсов включая макулатуру, пластик, полиэтилен, ПЭТФ (цветной и прозрачный), ПЭДВ (канистры), древесные отходы, текстиль, металлолом и полипропилен. Оставшаяся часть ТБО повторно направляется к барабану для повторного извлечения органической фракции. Отходы, не подлежащие переработке, направляются по конвейерной ленте в отвал, откуда загружаются погрузчиками в мусоровозы и вывозятся на полигон для захоронения.

Если рассматривать технические аспекты функционирования завода, можно отметить наличие большого количества планировочных решений для снижения негативного воздействия на окружающую природную среду. Так, цех приемки и цех первичной переработки ТБО выполнены как полностью закрытое здание с герметизированными участками. Ворота цеха приемки отходов оборудованы воздушными шлюзами, следовательно, не допускается поступление отводимого воздуха, загрязненного пылью и запахами, в окружающую среду. Отработанный воздух выводится из цехов с помощью поверхностной вытяжки, а оборудование, где образуется большое количество пыли, оборудовано дополнительными вытяжками, через которые воздух с большим количеством примесей поступает на пылеулавливающий фильтр. Все цеха с большим содержанием загрязняющих веществ в воздухе оборудованы системой вытяжной вентиляции с подачей отработанного воздуха на очистку через скруббер и увлажнитель. Далее воздух поступает на биофильтр для окончательной очистки и затем – в атмосферу. То есть процесс очистки многоступенчатый, что позволяет снизить риски поступления загрязнителей во внешнюю среду. [37]

Швейцария. В 1970-е годы отходы в Швейцарии могли быть где угодно – по всей стране возникали многочисленные бесконтрольные мусорные полигоны. Пути выхода жители Швейцарии начали искать в 1980 гг. Несмотря на внедрение хороших систем сбора фильтрата на полигонах, становилось очевидным, что необходимо менять подход к управлению отходами. Сейчас в стране применяются переработка отходов, их сжигание и частичное захоронение. В настоящее время в Швейцарии действует система – «загрязнитель платит», что является мощным инструментом экологической политики государства. Каждый житель страны производит более 700 кг. ТБО в год, при этом 95% стекла, 91% алюминия, 83% ПЭТФ и 91% бумаги перерабатывается. Впечатляющие показатели. Дело в том, что неправильная сортировка грозит жителям большим штрафом, к тому же в стране созданы идеальные условия для соблюдения правил – большое количество контейнеров для раздельного сбора мусора со специальными инструкциями, бесплатный прием старой отработанной техники в магазинах и др.

В Швейцарии пользуется популярностью метод сжигания отходов. Все мусоросжигательные заводы оборудованы эффективными установками для очистки дымовых газов, благодаря этому в атмосферу попадает очищенная газовоздушная смесь и строго соблюдаются нормативы ПДК. Золошлаки являются инертными материалами и подлежат

захоронению на полигонах. Современное сжигание отходов на предназначенных для этого завода в Швейцарии является экологичным, эффективным, от него в атмосферу поступает диоксинов не более, чем от домашних каминов. Все 29 работающих в Швейцарии мусоросжигательных заводов используют тепло для производства электроэнергии или питания в сети централизованного отопления. Они покрывают примерно 2% всей энергетической потребности страны. [39]

Майорка. Управление отходами на острове Майорка осуществляется на основе государственно-частного партнерства. В 1992 году между Советом Майорки и компанией TIRME SA был подписан контракт. На момент подписания контракта на острове было пять мусороперегрузочных станций, расположенных по периметру острова и два полигона по захоронению отходов. Заключив новый контракт на осуществление обращения с отходами, компания представила проект строительства и эксплуатации нового завода, производящего энергию из отходов. Новый завод был построен рядом с существующим полигоном в г. Сольере, что было удобно как с точки зрения целевого использования аудитории, так и сокращения издержек на логистику (объем перевозок сократился на 66%).

Новый объект включает в себя две печи с цепными решетками и предназначен для переработки 18,75 тонн ТБО в час. В 2010 году завод был расширен – добавлены две печи с водяным охлаждением подвижных решеток, каждая из которых имеет пропускную способность – 30 тонн в час. Также, был построен новый зал для работы с многими видами промышленных отходов.

На заводе турбины производства Mitsubishi и Siemens перерабатывают производимое тепло в электрическую энергию, которая подается в единую энергосистему. Общая пропускная способность завода в настоящее время – 800 тыс. т/год. Теперь на острове не применяется полигонное захоронение, на полигоны поступает лишь зольный остаток от печей. Большая часть образующихся на острове собирается в ночное время – с 22 часов, однако энергия на заводе вырабатывается круглосуточно и 365 дней в году. В таком же режиме работают и мусороперегрузочные станции. Все мусоровозы оборудованы прессовщиками и полностью герметичны.

Транспортирование ТБО с пяти мусороперегрузочных станций осуществляется полуприцепами, оснащенными крюковыми погрузчиками. Поступающие от мусоровозов отходы статический компактор помещает в уплотнительные контейнеры. Когда очередной контейнер заполняется, он механически перемещается движущей балкой. Полный контейнер

движется вправо, тогда как пустой контейнер появляется слева. Каждый из контейнеров в свой черед фиксируется для загрузки отходами, которые сбрасывают сверху в бункер мусоровозы. На заводе и мусороперегрузочных станциях соблюдаются все правила промышленной безопасности, принятые в ЕС, а строительство завода позволило острову перейти на рациональную систему обращения с отходами производства и потребления. [34]

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Исходные данные для расчета затрат на эксплуатацию полигона

Таблица Ж.1 - Данные для расчета затрат на эксплуатацию полигона ТБО [10]

Наименование показателей	Ед. изм.	Условные обозначения	Значение	Источник данных
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Коэффициент сменности	-	-	1,5	Инструкция по определению экономической эффективности содержания новых коммунальных машин. М.: АКХ им К.Д.Памфилова, 1998
Продолжительность смены	час	-	8	
Продолжительность раб. дня	час	-	12	
Продолжительность нулевых пробегов	час	-	0,7	
Время на подготовительно – заключительные работы	час	-	0,45	
Чистое рабочее время за день	час	-	10,85	
Годовой баланс рабочего времени	час	вр.год	2086	Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: АКХ им. К.Д.Памфилова, 1998
Длина рабочей карты	м	L	10	
Ширина гусениц бульдозера Т-170, Б-170	м	B	1,2	
Ширина перекрытия следа	м	A	0,2	
Высота уплотняемого слоя	м	Нслоя	0,5	
Коэффициент потери производительности при маневрировании	-	Км	0,9	
Коэффициент использования бульдозеров, погрузчика	-	Ки	0,7	
Число проходов бульдозера при уплотнении	-	n	4	Испытания бульдозера при уплотнении ТБО. Отчет. АКХ. им. К.Д.Памфилова
Рабочая скорость бульдозера при уплотнении ТБО	м/час	V	2600	
Часовая заработная плата заведующего полигоном	руб.	ЗПзав.час	250,0	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата мастера полигона	руб.	ЗПм.час	200,0	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата бульдозериста, водителя	руб.	ЗПчас	187,5	Данные сайта Trudcom
Окончание таблицы				

Продолжение таблицы				
1	2	3	4	5
Часовая заработная плата инженера-химика	руб.	ЗПх.час	187,5	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата крановщика	руб.	ЗПкр.час	250	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата рабочего	руб.	ЗПр.час	143,75	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата экономиста	руб.	ЗПэ.час	112,5	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата охранника	руб.	ЗПохран.час	75,0	Данные сайта Trudcom
Часовая заработная плата уборщика	руб.	ЗПу.час	75,0	Данные сайта Trudcom
Средняя стоимость бульдозера на гусеничном тракторе Т-130	тыс. руб.	Бс б	2 150	Прайс-листы торговой компании ООО «Компания «Союз-Трак», 2017
Средняя стоимость самосвала на шасси	тыс. руб.	Бс с	1 850	Данные сайта «Дром.ру»
Средняя стоимость погрузчика	тыс. руб.	Бс п	820	Данные сайта «Экскаватор.ру»
Средняя стоимость автогрейдера	тыс. руб.	Бс м	1 600	Прайс-листы торговой компании ООО «Компания «Союз-Трак», 2017
Средняя стоимость автомобильного крана, грузоподъемностью 16 т. на шасси автомобиля МАЗ	тыс. руб.	Бс к	4 900	Данные сайта «Экскаватор.ру»
Стоимость ремонтных расходов, как процент от фонда оплаты труда механизаторов с отчислениями	%	Д.р.р.	190,0	По опыту работ спецавтохозяйств РФ
Процент накладных расходов, как доля от фонда оплаты производственных рабочих	%	Д.нак	82,70	По опыту работ спецавтохозяйств РФ
Окончание таблицы				

