

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**
Высшая школа технологии и энергетики
**Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов**

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Выполнение курсовой работы

Методические указания для студентов всех форм обучения
по направлению подготовки:

18.04.02 — Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Составитель
Е. А. Васильева

Санкт-Петербург
2024

Утверждено
на заседании кафедры ООСиРИПР
22.11.2024 г., протокол №4

Рецензент О. А. Шанова

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Технология обращения с твердыми коммунальными отходами» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». В методических указаниях представлен порядок выполнения и оформления курсовых работ. Приведены методики расчета количественных показателей обращения с твердыми коммунальными отходами, даны рекомендации по выбору оборудования и технических решений.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся в магистратуре.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве методических указаний.

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=202016, по паролю.
- Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 28.12.2024 г. Рег. № 5232/24

Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД
198095, СПб., ул. Ивана Черных, 4.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	5
1.1. Алгоритм выполнения курсовой работы	5
1.2. Структура курсовой работы	5
1.3. Оформление курсовой работы	7
2. ВЫПОЛНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ И РАСЧЕТНОЙ ЧАСТЕЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	13
2.1. Выполнение аналитической части курсовой работы	13
2.2. Выполнение расчета количества образующихся ТКО	14
2.3. Выполнение расчета мест накопления ТКО	17
2.4. Выполнение расчета объекта размещения отходов	18
2.5. Выполнение расчета мусоросортировочного комплекса	24
2.6. Выполнение расчета установки по утилизации/обезвреживанию ТКО	26
2.7. Выполнение экономических расчетов	29
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	34
Приложение 1	35
Приложение 2	36
Приложение 3	38
Приложение 4	38
Приложение 5	39
Приложение 6	40
Приложение 7	40

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа является одним из видов учебной работы студента, в которой присутствуют элементы научного исследования.

Основной целью написания курсовых работ является подтверждение готовности студента к самостоятельному научному исследованию.

При написании курсовой работы студент развивает навыки сбора информации в рамках заданной или выбранной темы с использованием научной литературы и иных ресурсов, сортировки и логической систематизации собранной информации, написания оригинального, грамотного, связного и полезного текста с соблюдением необходимых общепринятых норм и стандартов оформления.

Курсовая работа по дисциплине «Технология обращения с твердыми коммунальными отходами» выполняется студентами магистратуры направления подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в третьем семестре. Целью выполнения указанной работы является закрепление полученных в рамках изучения дисциплины знаний и навыков и подтверждение готовности студента к самостоятельному решению профессиональных задач в области обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО).

В рамках написания курсовой работы студент решает следующие задачи:

- идентификация отходов, образующихся на заданных объектах в результате бытового потребления, и определение их принадлежности к ТКО с использованием положений нормативных документов, входящих в государственный кадастр отходов РФ;

- расчет суточных и годовых объемных и массовых нормативов накопления ТКО для единичных объектов образования и групп объектов, относящихся к одной категории;

- выбор условий накопления ТКО в зависимости от их качественных и количественных характеристик и расчет мест накопления ТКО;

- выбор оптимальных условий транспортирования ТКО, расчет потребности в спецтехнике при транспортировании на различные объекты обращения с ТКО и вторичными ресурсами, извлеченными из ТКО;

- изучение технологий проектирования эксплуатации и рекультивации объектов размещения отходов (ОРО), расчет проектной вместимости ОРО;

- изучение технологий обработки утилизации и обезвреживания ТКО, расчет альтернативной схемы обращения с ТКО (обработка и биологическое обезвреживание; обработка и энергетическая утилизация; термическое обезвреживание);

- обоснование предпочтительной схемы обращения с ТКО с учетом приоритета предотвращения, снижения или ликвидации воздействия отходов на окружающую среду и экономических аспектов.

1. ВЫПОЛНЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1.1. Алгоритм выполнения курсовой работы

Тематика курсовой работы связана с совершенствованием порядка обращения с твердыми коммунальными отходами. Курсовая работа выполняется в несколько этапов на протяжении всего семестра. Защита курсовой работы проходит в присутствии комиссии на зачетной неделе. К защите допускаются только работы, чье соответствие требованиям к оформлению и содержанию подтверждено руководителем студента, выполнившего курсовую работу.

Можно выделить следующие основные этапы выполнения курсовой работы:

1. Получение и согласование задания (первая учебная неделя семестра).
2. Выполнение методологической части.
3. Проведение расчетов.
4. Анализ полученных результатов и выбор решений.
5. Оформление курсовой работы.
6. Проверка курсовой работы руководителем и выставление замечаний.
7. Корректировка курсовой работы, повторная проверка руководителем и допуск к защите.
8. Защита курсовой работы (последняя учебная неделя семестра, до начала экзаменационной сессии).

Студент обязан соблюдать временные рамки выполнения курсовой работы.

1.2. Структура курсовой работы

Курсовая работа должна соответствовать заданной теме, быть выполнена на ПК и сдана в печатном виде в установленные сроки. По согласованию с руководителем допускается предварительная отправка курсовой работы на проверку в электронном виде через электронные образовательные платформы или почтовые сервисы.

Курсовая работа состоит из аналитической и расчетной частей. Объем курсовой работы – от 20 до 50 страниц машинописного текста формата А4.

При оформлении курсовой работы необходимо руководствоваться следующими требованиями: четкость построения и логическая последовательность изложения материала, краткость и точность формулировок, конкретность в изложении результатов работы, верификация использованной информации.

Курсовая работа включает следующие основные разделы и подразделы:

Титульный лист.

Задание.

Содержание.

Введение.

1. Аналитическая часть.

1.1. Общие сведения о ТКО.

1.2. Нормативные требования при обращении с ТКО.

1.3. Этапы обращения с ТКО.

2. Расчетная часть.

2.1. Расчет количества образующихся ТКО.

2.2. Расчет мест накопления ТКО.

2.3. Расчет вместимости ОРО.

2.4. Расчет мусоросортировочного комплекса (кроме случаев, когда в задании указано термическое обезвреживание ТКО).

2.5. Расчет установки по утилизации/обезвреживанию ТКО.

2.7. