

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Кафедра - экологии и безопасности жизнедеятельности

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения пожаров на полигоне ТБО УДК 628.4.045.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цыганкова Татьяна Сергеевна	Кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
 ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Банова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.
P2	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P3	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P4	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P5	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.
<i>Культурные компетенции</i>	
P6	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью.
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P8	Использовать основные программные средства, глобальные информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач.
P9	Использовать профессионально-ориентированную риторику, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич

Тема работы:

Разработка мероприятий по снижению вероятности возникновения пожаров на полигоне ТБО
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	1. Город Улан-Удэ 2. Непрерывный режим работы 3. Твердые бытовые отходы
--	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ сценариев управления муниципальными твердыми бытовыми отходами города Улан-Удэ 2. Постановка задачи исследования. 3. Содержание процедуры исследования. 4. Обсуждение результатов выполненной работы. 5. Заключение по работе.
--	--

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Таблицы, блок-схемы, рисунки</p>
--	-------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
<p>Литературный обзор Постановка задачи исследования Разработка и анализ технического задания</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ Цыганкова Татьяна Сергеевна</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Ассистент кафедры менеджмента Банова Кристина Алексеевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ Сечин Андрей Александрович</p>
<p>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</p>	<p>Старший преподаватель кафедры ИЯФТ Данейкина Наталья Викторовна</p>

<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>
<p>Обзор литературы</p>
<p>Теоретический обзор существующих систем муниципального управления твердыми бытовыми отходами</p>
<p>Анализ существующего положения в системе управления отходами производства и потребления в Республике Бурятия</p>
<p>Анализ существующего положения в системе управления отходами производства и потребления в Улан-Удэ</p>
<p>Theoretical Overview of Solid Waste Management According to the Case Study</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>1.03.2017</p>
--	------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цыганкова Татьяна Сергеевна	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Батуев Михаил Сергеевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность): 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Уровень образования: магистратура
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
Период выполнения (осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.02.17	Составление и утверждение темы проекта	5
15.02.17	Анализ актуальности темы	5
12.03.17	Поиск и изучение материала по теме	10
20.03.17	Выбор направления исследований	5
16.04.17	Изучение литературы по теме	20
01.05.17	Составление блок-схем, таблиц	10
10.05.17	Проведение расчетов по теме	25
18.05.17	Оценка и анализ предложенных методов	10
21.05.17	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Цыганкова Татьяна Сергеевна	Кандидат технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	Доктор химических наук		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**



Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос, наблюдение.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Проведение предпроектного анализа: оценка потенциальных потребителей, SWOT-анализ.</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Определение целей, задач, результатов и требований к результатам проекта.</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости выполнения работ, расчет бюджета научно - технического исследования.</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности проекта.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица SWOT 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений 3. Функционально-стоимостная диаграмма 4. Диаграмма Исикава 5. График проведения и бюджет НТИ 6. Оценка сравнительной эффективности НТИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Банова Кристина Алексеевна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**



Студенту:

Группа	ФИО
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
<p><i>1. Описание рабочего места инженера охраны труда на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, электромагнитные поля,) - опасных проявлений факторов производственной среды (электрической, пожарной и взрывной природы) - негативное воздействие на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного характера)
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью; - предлагаемые средства защиты.
<p><i>2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность; - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
<p><i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия на литосферу (отходы);
<p><i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС на объекте;

<ul style="list-style-type: none"> - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
Перечень графического материала:
<ul style="list-style-type: none"> -схема размещения светильников; -план эвакуации

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ51	Батуев Михаил Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 139 с.,13 рис.,42 табл.,
38 источников,3 прил.

Объектом исследования является система управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) города Улан-Удэ.

Цель работы - анализ сценариев управления муниципальными твердыми бытовыми отходами города Улан-Удэ.

В процессе исследования проводились аналитический обзор информации, знакомство с нормативно-правовой базой, выявление возможных рисков на полигоне токсичных промышленных отходов.

В результате исследования рассмотрены виды, функции и технологии полигона твердых бытовых отходов, произведен расчет выбросов парниковых газов и изменений объема отходов в системе управления ТБО города Улан-Удэ.

Степень внедрения: отсутствие затрат на разработку проекта, высокая перспективность работы позволит в полном объеме реализовать данную выпускную квалификационную работу в необходимой сфере деятельности.

Область применения: Министерство Природных Ресурсов по Республике Бурятия, Улан-Удэнский полигон ТБО ОАО «Парус».

В будущем планируется проведение лабораторных исследований, расчетов по оценке рисков полигона токсичных промышленных отходов, разработка нового метода управления риском при обеспечении безопасности технологических процессов полигона токсичных отходов.

Сокращения

ТБО – Твердые Бытовые Отходы

ППГ – Потенциал Парниковых Газов

ПДК – Предельно Допустимая Концентрация

НТИ – Научно-Технические Исследования

ОАО – Открытое Акционерное Общество

НИИ – Научно-Исследовательский Институт

ПДВ – Предельно Допустимый Выброс

ООН – Организация Объединенных Наций

М – Метр

Л – Литр

МГ – Миллиграмм

Мм– Миллиметр

См – Сантиметр

Км – Километр

С – Секунда

ЛЭП – Линия электропередачи

ТЭЦ – Теплоэлектростанция

Нормативные ссылки

СНиП 2.01.28-85. «Строительные нормы и правила. Полигоны по обезвреживанию и захоронению твердых бытовых отходов. Основные положения по проектированию».

ГОСТ 12.1.005-76. «Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».

СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Пособие к СНиП 2.01.28-85 «Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов».

ГОСТ 12.1.007—76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

СН 369-74 «Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».

СанПиН 1746-77 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых промышленных отходов».

ГОСТ 12.0.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

СанПиН 2.2.4.548-96. «Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

СНиП II-12-77. «Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Защита от шума».

ГОСТ 12.1.003-83.«Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03.«Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».

СНиП 23-05-95. «Строительные нормы и правила. Естественное и искусственное освещение».

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.«Санитарные правила и нормы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

ГОСТ 12.1.010.«Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования».

НПБ 105-03. «Нормы пожарной безопасности. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

СНиП 21-01-97.«Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений».

ГОСТ 12.1.038-82.«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

ГОСТ 12.1.019-79. (с изм. №1).«Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	18
1. Обзор литературы	19
1.1. Теоретический обзор существующих систем муниципального управления твердыми бытовыми отходами.....	19
2. Расчетная часть магистерского диплома	31
2.1 Морфологический состав ТБО города Улан-Удэ.....	31
2.2 Анализ существующей системы переработки ТБО на территории города Улан-Удэ	33
2.3 Возможные сценарии управления твердыми бытовыми отходами Улан-Удэ	39
2.4 Базовый сценарий развития системы управления ТБО	41
2.5 Анализ Сценария 1	44
2.6 Анализ Сценария 2.....	56
3. Сравнение результатов сценариев и анализ оптимальной альтернативы	61
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	65
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	65
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования и анализ конкурентных технических решений.....	65
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	66
4.1.3 FAST анализ.....	67
4.1.3.1. Выбор объекта FAST-анализа.	68

4.1.3.2 Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.....	68
4.1.3.3 Определение значимости выполняемых функций объектом.	70
4.1.3.4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.	72
4.1.4. Построение диаграммы Исикавы	74
4.1.6 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.	79
4.1.7 Планирование научно-исследовательских работ.....	82
4.1.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	94
5. Социальная ответственность	98
5.1 Характеристика вредных факторов.....	99
5.2 Характеристика опасных факторов.....	102
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	107
5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности	108
5.5 Расчет освещенности рабочей зоны	109
Заключение	113
Список Литературы.....	115
Приложения	119

Введение

В настоящее время в городе Улан-Удэ, как и по всей Республике Бурятия, наиболее актуальной проблемой является проблема размещения и обезвреживания отходов. Несанкционированные стихийные свалки являются серьезными загрязнителями почвы, поверхностных и подземных вод и создают антисанитарные условия вокруг жилых застроек. В последние годы количество проблем, связанных с отходами, резко возросло из-за проблем в процессах сбора, переработки, утилизации и захоронения.

За последние 5 лет на территории Республики Бурятия наблюдается устойчивая тенденция увеличения объемов производства отходов. Среднегодовой рост объема отходов составляет 14%.

Сегодня на территории Республики Бурятия, в том числе и в Улан-Удэ, имеется большое количество несанкционированных свалок (более 400 единиц). Только в 2012 году в Улан-Удэ образуется более 600 000 тонн всех видов отходов, где 150 000 тонн твердых бытовых отходов (ТБО) перевозится на полигоны, а около 450 000 тонн остаются без присмотра рядом с промышленными объектами .

Эти обстоятельства вызывают негативные последствия для экологической ситуации в регионе и могут быть всеобъемлющей причиной роста социальных проблем.

1. Обзор литературы

1.1. Теоретический обзор существующих систем муниципального управления твердыми бытовыми отходами

Резкое увеличение объема и фракций твердых бытовых отходов в результате непрерывного экономического роста, урбанизации и индустриализации становится проблемой для федеральных и местных правительственных уровней касаясь обеспечения эффективного и устойчивого управления отходами. Было подсчитано, что в 2012 году общее количество твердых бытовых отходов (ТБО) в глобальном масштабе составило 2 млрд. тонн в год [1]. Этот показатель демонстрирует постоянный рост произведенных ТБО в 7% годовых начиная с 2003 года [1]. Кроме того, города с более низким доходом на душу населения в Африке и Азии удвоят свое накопление твердых бытовых отходов в течение 15-20 лет, это означает, что количество отходов в мире будет неизменно расти [1]. Чтобы уменьшить количество сгенерированных отходов и минимизировать будущие негативные последствия для окружающей среды в результате неконтролируемой политики обращения с отходами, необходимо внедрить стратегии и методы эффективной утилизации отходов. Одним из ключевых факторов для изменения нынешней ситуации в мире является совершенствование муниципального управления ТБО. Существует четыре основных механизма, которые могут быть проводниками для решения задач по сокращению образования отходов. Этими механизмами являются: минимизация неконтролируемого сброса и сжигания отходов, контроль опасных отходов, сосредоточение внимания на предотвращении образования отходов, сосредоточение внимания на циклах обратной связи [1].

Основная идея минимизации неконтролируемого сброса отходов заключается в обеспечении доступа к основным службам имеющим отношение к утилизации ТБО, таким как: предоставление соответствующего сбора отходов

для всех в обществе, независимо от уровня дохода. Это необходимый первый шаг к защите окружающей среды, поскольку он обеспечивает контролируемую утилизацию всех типов отходов.

Контроль опасных отходов означает доступное разделение, управление и обезвреживание опасных медицинских отходов из других фракций отходов [1]. В основном токсичные отходы являются причиной значительного загрязнения воздуха, почвы и воды.

Предотвращение накопления отходов позволяет сократить объем мусора на стадии производства продукта. Кроме того, в механизма предотвращения образования ТБО можно включить увеличение повторного использования продукта, ремонта, восстановления продукта для будущей минимизации объемов захоронения отходов.

Следуя естественным принципам элементарной экономики, каждая отрасль остро заинтересована в сокращении производственных издержек и оптимизации своей прибыли, чего легко достичь путем передачи технологий восстановления энергии из остаточных отходов, которые невозможно использовать повторно. Эти действия дают возможность для создания экологически чистого жизненного цикла продукции [1].

Кроме того, системы и решения по касаето утилизации ТБО, разрабатываются во всем мире и демонстрируют заметную тенденцию сотрудничества между охраной окружающей среды и экономической рециркуляцией. Это означает, что охрана окружающей среды положительно влияет на сокращение отходов. Это подход, который экономит деньги на сырье, энергию и затраты на рабочую силу. Было оценено, что сбережения для бизнеса составляют сотни миллиардов долларов в год от разработки эффективных систем управления отходами [1].

Существует общая корреляция между образованием ТБО, уровнем ВВП на душу населения и урбанизацией. В будущем, прогноз производства отходов в мире составит около 27 млрд. тонн к 2050 году, треть которого будет произведена в Азии, особенно в Китае и Индии. На рисунке 1, показана взаимосвязь между образованием генерирующих твердых бытовых отходов, населением и ВВП по всему миру [1].

Морфологический состав ТБО изменяются в зависимости от качества жизни граждан. Образование отходов в городах с низким и средним уровнем дохода имеет значительную долю биоотходов, тогда как доля пластика и бумаги преобладает в городах с высоким уровнем доходов (рисунок 2). Изменение состава отходов, в свою очередь, влияет на выбор технологий и инфраструктуры управления отходами и подчеркивает важность разделения отходов [1].

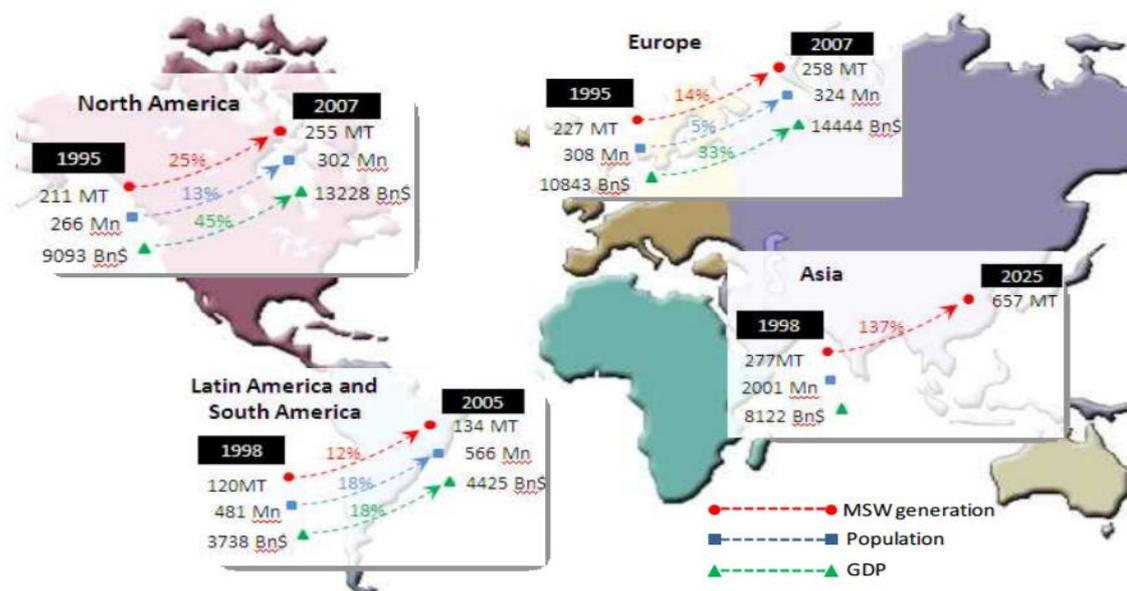


Рисунок 1 – Зависимость между объемами накопленных ТБО, населением и уровнем ВВП (Modak , 2011)

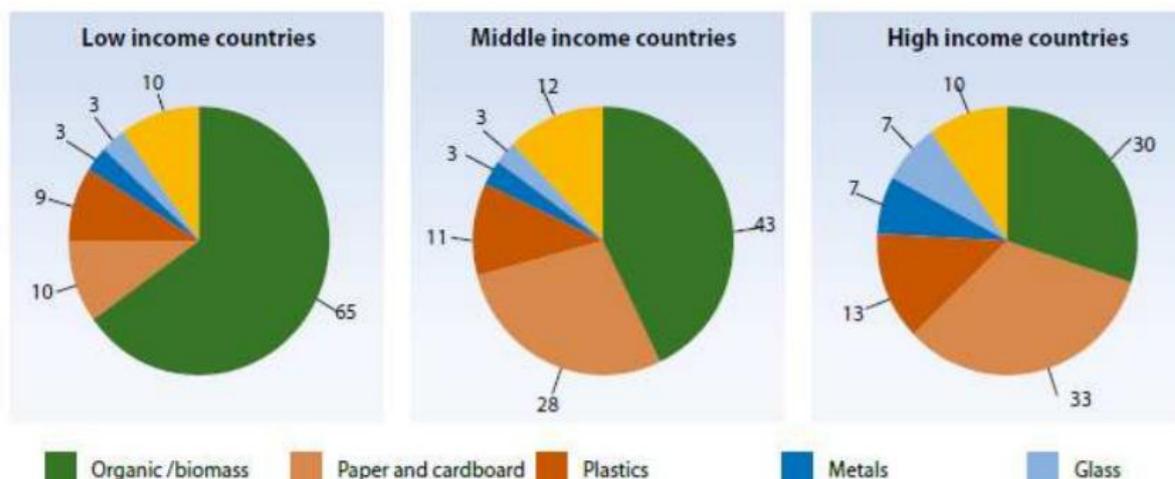


Рисунок 2 – Морфологический состав ТБО в зависимости от уровня доходов страны (UNEP, 2011)

Основываясь на данных магистерской диссертации, для обзора существующих муниципальных систем управления ТБО были учтены параметры, которые коррелируют с рассматриваемой областью (город Улан-Удэ). Эти параметры сосредоточены на рассмотрении ВВП на душу населения, климатических условиях, и численности населения. Общая информация о городе Улан-Удэ представлена ниже:

- Население города Улан-Удэ составляет 430 000 человек [2];
- ВВП на душу населения в городе Улан-Удэ составляет 11 148 долларов США[3];
- Средняя температура в регионе $-1,4^{\circ}\text{C}$ [2]

Основываясь на общей информации о городе Улан-Удэ, можно определить города, которые могут быть пригодны для обзора муниципальных систем управления ТБО. Используя население как параметр в выборе системы, несколько городов Европы схожи по количеству населения. Информация о городах со схожим количеством населения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Список городов со схожим по населению с Улан-Удэ [3]

Город (Страна)	Население
Антверпен (Бельгия)	470 000
Пирей (Греция)	450 000
Мурсия (Испания)	430 000
Гаага (Нидерланды)	500 000

Основываясь на населении города Улан-Удэ, Антверпен (Бельгия) является самым интересным для обзора регионом, так как эффективность управления твердыми бытовыми отходами по сравнению с другими городами самая высокая. Также эту систему управления возможно реализовать в городе Улан-Удэ. Степень разделения отходов по фракциям в Бельгии обычно очень высока (больше, чем 50%), но Антверпен достиг 60% степени переработки ТБО [4]. Информация о степени переработки мусора представлена в рисунке 3.

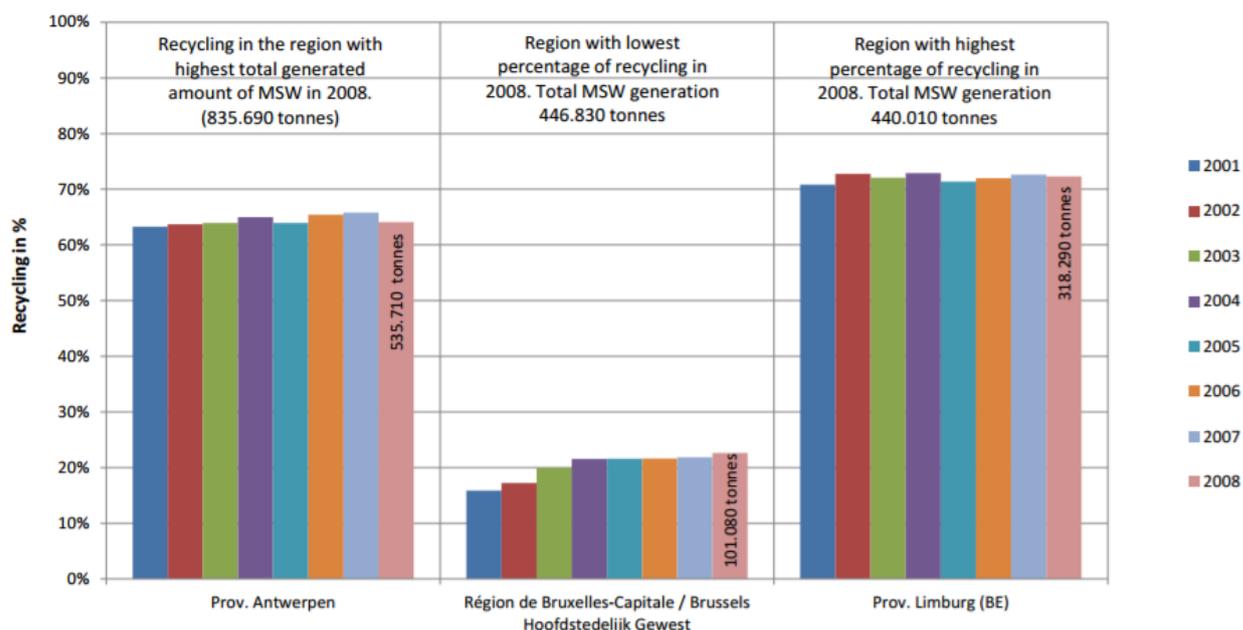


Рисунок 3 – Общий объем переработанных ТБО в Бельгии

Антверпен расположен во Фландрии, и имеет долгую историю планирования системы управления отходами, где первый проект был начат в 1986 году. Этот проект был разработан для закрытия полигонов и разработки новых с более высокими стандартами качества [4]. Этот план также включал увеличение существующего использования возможностей сжигания ТБО. С этого периода была начата отдельный сбор муниципальных твердых отходов. Администрация региона дала возможность содействовать подходу разделения отходов по фракциям и переработки мусора за счет увеличения затрат на захоронение и сжигание. На втором этапе плана основное внимание уделялось отдельному сбору. План управления отходами с 1997 по 2001 год инициировал мероприятия по максимальному уменьшению количества твердых отходов, образующихся жителями [4.] В плане также рассматривается вопрос о содействии процессу компостирования биоразложимых отходов. Наконец, с 1998 года был установлен запрет на захоронение и сжигание отходов [5]. Эти административные процедуры привели к значительному росту отсортированных отходов [4].

Согласно ВВП на душу населения города Улан-Удэ (11 148 долл. США), мы могли бы определить некоторые страны с почти одинаковым уровнем валового внутреннего продукта.

Таблица 2 – Список стран со схожим с Улан-Удэ ВВП

Город (Страна)	ВВП на душу населения, доллары
Лима (Перу)	12402
Улан-Батор (Монголия)	12189
Тунис(Республика Тунис)	12000
Мале (Мальдивы)	14000

Улан-Батор был выбран в качестве примера региона с практически таким же уровнем ВВП, что и объект исследования. Улан-Батор является столицей Монголии, и этот регион граничит с ситуационным регионом (Республика Бурятия). Кроме того, Улан-Батор имеет те же климатические условия, что и Улан-Удэ (-1,4 ° С). Вот почему управление ТБО Монголии вызывает пристальный интерес.

Улан-Батор, как и Улан-Удэ, имеет аналогичные проблемы в отношении образовании и утилизации твердых отходов. В случае города Улан-Батор, резкий рост населения и урбанизация являются причинами текущих проблем управления отходами в регионе [6]. Наиболее значительными проблемами, с которыми сталкивается Улан-Батор, являются:

- Отсутствие надлежащих районов захоронения: в настоящее время в городе есть только две мусорные свалки и несколько открытых площадок в городе Улан-Батор. Эти районы сильно загрязнены, поскольку отходы, располагаются в непосредственной близости от граждан [6].
- Нехватка транспорта: мусоровозы и другие транспортные средства, которые в настоящее время используются руководством ТБО, в основном

устарели. Более того, этот вид транспорта довольно сложно эксплуатировать в суровые зимние погодные условия в Монголии [6].

- Недостаток в системе классификации отходов, сбора : только отходы здравоохранения были стандартизированы и имеют систему классификации, а для других фракций нет классификации. Вот почему все домохозяйства, предприятия и отрасли даже правительственные организации бросают свои отходы для сбора без какой-либо классификации [6].

- Недостаток человеческих и финансовых ресурсов: муниципальное управление имеет только одного сотрудника, отвечающего за планирование экологической политики города. Отдел охраны окружающей среды города, который включает в себя отдел качества воздуха, состоит всего из 15 человек [6].

- Недостаток мониторинга и взаимосвязи государственных учреждений: небольшое количество постановлений и федеральных законов, которые связаны с управлением ТБО, были приняты Национальным правительством, но большинство федеральных законов были отклонены. Более того, не существует централизации и строгого сотрудничества между правительственными и муниципальными организациями. Таким образом, довольно сложно обеспечить внятное сотрудничество между этими органами [6].

В 2000 году Администрация Улан-Батора подписало взаимное соглашение с иностранными экологическими компаниями для обеспечения надлежащей реализации систем управления ТБО. Япония стала крупнейшим инвестором, самым влиятельным партнером в области управления отходами [6].

Правительство Монголии приветствовало богатый опыт и высокотехнологичную систему управления ТБО из Японии. С этого момента Японское агентство международного сотрудничества (JICA) приступило к реализации проектов, предназначенных для исследования, оценки ситуации и разработки методологий надлежащего управления для Монголии. Согласно исследованию JICA «Мастер-план для города Улан-Батор» было принято решение об управлении отходами для решения задач 2020 года [7].

Правительство Японии также приняло решение предоставить пожертвование в размере 10 миллионов долларов США для создания нового

полигона в Улан-Баторе. Строительство объекта захоронения было начато в 2009 году. Улан-Батор реализует несколько проектов в рамках международного сотрудничества. Эти проекты представлены ниже:

- Исследование развития ЛСА для «Плана управления твердыми отходами для города Улан-Батор в Монголии» с 2004 по 2007 год, а также подготовка генерального плана ЛСА 2020 [7].
- Всемирный банк инициирует проект правительства «Улан-Батор» по улучшению муниципальных услуг с австралийским правительством «Исследование состава отходов Улан-Батора» в сотрудничестве со Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) и американской компанией «Cal Recovery» [3].
- «Зеленая профессиональная подготовка» в сотрудничестве с организацией «Производительность в Азии», Южная Корея: с проектом КОИСА -3R 2010 [6].

Как долгосрочные, так и краткосрочные проекты ориентированы на анализ текущей ситуации ТБО в городе и разработан план, который включает экономическое объяснение будущего развития. Эти подходы основаны на анкетировании населения, полевых исследованиях и подготовке местных сотрудников. Но большинство отчетов привели к тому, что жизненное мышление жителей касемо управления отходами настолько слабое. Кроме того, одним из наиболее значительных причин, приводящих к низким результатам, являются слабая инфраструктура, проблемы с климатом, медленный отклик и реакция правительственных организаций [6].

Последним параметром для обзора существующих муниципальной системы управления ТБО является годовая температура. Средняя температура города Улан-Удэ составляет $-1,4^{\circ}\text{C}$.

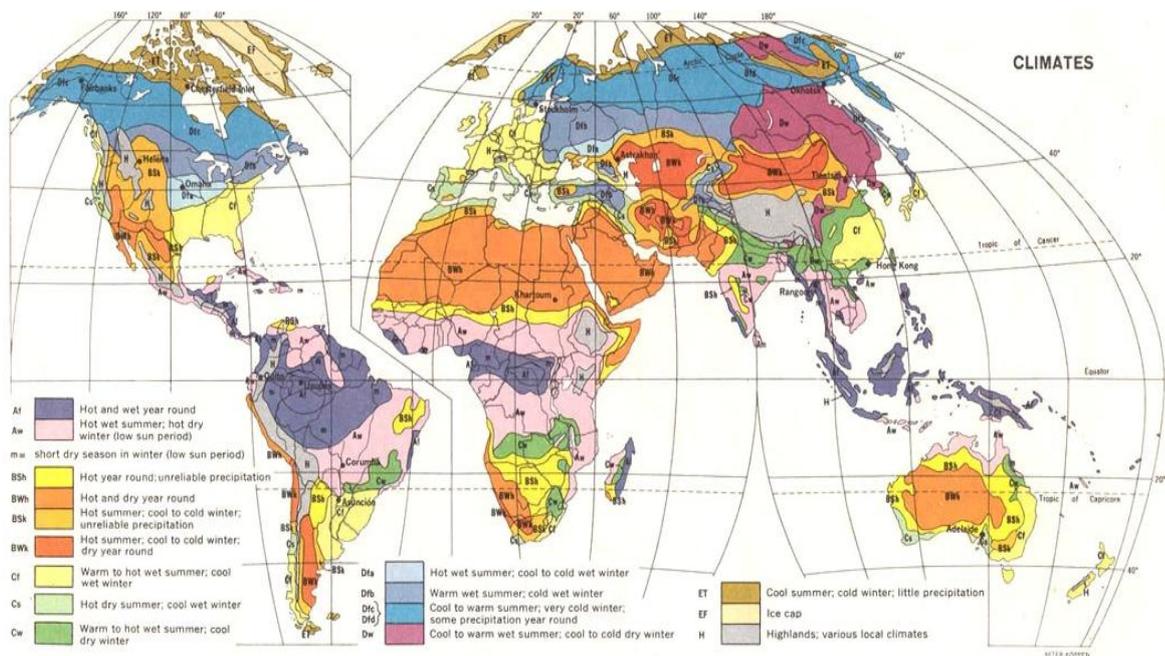


Рисунок 4 – Климатическая карта мира

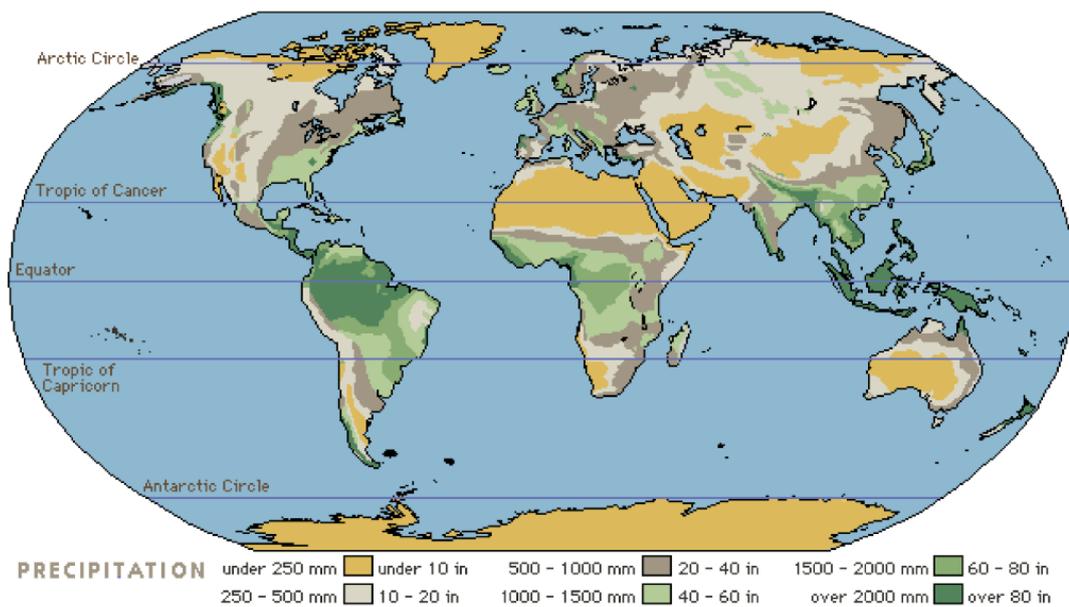


Рисунок 5 – Карта осадков

Согласно карте климата и карте осадков, только северо-западная часть Канады имеет такие же климатические условия, как у Республики Бурятия. Эта территория обозначена синим цветом. Регион Юкон был выбран для обзора системы управления ТБО.

В соответствии со стратегией и инструкциями, которые связаны с системой ТБО, в 2010 году правительство Юкона выпустило план действий в отношении твердых бытовых отходов Юкона. В плане есть несколько подходов и решений для улучшения утилизации, переработки и сокращения объема отходов. В 2012 году открытое сжигание отходов было запрещено на большинстве полигонов, это стало отправной точкой для будущих стратегий. В 2013 году была создана рабочая группа по ТБО, призванная обеспечить взаимосвязь между правительством Юкона и муниципальными органами власти, тем самым сделать первый шаг для улучшения управления твердыми отходами в Юконе [8]. Был проведен опрос, анализ и обсуждения с местным населением, и рабочая группа стала основным распространителем информации для муниципальных органов власти.

После того, как был принят план муниципального управления твердыми отходами, началась образовательная кампания по информированию местных жителей о переработке мусора и компостировании. В Юконе нет стратегии утилизации биоотходов, хотя одна община создала программу сбора компоста с кормовыми растениями [9].

Отчет о результатах работы рабочей группы по твердым отходам с 2013 года, рекомендовал местным органам власти рассмотреть альтернативы для управления органическими отходами, подходящие для северных регионов [9].

Для сбора мусора в основном используются наземные контейнеры, а несколько участков оборудованы подземными мусорными баками. Транспортировочные станции используют контейнеры над землей [10]. В связи с этим в Юконе нет объектов по утилизации твердых отходов, сбор свалочного газа и сбор фильтрата не контролируется [10].

С 2012 года был инициирован запрет, не позволяющий открытое сжигание отходов на полигонах ТБО. В 2014 году правительство Юкона строго запретило открытые заусенцы во всех регионах [10].

План действий по твердым отходам Юкона сосредоточен на получении данных о сборе твердых отходов, охватывающих информацию, имеющую относительность к типам и количествам отходов.

Конкретное сокращение общего объема отходов не обсуждается в регионе, но некоторые муниципалитеты это делают. В городе Уайтхорс действует План управления твердыми отходами для 50% сокращения отходов муниципальной полигоны к 2015 году. В 2012 году в целом город Уайтхорс отвлекал 22% твердых отходов от свалок путем извлечения материала и компостирования. Домохозяйства с сборкой компоста из кормовой базы отвлекали 44% мусора с полигона города [8].

Для мониторинга подземных вод в регионе был запрошен контроль качества. Эта процедура проводится дважды в год.

2. Расчетная часть магистерского диплома

2.1 Морфологический состав ТБО города Улан-Удэ.

Состав ТБО основан на морфологических признаках, которые делятся на компоненты: бумага, картон, пищевые отходы, металл, стекло, пластик, остатки твердых отходов. При проектировании предприятий по утилизации твердых бытовых отходов необходимо включить информацию о составе отходов. Состав муниципальных твердых бытовых отходов Республики Бурятия представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Морфологический состав мусора в центральной климатической зоне Российской Федерации

Состав отходов	Доля отходов в центральной климатической зоне Российской Федерации, %	Доля мусора в городах и ПГТ, %	Доля мусора в Республике Бурятия, %
Пищевые отходы	35 - 45	25,2	31,7
Бумага, картона	32 - 35	28,4	28
Металлы	3,5 - 5,5	10,2	7,7
Стекло	2 - 3	11,2	7,2
Пластик	3 - 4	7,6	5,2
Прочее	20 - 25	-	20,2

Сезонные изменения в составе отходов характеризуются увеличением содержания пищевых отходов с 20-25% весной до 40-55% осенью, что связано с большим потреблением фруктов и овощей в период сбора урожая [13].

Бумага, пищевые отходы и стекло значительно влияют на состав сбора твердых отходов в городе. Ежегодно наблюдения показывают, что с течением времени состав твердых бытовых отходов незначительно меняется [13]. За последние годы содержание бумаги, полимерных материалов увеличивается. С переходом на централизованное теплоснабжение в крупных городах России количество угля и шлака в твердых бытовых отходах резко сократилось.

2.1 Анализ существующей системы переработки ТБО на территории города Улан-Удэ

Строительство мусороперерабатывающего комплекса в Республике Бурятия предусматривает поэтапное вовлечение твердых бытовых отходов в хозяйственный оборот.

1 этап - создание системы отдельного сбора, сортировки и переработки отходов. В результате будет вовлечено в переработку 27% ТБО.

2 этап - создание объектов получения энергии и топлива из отходов и увеличение доли перерабатываемых ТБО.

Строительство производственных комплексов по переработке твердых бытовых отходов предполагается осуществить в две очереди:

I очередь - мусоросортировочные станции 1, 2 и два полигона по захоронению не утилизируемой части ТБО. Отобранные для дальнейшей утилизации и переработки фракции отправляются предприятиям-переработчикам вторичного сырья.

II очередь - строительство комплекса предприятий по переработке утилизируемых частей ТБО в качестве вторичных ресурсов для выпуска новой продукции (эковата, полимер-песчаные изделия), подготовка полуфабрикатов для отправки сторонним предприятиям на дальнейшую переработку (хлопья ПВХ, резиновая крошка и др.).

В настоящее время реализация проекта первой очереди производственных комплексов по переработке твердых бытовых отходов близится к завершению:

- мусоросортировочная станция 1 мощностью 80 тыс. т/год и первая очередь полигона мощностью 43,8 тыс. т введены в эксплуатацию в 2007 году, что позволило закрыть единственную санкционированную свалку в

районе пос. Стеклозавод и в значительной степени улучшило экологическую обстановку в поселке и городе;

- ввод в эксплуатацию мусоросортировочной станции 2 и второй очереди полигона намечены в 2010 году [2].

Вторая очередь строительства предусматривает создание ряда производств по переработке коммерческой части ТБО, в том числе [2]:

- комплекс по переработке сильнозагрязненных отходов полиэтиленовой и полипропиленовой пленки, твердых пластиков производительностью 600 кг/час;
- комплекс по переработке ПЭТФ-бутылок производительностью 500 кг/час;
- комплекс по переработке изношенных автопокрышек производительностью 2,5 т/час;
- комплекс по переработке отходов макулатуры (производство эковаты) производительностью 1500 кг/час;
- установка термической переработки медицинских отходов, включая трупы животных, производительностью 200 кг/час;
- - установка по производству полимер-песчаных изделий;
- мусороперегрузочная станция производительностью 20 тыс. т/год в с. Кабанск.

Также в составе 2-й очереди также предусматриваются затраты на расширение полигона ТБО (на увеличение расчетного срока эксплуатации до 30 лет) [2].

Мусоросортировочная станция в г. Улан-Удэ имеет возможность предварительной механической обработки отходов. Разделение включает ручное разделение фракции, дробление, скрининг, воздуха воздушный

сепаратор, магнитный сепаратор. Блок-схема сепарации отходов в мусоросортировочной станции показана на рисунке 6.

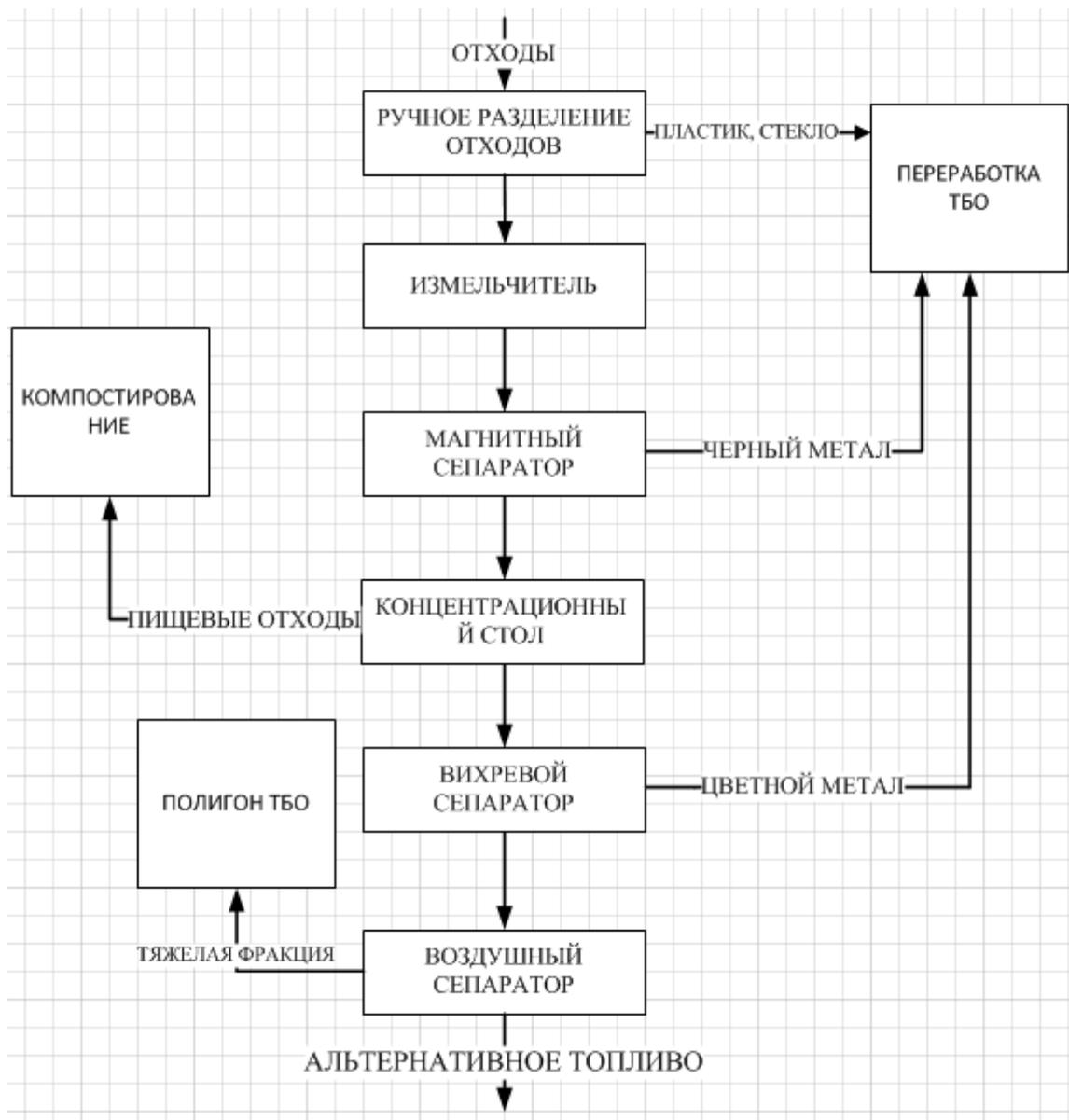


Рисунок 6 – Блок-схема работы мусоросортировочной станции в городе Улан-Удэ

В результате процесса сепарации, металлы и инертная фракция разделяются для рециркуляции, а биологическая фракция для дальнейшего использования в качестве материала для обогащения почвы или покрытия полигонов ТБО. Фракции отходов, которые не подходят для восстановления, транспортируются на полигон. В соответствии с блок-схемой

разделения и степень сепарации отходов, возможно определить массу отходов, которая будет использоваться в качестве вторичного сырья, или топлива для производства энергии.

Степень сепарации различных фракции мусора во время механического разделения относятся к исследовательской работе Caputo & Pelagagge(2002a). Коэффициенты сепарации мусорной фракции показаны в таблице 4.

Таблица 4 – Степень механического разделения в соответствии с фракцией ОТХОДОВ

Equipment	Fraction	Fe	Al	Glass	Paper	Plastics	OIR	OR
Shredder	Refuse	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Moisture	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Hammermill	Refuse	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Moisture	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Trommel screen (fine)	Refuse	0.8	0.8	0.2	0.85	0.9	0.25	0.25
	Moisture	0.8	0.8	0.2	0.85	0.9	0.25	0.25
Preliminary screen (coarse Trommel or Pretrommel)	Refuse	0.41	0.37	0.01	0.69	0.62	0.02	0.11
	Moisture	0.41	0.37	0.01	0.69	0.62	0.02	0.11
Air classifier Shredded refuse	Refuse	0.1	0.8	0.7	0.98	0.98	0.2	0.7
	Moisture	0.09	0.72	0.63	0.882	0.882	0.18	0.63
Unshredded refuse	Refuse	0.1	0.5	0.02	0.98	0.98	0.15	0.4
	Moisture	0.09	0.45	0.018	0.882	0.882	0.135	0.36
Ballistic classifier	Refuse	0.1	0.8	0.7	0.98	0.98	0.2	0.6
	Moisture	0.1	0.8	0.7	0.98	0.98	0.2	0.6
Magnetic separator	Refuse	0.2	1.0	1.0	0.98	0.98	1.0	0.95
	Moisture	0.2	1.0	1.0	0.98	0.98	1.0	0.95
Eddy current separator	Refuse	0.2	0.1	1.0	0.98	0.98	0.95	0.98
	Moisture	0.2	0.1	1.0	0.98	0.98	0.95	0.98
Hand sorting	Refuse	0.9	0.5	0.7	1.0	1.0	0.7	0.9
	Moisture	0.9	0.5	0.7	1.0	1.0	0.7	0.9
Dryer	Refuse	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Moisture	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Densifier, Extruder, Pelletizer	Refuse	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Moisture	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

В таблице 4, оценивается массовый поток отходов, который будет транспортироваться в различные муниципальные объекты по переработке ТБО. Эта информация поможет определить массу каждой фракции отходов для дальнейшего расчета сценариев. Результаты оценки показаны в таблице 5.

Таблица 5 – Количество отходов после механической обработки

Тип Фракции	Доля, %	Доля отходов, kt/год	Количество отходов которое отправится на дальнейшую переработку, kt/year
Пищевые отходы	31,7	47,8	12
Металл	7,7	11,5	6
Стекло	7,2	10,8	3,1
Пластик	5,2	7,8	1,8
Остатки	20,2	30,3	1,1
Общее	100	150	38

В Улан-Удэ, 150 тыс.т твердых поступает на сортировочную станцию, и количество вторичных ресурсов после очистки составит: металл - 6 тыс.т, бумага, картон - 14,7 тыс.т, пластик - 1,8 тыс.т, Стекло - 3,1 тыс.т, биоотходы - 12 тыс.т.

Черные металлы отделяются от основного потока отходов магнитной сепарацией. Цветные металлы извлекаются по вихретоковой технологии. Ручное разделение фокусируется на пластиковых и стеклянных фракциях. Для будущего компостирования биоотходов использует скрининг как метод отделения биомассы от общей массы отходов.

В настоящее время в Улан-Удэ внедряется система двухэтапного удаления отходов (сбор и извлечение подлежащих вторичной переработке фракций на станции сортировки отходов и утилизация невозстановимой части твердых отходов на полигоне). В 2010 году объем вторичного сырья составлял

15% от общего объема твердых отходов, полученных на сортировочной станции, в 2011 году практически не было сортировки, а ТБО были отправлены непосредственно на полигоны. Причинами были отсутствие предприятий по переработке твердых бытовых отходов, и рынка сбыта вторичного [14].

В будущем планируется дегазация биогаза из тела полигона, что увеличит вторичное использование твердых бытовых отходов еще на 15%. Согласно теплоте сгорания, 1 м³ биогаза эквивалентен: 0,8 м³ природного газа, 0,7 кг мазута, 0,6 кг бензина, 1,5 кг дров (в абсолютно сухом состоянии), 3 кг навозных брикетов. Биогаз, как и природный газ, является одним из самых чистых видов топлива [14].

2.3 Возможные сценарии управления твердыми бытовыми отходами Улан-Удэ

Основываясь на текущей практике управления твердыми бытовыми отходами в Улан-Удэ, основными задачами магистерской диссертации будут проектирование и анализ экологических сценариев и их сравнение, чтобы выбрать лучшую альтернативу для будущего развития. Согласно исходной информации наиболее важные сценарии показаны на рис. 7 и в таблице 6. Опираясь на эту информацию, возможно сравнить различные результаты каждой альтернативы, чтобы определить лучший вариант для управления ТБО.

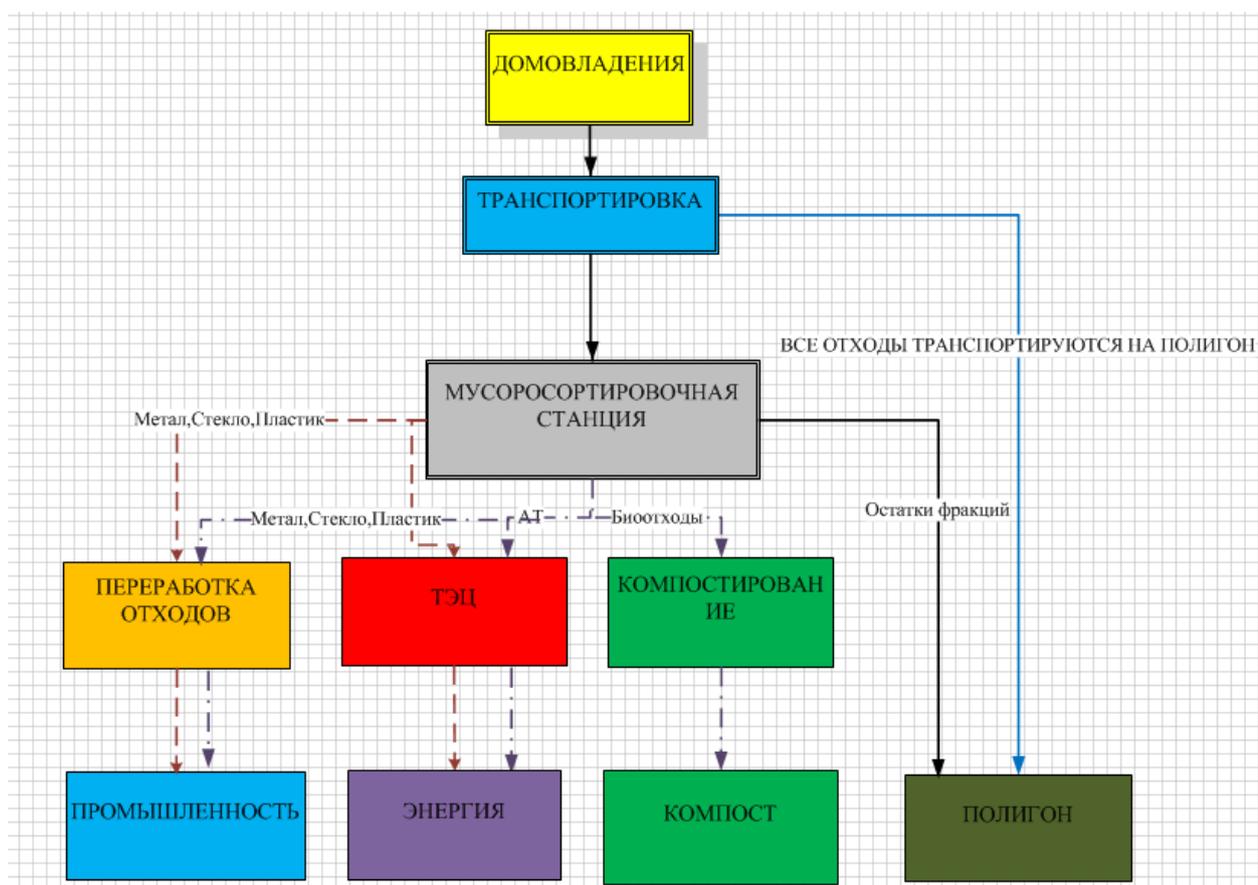


Рисунок 7 – Блок-схема сценариев управления ТБО в Улан-Удэ

В этом исследовании количество отходов, поступающих в систему одинаково во всех сценариях, но конечные продукты варьируются в

зависимости от метода обработки. Например, при использовании компостирования в качестве метода обработки отходов производится компост, который может использоваться для обогащения почвы, однако он не производится, если в качестве метода утилизации выбрана схема сжигания мусора на ТЭЦ. Более того, когда ТЭЦ используется для сжигания смешанных отходов, разделение биоотходов не предусмотрено. Кроме того, системные границы сценариев не включают в себя выбросы парниковых газов во время переработки ТБО, такие как зола от сжигания.

Таблица 6 – Различные сценарии, изученные в этом исследовании

Сценарии	Биоотходы	Остатки ТБО	Металл	Стекло	Пластик
Базовый сценарий	Полигон	Полигон	Полигон	Полигон	Полигон
Сценарий 1	Компостирование	ТЭЦ	Переработка	Переработка	Переработка
Сценарий 2	ТЭЦ	ТЭЦ	Переработка	Переработка	Переработка

В магистерской диссертации для города Улан-Удэ есть три сценария управления муниципальными твердыми отходами. Базовый сценарий показывает движение потоков отходов строго к захоронению отходов. Сценарий 1 описывает возможные альтернативы, которые включают в себя: восстановление материалов, компостирование, сжигание и захоронение отходов. Сценарий 2 имеет только два подхода к решению поставленных перед муниципалитетом задач. Это сжигание отходов и восстановление материала.

2.4 Базовый сценарий развития системы управления ТБО

Базовый сценарий моделирует текущую ситуацию в городе Улан-Удэ, когда все отходы попадают на полигон. Параметр, который помогает определить изменения в воздействии на окружающую среду, - это Потенциал Глобального Потепления (ПГП100)CO₂ [15]. Этот показатель станет проводником для будущих решений в выборе приемлемой системы по управлению ТБО.

Если мы проанализируем полигон как потенциально опасный объект, мы увидим, что количество факторов, влияющих на здоровье людей и окружающую среду, может быть выше, чем другие варианты управления отходами.

В течение длительного времени выбросы полигонов влияют не только на качество образа жизни людей, но и на безопасность граждан живущих в непосредственной близости от мест захоронения. Неконтролируемые выбросы в атмосферу, загрязнение воды, загрязнение почвы не являются полным списком причин для беспокойства людей.

Общий объем отходов, которые были произведены в Улан-Удэ, составляет 150 тыс. тонн [12].

Согласно расчетам обработки свалок, мы должны определить [16]:

- количество отходов, выбрасываемых на свалку
- количество биогаза, произведенного на полигоне
- количество выбросов парниковых газов

Для определения объема выбросов метана на полигоне будут рассчитываться следующим уравнением [16]:

(1)

$$m_{CH_4} = \left(MSW_T \times MSW_F \times MCF \times DOC \times DOC_F \times \frac{16}{12} - R \right) \times (1 - OX) =$$

m_{CH_4} Масса выбросов биогаза [т/год]

MSW_T Общее количество образованных ТБО [т/год]

MSW_F Доля отходов, размещенных на полигоне

MCF Поправочный коэффициент метана

DOC Количество разлагаемого органического углерода в отходах [кгс/кгТБО]

DOC_F Доля разлагаемого органического углерода [%]

F Доля метана в свалочном газе

$16/12$ Соотношение между молярными массами метана и углерода

R Количество извлеченного метана [т/год]

OX Степень окисления

Количество разлагаемого органического углерода в отходах определяются с помощью формулы:

(2)

$$DOC_F = 0,014T + 0,28 = 0,014 \times T + 0,28 = 0,45$$

T Температура [$^{\circ}C$]

Определения объема выбросов метана:

(3)

$$m_{CH_4} = \left(150,000 \times 1 \times 0,5 \times 0,3 \times 0,45 \times \frac{16}{12} - 0 \right) \times 1 = 13\,500 \text{ t/a}$$

Для базового сценария нет процесса сбора метана для использования энергии. В связи с этим все свалочные газы испускаются исключительно в атмосферу.

Согласно ППП100, соотношение между метаном и двуокиси углерода составляет 23/1 [16]. Это означает, что для расчета эмиссии парниковых газов (ПГ) необходимо количество выработанного метана нужно умножить на 23. Общий объем выбросов парниковых газов в базовом сценарии составляет $3,1 \cdot 10^8$ кг CO₂-экв.

2.5 Анализ Сценария 1

Сценарий 1 моделирует ситуацию, когда после механического разделения биоотходы, стекло, пластик и металл транспортируются к восстановлению материала. Общий объем отходов, которые идут на переработку, составляет 24 тыс. тонн (26%). В этом сценарии только 124,9 тыс. тонн альтернативного топлива (73%) идет на производство энергии. Другие отходы 1,1 тыс. тонн (1%) отправляются на полигон.

Состав органических отходов Улан-Удэ: остатки фруктов и овощей, испорченные пищевые продукты, чайные листья, яичные скорлупы, садовые отходы, травы и мертвые листья являются ценными материалами, которые можно компостировать. Общее количество отсортированных органических отходов составляет 12 тыс.т / год [2].

Согласно расчету выбросов в процессе компостирования, нужно вычислить:

- количество компостирующего продукта
- количество произведенных выбросов парниковых газов от компостирования

Используя данные из литературы и научных статей, мы рассчитываем количество компоста:

- 12 000 тонн сырья
- Влажность сырья = 40% (60% - Сухая масса)
- VS% от TS = 80%
- BVS% от VS = 60%

Вычисление количества биоразложимых твердых веществ (BVS), которое образуются в процессе компостирования:

(4)

$$m_{BVS} = 12,000 \times TS\% \times VS\% \text{ of } TS \times BVS\% \text{ of } TS = 3,5 \text{ kt}$$

- Расчет остаточной сухой массы (TS) в компосте:

(5)

$$m_{TS,compost} = m_{TS,raw\ material} - m_{BVS} = (12,000 \times TS\%) - m_{BVS} = 3,7 \text{ kt}$$

- Расчет массы компоста:

(6)

$$m_{compost} = \frac{m_{TS,compost}}{TS\%_{compost}} = 6,1 \text{ kt}$$

Управление муниципальными отходами в Улан-Удэ производит 6,1 тыс. т / год массы Компоста.

В среднем компостирование испускает 90 кг CO₂-экв / тонна компоста. Общие выбросы ПГ в процессе компостирования составляют 5,6 * 10³ кг CO₂-экв.

Расчет выбросов из ТЭЦ

В Сценарии 1 альтернативное топливо поступает в сектор отопления и энергетики. Основным источником тепла и энергии в Улан-Удэ является ТЭЦ. Как упоминалось ранее (рис. 7), после механического сепарации отходов только 126 тыс. Тонн АТ поступает в установку для сжигания. Цель этой расчетной части - определить воздействие всех выбросов из энергетического сектора, включая АТ.

Основными производителями выбросов парниковых газов являются CO₂, CH₄ и N₂O.

В качестве индикатора категории был выбран потенциал глобального потепления (ПГП100). ПГП100 показывает соотношение 1 килограмма эквивалентов CO₂ на функциональную единицу процесса [16].

Для расчета ПГП, который образуется при сжигании отходов, необходимо выяснить более низкие значения нагрева и состав каждой муниципальной фракции твердых отходов. Данные для дальнейших расчетов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Состав различных типов мусора

Элемент	C	H	O	N	S	Зола	Теплотворная способность, МДж/кг
Молярная масса	12,011	1,008	15,999	14,007	32,06		
Пищевые отходы	50,5	6,7	39,6	2,7	0,4	2,0	3,5
Бумага	46,3	6,3	46,9	0,3	0,2	8,0	17,6

Картон	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	3,0	17,5
Бумага, Картон	43,58	5,98	44,09	0,3	0,2	5,85	17,64
АТ	52,1	6,3	18,2	1,2	0,1	22,2	12,0
Пластик	66,7	7,9	25,4	0,0	0,0		22,0
Стекло	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	98,5	-
Метал	4,5	0,6	4,3	0,1	0,0	95,0	-

Также одним из наиболее значимых значений для дальнейшего расчета является коэффициент выбросов. Согласно Сценарию 1 в процессе сжигания используются только альтернативное топливо. Для определения коэффициента выбросов используется информация из таблицы 8.

Таблица 8 – Коэффициенты выбросов в зависимости от типа фракции

TABLE 2.2 (CONTINUED) DEFAULT EMISSION FACTORS FOR STATIONARY COMBUSTION IN THE ENERGY INDUSTRIES (kg of greenhouse gas per TJ on a Net Calorific Basis)										
Fuel	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			
	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	Default Emission Factor	Lower	Upper	
Municipal Wastes (non-biomass fraction)	n 91 700	73 300	121 000	30	10	100	4	1.5	15	
Industrial Wastes	n 143 000	110 000	183 000	30	10	100	4	1.5	15	
Waste Oils	n 73 300	72 200	74 400	30	10	100	4	1.5	15	
Peat	106 000	100 000	108 000	n 1	0.3	3	n 1.5	0.5	5	
Solid Biofuels	Wood / Wood Waste	n 112 000	95 000	132 000	30	10	100	4	1.5	15
	Sulphite lyes (Black Liquor)*	n 95 300	80 700	110 000	n 3	1	18	n 2	1	21
	Other Primary Solid Biomass	n 100 000	84 700	117 000	30	10	100	4	1.5	15
	Charcoal	n 112 000	95 000	132 000	200	70	600	4	1.5	15
Liquid Biofuels	Biogasoline	n 70 800	59 800	84 300	r 3	1	10	0.6	0.2	2
	Biodiesels	n 70 800	59 800	84 300	r 3	1	10	0.6	0.2	2
	Other Liquid Biofuels	n 79 600	67 100	95 300	r 3	1	10	0.6	0.2	2
Gas Biomass	Landfill Gas	n 54 600	46 200	66 000	r 1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
	Sludge Gas	n 54 600	46 200	66 000	r 1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
	Other Biogas	n 54 600	46 200	66 000	r 1	0.3	3	0.1	0.03	0.3
Other non-fossil fuels	Municipal Wastes (biomass fraction)	n 100 000	84 700	117 000	30	10	100	4	1.5	15

(a) Includes the biomass-derived CO₂ emitted from the black liquor combustion unit and the biomass-derived CO₂ emitted from the kraft mill lime kiln.
n indicates a new emission factor which was not present in the 1996 Guidelines
r indicates an emission factor that has been revised since the 1996 Guidelines

Для расчета коэффициента эмиссии альтернативного топлива необходимо оценить его состав. На основе таблицы 5 после механической сепарации нужно учитывать соотношение биоотходов, тяжелой фракции, пластмассы, металла и стекла. Состав АТ представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Состав альтернативного топлива в Сценарии 1

Состав АТ	Масса фракции, kt/a	LHV, МДЖ/кг
Остатки пластика после сепарации	6	22
Остатки пищевых	35,8	3,5

ОТХОДОВ		
Тяжелая фракция	72,3	12
Остатки стекла	5,5	-
Остатки метала	7,7	-
Всего	124,9	12

Альтернативное топливо, которое используется в Сценарии 1, включает в себя фракцию биомассы. В связи с этим учитываются значения выбросов для муниципальных отходов с фракцией, содержащей в своем составе органические материалы.

Для расчета выбросов ПГ от сжигании мусора на ТЭЦ, используется методология межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC, 2006).

(7)

Выбросы ПГ = Количество сжигаемого мусора × LHV × Коэффициент Выбросов

Выбросы ПГ = Масса CO₂, CH₄ или N₂O, [кг/а]

Количество мусора = Общая масса сжигаемых отходов [кг/а]

LHV = Теплотворная способность, в единицах энергии на массу отходов [МДж/кг]

Коэффициент Выбросов = Коэффициент выбросов CO₂, CH₄ и N₂O

Расчет выбросов CO₂, образующихся при сжигании АТ ежегодно:

(8)

$$\text{Выбросы ПГ} = \frac{124,9 * 10^6 * 12,0 * 100000}{1000000} = 1,5 * 10^8 \text{ kg CO}_2 - \text{equiv.}$$

В основе эквивалентов парниковых газов результаты CH₄ и N₂O должны быть преобразованы в кг эквивалента CO₂ [12]. Это означает, что CH₄ необходимо умножить на 23, а для N₂O коэффициент равен 310.

Расчет выбросов CH₄, образующихся при сжигании АТ ежегодно:

(9)

$$\text{Выбросы ПГ} = \frac{124,9 * 10^6 * 12,0 * 23 * 30}{1000000} = 9,1 * 10^3 \text{ kg CO}_2 - \text{equiv.}$$

Расчет выбросов N₂O, образующихся при сжигании АТ ежегодно:

(10)

$$\text{Выбросы ПГ} = \frac{124,9 * 10^6 * 12,0 * 4 * 310}{1000000} = 1,6 * 10^4 \text{ kg CO}_2 - \text{equiv.}$$

Общий выброс ПГ, который выделяется при сжигании альтернативного топлива на ТЭЦ, рассчитывается суммой выбросов CO₂, NO₂, CH₄. Эти объемы выбросов парниковых газов равны to 1,3 * 10⁸ кг CO₂/год.

Расчет произведенной энергии при сжигании АТ представлен ниже:

(11)

$$\text{Производство энергии} = \text{Общая масса фракции} * \text{LHV} * \text{энергоэффективность}$$

Энергоэффективность = энергетический фактор, включающий потери энергии систем сжигания и транспортировки энергии [%]

ТЭЦ в Улан-Удэ имеет энергоэффективность в 70% [2]. Производство энергии на местной ТЭЦ при сжигании АТ составляет:

(12)

$$\text{Произведенная энергия} = 124,9 * 10^6 * 12,0 * 0,7 = 10,5 * 10^8 \text{ МДж}$$

Во время сжигания АТ, ТЭЦ в городе Улан-Удэ производит 10,5 * 10⁸ МДж энергии.

Расчет выбросов ПГ во время переработки ТБО в сценарии 1

В сценарии 1 фракции стекла, пластика и металла транспортируются на переработку и после этого, восстановленный материал из отходов можно использовать в качестве второго сырья. После механической сепарации некоторое количество этих фракций будет задействовано в производстве. Основная идея этой части состоит в том, чтобы сравнить выбросы, которые образуются в процессе переработки отходов, с теми же материалами, которые производятся традиционным способом.

Для производства одной тонны железа традиционным способом количество выбросов составит 2,1 т CO₂ [17]. По сравнению с эмиссией, произведенной традиционным способом производства железа, установка по переработке выбрасывает 500 кг CO₂ / т [17]. Выбросы двуокси углерода в основном зависят от источника железа: использование вторичного железа или металлолома затрачивает намного меньше энергии и углерода, чем использование чистого железа путем восстановления железной руды.

Для производства 1 тонны пластика, выбросы составляют 6 т CO₂ / т. Что касается переработки материалов, то вторичный пластик производит около 3,5 т CO₂ на тонну [18].

Стекольная промышленность классифицируется как энергоемкий сектор и выбросы парниковых газов составляют около 843 кг CO₂ на тонну. Для вторичного стекла количество выбросов парниковых газов составляет 528 кг CO₂ на тонну продукта [19]. Результаты всех выбросов в течение всего жизненного цикла произведенного стекла представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Выбросы парниковых газов во время производства стекла

Source Materials	Virgin Materials	Recycled Glass	Assumptions
Extraction and production of raw materials	53	-	Extraction and transport of raw materials. Soda ash production.
Transport raw material to glass factory	6	-	
Recycled Material Preparation	-	6	Crushing, screening etc. Estimates range from 3 to 15 kWh/t of electricity.
Glass melting and container production	779	506	25% less energy required to melt cullet and there are no process CO ₂ emissions from breakdown of carbonates (limestone, dolomite and soda ash).
Transport to disposal	5	-	End of life disposal. Assume 7.5 tonne loads transported 40 miles (no return load). CO ₂ emissions associated with glass to landfill or incineration are zero.
Collection and transport to bulking site	-	3	
Transport from bulking station to reprocessor	-	13	Assume kerbside collection with a 5 tonne load moved 15 miles @ 12 mpg i.e. journey of 7.5 miles no return load. Bulk haulage from bulking station to reprocessor; 25 tonne loads moved approx 100 miles @ 8 mpg with 50% of trips operating with return loads. Ref Appendix 1
Transport from reprocessor to glass factory	-	1	
CO ₂ e figure for life cycle	843	529	
Net Effect of Substituting Recycled Materials for Virgin per tonne	n/a	-314	

Таблица 10 показывает, что выбросы CO₂ снижаются на 314 кг / т, если вторичное стекло используется в качестве исходного сырья, и общее сокращение выбросов составляет 37%.

На основе данных о выбросах двух подходов к производству материалов, можно рассчитать эмиссию парниковых газов для тех фракций мусора, которые задействованы в производстве втор сырь.

На основании Сценария 1 доля фракции, которая поступает на переработку из мусоросортировочной станции, приведена в таблице 5. Результаты расчета приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Выбросы от производства материалов на мусороперерабатывающем заводе Сценария 1

Тип Мусора	Количество материала, т	Выбросы во время производства нового материала, кг CO ₂ /т	Выбросы во время производства втор сырья, кг CO ₂ /т	Разница, %	Предотвращенных эмиссии, кг CO ₂ /т
Стекло	3,1	2,6*10 ⁶	1,6*10 ⁶	39%	- 1*10 ⁶
Пластик	1,8	10,8*10 ⁶	6,3*10 ⁶	42%	- 4,5*10 ⁶
Метал	6	12,6*10 ⁶	3*10 ⁶	77%	- 9,6*10 ⁶
Всего	10,9	26*10 ⁶	10,9*10 ⁶	59%	- 15,1*10 ⁶

Как показано в таблице 12, сокращение использования ПГ во время использования втор сырья по сравнению с производством нового материала составляет 59%. После сравнения двух способов производства материалов общий объем предотвращенных выбросов составляет 10,9*10⁶ кг CO₂ экв.

В сценарии 1 имеется только 1,1 тыс. тонн отходов (1% от общего количества мусора), которые по-прежнему транспортируются на полигон после механической сепарации. Но в отличие от базового сценария доля биомассы

равна нулю. Утилизированная фракция отходов в основном содержит инертные материалы, которые не производят выбросы ПГ. Это означает, что количество произведенных ПГ не нужно рассчитывать.

Согласно расчетным данным о выбросах от всех способов утилизации ТБО, которые перечислены в Сценарии 1, общий объем выбросов парниковых газов приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Общий объем выбросов из Сценария 1

Выбросы с производства	ПГП, кг CO ₂ /год
Завод по производству компоста	$5,5 \cdot 10^3$
ТЭЦ	$1,3 \cdot 10^8$
Мусороперерабатывающий завод	$10,9 \cdot 10^6$
Всего	$1,5 \cdot 10^8$

Результаты эмиссии ПГ в сценарии 1 составляют $1,5 \cdot 10^8$ кг CO₂ экв. Снижение общей ПГП по сравнению с исходным сценарием составляет 52%.

2.6 Анализ Сценария 2

Согласно Сценарию 2, существует только два метода утилизации ТБО. Это объекты сжигания отходов и восстановление материалов. В энергетический сектор Улан-Удэ внедряются четыре фракции отходов (тяжелая фракция и АТ). Пластмасса, металлы и стекло после механического разделения транспортируются мусороперерабатывающий завод. Это означает, что на производство энергии направляется 138 тыс. тонн (92%) отходов, 10,9 тыс. тонн (7%) на переработку и 1,1 тыс. тонн транспортируется на полигон (1%).

В сценарии 2 биоотходы, бумага и картон и АТ поступают в сектор отопления и энергетики. Как было отмечено на рисунке 6, после установки механического разделения 138 тонн отходов направляется на ТЭЦ.

Для оценки ППГ, который образуется при сжигании отходов, необходимо выяснить низкие теплотворные способности и состав каждой муниципальной фракции твердых отходов. Данные для дальнейших расчетов представлены в таблице 7. Расчеты коэффициенты выбросов во время сжигания для бумаги, картона и биоотходов должны включать долю органики. Данные о теплотворных способностях ТБО приведены в таблице 8. Результаты общих выбросов парниковых газов, которые образуются при сжигании мусора на ТЭЦ, представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Состав альтернативного топлива для сценария 2

Состав АТ	Масса фракции, kt/год	LHV, МДЖ/кг
Остатки пластика после сепарации	6	22
Остатки пищевых отходов	47	3,5
Тяжелая фракция	72,3	12
Остатки стекла	5,5	-
Остатки металла	7,7	-
Всего	138	12

Основываясь на уравнении 12 и таблице 14, можно рассчитать производство энергии фракции отходов из установки для сжигания. Энергоэффективность ТЭЦ составляет 70%. Общий объем произведенной энергии сжигания отходов ТЭЦ составляет $11,5 * 10^8$ Результат объема выбросов приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Компенсированные выбросы ПГ при сжигании АТ на ТЭЦ

Тип топлива	Выбросы образованные во время сжигания кг CO ₂ /год
Альтернативное Топливо	1,51 * 10 ⁸

При реализации этого вида топлива можно снизить выбросы парниковых газов, которые производятся на ТЭЦ в настоящее время. Предотвращенные выбросы от сжигания отходов составляют 1,51 * 10⁸ кг CO₂ эквивалентный.

Согласно сценарию 2, фракции стекла, пластика и металла идут в процессе восстановления материалов практически так же, как в сценарии 1. Основное различие между этими сценариями заключается в том, что биоотходы не находятся в процессе компостирования.

Таблица 16 – Выбросы от производства материалов на мусороперерабатывающем заводе сценария 1

Тип Мусора	Количество материала, т	Выбросы во время производства нового материала, кг CO ₂ /т	Выбросы во время производства втор сырья, кг CO ₂ /т	Разница, %	Предотвращенных эмиссии, кг CO ₂ /т
Стекло	3,1	2,6*10 ⁶	1,6*10 ⁶	39%	- 1*10 ⁶
Пластик	1,8	10,8*10 ⁶	6,3*10 ⁶	42%	- 4,5*10 ⁶
Метал	6	12,6*10 ⁶	3*10 ⁶	77%	- 9,6*10 ⁶
Всего	10,9	26*10 ⁶	10,9*10 ⁶	59%	- 15,1*10 ⁶

Согласно сопоставлению двух способов производства материалов, общее сокращение выбросов составляет 59% выбросов ПГ. Предотвращенные выбросы ПГ равны 10,9*10⁶ кг CO₂.

После сбора всех данных из расчетов окончательные результаты выбросов из методов утилизации ТБО, упомянутых в Сценарии 2, представлены в таблице 17. Эти расчеты не включают выбросы газа на свалку по тем же причинам, что и в сценарии 1. Состав отходов направленных на

захоронение в основном состоят из песка, камней, которые не производят свалочный газ.

Таблица 17 – Общий объем выбросов в сценарии 2

Выбросы с производства	ПГП, кг CO ₂ /год
ТЭЦ	1,51 * 10 ⁸
Мусороперерабатывающий завод	10,9*10 ⁶
Всего	1,7*10 ⁸

Общие выбросы парниковых газов в сценарии 2 составляют 1,7*10⁸ кг CO₂. Этот результат уменьшает количество ПГ по сравнению с выбросами базового сценария на 45%.

3. Сравнение результатов сценариев и анализ оптимальной альтернативы

В данной магистерской диссертации были предложены три различные альтернативы для муниципального управления твердыми бытовыми отходами города Улан-Удэ. Также были определены общие количества выбросов парниковых газов во всех сценариях. Результаты общих выбросов парниковых газов сценариев представлены на рисунке 8 и в таблице 18.

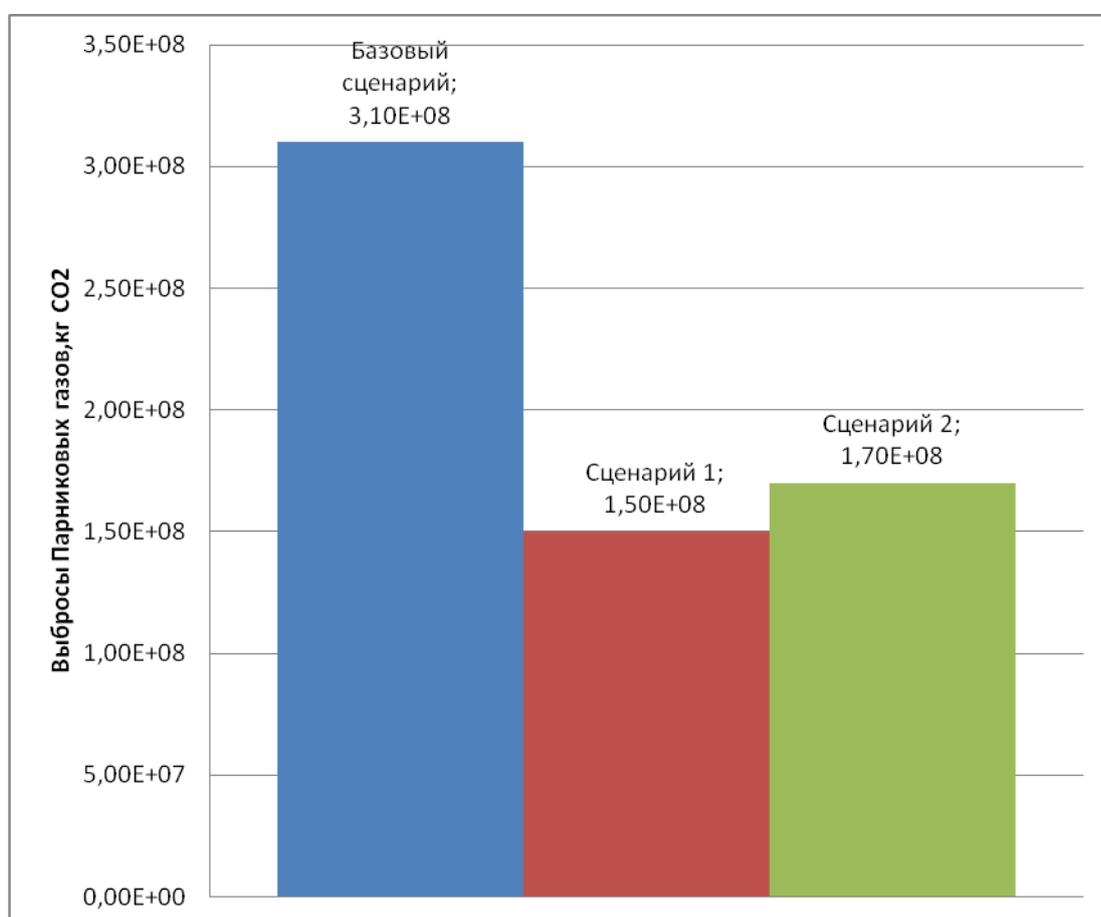


Рисунок 8 – Общие выбросы ПГ со всех сценариев

Таблица 18 – Сравнение общих выбросов со всех сценариев.

Сценарии	Выбросы ПГ, кг CO ₂ /год
Базовый сценарий	3,1*10 ⁸
Сценарий 1	1,51*10 ⁸
Сценарий 2	1,7*10 ⁸

По результатам расчетов можно рекомендовать сценарий 2, как наиболее оптимальную альтернативу для сокращения выбросов парниковых газов в регионе. Сценарий 1 показывает 52% сокращения по сравнению с базовым сценарием и 13 % по сравнению со сценарием 2. В сценарии 2 отделяемые фракции отходов в основном отправляются на переработку, в связи с чем выбросы отходов, которые могут возникать при сжигании ТЭЦ, минимален. Однако производство энергии в сценарии 2 выше, чем во всех сценариях. Это означает, что использование отходов в качестве топлива для энергетического сектора снижает выбросы парниковых газов, поскольку это топливо является внешним поставщиком ископаемых видов топлива. Результаты расчета показаны в таблице 19 и рисунке 9.

Таблица 19 – Сравнение количества произведенной энергии в сценарии 1 и 2

Количество произведенной энергии в сценарии 1, МДж	$10,5 * 10^8$
Количество произведенной энергии в сценарии 2, МДж	$11,5 * 10^8$
Разница, %	10 %

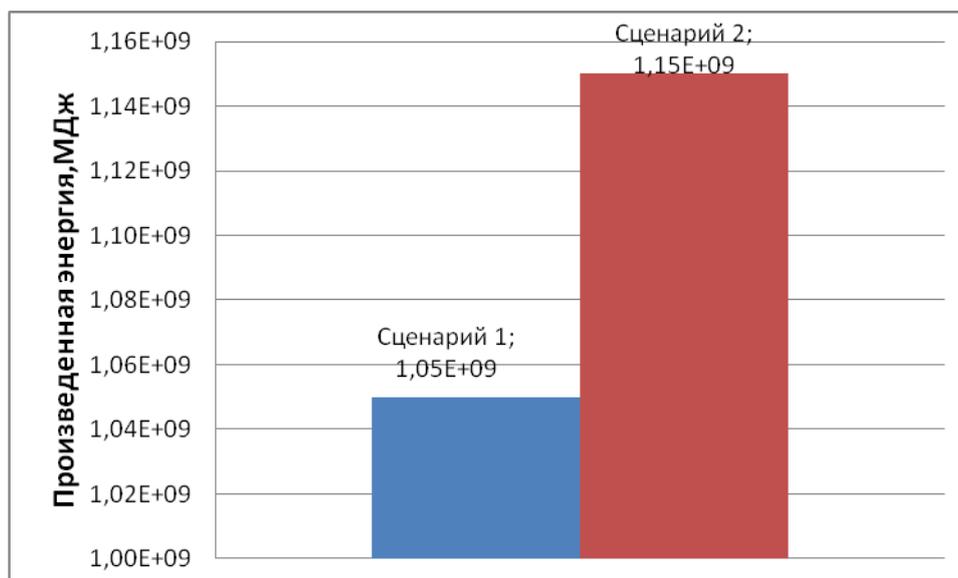


Рисунок 9 – Произведенная энергия во время сжигания альтернативного топлива в ТЭЦ

Использование альтернативного топлива в качестве компенсатора для существующей энергосистемы сулит о снижении затрат на закупку традиционного топлива. Более того, замена источников энергии положительно влияет на сокращение выбросов ПГ в регионе. Этот вариант может быть также предложен для будущего совершенствования энергосистемы города. Одной из

основных характеристик, которая может стать решающим фактором при выборе системы управления ТБО, является сокращение объема отходов. Сценарии 1 и 2 имеют результаты, связанные с сокращением потока отходов, который идет на свалку. Результаты представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Объемы ТБО транспортируемые на полигон

Сценарии	Масса отходов поступаемых на полигон, кт/ год	Разница , %
Базовый сценарий	150	+ -
Сценарий 1	1,1	- 99
Сценарий 2	1,1	- 99

Информация о составе отходов, предоставленная Министерством природных ресурсов Бурятии, может иметь некоторые неточности касаясь сбора данных. Причиной этих предпосылок может быть непостоянный контроль и изучение состава ТБО, поступающих на мусоросортировочную станцию. Кроме того, с периода 2015-2016 года мусоросортировочную станция работала сезонно, что также могло быть причиной неточностей в данных.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования и анализ конкурентных технических решений

При выборе метода переработки и ликвидации Твердых Бытовых Отходов (ТБО) для Республики Бурятия были учтены последние достижения в этой области в России и странах дальнего и ближнего зарубежья.

Как известно, несколько последних десятилетий в мире соперничали два основных направления в решении этой важной экологической проблемы: сжигание и переработка. Оба этих метода имеют свои достоинства и недостатки, однако за последние несколько лет в большинстве стран наметилась четкая тенденция отказа от прямого сжигания ТБО в связи с вредностью сопутствующих выбросов (в основном, диоксин), сложностью и большой стоимостью оборудования, опасными по составу остатками сжигания - золы и шлака. Кроме того, ТБО в своей массе содержат материалы, пригодные к дальнейшему использованию (вторсырье), а также азот, фосфор, калий, что позволяет производить из них компост - органическое удобрение. То, что называют за рубежом «рециклинг» - возврат полезных компонентов, возможно только при переработке отходов, а не при их уничтожении в огне.

Десятками закрываются за рубежом действующие сжигательные заводы в связи с ужесточением норм по выбросам. Опыт России и СНГ также подтвердил низкий КПД мусоросжигательных заводов.

Системы газоочистки очень дороги, а их должно быть несколько, чтобы добиться эффективности. Отечественного оборудования для мусоросжигания пока нет, возникают большие проблемы с запчастями, заводы убыточны, постоянно находятся на дотации.

Построенные в ряде городов СНГ заводы по переработке ТБО доказали свою жизнеспособность.

Кроме того, в мире (США, Европа, Канада, Япония) сейчас широкое распространение получила сортировка отходов с извлечением вторичного сырья. Это сокращает массы отходов, вывозимых на захоронение, уменьшает количество мусоровозов и дает экономическую выгоду от продажи извлекаемых компонентов. На большинстве мусоросортировочных станций отбор фракций производится вручную, для чего рабочим создаются комфортные условия для работы.

Подобного рода работы по разработке методов сортировки и компостирования при обеспечении безопасности технологических процессов полигона твердых бытовых отходов для полигона твердых бытовых отходов ранее не проводилось.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, возможно провести оценку эффективности научной разработки и определить ее направление для будущего развития. В таблице 21 приведена оценочная карта конкурентных технических решений. Расчет осуществляется с использованием двух технологий – технология сжигания ТБО и технологии переработки ТБО.

Проведем анализ конкурентных технических решений с помощью оценочной карты, приведенной ниже.

Таблица 21 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы оценки экономических решений		Конкурентоспособность	
		$B_{сжиг}$	$B_{пер}$	$K_{сжиг}$	$K_{пер}$
1	2	3	4	6	7
Критерии оценки эффективности применения методик расчета					
1.Спрос методики расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
2.Удобство в эксплуатации методик	0,12	4	5	0,48	0,6
3.Точность в расчетах	0,08	4	5	0,32	0,4
4.Возможности расчета по	0,06	5	5	0,3	0,3

методике					
5. Универсальность метода расчета	0,08	5	4	0,4	0,32
6. Эффективность расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
7. Погрешность в расчетах	0,2	3	3	0,6	0,6
8. Эксплуатация на конкретном предприятии	0,1	2	5	0,2	0,5
9. Эксплуатация в ВУЗ-ах	0,3	5	3	1,5	0,9
Итого	1	34	38	4,4	4,42

Где сокращения: $B_{сжиг}$ – технология сжигания ТБО с целью выработки энергии, выполняемому вручную; $B_{пер}$ – технологии по переработке ТБО с целью производства вторсырья.

Конкурентные технические решения определяются по формуле [1]:

(13)

$$K = \sum B_i \times B_i$$

где, K – конкурентоспособность разработки; B_i – вес показателя (выражается в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

На основании вышеперечисленных показателей можно сделать вывод, что переработка ТБО имеет высокую эффективность проекта, и является актуальной проблемой согласно опросу проводимого среди жителей Республики Бурятия.

4.1.3 FAST анализ

FAST-анализ выступает как синоним функционально-стоимостного анализа. Суть этого метода базируется на том, что затраты, связанные с созданием и использованием любого объекта, выполняющего заданные функции, состоят из необходимых для его изготовления и эксплуатации и дополнительных, функционально неоправданных, излишних затрат, которые возникают из-за введения ненужных функций, не имеющих прямого отношения

к назначению объекта, или связаны с несовершенством конструкции, технологических процессов, применяемых материалов, методов организации труда и т.д.

Проведение FAST-анализа предполагает шесть стадий:

1. Выбор объекта FAST-анализа;
2. Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом;
3. Определение значимости выполняемых функций объектом;
4. Анализ стоимости функций выполняемых объектом исследования;
5. Построение функционально-стоимостной диаграммы объекта и ее анализ;
6. Оптимизация функций выполняемых объектом.

4.1.3.1. Выбор объекта FAST-анализа.

В рамках магистерской диссертации в качестве объекта FAST-анализа выступает объект исследования. Объектом исследования является муниципальная система управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) города Улан-Удэ.

4.1.3.2 Описание главной, основных и вспомогательных функций, выполняемых объектом.

В рамках данной стадии FAST-анализа система управления ТБО города Улан-Удэ анализируется с позиции функционального устройства. Так, при анализе необходимо выделить и описать следующие функции объекта:

- 1) Главную функцию, т.е. внешнюю функцию, определяющую назначение, сущность и главную цель создания объекта в целом. В роли

главной функции для системы управления ТБО является предотвращение вредного воздействия ТБО на здоровье человека и окружающую среду.

2) Основную функцию, которая представляет собой внутреннюю функцию объекта, обеспечивающую принцип работы объекта и создающую необходимые условия для осуществления главной функции. В качестве основных функций в объекте исследования выступают: сортировка ТБО, переработка отходов для получения вторичного сырья (металлы, стекло и т.п.) и обезвреживании путем получения альтернативного топлива, которое сжигается для производства тепловой и электрической энергии.

3) Вспомогательную функцию, т.е. внутреннюю функцию, способствующую реализации основных функций. Транспортировка отходов и газоочистные технологии являются вспомогательными в этой магистерской диссертации.

Вся информация, полученная при определении ранга функции, продемонстрирована в таблице 22

Таблица 22 – Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование процесса(узла, детали)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
Предотвращение вредного воздействия ТБО на здоровье человека и окружающую среду	1	Минимизация объема отходов поступающего на свалку	X		
Транспортировка	1	Транспортировка отходов по объектам			X

		системы управления ТБО			
Сортировка мусора	1	Разделения фракции мусора для дальнейшей		X	
Сжигания мусора	1	Выработка энергии во время сжигания ТБО		X	
Переработка отходов	1	Обеспечения повторного использования в народном хозяйстве полученных сырья		X	
Система очистки выхлопных газов	1	Процесс минимизации вредных выбросов в атмосферу во время работы объектов			X

4.1.3.3 Определение значимости выполняемых функций объектом.

Для оценки значимости функций будем использовать метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. и Глущенко В.Ф. В основу данного метода положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

На первом этапе необходимо построить матрицу смежности функции которая продемонстрирована в таблице 23.

Таблица 23 – Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция3	Функция 4	Функция 5	Функция 6
Функция 1	=	>	>	>	>	>
Функция 2	<	=	<	<	<	>
Функция 3	<	>	=	<	<	>
Функция 4	<	>	>	=	>	>
Функция 5	<	>	>	<	=	>
Функция 6	<	<	<	<	<	=

Примечание: «<» – менее значимая; «=» – одинаковые функции по значимости; «>» – более значимая.

Второй этап связан в преобразованием матрицы смежности в матрицу количественных соотношений функций (табл. 24).

Таблица 24 – Матрица количественных соотношению функции

	Функция 1	Функция 2	Функция3	Функция 4	Функция 5	Функция 6	ИТОГО
Функция 1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	8,5
Функция 2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1,5	4,5
Функция 3	0,5	1,5	1	0,5	0,5	1,5	5,5
Функция 4	0,5	1,5	1,5	1	1,5	1,5	7,5

Функция 5	0,5	1,5	1,5	0,5	1	1,5	6,5
Функция 6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	3,5
							36

Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»

В рамках третьего этапа происходит определение значимости функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Так, для функции 1 относительная значимость равна $8,5/36 = 0,23$; для функции 2 – 0,13; для функции 3 – 0,15; для функции 4 – 0,2; для функции 5 – 0,18 и для функции 6 – 0,1. Обязательным условием является то, что сумма коэффициентов значимости всех функций должна равняться 1.

4.1.3.4. Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Задача данной стадии заключается в том, что с помощью специальных методов оценить уровень затрат на выполнение каждой функции. Сделать это возможно с помощью применения нормативного метода. Расчет стоимости функций приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование процесса(узла, детали)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Норма расхода, кг	Трудоемкость процесса, номер-ч	Стоимость материала	Заработная плата, руб	Себестоимость, руб
Предотвращение вредного воздействия ТБО на здоровье человека и окружающую среду	1	Минимизация объема отходов поступающего на свалку	-	-	-	-	-
Транспортировка	1	Транспортировка отходов по объектам системы управления ТБО	-	4.5	-	20 000	510
Сортировка мусора	1	Разделения фракции мусора для дальнейшей	-	0.66	-	15000	40
Сжигания мусора	1	Выработка энергии во время сжигания ТБО	-	0.008	-	20000	7
Переработка отходов	1	Обеспечения повторного использования в народном хозяйстве полученных сырья	-	1	-	20000	Затраты на обслуживание системы
Система очистки выхлопных газов	1	Процесс минимизации и вредных выбросов в атмосферу во	-	24	Замена фильтров	-	Затраты на обслуживание системы

		время работы объектов					
--	--	-----------------------	--	--	--	--	--

В дальнейшем путем суммирования затрат по каждой функции определяется общая стоимость каждой из них. Данная информация используется для построения функционально-стоимостной диаграммы на следующей стадии.

4.1.4. Построение диаграммы Исикавы

Диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram) - это графический метод анализа и формирования причинно-следственных связей, инструментальное средство для систематического определения причин проблемы и последующего графического представления.

Построение диаграммы начинают с формулировки проблемной области/темы, которая является объектом анализа и наносится на центральную горизонтальную стрелку диаграммы.

Затем выявляются факторы/группы факторов, влияющие на объект анализа. Часто, для выявления таких факторов используется прием 6М:

- персонал (Manpower);
- оборудование (Machine);
- сырье, материалы, комплектующие (Material);
- технология проведения работ (Method);
- средства измерения и методы контроля (Measurement);
- производственная среда (Media).

Степень детализации диаграммы (количество факторов и причинно-следственных уровней) определяет разработчик диаграммы. Наклон и размер стрелок не имеют значения.

Для получения результатов исследования характерны следующие причинно-следственные связи (рисунок 11).



Рисунок 11 – причинно-следственная диаграмма возможных проблем в объекте исследования

Основные факторы влияющие на объект анализа являются: персонал, оборудование, технологии и методы контроля. Учитывая эти факторы, возможно определение причин и решения дальнейших проблем в будущем.

	Сильные стороны	Слабые стороны
	научно-исследовательского проекта: С1.Наличие квалифицированного	научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие финансирования
		В

	<p>персонала.</p> <p>С2.Впервые решение данной проблемы затрагивается на высоком уровне.</p> <p>С3.Проект востребован у сотрудников ГУ МЧС России по Республике Бурятия и руководителей полигона токсичных отходов.</p> <p>С4.Привлечение сторонних специалистов для решения данной проблемы.</p> <p>С5.Отсутствие затрат на создание проекта.</p> <p>С6.Большое количество доступной литературы по данной тематике.</p>	<p>дальнейшем для реализации проекта.</p> <p>Сл2.Отсутствие опыта в решении данной проблемы у собственных исполнителей.</p> <p>Сл3.Отсутствие необходимой инфраструктуры.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1.Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2.Появления спроса на проект в иных регионах.</p> <p>В3.Организационная поддержка проекта со стороны экологов.</p> <p>В4.Возможность реализации проекта на полигоне твердых бытовых отходов города Улан-Удэ</p> <p>В5.Финансирование проекта со стороны государства.</p>	<p>Проблемы в привлечении инновационной инфраструктуры в нужном направлении.</p> <p>Для привлечения серьезных инновационных технологии требуется вложение денежных средств.</p> <p>Проблема затрагивается на высоком уровне, что подразумевает применение мощных технических средств, инновационных технологий, что будет пользоваться спросом данное решение проблемы.</p> <p>Спросом на решении</p>	<p>Отсутствие финансирования повлияет на использование инновационной структуры.</p> <p>Отсутствие знаний применения инновационных технологии в решении данной проблемы.</p>

	задач пользуются актуальные и известные проблемы человечества.	
<p>Угрозы:</p> <p>У1.Отсутствие помощи со стороны местных властей.</p> <p>У2.Неодобрение данного проекта сотрудниками ГУ МЧС России по Республике Бурятия и руководителей полигона твердых бытовых отходов города Улан-Удэ.</p> <p>У3.Изменение законодательной базы по решению данной проблемы.</p> <p>У4.Отсутствие заинтересованности у основных потребителей.</p>	<p>Большие затраты на реализацию проекта могут работодателей полигона в работе над проектом.</p> <p>Загрязнение окружающей среды – проблема людей, которая требует больших финансовых вложений.</p> <p>Без помощи местных властей проект не реализуется, насколько актуальна проблема не была и какие специалисты не привлекались.</p> <p>Методы для решения данной проблемы могут не принять сотрудники МЧС.</p>	<p>Отсутствие заинтересованных лиц в данном проекте из-за большого привлечения денежных средств.</p> <p>Отсутствие опыта в решении данной проблемы не сможет привести к желаемому результату.</p> <p>Решение экологических проблем и чрезвычайных ситуации не может осуществиться без работы с законодательной базой.</p>

Таблица 27 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	-	0	-	+
	B2	0	+	+	0	0	+
	B3	+	-	+	+	+	+
	B4	+	+	+	+	+	+
	B5	+	-	+	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц:

B1C1C3C6;B2C2C3C6;B3C1C3C4C5C6;B4C1C2C3C4C5C6;B5C1C3C4C5C6

Таблица 28 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-
	B3	-	+	+
	B4	-	0	+
	B5	-	+	+

Анализ интерактивных таблиц:

B3Сл2Сл3;B4Сл3;B5Сл2Сл3

Таблица 29 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	-	+	-	-	-	0
	У2	-	0	-	+	-	0
	У3	0	-	-	0	-	-
	У4	-	-	-	-	-	0

Анализ интерактивных таблиц:

У1С2;У2С4

Таблица 30 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	+	+	0
	У3	0	-	-
	У4	+	+	+

Анализ интерактивных таблиц:

При анализе (табл.30) можно выявить слабые стороны проекта и возможные угрозы: У1Сл3Сл4; У2Сл2Сл4; У3Сл3; У4Сл3Сл4.

По результатам SWOT анализа можно сделать вывод, что у разрабатываемого проекта сильных сторон больше чем слабых, и, изучая возможные угрозы, выяснилось, что технологии конкурентоспособны.

4.1.6 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

Идея работы заключается в разработке мероприятий по устойчивому функционированию системы управления ТБО. Выше было обосновано, что переработка твердых бытовых отходов является наиболее эффективным и ресурсоэффективным методом по снижению выбросов парниковых газов. Поэтому используем морфологический подход именно к этой технологии.

Таблица 31 – Морфологическая матрица для полигона твердых бытовых отходов.

	1	2	3	4	5
А.Риски на полигоне токсичных отходов	Вероятность возникновения	Вероятность возникновения+степень усложнения	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания+увеличение количества	Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания+увеличение количества+нерешаемость проблемы
Б.Структура полигона	Нарушение требований гост при строительстве	Нарушение требований гост при строительстве+возникновение угрозы ЧС	Нарушение требований гост при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствии документации	Нарушение требований гост при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствии документации+отсутствии сооружений	
В.Наличие нормативно-	Несоблюдение	Несоблюдение	Несоблюдение		

правовой базы	нормативно-правовой базы	нормативно-правовой базы+внесение изменений в нормативно-правовую базу	нормативно-правовой базы+внесение изменений в нормативно-правовую базу+отсутствие нормативно-правовой базы		
Г.Способы решения проблемы	Нарушение требований при решении проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций	Нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций +отсутствие заинтересованности в данных методах решения проблемы	Нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций +отсутствие заинтересованности в данных методах решения проблемы+отсутствие способов решения проблемы

А1Б1В1Г1- Вероятность возникновения пожароопасной ситуации на полигоне, нарушение требований ГОСТа при строительстве, несоблюдение нормативно-правовой базы, нарушение требований при решении проблемы;

А2Б2В2Г2-Вероятность возникновения+степень усложнения обстановки, нарушение требований ГОСТа при строительстве+возникновение угрозы ЧС, несоблюдение нормативно-правовой базы+внесение изменений в

нормативно-правовую базу, нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы;

А3Б3В3Г3-Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания, нарушение требований гостя при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствие документации, несоблюдение нормативно-правовой базы+внесение изменений в нормативно-правовую базу+отсутствие нормативно-правовой базы, нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций;

А4Б4Г4-Вероятность возникновения+степень усложнения+уровень возрастания+увеличение количества, нарушение требований гостя при строительстве+возникновение угрозы ЧС+отсутствие документации+отсутствие сооружений, нарушение требований при решении проблемы+отсутствие финансирования при решении проблемы+отсутствие помощи сторонних организаций+отсутствие заинтересованности в данных методах решения проблемы.

Вероятность возникновения рисков на полигоне ТБО напрямую связано с нарушением нормативно-правовой базы при строительстве сооружений. Поэтому возникают проблемы при решении данной задачи.

В дальнейшем, усложняются риски, и увеличивается их количество. Отсутствие финансирования со стороны местных властей усложняет решение поставленной задачи. В связи с этим возникают новые нарушения, усложняется проблема, отсутствует помощь сторонних организаций.

4.1.7 Планирование научно-исследовательских работ.

Данная работа ведется под руководством научного руководителя в течение года, в результате этого происходит распределение работ между исполнителями проекта, а также определяется очередность тех или иных работ. Более подробный план сведен в таблицу 32.

4.1.7.1 Структура работ в рамках научного исследования.

Таблица 32 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление блок-схем, таблиц	
Практические исследования	9	Проведение лабораторных работ	Научный руководитель, студент
	10	Проведение расчетов по теме	
	11	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	Студент
Оценка полученных результатов	12	Оценка и анализ предложенных методов	Студент
	13	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	Студент

4.1.7.2 Определение трудоемкости выполнения работ.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (14)$$

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i –ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел-дн. ;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i –ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Для решения проблемы: А1Б1В1Г1

$$t_{ожі} = (3 \times 30 + 2 \times 45) / 5 = 36 \text{ чел.-дн.}$$

Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях $T_{рi}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{рi} = t_{ожі} / Ч_i, \quad (15)$$

$T_{рi}$ – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн.

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

$$T_{рi} = 36 / 2 = 18 \text{ раб.дн.}$$

Для решения проблемы: А2Б2В2Г2

$$t_{ожі} = (3 \times 30 + 2 \times 60) / 5 = 42 \text{ чел.-дн.}$$

$$T_{рi} = 42 / 2 = 21 \text{ раб.дн.}$$

Для решения проблемы: А3Б3В3Г3

$$t_{ожі} = (3 \times 40 + 2 \times 105) / 5 = 66 \text{ чел.-дн.}$$

$$T_{рi} = 66 / 2 = 33 \text{ раб.дн.}$$

1.7.3 Разработка графика проведения научного исследования

$$T_{ki} = T_{рi} \times k_{\text{кал}}$$

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$T_{рi}$ – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности

Коэффициент календарности определяется по формуле:

(16)

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх_i},$$

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Для решения проблемы: А1Б1В1Г1

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}) = 365 / (365 - 118 - 28) = 1,7$$

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 18 \times 1,7 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Для решения проблемы: А2Б2В2Г2

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 21 \times 1,7 = 36 \text{ кал. дн.}$$

Для решения проблемы: А3Б3В3Г3

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} = 33 \times 1,7 = 56 \text{ кал. дн.}$$

Таблица 33 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			, чел-дни				Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3							
Составление и утверждение темы проекта	2	1	2	2	2	5	2	1,4	3,2	Руководитель	2	1,4	3,2	3,4	2,4	5,4
Анализ актуальности темы	3	1	3	3	2	5	3	1,4	3,8	Руководитель	3	1,4	3,8	5,1	2,4	6,5
Поиск и изучение материала по теме	1	2	2	1	4	5	1	2,8	3,2	Студент	1	2,8	3,2	1,7	4,8	5,4
Выбор направления исследований	1	2	3	3	4	8	1,8	2,8	5	Рук. – студ.	0,9	1,4	2,5	1,5	2,4	4,2
Календарное планирование работ	3	7	7	5	14	9	5	9,8	7,8	Рук. – студ.	2,5	4,9	3,9	4,2	8,3	6,6
Изучение литературы по теме	8	9	11	13	18	41	10	11	23	Студент	10	11	23	17	18,7	39,1
Подбор нормативных документов	2	1	1	3	2	11	2,4	1,4	5	Студент	2,4	1,4	5	4,1	2,4	8,5
Составление блок-схем, таблиц	1	1	2	1	2	2	1	1,4	2	Студент	1	1,4	2	1,7	2,4	3,4
Проведение лабораторных работ	2	1	2	3	2	4	2,4	1,4	2,8	Рук. – студ.	1,2	0,7	1,4	2	1,2	2,4
Проведение расчетов по теме	1	1	3	1	1	3	1	1	3	Рук. – студ.	0,5	0,5	1,5	0,85	0,85	2,55
Создание методов решения предложенной проблемы по теме	3	1	1	5	3	4	3,8	1,8	2,2	Студент	3,8	1,8	2,2	6,5	3,1	3,7

Оценка и анализ предложенных методов	1	1	1	3	3	4	1,8	1,8	2,2	Студент	1,8	1,8	2,2	3,1	3,1	3,7
Эффективность предложенных методов по решению проблемы	1	2	2	1	2	4	1	2	2	Студент	1	2	2	1,7	3,4	3,4

Таблица 34 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

а- от	Вид работ	Исполнители	кв. ал. н.	Продолжительность выполнения работ												
				март			апрель			май						
				1	2	3	1	2	3	1	2	3				
	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	,4													
	Анализ актуальности темы	Руководитель	,5													
	Поиск и изучение материала по теме	Студент	,4													
	Выбор направления исследований	Рук. – студ.	,2													
	Календарное планирование работ	Рук. – студ.	,6													
	Изучение литературы по теме	Студент	9,1													
	Подбор нормативных документов	Студент	,5													

4.1.8 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

4.1.8.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (17)$$

где, m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м).

k_T – коэффициент, учитывающий расходы (транспортно-заготовительные).

Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов. В (табл.35) подсчитаны материальные затраты.

Таблица 35 – Материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Количество	Сумма, руб.
Блокнот	25	1 шт.	25
Бумага для принтера формата А4	180	1 уп.	180
Ручка шариковая	15	3 шт.	45
Карандаш	15	2 шт.	30

Сумма	280
Транспортно-заготовительные затраты (3-5%)	8,4
Итого	288,4

В результате расчета материальных затрат получилась сумма равная 288,4 рублей.

4.1.8.2 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В статью включается основная заработная плата работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату.

(18)

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

(19)

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{РАБ}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней.

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}, \quad (20)$$

Где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Таблица 36 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент-дипломник
Календарное число дней	115	115
Количество нерабочих дней:		
- выходные дни	20	32
- праздничные дни	3	3
Потери рабочего времени		
- отпуск		
- невыходы по болезни	0	0

Действительный годовой фонд рабочего времени	92	80
--	----	----

Месячный должностной оклад работника:

(21)

$$Z_M = Z_6 \cdot k_p,$$

где Z_6 – базовый оклад, руб;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 37.

Таблица 37 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб.д	$Z_{осн}$, руб.
Старший преподаватель	20389,99	1,3	30584,99	450	50	22500
Студент-дипломник	7500	1,3	9750	200	75	16000

Таким образом, заработная плата руководителя составляет – 22500 рублей, студента – 16000 рублей.