Продолжение таблицы				
1	2	3	4	5
Расстояние нулевых и холостых пробегов погрузчика, самосвала и универсальной машины	км	l	40	Инструкция по проектированию, эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: АКХ им. К.Д.Памфилова, 1998
Линейный расход топлива автокрана на шасси МАЗ	л/100 км	Н ^к расх.	23,2	Нормы расхода жидкого топлива для машин, эксплуатирующихся в предприятиях уборки городских территорий, санитарной очистки. Утв. Госстроем РФ от 10.02.1999 г.
Линейный расход топлива погрузчика	л/час	Н ^п расх.	16,2	
Линейный расход топлива бульдозера	л/час	Н ^л	14,5	
Линейный расход топлива автосамосвала на шасси МАЗ	л/100 км	Н ^с расх.	23,2	
Линейный расход топлива универсальной машины КО-713	л/100 км л/машин	Н ^{у.м.} расх.	34,0 86,7	
Средняя транспортная скорость погрузчика, крана, самосвала, универсальной машины	км /час	V	40	По опыту работ полигонов РФ
Средняя стоимость горючего	руб./л	Цг	35,5	Данные топливной компании ООО «РусПетрол» в г. Тюмени
Средняя стоимость шлака - с доставкой	руб./т	Q	180 200	Данные сайта «Пульс цен»
Средняя стоимость смазочных материалов, в том числе: - моторного - трансмиссионного - специального - пластичной смазки	руб./л	C	79,0 105,0 86,0 102,5	Данные сайта «Маркет. 72 ру»
Окончание таблицы				

Продолжение таблицы				
1	2	3	4	5
Процент внутригаражного расхода горючего для бульдозеров, погрузчиков, автосамосвалов	%	Гр	1	Нормы расхода жидкого топлива и смазочных материалов для автомобилей и дорожно-строительных машин. Утв. Госстроем РФ от 10.02.1999 г.
Надбавка на работу в зимний период	%	Гз	10	
Нормы расхода масел и смазок на 100 л. топлива: - моторного - трансмиссионного - специального - пластичного	л	Рм Ртр Рсп Рпл	3,2 0,4 0,1 0,3	
Норма годовых амортизационных отчислений на бульдозер, погрузчик	%	На	11,1	Постановление Совета министров СССР от 22.10.1990 г. №1072 «О единых нормах амортизационных отчислений»
Норма годовых амортизационных отчислений на автокран и автосамосвал	%	Наа	10	
Норма стоимости машино-часа работы бульдозера	руб.	Н ^б	82,3	Рекомендации по определению стоимости часовой эксплуатации строительных машин и механизмов», 2005
Норма стоимости машино-часа работы автокрана	руб.	Н ^{б.а.}	67,0	Данные сайта «Пульс цен»
Норма стоимости машино-часа работы дорожного грейдера	руб.	Н ^{б.г.}	400	Данные сайта «Пульс цен»
Арендная плата за землю	руб./м ²	Ра.з.	18,6	По данным Постановления Правительства Тюменской области №148-п от 09.07.2007 (с изменениями на: 06.03.2017)

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Образец анкеты с полным перечнем вопросов для социологического опроса с целью исследования заинтересованности горожан в нормализации экологического фона городской среды через управление твердыми бытовыми [данные автора]

1. Ваш пол:

- а) муж. б) жен.

2. Ваш возраст:

- а) < 18 лет б) 18 – 30 лет в) 30-60 лет г) > 60 лет

3. Как, по Вашему мнению, на территории г. Тюмени происходит распределение твердых бытовых отходов (укажите процент отходов, вовлекаемых в переработку и вторичное использование):

- а) 0% - все отходы подлежат захоронению на спец. площадках (полигонах) б) 5 % - отходов перерабатывается, остальные – подлежат захоронению в) 30% - отходов перерабатывается, остальные – подлежат захоронению г) 100 % - отходов перерабатываются

4. Как Вы считаете, где перерабатываются отходы после их раздельного сбора на площадках г.Тюмени?

- а) в управляющих компаниях б) на мусоро-перерабатывающих комплексах г.Тюмени в) на мусороперерабатывающих комплексах в других городах г) не перерабатываются

5. Знаете ли Вы о местонахождении площадок по раздельному сбору отходов – пластика, макулатуры, отработанных батареек?

- а) знаю, где находятся площадки по сбору макулатуры б) знаю, где находятся площадки по сбору отходов пластика в) знаю о местонахождении площадок по сбору и пластика, и макулатуры г) не знаю о местоположении данных площадок

6. Участвуете ли Вы в процессе раздельного сбора отходов (пластик, макулатура) ?

- а) сортирую отходы постоянно б) время от времени сдаю бумагу / пластик в) ни разу не сортировал / сдавал отходы, но мне было бы интересно узнать об этом больше и присоединиться г) ни разу не сортировал / сдавал отходы, т.к. меня это не интересует

7. Какова основная причина Вашего не участия в процессе раздельного сбора отходов?

- а) не считаю это важным и значимым вкладом в охрану окружающей среды / мне это не интересно б) не имею возможности сортировать отходы в разные мешки, так как это занимает много места в) я не проинформирован об этом, не знаю ничего о том, как это делается и где г) в моем дворе нет контейнера для раздельного сбора отходов д) я уже сортирую бумагу и (или) пластик е) другое: _____

8. Если в Вашем дворе будут установлены контейнеры для раздельного сбора мусора, будете ли Вы сортировать свои отходы?

- а) да б) нет

9. Хотели бы Вы, чтобы на территории города Тюмени построили мусороперерабатывающий завод?

- а) да б) нет

10. Хотели бы Вы, чтобы на территории города Тюмени построили мусороперерабатывающий завод, при условии, что цены на некоторые товары из бумаги и пластика снизятся, но незначительно повысятся тарифы ЖКХ на вывоз отходов?

- а) да б) нет

11. Хотели бы Вы, чтобы в Тюмени построили мусоросжигательный завод (завод по сжиганию отходов), при условии, что он будет расположен в промышленной зоне за пределами городской части и иметь хорошие очистные сооружения?

- а) да б) нет

12. На Ваш взгляд, какой из перечисленных способов обращения с отходами является наиболее экологичным и безопасным для населения?

- а) сортировка отходов и их переработка б) мусоросжигание в) захоронение на полигоне

13. Готовы ли Вы участвовать в экологических акциях города Тюмени (по сбору макулатуры, батареек, очистке замусоренных участков города) ?

а) да

б) нет

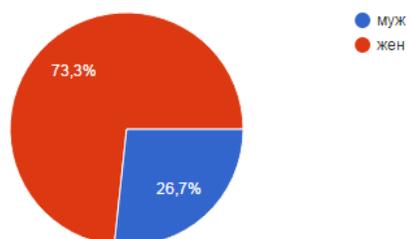
в) да, при условии денежного вознаграждения за предоставленный материал

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Результаты социологического опроса для исследования заинтересованности горожан в нормализации экологического фона городской среды через управление твердыми бытовыми отходами [данные автора]

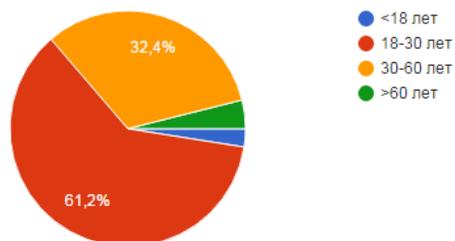
1.

Ваш пол? (281 ответ)



2.

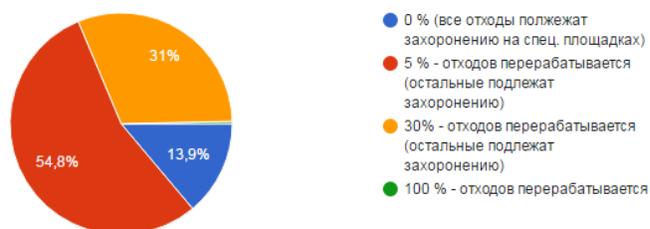
Ваш возраст? (281 ответ)



3.

Как, по Вашему мнению, на территории г. Тюмени происходит распределение твердых бытовых отходов (укажите процент отходов, вовлекаемых в переработку и вторичное использование) ?

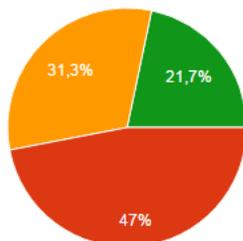
281 ответ



4.

Как Вы считаете, где перерабатываются отходы после их отдельного сбора на площадках г. Тюмени?

281 ответ

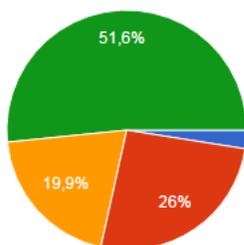


- в управляющих компаниях
- на мусороперерабатывающих комплексах города Тюмени
- на мусороперерабатывающих комплексах в других городах
- не перерабатываются

5.

Знаете ли Вы о местонахождении площадок по отдельному сбору отходов - пластика, макулатуры, отработанных батареек?