4.1.8.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде. Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 38 приведен расчет основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 39 – Заработная плата исполнителей НИР

Заработная плата	Научный руководитель	Студент-дипломник
Основная зарплата	22500	16000
Дополнительная зарплата	2250	1600
Зарплата исполнителя	24750	17600
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	42350	

Таким образом, суммарная заработная плата составила 42350,00 руб.

4.1.8.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

(23)

$$C_{\text{ВНЕБ}} = k_{\text{ВНЕБ}} \cdot (З_{\text{ОСН}} + З_{\text{ДОП}}),$$

где $k_{\text{ВНЕБ}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Итого 30,2% от суммы затрат на оплату труда работников, непосредственно занятых выполнением НИР:

$$C_{\text{ВНЕБ}} = 0,302 \times (42350) = 12789,7 \text{ руб.}$$

В итоге, отчисления во внебюджетные нужды составляют 12789,7 руб.

4.1.8.5 Накладные расходы

В данную статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, содержание, эксплуатацию, ремонт оборудования, производственного инструмента и инвентаря.

Коэффициент накладных расходов составляют 80-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта.

Накладные расходы рассчитываются по следующей формуле:

(24)

$$C_{\text{НАКЛ}} = k_{\text{НАКЛ}} \cdot (З_{\text{ОСН}} + З_{\text{ДОП}}),$$

где $k_{\text{НАКЛ}}$ – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{ВНЕБ}} = 0,8 \times (42350) = 33\,880 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется смета себестоимости научно-исследовательской работы (таблица 40).

Таблица 40 – Смета затрат на разработку НИР

Наименование статей затрат	Сумма, руб
Сырье, материалы, комплектующие изделия, специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	288,4
Основная заработная плата	38500
Дополнительная заработная плата	3850
Отчисления на социальные нужды	12798,7
Накладные расходы	33880
Итого себестоимость НИР	89317,1

Таким образом накладные расходы составили 33880 руб., а итоговая стоимость работы составляет 89317,1руб.

4.1.9 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель проекта определяется:

(25)

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

I -интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

При решении проблемы:

$$A1B1B1Г1 = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}} = 19844,81 / 40\ 116,31 = 0,5$$

При решении проблемы:

$$A2B2B2Г2 = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}} = 23579,47 / 40\ 116,31 = 0,6$$

При решении проблемы:

$$A3B3B3Г3 = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}} = 40\ 116,31 / 40\ 116,31 = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки всех трех исполнений отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования:

(26)

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i,$$

I_{pi} -интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 41 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	A1 Б1В1Г1	A 2Б2В2Г2	A3 Б3В3Г3
1.Актуальность рассматриваемой проблемы	15%	4	5	4
2. Спрос проекта	25%	2	3	4
3.Эффективность проекта	25%	3	4	5
4.Наличие квалифицированного персонала	15%	2	3	3
5.Привлечение сторонних специалистов	10%	3	3	4
6.Доступность нормативно-правовой базы	10%	3	5	4
Итого	Σ 100%			

$$I_{p- A1B1V1G1} = 4 \times 15 + 2 \times 25 + 3 \times 25 + 2 \times 15 + 3 \times 10 + 3 \times 10 = 275$$

$$I_{p- A2B2V2G2} = 5 \times 15 + 3 \times 25 + 4 \times 25 + 3 \times 15 + 3 \times 10 + 5 \times 10 = 375$$

$$I_{p- A3B3V3G3} = 4 \times 15 + 4 \times 25 + 5 \times 25 + 3 \times 15 + 4 \times 10 + 4 \times 10 = 410$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения объекта исследования определяется:

(27)

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = I_{A3B3V3G3} / I_{A1B1V1G1} = 490 / 750 = 0,6$$

$$\mathcal{E}_{cp} = I_{A2B2V2G2} / I_{A1B1V1G1} = 587,5 / 750 = 0,8$$

$$\mathcal{E}_{cp} = I_{A1B1V1G1} / I_{A1B1V1G1} = 750 / 750 = 1$$

Таблица 42 - Сравнительная эффективность разработки

/п	Показатели	А1Б1В1 Г1	А2Б2В2 Г2	А3Б3В3 Г3
	Интегральный финансовый показатель проекта	0,6	0,8	1
	Интегральный показатель ресурсоэффективности проекта	450	470	490
	Интегральный показатель эффективности	750	587,5	490
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,8	0,6

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод.

5. Социальная ответственность

В данной выпускной квалификационной работе основными задачами является анализ полигона твердых бытовых отходов как пожароопасного объекта и рассмотрение методов борьбы с возгоранием на полигоне. Для решения поставленных задач все работы были проведены с использованием персонального компьютера (ПК), в учебной аудитории Национального исследовательского Томского политехнического университета при наличии искусственного освещения и централизованного отопления, что свидетельствует о достаточно благоприятном микроклимате места проведения работ.

Негативное воздействие на человека персональных компьютеров заключается в головную боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук, спины. Кроме того, на пользователей ПК постоянно действуют опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74): повышенный уровень статического электричества; нервно-эмоциональная напряженность; недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение показателей микроклимата; нервно-эмоциональная напряженность, шум, вибрация и др. факторы [19]. Также в учебной аудитории должны обеспечиваться такие факторы, как электробезопасность и пожарная безопасность.

Основными вредными факторами рабочего места, характеризующими взаимодействие трудящегося с окружающей производственной средой, со стороны их вредных проявлений являются освещение и электромагнитные поля, а со стороны их опасных проявлений – проявления электрической природы.

5.1 Характеристика вредных факторов

Продолжительность ведения работ в аудитории корпуса №8 ТПУ составляет 5 часов в день (учитывая временной промежуток с мая по июнь 2014 года), при этом средняя температура в учебной аудитории составляла около 24 °С. В СанПиН 2.2.4.548-96 указан диапазон температур 21-28 °С. Это позволяет сделать вывод, что данное значение соответствует допустимым нормам микроклимата рабочего места в производственных помещениях [20].

В результате проведения расчетов было выяснено, что рабочий день в учебной аудитории корпуса №8 ТПУ во временном промежутке с мая по июнь составляет 5 часов при общей температуре помещения 23°С, что соответствует допустимым показателям микроклимата на рабочих местах производственных помещений, которое составляет 21,0-28,0 °С, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [20].

На рабочем месте обеспечены оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96. Согласно этому документу для категории тяжести работ (Ia) температура воздуха должна быть в холодный период года не более 22-24°С, в теплый период года 20-25°С. Относительная влажность должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха — 0,1 м/с. Оптимальные значения микроклимата обеспечиваются системой отопления и вентиляцией воздуха.

Помещение с ПК должны оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Для внутренней отделки интерьера помещений с компьютерами должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5 [20].

Поверхность пола в помещениях эксплуатации компьютеров должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами .

На рабочих местах пользователей ПК должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96. Согласно этому документу для категории тяжести работ 1а температура воздуха должна быть в холодный период года не более 22-24°С, в теплый период года 20-25°С. Относительная влажность должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха — 0,1 м/с. Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха с дистиллированной или кипяченой питьевой водой[20].

Анализ вредных и опасных факторов следует проводить, руководствуясь ГОСТ 12.00.003-74[19]. К вредным факторам относят искусственное освещение, обеспечивается электрическими источниками света и применяется для работы в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания. Согласно СНиП 23-05-95 для искусственного освещения регламентирована наименьшая допустимая освещенность рабочих мест, а для естественного и совмещенного — коэффициент, который представляет собой отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременно измеренной наружной горизонтальной освещенности под открытым небом[21].

Поскольку все наши работы проводятся с использованием ПК, то в качестве вредного фактора следует рассмотреть электромагнитное излучение. Электромагнитные излучения бывают мягкого рентгеновского,

ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного диапазона, сверх- и инфранизкочастотного, электростатических полей.

При работе, компьютер образует вокруг себя электромагнитное поле, которое деионизирует окружающую среду, а при нагревании платы и корпус монитора испускают в воздух вредные вещества. Всё это делает воздух очень сухим, слабо ионизированным, со специфическим запахом и в общем "тяжёлым" для дыхания. Естественно, что такой воздух не может быть полезен для организма и может привести к заболеваниям аллергического характера, болезням органов дыхания и другим расстройствам. Монитор является сильным источником электромагнитного излучения, особенно его боковые и задние стенки, т.к. они не имеют специального защитного покрытия, которое есть у лицевой части экрана.

Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний, например нарушение ритма и замедление частоты сердечных вращений. Наиболее чувствительными к данному воздействию является нервная и сердечно-сосудистая система. Уровни допустимого облучения регламентируются в ГОСТ 12.1.006-84[19].

В качестве защитных мер от электромагнитных излучений компьютера, можно назвать регулярные прогулки на свежем воздухе, проветривание помещения, занятия спортом, соблюдение элементарных правил работы, работа с хорошей техникой, которая удовлетворяет всем стандартам безопасности и санитарным нормам.

Продолжительный шум оказывает негативное влияние на сердечно-сосудистую и нервную системы, слух, а так же приводит к снижению работоспособности и производительности труда. В лаборатории шумы превышающие уровни звука и эквивалентные уровни звука 60 дБА,

установленный ГОСТ 12.1.003-83с изм.1999 года, отсутствуют. Аудитория находится вдали от центральных улиц, автомобильных и железных дорог и аэропортов [22].

5.2 Характеристика опасных факторов

Что касается опасных воздействий в процессе работы с ПК, то таковыми являются воздействия электрической природы. В связи с этим, необходимо обеспечить электробезопасность. Электробезопасностью называется система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электрического поля и статического электричества.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 аудитория 127 корпуса №8 ТПУ относится к помещению без повышенной опасности поражения людей электрическим током [23].

На рабочем месте пользователя размещены дисплей, клавиатура и системный блок. При включении дисплея на электронно-лучевой трубке создается высокое напряжение в несколько киловольт. Поэтому запрещается прикасаться к тыльной стороне дисплея, вытирать пыль с компьютера при его включенном состоянии, работать на компьютере во влажной одежде и влажными руками.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут

приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

Опасность электропоражения появляется в случаях при непосредственном прикосновении с токоведущими частями во время ремонта ПЭВМ, при прикосновении к токоведущим частям, оказавшимся под напряжением, при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Также имеет место быть опасность короткого замыкания высоковольтных блоков [23].

В целях защиты необходимо применять следующие меры:

- защитное заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электроустановок, которые могут оказаться под напряжением, при этом сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом, зануление для устранения опасности поражения электрическим током при замыкании на корпус электроустановок, работающих под напряжением до 1000 В в трехфазных четырехпроводных сетях с глухо-заземленной нейтралью [23];

- защитное отключение – быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током, происходит изменение некоторых электрических параметров сети, которые служат сигналом, вызывающим срабатывание устройства защитного отключения;

Перед началом работы необходимо удостовериться в наличии и исправности заземления, затем включить рубильник и после включить

электрическое питание компьютеров, на которых планируется выполнение работ.

Для предупреждения электротравматизма во время работ в электроустановках очень важно проводить соответствующие защитные мероприятия, применение которых регламентируется Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и Межотраслевыми правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М 016-2001; РД 153-34.0-03.150-00). В перечисленных документах приведены требования к персоналу, производящему работы в электроустановках, определены порядок и условия производства работ, рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Пожаром является неконтролируемое горение очага, наносящее материальный ущерб, а также вызывающее несчастные случаи и причинение вреда здоровью человека .

При проведении камеральных работ причиной пожара могут стать: неисправность оборудования, электропроводки, несоблюдение норм и правил пожарной безопасности. При работе с ПК причиной пожар может послужить неисправность оборудования, электропроводки, несоблюдение норм и правил пожарной безопасности.

Необходимо исключать возможность возникновения пожара в рабочем помещении, для этого необходимо систематически проверять целостность изоляционных покрытий электрических проводов, а также курить только в специально отведенных местах.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 тушение пожаров предусматривает использование средств и снаряжения пожаротушения. Например, средствами являются противопожарный ручной инструмент (багры, ломы, крюки, топоры, бензопилы, отбойный молоток), огнегасящие средства (вода, растворы, эмульсии, закись углерода). В качестве снаряжения могут

выступать водоупорный или теплоотражательный костюм, пожарная каска, спасательный пояс, электрический фонарь, спасательные веревки. А в роли пожарного оборудования – пожарные машины, огнетушители (ручные и передвижные), стационарные и передвижные воздушно-пенные установки, насосы, мотопомпы, рукавное оборудование, пожарные лестницы.

Анализ опасных факторов при работе с ПК должен включать в себя анализ пожарной безопасности. В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100 °С [24]. При этом возможно плавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Последние, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Эксплуатация ПК связана с необходимостью проведения обслуживающих, ремонтных и профилактических работ. При этом используют различные смазочные вещества, легковоспламеняющиеся жидкости, прокладывают временные электропроводки, ведут пайку и чистку отдельных узлов и деталей. Возникает дополнительная пожарная опасность, требующая принятия соответствующих мер пожарной профилактики. Пожарная опасность производственных зданий и помещений определяется особенностями выполняемого в них технологического процесса, свойствами применяемых веществ и материалов. А также условиями их обработки. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Для аудитории корпуса №8 ТПУ аудитории 127 установлена категория пожарной опасности В.

Требования по обеспечению пожарной безопасности регламентируются ГОСТ 12.1.004-91 [24]. Помещение постоянно должно содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. В зависимости от категории установлены соответствующие нормативы по огнестойкости строительных конструкций, планировке зданий, этажности, оснащённости устройствами противопожарной защиты и др. Особые требования предъявляются к устройству и размещению кабельных коммуникаций.

Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара(см.Рисунок 12). Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, число и размеры конструктивно-планировочные решения, которых регламентированы. Успех ликвидации пожара на производстве зависит, прежде всего, от быстроты оповещения о его начале. Для этого используется система пожарной сигнализации.



Рисунок12 – План эвакуации из аудитории 127 корпуса №8 ТПУ.

Охрана окружающей среды

Так как все наши работы основаны на работе с ПК, воздействие на окружающую среду будет заключаться в следующем:

1. Негативное воздействие на гидросферу заключается в сбросе коммунально-бытовых сточных вод в водные объекты;

2. Негативное воздействие на литосферу характеризуется утилизацией твердых бытовых отходов (бумага, использованные части компьютера, например картридж, и другие)

3. Негативное влияние на атмосферу заключается в поступлении в воздух вредных веществ при нагревании платы компьютера, а также в скоплении пыли на рабочем месте, в результате чего, происходит накопление аэрозолей в помещении.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К потенциально-опасным объектам относится пивоваренный завод г.Томска, расположенного по адресу Московский тракт, 46, авария на котором с выбросом аммиака может привести к попаданию корпуса №8 НИ ТПУ в зону химического заражения.

При получении информации об аварии с АХОВ наденьте средства защиты органов дыхания (марлевая повязка, смоченная водой или 5% раствором лимонной или уксусной кислоты (2 чайных ложки на стакан воды), противогазы с дополнительным патроном), средства защиты кожи (плащ, накидка), покиньте район аварии в направлении, указанном в сообщении по радио (телевидению). Выходить из зоны химического заражения следует в сторону, перпендикулярную направлению ветра. Если из опасной зоны выйти невозможно, останьтесь в помещении и произведите его экстренную герметизацию: плотно закройте окна, двери, вентиляционные

отверстия, дымоходы, уплотните щели в окнах и на стыках рам. При аварии с аммиаком следует укрываться на нижних этажах зданий.

5.4 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 217 ТК РФ, создается служба охраны труда или вводится должность специалиста по охране труда, имеющего соответствующую подготовку или опыт работы в этой области, в целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля их выполнения в каждой организации, осуществляющей производственную деятельность, с численностью более 100 работников.

В соответствии с трудовым законодательством организация обеспечения безопасности труда в подразделениях возложена на их руководителей. Они проводят инструктаж по охране труда на рабочих местах. Общую ответственность за организацию работ по охране труда несет руководитель предприятия, а в его отсутствие — главный инженер.

В соответствии со ст. 218 ТК РФ, комитет (комиссия) по охране труда организует совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Также организует проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок, сбор предложений к разделу коллективного договора (соглашения) об охране труда.

Руководствуясь трудовым законодательством, режим труда и отдыха предусматривают с учетом специфики труда всех работающих, в первую очередь обеспечивают оптимальные режимы работающих, с повышением физическими и нервно-эмоциональными нагрузками, в условиях монотонности и с воздействием опасных и вредных производственных факторов.

Нормальная продолжительность рабочего времени сотрудников не может превышать 41 ч в неделю. Основным режимом работы является пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. При пятидневной рабочей неделе продолжительность ежедневной работы определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиками сменности, составляемыми с соблюдением установленной продолжительности рабочего рабочей недели и утверждаемыми администрацией по согласованию с профсоюзным комитетом

5.5 Расчет освещенности рабочей зоны

Расчет освещенности, требуемой для работы с ПК в рабочем аудитории площадью 40 м² следует осуществляться в соответствии с СП 52.13330.2011. С учетом проявления длительного зрительного напряжения во время работы с ПК, необходимо выбрать систему общего локализованного освещения с типом светильника люминесцентные офисные светильники СВС-28В (люминесцентная лампа мощностью 20 Вт). Зрительным работам присваивается 4 разряд и подразряд – в. Фон и контраст объекта различения с фоном средние, соответственно освещенность общего освещения будет 200 лк. С учетом коэффициента запаса $K=1,5$ (с малым выделением пыли), освещенность следует принять 300 лк. Коэффициент отражения стен $R_c=10\%$, потолка $R_n=30\%$.

Размещение светильников в помещении определяется высотой помещения ($H=2,5$ м), высотой подвеса (h_n), высота рабочей поверхности над полом ($h_p=1,0$ м). Приняв $h_c=0,5$ м, в результате получим, что:

$$h_n = H - h_c \quad (12)$$

Расчет: $h_n = 2 - 0,5 = 1,5$ м; $h = h_n - h_p = 1,5 - 1,0 = 0,5$ м;

Затем, определяем расстояние между светильниками L . Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости. Расстояние между светильниками L определяется по формуле $L=\lambda*h$. Значение λ для люминесцентных светильников без защитной решётки типов ОД будет равно 1,4. Расстояние между светильниками определяем по формуле:

$$L=\lambda*h,$$

$$\text{Расчет: } L=2*1=2 \text{ м; } L/3=2/3= 0.6 \text{ м.}$$

Светильники следует разместить в 2 ряда по 3 светильника типа люминесцентные офисные светильники СВС-28В мощностью 20 Вт в каждом ряду, при этом разрывы между светильниками составят 2.25м. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении 24. Рекомендованное расстояние от стены помещения до крайних светильников может быть 1 м.

Далее следует определить потребный световой поток ламп в каждом из рядов методом коэффициента использования по формуле:

$$F=(E*K*S*z)/n*\eta \quad (13)$$

Где- F – световой поток каждой лампы, лм;

E – нормируемая минимальная освещенность по СНиП 23-05-95, (200 лк);

K – коэффициент запаса (1,5)

S – площадь помещения (40м²)

n – число ламп в помещении (24)

η – коэффициент использования светового потока (0,49 д.е.)

z – коэффициент неравномерности освещения (1,1)

В результате расчета получили, что световой поток равен 1222.4 лм

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, то ближайшая стандартная лампа является лампа класса ЛБ мощностью 20 Вт и световым потоком 1200 лм

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi - \Phi_1}{\Phi_1} \leq 20\% \quad (14)$$

Получаем

$$-10\% \leq \frac{1200 - 1222.4}{1222.4} \leq 20\%$$

$$-10\% \leq 11\% \leq 20\% .$$

После проведения проверки можно сделать вывод о том, что световой поток соответствует нормам.

Теперь, с учетом типа лампы и найденного светового потока F , определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 24 * 20 = 480 \text{ Вт}$$

При размещении светильников с люминесцентными лампами последние располагают рядами – параллельно рядам оборудования или оконным проемам. Так же могут быть предусмотрены разрывы между светильниками (Рисунок 13).

Характеристики выбранного светильника: длина – 500 мм, ширина – 500 мм, высота – 198 мм.

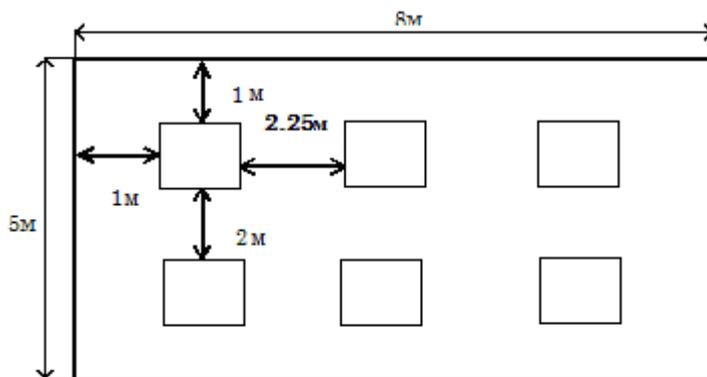


Рисунок 13 – Схема размещения светильников

Произведен подсчет освещенности на рабочем месте в 127 учебной аудитории корпуса №8 ТПУ, был сделан вывод о том, что в данном помещении учтены и соблюдены требования нормативно-правовых документов. Данное помещение является безопасным местом работы.

Заключение

Усовершенствование муниципального управления твердыми отходами играет важную роль в повышении качества жизни людей, а также становится средством защиты окружающей среды. В магистерской диссертации было отмечено несколько вариантов методов обращения с отходами и, рассматривая только выбросы парниковых газов, становится ясно, что наиболее оптимальным способом обращения с отходами является сжигание мусора. Однако переработка отходов, также может стать альтернативой для снижения выбросов в регионе. Сценарий 2, который имеет многообещающие результаты по снижению эмиссий ПГ на 52% по сравнению с базовым сценарием. Более того, этот сценарий достигает 99% сокращения массы отходов утилизируемых на полигоне.

Большинство процессов, производящих выбросы в сценарии 2 образуются при сжигании отходов. Но эти выбросы выделяют меньше парниковых газов, чем сжигание каменного угля. Кроме того, замена угля на АТ дает возможность снизить стоимость электроэнергии в городе, которая в настоящее время довольно высока.

В этом исследовании во время рассмотрение методов контроля загрязнения воздуха не были включены расчеты выбросов во время транспортировки.

Можно было бы рекомендовать внести изменения технологию сортировки мусора. Эти изменения положительно скажутся на увеличении объема сбора биоотходов и на производстве более качественного АТ. Также для будущего развития, рекомендуется внедрение в тело полигона систему сбора биогаза, для более резкого сокращения выбросов парниковых газов а также для производства энергии.

Список Литературы

1. Artkis 2012. Foundation Report for a Technical Document on Municipal Solid Waste Landfills in Northern Conditions: Engineering Design, Construction and Operation. Prepared for Environment Canada.
2. Profile of Waste and Recyclable Materials Processing Facilities in Canada. Prepared by Cheminfo Services Inc. March 2010. Prepared for Environment Canada.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
4. Федеральный закон от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
5. Федеральный закон от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»;
6. 18.Федеральный закон от 24.06.1998 г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»;
7. Федеральный закон от 01.05.1999 г. от№94-ФЗ «Об охране Байкала»;
8. Федеральный закон от 04.05.1999 г. №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»;
9. Федеральный закон от 18.12.2006 г. №232-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный Кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты РФ»;
- 10.Постановления Правительства Российской Федерации № 87 от 16.02.2008 г. «О составе разделов проектной документации и требований к их содержанию»;

11. СанПиН 2.2.1У2.1.1.1200.03 (новая редакция) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;
12. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»;
13. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов», МЛ 998 г. Минстрой РФ, АКХ им.К.Д.Памфилова;
14. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник, М., 2005 г.;
15. Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», утвержденное Приказом Госкомэкологии РФ от 16.05.2000г. №372.
16. «Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух», С-П, 2005г.
17. Profile of Waste and Recyclable Materials Processing Facilities in Canada. Prepared by Cheminfo Services Inc. March 2010. Prepared for Environment Canada.
18. Northern Territories Water and Waste Association. 2012. “Old Crow’s Waste Management Systems gets Upgraded” by Wilbert Yang, in The Journal of the Northern Territories Water & Waste Association – Solid Waste Management in the North.
19. Yukon Territory, Department of Community Services website, accessed August 28, 2013 http://www.community.gov.yk.ca/pdf/solid_waste_report.pdf.
20. Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, AASS, Vol. 3, No. 3, 2012 pp. 695-697.

- 21.OVAM (2004). Municipal waste management in Flanders - Experiences and Challenges. Prepared by Parent, F., Vanacker, L, Vandeputte, A. and Wille, D. Mechelen, Belgium. 18 pp.
- 22.ETC/RWM (2008). Evaluation of waste policies related to the Landfill Directive Flanders. Prepared by Skovgaard, M. and Reichel, A. Working paper 5/2008. Copenhagen, Denmark. 48 pp.
- 23.WorldSteel 2008, 2008 Sustainability Report of the world steel industry, Prepared by World Steel Association (Worldsteel).
- 24.Heres et al., 2007. Onderzoek bepalen kentallen methaan en lachgas composteerbedrijven. TAUW, Deventer. 32 pp.
- 25.Adam Zwass, M.E. Sharpe, Armonk, The Council for Mutual Economic Assistance: The Thorny Path from Political to Economic Integration, NY 2001.
- 26.Caputo A.C. & Pelagagge P.M. 2002a. RDF production plants: I Design and costs. Applied Thermal Engineering, vol. 22, no. 4, pp.423–437.
- 27.ISO 14044:2006. Environmental Management. Life Cycle Assesment. Requirements and Guidelines.
- 28.Global Waste Management Outlook, 2012 Provided by International Environmental Technology Centre (IETC), 2012.
- 29.Мирзоева К.Э. Социально-экономическое зонирование в прогнозах образования и утилизации ТБО. Журнал «Региональная экология». № 3-7 (17) 2001,с.23-30.
- 30.Минаева, Валентина ПетровнаСовершенствование управления твердыми бытовыми отходами в регионе (на примере Самарской области) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук : Спец. 08.00.05 / В. П. Минаева;

- Самарская государственная экономическая академия; науч. рук. Г. Р. Хасаев. — Самара: Б.и., 2004. — 19 с.. — Защита сост. 11.12.2004 г. — Библиогр.: с. 18-19 (11 назв.)..
31. Вайсман Я.И. Управление отходами. Захоронение твердых бытовых отходов. /Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Петров В.Ю. – Пермь ПГТУ, 2001. -128с.
32. Титова А.В. Степень влияния вновь образующихся продуктов изменения ТБО на глобальный климат Земли // Материалы 2-й Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва, 2003. С. 528-529.
33. Зомарев А.М. Санитарно-гигиенический мониторинг полигонов захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на этапах жизненного цикла // Вестник военно-медицинской академии.-2008 №2(22).-с.792-793.
34. Колотырин, К.П. Эколого-экономическое обоснование инвестиционных проектов в сфере обращения с отходами потребления / К.П. Колотырин // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2008. №1 (30). С.102-109. (0,7 п.л.).
35. 1997, с.22-27. 2. М.И. Мягков, Г.И. Алексеев, В.А. Ольшанецкий, Твердые бытовые отходы, Л-д, Стройиздат, 1978, с.51, 69.
36. 3. Л. Штарке, Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс, Пер. с немец к.х.н. В.В. Михайлова, Л-д, Химия, Лен. отд 1987, с.30-33.
37. С. Алексеев, Что такое ЦТЗ Экологический бюллетень Чистая земля, Спец. выпуск, 1, 1997, с.1-5.
38. Компостирование твердых бытовых отходов: Учеб пособие. /Я.И. Вайсман, В.Ю. Петров; Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1996. 100 с.

Приложение А

Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке

Студенту:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1EM51	Батуев Михаил Сергеевич		

Консультант кафедры иностранных языков физико-технического института:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ИЯФТ	Данейкина Наталья Викторовна			

Консультант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Цыгпикова Татьяна Сергеевна	Кандидат технических наук		

Theoretical Overview of Solid Waste Management According to the Case Study

Dramatic increase in volume and types of municipal solid waste as a result of continuous economic growth, urbanization and industrialization, is becoming a burgeoning problem for national and local governmental levels to ensure effective and sustainable management of waste. It was estimated that in 2012 the total amount of municipal solid waste (MSW) which generated globally reached 2 billion tonne per year, representing a 7% annual increase since 2003 (Global Waste Management Outlook GWMO, 2012). In addition, lower income cities in Africa and Asia will double their municipal solid waste generation within 15-20 years, it means that worldwide quantity of waste will still increase (GWMO, 2012). To decrease the amount of generated waste and minimize the future negative consequence on the environment in the reason of uncontrolled waste management policy, it is necessary to implement strategies of waste treatment solutions and methods. One of the key factor for changing the current situation in the world is enhancing the municipal solid waste management. That management system has an ability to bring waste under control. There are four main mechanisms which could be conductors for tackling the targets of declining the waste generation and reduction the volume of waste. These mechanisms are: minimization of uncontrolled dumping and burning, the control of hazardous waste, focus on waste prevention, focus on feedback loops (GWMO, 2012).

The main idea of minimization of uncontrolled dumping is to provide an access for basic waste services like supply of appropriate waste collection for all in society, no matter on income level. This is a necessary first step towards environmental protection, because it ensures the controlled disposal of all waste.

The control of hazardous waste means an affordable separation, management, and provision of hazardous healthcare waste from other waste fractions (GWMO, 2012). Mostly the hazardous waste could be the reason for significant air pollution and contaminations of soil and water.

The focus on waste prevention organize the reducing waste improves resource security to tackle the problem at the source. That waste reduction improves well-being and saves everyone money (GWMO, 2012). Also as a part of focus on prevention mechanism could be include increase of reuse, repair, remanufacture abilities of a product for future minimization of waste disposal volumes.

Following the natural principles of elementary economic every industry is keenly interested in reducing production costs and optimizing their profits, which can be easily achieved by devolving the technologies of energy recovery, for residual waste that cannot be sustainably recycled or reused. These actions give an opportunity to create a clean products life-cycle (GWMO, 2012).

Municipal solid waste management nowadays take an essential part for development the quality of people's lifestyle, and decreasing the environmental impacts on the Earth system boundaries.

Moreover, systems and solutions of solid waste treatment which are developed around the world show the discernible trend for cooperation between environmental protection and economic recirculation. It meant that environmental protection positively influence on making less that goes to waste. That is an approach which saves business money on raw material, energy and labor costs. It has been evaluated that the savings to business are hundreds billion of USD \$ per year from designing an effective waste management systems (GWMO, 2012).

There is an overall correlation between the generation of MSW, wealth (Gross Domestic Product, GDP per capita) and urbanization. In future, the forecast of waste generation in the world is around 27 billion tonne by 2050, a third of which may be generated in Asia, especially in China and India. Figure 1 shows the relationship between municipal solid waste generation generation, population and GDP across the (GWMO, 2012).

The fractions of MSW alter depending on quality of citizens lifestyle. Generation of waste in low- and middle- income cities have a significant share of

biowaste, whereas the the proportion of plastic and paper are higher in high-income cities are more (Figure 2). The changing composition of waste in turn influences the choice of technology and waste management infrastructure, and underscores the importance of waste separation(GWMO, 2012).

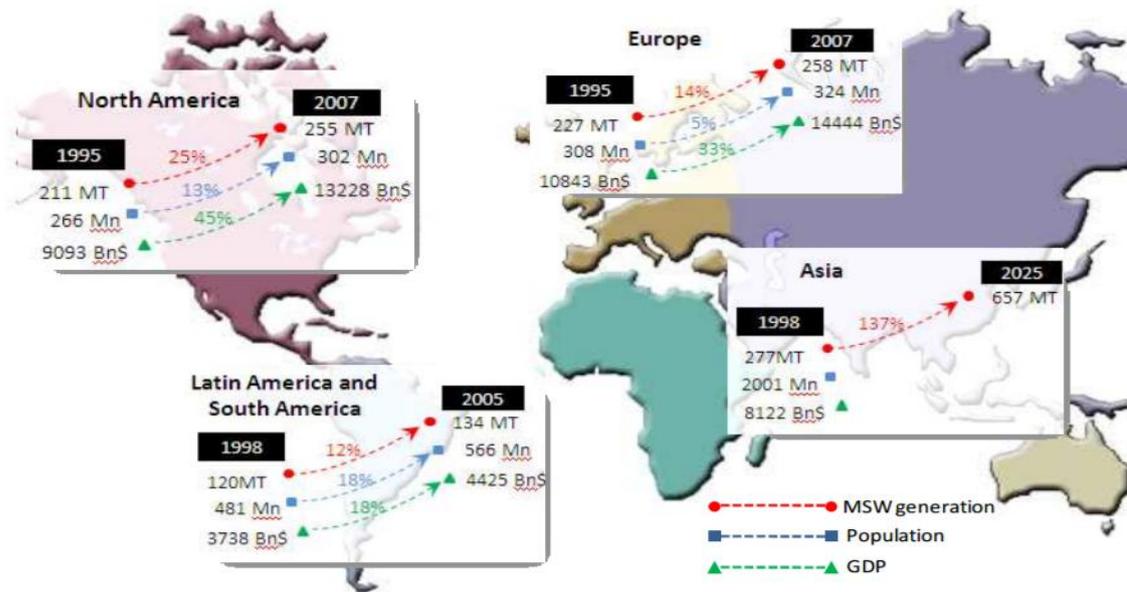


Figure 1. Correlation between Generation of MSW, Population and GDP (Modak , 2011)

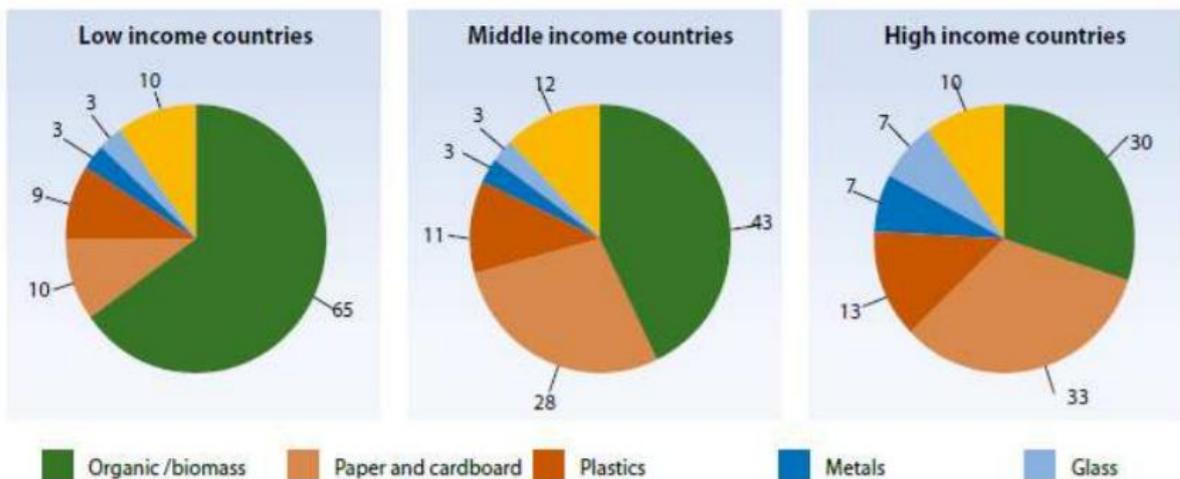


Figure 2. Composition of MSW according to a income of countries
(UNEP, 2011)

According to a case study of this Master's thesis, to overview the existing municipal solid waste management systems were take into account parameters which are correlate with considered region (Ulan-Ude city). These parameters focus on the consideration of GDP per capita, climate conditions, population. The general information about Ulan-Ude city are presented below:

- The population of Ulan-Ude city is 430 000 people (Ministry of Natural Resource Report, 2009);
- GDP per capita in Ulan-Ude city is 11,148 USD (Worldbank, 2016);
- Average temperature in the region -1,4 °C (Ministry of Natural Resource Report, 2009)

Refer to the basic information of case study region, it is possible to find out the cities that could be suitable for a municipal waste management overview. Rely on population, several cities in Europe could be consider as samples for developing the MSW management in case study region. The information about population resemblance is showed in table 1.

Table 1. List of cities according to population and GDP of a countries
(Worldbank, 2016).

City (Country)	Population	GDP per capita, USD
Antwerp (Belgium)	470 000	44 093
Piraeus (Greece)	450 000	26 636
Murcia (Spain)	430 000	34 527

The Hague (Netherlands)	500 000	48 332
----------------------------	---------	--------

Based on population of Ulan-Ude city, Antwerp (Belgium) is most interesting for overview the region, if the choice as parameter, the efficiency of municipal solid waste management. Antwerp has the biggest separation rate in comparison with other cities which was included in the table 1. Also these systems could be possible to implement in Ulan-Ude city in the reason of share of waste fraction. The recycling rates in Belgium are generally very high (greater than 50 %), but Antwerp tackles a 60% of recycling rates (OVAM, 2004, 18). That information is also represent in figure 3.

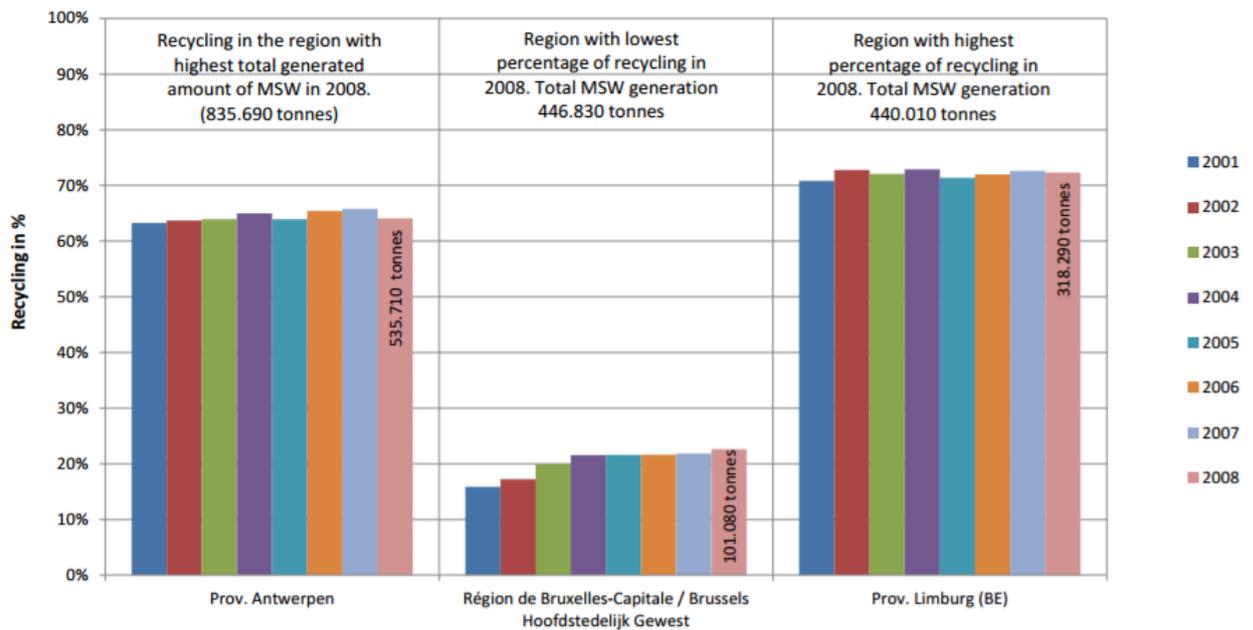


Figure 3. Total amounts of recycled material in a between regions of Belgium (Eurostat regional data, 2012. The percentages are calculated as % of generated MSW.)

Antwerp is situated in the Flanders regions which has a long history of waste management system planning, where the first one was initiated in 1986, and this project was designed for shutting down landfills and developing new ones with

better quality standards (OVAM, 2004, 18). This plan also included the increasing of the existing usage of incineration capacity. From that period, the separate collection of municipal solid waste was started. Administration of a region gave an opportunity to promote waste separation approaches and material recovery by increasing costs for disposal and incineration. A second phase of the plan was focus on the separate collection of waste with the overall achievement of waste prevention and recycling. The waste management plan from 1997 to 2001 initiated quantitative targets on the maximum decreasing the amount of solid waste generated by inhabitant (OVAM, 2004, 18). The plan also covered the promotion of organic recycling. Finally, a landfill and incineration ban of selected waste streams have been in place from 1998 (ETC/SCP, 2008, 48). These policy procedures made significant results in waste separation such as, 71 % of household waste was collected separately and only 4 % was disposed and the 25% was remained (OVAM, 2004, 18).

The current plan policy has four main points: more environmentally beneficial consumption, no more than 560 kg of waste produced per capita per annum and no more than 150 kg of residual waste per capita per annum (OVAM, 2004, 18). Generally, a number of instruments have been focused on prevention and material recovery.

According to GDP per capita of Ulan-Ude city (11,148 USD) we could find out some countries cities with narrowly the same gross domestic product value.

Table 2. List of countries according to GDP per capita (Worldbank, 2016)

City (Country)	GDP per capita, USD
Lima (Peru)	12402
Ulaanbataar (Mongolia)	12189
Tunis (Tunisian Republic)	12000

Male (Maldives)	14000
-----------------	-------

Ulaanbataar was chosen as an example of a region with practically the same level of GDP as the region study. Ulaanbataar is the capital of Mongolia, and that region has borders with case-study region (Republic of Buryatia). Moreover, Ulaanbataar has the same climate conditions, as case-study region (-1.4°C). That's why Mongolian waste management rise an interest for an overview.

Ulaanbataar likewise Ulan-Ude, has the similar problems according to solid waste generation and disposal. In case of Ulaanbaatar city, the dramatic growth of population and urbanization are the reasons for current waste management problems in a region (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697). The most significant issues which Ulaanbataar facing are:

- Lack of proper disposal areas: Nowadays, there are only two waste landfills around the city and several open field areas in Ulaanbaatar city. These areas are being highly polluted because the wastes left behind on the field in a close vicinity to citizens (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

- Insufficiency of system techniques and transportation: Waste collecting trucks and other transports which are used nowadays by MSW management are mostly outdated. Moreover, this type of transport is quite difficult to operate in the Mongolia's harsh winter weather (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

- Insufficiency of classification, collection and charge system: Only health care wastes have been standardized and have a classification system, for other fractions there is no classification. That is why all households, enterprises and industries even governmental organizations throw their wastes for collection without any classification (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

- Insufficiency of human resources and financial resources: The Municipal Governor's Office has only officer who is responsible for the city's environmental policy planning. Environmental protection authority of the city which includes the air quality department consists of only 15 people (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

- Insufficiency of monitoring and interrelation of government agencies: the small amount of decrees and federal laws which are correlated with municipal solid waste management were accepted by the National Government, but most of municipal regulations, monitoring and classification system which could have ability to start movement from the dead point has been delayed. Moreover, there is no centralization and strict cooperation between governmental and municipal organizations. Thus, it is quite difficult to provide the coordination between these services (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

In 2000, Ulaanbaatar Governor's Office signed a mutual agreement with foreign environmental companies to provide an appropriate implementation of MSW management. Japan became the biggest investor the most influential partner and on the waste management field (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

Rich experience and hi-end developed MSW management system from Japan was welcomed by Mongolian Government. From that moment, Japanese International Cooperation Agency (JICA) started implementation of the projects that intended to research, evaluate the situation and develop methodologies of proper management for Mongolia. According to the JICA studies Master Plan for Ulaanbaatar city waste management was developed to tackle the targets of 2020 (JICA, 2007).

Japanese Government also made a decision to give a donation in 10 million USD \$ for creation a new landfill in Ulaanbaatar. The construction of disposal site was started in 2009. Ulaanbaatar has been implementing several numbers of

projects during the international cooperation framework. These projects are represented below:

- JICA development Study for “Solid Waste Management Plan for Ulaanbaatar City in Mongolia” from 2004 to 2007, also formulation of JICA Master Plan 2020 (JICA, 2007).

- World Bank initiate a project “Public Services improvement of Ulaanbaatar city” grant project of Australian Government “Waste Composition study of Ulaanbaatar” in cooperation with the World Health Organization (WHO) and American “Cal Recovery” company;” “Environmental Strategic Plan of the Capital city area of Mongolia” financed by Netherlands Government and World Bank (Worldbank,2013).

- “Green Productivity Training” in cooperation with Asian Productivity Organization, South Korea: with KOICA -3R project 2010 (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697).

Both long and short term projects are focused on analysis of current MSW situation in city, and designed a plan which includes economic explanation of future development. These approaches are based on public surveys, field exploration and training local staffs. But most of their final reports resulted that inhabitants life-cycle thinking according to waste management is so weak. Furthermore, there is a streaked trend for insufficiency of human resources for the maintain and operation of the system (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li, 2012, 695-697). Also, one of the most significant affects which convey the low results are the weak infrastructure, climate challenges, slow response and reaction of governmental organizations (Dashnyam Altantuya, Zhongrui Zhang, & Haomiao Li 2012, 695-697).

The last parameter for overview of existed municipal solid waste management system is annual temperature. The average temperature of Ulan-Ude city is -1.4°C. Cold temperature influences on efficiency of waste treatment

processes, according to changes in velocity of anaerobic reactions which are quite sensitive to temperature amplitudes.

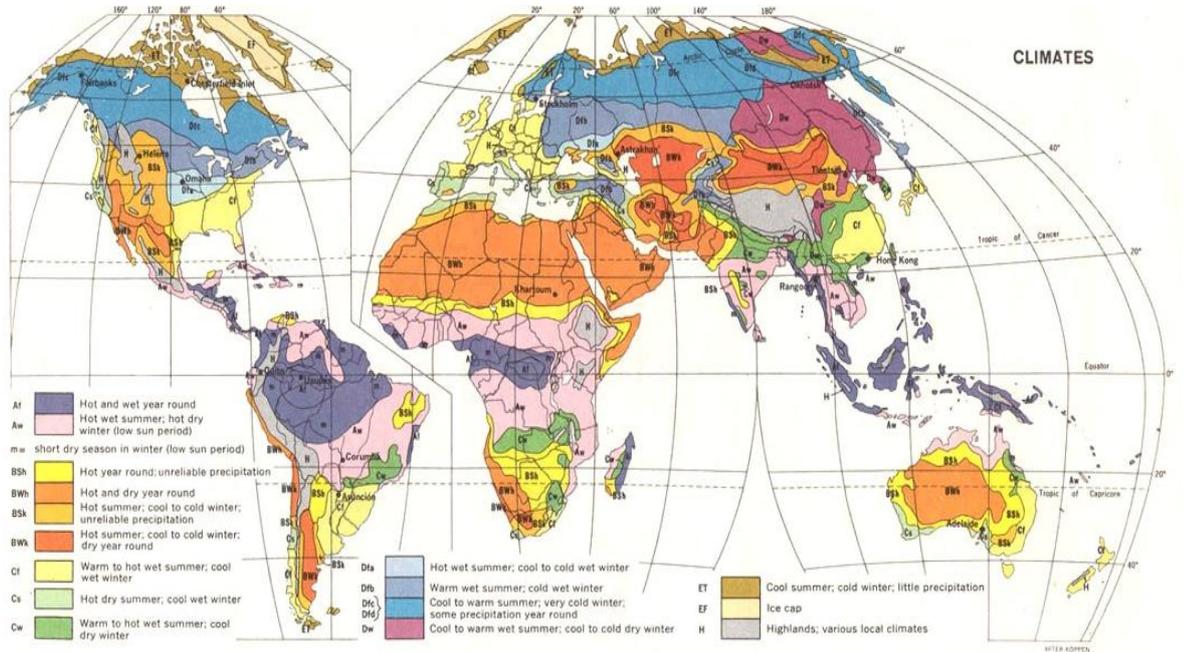


Figure 4 .Climate map of the world (World Weather, 2015)

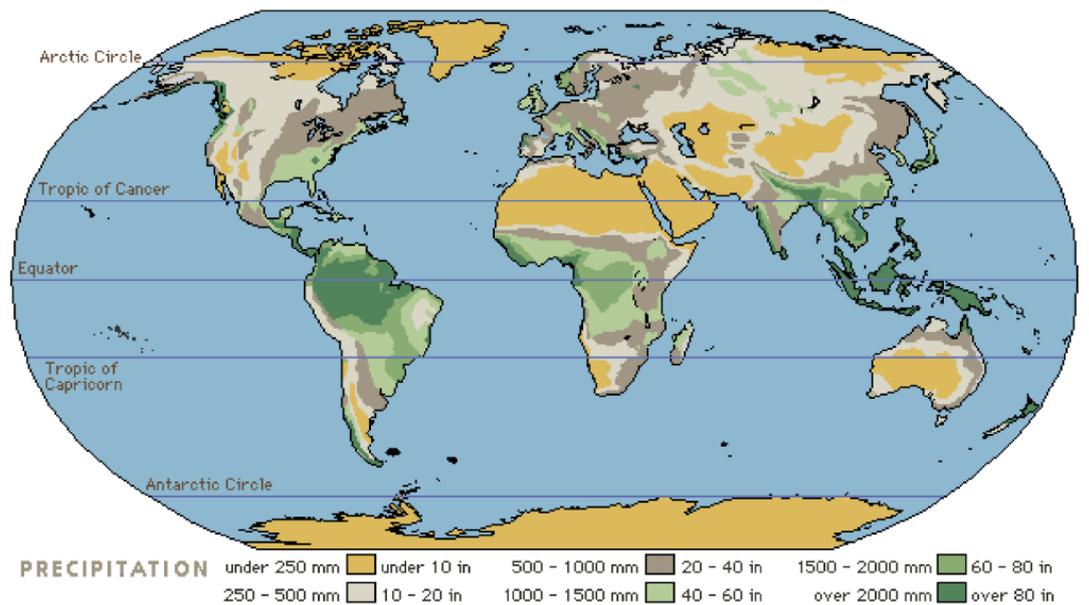


Figure 5. Average annual rainfall (El Dorado Weather, 2014)

According to the climate map and rainfall map, only northwestern part of Canada has the same climatic condition which include from cool to warm summer and very low winter with small amount of precipitation. That territory indicates in blue color. Yukon region was chosen for on overview.

According to the strategy and instructions which are related to MSW system, in 2010, the Yukon government released the Yukon Solid Waste Action Plan. The plan has several approaches and solutions to improve waste disposal facilities and make an integration of waste disposal, recycling and waste reduction. In 2012, open burning of waste was banned at most landfills , this has become a starting point for the future strategies. In 2013 the Solid Waste Working Group was founded to provide a conference for the Yukon Government and municipal governments to cooperate and make a first step for improvement of solid waste management in Yukon communities (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2014). They have undertaken survey, analysis and discussions with communities, and the working group became the main information distributor to municipal governments.

After the municipal solid waste management plan was initiated, an education campaign to inform the local inhabitants about material recovery and composting has start. In Yukon there is no territorial organics diversion strategy, although one community has established a curbside compost collection program, and others encourage backyard composting (Cheminfo Services, 2010).

A Solid Waste Working Group Findings Report from 2013 recommended to local government the needs to look at alternatives for managing organic waste suitable for northern facilities such as composting, digesting, regional or Yukon-wide collection or backyard programs (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2014).

For a waste disposal mainly use in-ground cells and a few sites (e.g. Whitehorse) operate above-ground facilities. Transfer stations use containers

aboveground (Artkis, 2012). There are no solid waste management facilities in Yukon in the reason of that, collection of landfill gas and leachate collection are not monitored (Artkis, 2012).

Yukon has one small incinerator for MSW. This incineration unit are situated in Old Crow, and was installed in 2012. It is a “Mobile Batch Oxidation System” designed specifically for remote locations and intermittent use. That combustion unit is good opportunity to reduce the amount of waste which goes strictly to the landfills which have less than 10 years capacity remaining, and with the implementation of this unit the existing landfill is now estimated to be 100 years (Northern Territories Water and Waste Association, 2012).

From 2012, was initiated the ban, which forbid the open burning of waste on public waste management facilities. In 2014 Yukon government strictly prohibited open burring facilities in all regions (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2014).

The Yukon Solid Waste Action Plan has focused on obtaining the data about collection of solid waste, covering the information which has relativity to waste types and quantities.

Specific decreasing of total amount of waste is not discussed for the region, but some municipalities do it. The city of Whitehorse has a Solid Waste Management Plan for 50% waste reduction of the municipal landfill by 2015. In 2012, overall the city of Whitehorse diverted 22% of its solid waste from landfills by material recovery and composting. Households with curbside compost collection diverted 44% of garbage from the City’s landfill (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2014).

For monitoring the groundwater in the region, was requested a quality control. This procedure held twice per year Northern Territories Water and Waste Association, 2012).

General Information Related To Solid Waste Management Situation In The Republic Of Buryatia.

Nowadays in the territory of the Republic of Buryatia, there are only 5 solid waste disposal facilities. The area of existing landfills is 46 hectares, capacity - 892 000 m³. Annually the volume of newly formed municipal solid waste in the republic is 1 346 000 m³ (342,9 kt) (Ministry of Natural Resources 2013). Currently in the Republic of Buryatia the problem of providing municipal entities with certified waste disposal facilities is acute. Moreover, it should be noted that Buryatia is faced with the absence of landfills for the disposal of solid waste with I and II classes of danger. The average distance of MSW transportation to the landfills is around 16 km (Federal Environment protection Law/89, 2003).

In 2014, there were 1335 dumps on the territory of the republic, including 311 of authorized units (1131,9 hectares), and 1024 of unauthorized units (682,8 hectares). In 2015, 1,088 of unauthorized dumps were liquidated (Federal Environment protection Law/89, 2003). Despite the ongoing work for elimination of unauthorized landfills, the number of unauthorized landfills does not decrease.

In the some regions and cities of the republic there is no developed network for receiving secondary raw materials. Modern technologies for the separate collection, recovery and utilization of solid waste are not being introduced in Buryatia. Moreover, the secondary raw materials market is poorly developed.

The significant problem of municipal waste treatment from the dumps of the Dzhidinsky tungsten-molybdenum facility, which has been one of the most challenging environmental problems of the republic since the 1990s, requires urgent solution. The main number of rocess residues are situated in three hotspots of the facility (Ministry of Natural Resources, 2013):

- storage of gravity concentration waste from ores - 3 800 000 tonne on an area of 20,1 hectares;
- enrichment residue tails from ore, - 37 000 000 tonne;

- a dump of emergency discharge pulp, where a mixture of waste enrichment is located, - about 1 000 000 tonne

Another important problem is the disposal of banned and unusable pesticides and agrochemicals with expired shelf life. According to the Rospotrebnadzor in the Republic of Buryatia, a significant amount (103 kt) of agricultural chemicals with expired shelf life are stored in agricultural enterprises of the republic, including those which are banned for usage on the territory of the Russian Federation. Granozan is an agricultural chemical which contains extremely dangerous substances, was imported into farms in the 70s-80s of the 20th century, and other unsuitable means of plant fertilization in the Kyakhta, Pribaikalsk, Mukhorshibirsky, Ivolginsky and Dzhidinsky areas are stored in abandoned, unstable conditions, which leads to soil contamination and possible contamination of the aquifer. According to laboratory data, soil contamination by highly hazardous pesticides in the areas of the Ivolginsky and Pribaikalsky districts has been documented (Ministry of Natural Resources, 2013).

Also, there is an essential problem in recovery of municipal solid waste in the reason of absence of enterprises which could provide these kind of services in the whole region.

The current situation in the solid waste management is characterized by the rapid formation of hazardous waste volumes, it has become a real threat to the unique ecosystem of lake Baikal and the Baikal natural territory (Ministry of Natural Resources, 2013). Extensive damage to the coastline of lake Baikal is caused by mass tourism. The regulated norms of waste collection in places of people rest does not exist .

The main directions of sanitary cleaning for settlements and places of mass recreation in the ecological zone are construction of waste transfer stations and waste sorting stations, acquisition of modern garbage trucks. This will reduce the cost of transporting waste.

Also, a key solution for protection of soil, water and air in the Baikal natural area is the reduction of harmful chemical and toxic substances. The way of achieving that objectives is the usage of packaging which are made from environmentally friendly materials, in particular, the use of paper bags and textile bags instead of plastic .

Enterprises which engaged in the use of places for mass recreation on the territory of lake Baikal have to provide the following requirements (Ministry of Natural Resources, 2013):

- personnel for cleaning areas for places of mass recreation;
- containers for garbage collection, which should be located on concrete sites with convenient access for a transport;
- contract for the export and disposal of garbage with authorized organizations.

The implementation of new solutions will allow reduction of the environmental load on the natural area of lake Baikal, also it could be a step forward to partially production of secondary raw materials for republic. New solution could be initiated by increasing the number of waste disposal facilities which could reduce transportation costs.

The growing number of unauthorized landfills remains a problem, which, due to the impact of natural precipitation and processes in solid waste, contribute to the pollution of the atmosphere and water supply sources (Ministry of Natural Resources Report, 2013)..

In majority of the settlements of the republic, the issues of collection and removal of solid household waste from residential areas of the private sector have not been resolved. Residents are engaged in self-transportation of waste to local landfills, which are not organized overall (Federal Environment protection Law/89, 2003). When that landfills are located far from populated areas, citizens illegally

store a waste on the banks of water reservoirs, streets and green zone. Therefore, in many residual areas formation of "spontaneous dumps" are occurred.

Waste Management Situation In The Ulan-Ude City

In Ulan-Ude city, the municipal unitary enterprises of the housing and communal services sector perform the function of waste management according to the scheme "apartment - transfer station - landfill". To organize the collection and removal of household waste, the city administration operates 7 bunker trucks and 59 storage bunkers with a capacity of 10 m³, which are installed in the private sector. However, in accordance with the scheme of sanitary cleaning in Ulan-Ude, the need for storage bunkers is 171 units, and for bunker trucks 38 units (Ministry of Natural Resources Report, 2013).

On the territory of Ulan-Ude there is a waste sorting station with a capacity of 80 kt of waste per year. In 2013, on the south-western part of the city, Administration of Ulan-Ude began the construction of a second waste sorting station with a capacity of 40 kt of solid household waste per year (Ministry of Natural Resources Report, 2013).

The greatest amount of toxic waste is generated at large industrial enterprises in Ulan-Ude (Ulan-Ude Aviation Plant, Ulan-Ude Train Maintenance Plant - branch of Russian Railways Company, Ulan-Ude Coal Heat Power Plant-1 (CHPP-1), Ulan-Ude Coal Heat Power Plant-2 (CHPP-2). Industrial waste is located on five authorized sites (Ministry of Natural Resources Report, 2013):

- the site for industrial waste disposal in the settlement of Matrosov is intended for storing of industrial waste from Ulan-Ude Train Maintenance Plant, a branch of OJSC Russian Railways. The area of the site is 7 hectares. The estimated capacity of the site (the abandoned clay pit) is about 1 000 000 m³ ;
- a site for placing industrial waste in the territory of the airfield in Zagorsk is designed for storing toxic liquid industrial waste of OJSC "Ulan-Ude Aviation Plant";
- a site for ash and slag wastes of Ulan-Ude CHPP-1 in Kirzavod. The area of the site is 12 hectares. The estimated capacity of the ash dump is about 150 kt. It is used in the winter, filled every year up to the approximated height of 586 m - with accumulation from 60 to 150 kt, in summer ash and slag are pumped to a permanent slag disposal in the settlement of Taltsy;
- a site for the placement of ash and slag wastes of Ulan-Ude CHPP-1 in the area of Taltsy (permanent ash dump). The area of the site is 102 hectares. The estimated capacity of the ash dump is about 806737 m³ (8560 kt). The first turn of the ash dump with the capacity of 3680

kt is completely filled. The second turn of the ash dump with the capacity of 4880 kt is in operation since 2000. Estimated service life - 13 years;

- a site for ash and slag wastes of Ulan-Ude CHPP-2. The site is 10,3 hectares. The estimated ash disposal capacity is about 394 000 m³ (500 kt). Estimated service life is 3 years. The construction of the ash dump "Crimson Log" with the capacity of 615 kt of ash and slag with an area of 147,2 hectares is under construction.

The presence in the city of five authorized landfills does not solve the problem of industrial waste disposal from enterprises in Ulan-Ude, including toxic waste. Part of the industrial waste is taken to the municipal landfill, also it could be stored in the green zone of the city, which worsens the ecological and sanitary conditions, and reduces the recreational value of urban forests.

Also as a part of MSW management could be include the construction of a waste recovery facility in Ulan-Ude City. This facility provides the phased involvement of solid household waste in recycling.

The second phase of a project provides the creation a number of facilities for recycling commercial part of solid waste, including (Ministry of Natural Resources Report, 2013):

- a unit for recycling highly contaminated waste polyethylene and polypropylene film, solid plastics with a capacity of 600 kg / h;
- a unit for recycling plastic bottles with a capacity of 500 kg / h;
- a unit for the recycling of worn tires with a capacity of 2.5 tonne per hour;
- a waste paper recycling unit (production of ecowools) with a capacity of 1500 kg / h;
- implementation of incineration unit of medical waste, including animal dead bodies, with a capacity of 200 kg / h;
- implementation of unit for the production of polymer-sand products;
- A waste transfer station with a capacity of 20 000 tonne per year in the Kabansk settlement.

As part of the second stage, expanding the existing landfill for increasing the estimated service life to 30 years are also envisaged

Приложение 2

Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители		
	t_{\min} , чел-дни			t_{\max} , чел-дни			, чел-дни					
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Составление и утверждение темы проекта	2	1	2	2	2	5	2	1,4	3,2	Руководител		
Анализ актуальности темы	3	1	3	3	2	5	3	1,4	3,8	Руководител		
Поиск и изучение материала по теме	1	2	2	1	4	5	1	2,8	3,2	Студент		
Выбор направления исследований	1	2	3	3	4	8	1,8	2,8	5	Рук. – студ.		
Календарное планирование работ	3	7	7	5	14	9	5	9,8	7,8	Рук. – студ.		
Изучение литературы по теме	8	9	11	13	18	41	10	11	23	Студент		
Подбор нормативных документов	2	1	1	3	2	11	2,4	1,4	5	Студент		
Составление блок-схем, таблиц	1	1	2	1	2	2	1	1,4	2	Студент		
Проведение лабораторных работ	2	1	2	3	2	4	2,4	1,4	2,8	Рук. – студ.		
Проведение расчетов по теме	1	1	3	1	1	3	1	1	3	Рук. – студ.		
Создание методов решения предложенной проблемы по теме	3	1	1	5	3	4	3,8	1,8	2,2	Студент		
Оценка и анализ предложенных методов	1	1	1	3	3	4	1,8	1,8	2,2	Студент		
Эффективность предложенных методов по решению проблемы	1	2	2	1	2	4	1	2	2	Студент		

Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ						
				март			апрель			
				1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5,4							
2	Анализ актуальности темы	Руководитель	6,5							
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	5,4							
4	Выбор направления исследований	Рук. – студ.	4,2							
5	Календарное планирование работ	Рук. – студ.	6,6							
6	Изучение литературы по теме	Студент	39,1							
7	Подбор нормативных документов	Студент	8,5							
8	Составление блок-схем, таблиц	Студент	3,4							
9	Проведение лабораторных работ	Рук. – студ.	2,4							
10	Проведение расчетов по теме	Рук. – студ.	2,55							
11	Создание методов решения предложенной проблемы по теме	Студент	3,7							
12	Оценка и анализ предложенных методов	Студент	3,7							
13	Эффективность предложенных методов по решению проблемы	Студент	3,4							