281 ответ

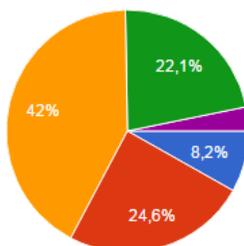


- знаю, где находятся площадки по сбору макулатуры
- знаю, где находятся площадки по сбору отходов пластика
- знаю о местонахождении площадок по сбору и пластика, и макулатуры
- не знаю о местоположении данных площадок

6.

Участвуете ли Вы в процессе отдельного сбора отходов (пластик, макулатура) ?

281 ответ

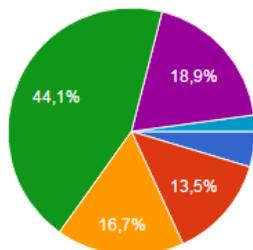


- сортирую отходы постоянно
- время от времени сдаю бумагу / пластик
- ни разу не сортировал / сдавал отходы, но мне было бы интересно узнать об этом больше и присоединиться
- ни разу не сортировал / сдавал отходы, т.к. меня это не интересует
- Другое

7.

Какова основная причина Вашего не участия в процессе раздельного сбора отходов?

281 ответ

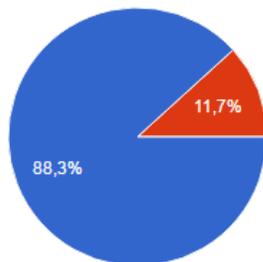


- не считаю это важным и значимым вкладом в охрану окружающей среды
- не имею возможности сортировать отходы в разные мешки, так как это неудобно
- я не проинформирован об этом, не знаю ничего о том, как это делается
- в моем дворе нет контейнера для раздельного сбора отходов
- я уже сортирую бумагу и (или) пластик
- Другое

8.

Если в Вашем дворе будут установлены контейнеры для раздельного сбора мусора, будете ли Вы сортировать свои отходы?

281 ответ

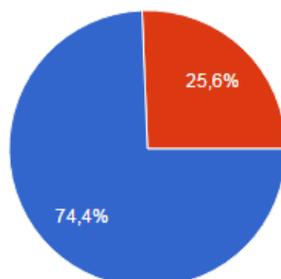


- да
- нет

9.

Хотели бы Вы, чтобы на территории города Тюмени построили мусороперерабатывающий завод?

281 ответ

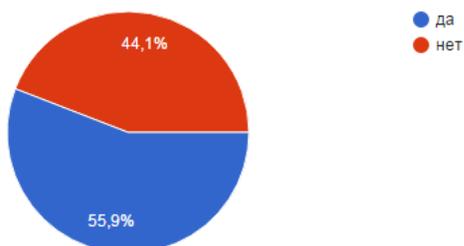


- да
- нет

10.

Хотели бы Вы, чтобы на территории города Тюмени построили мусороперерабатывающий завод, при условии, что цены на некоторые товары из бумаги и пластика снизятся, но незначительно повысятся тарифы ЖКХ на вывоз отходов?

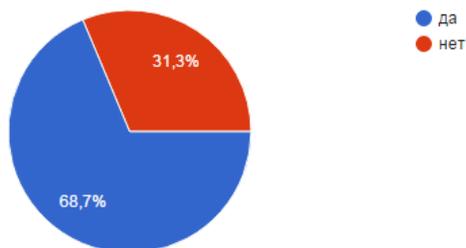
281 ответ



11.

Хотели бы Вы, чтобы в Тюмени построили мусоросжигательный завод (завод по сжиганию отходов), при условии, что он будет расположен в промышленной зоне за пределами городской части и будет иметь хорошие очистные сооружения?

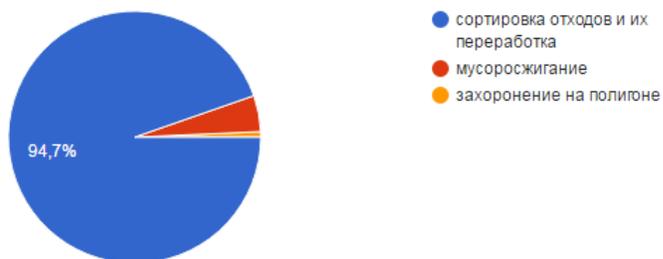
281 ответ



12.

На Ваш взгляд, какой из перечисленных способов обращения с отходами является наиболее экологичным и безопасным для населения?

281 ответ



13.

Готовы ли Вы участвовать в экологических акциях города Тюмени (по сбору макулатуры, батареек, очистке замусоренных участков города) ?

281 ответ

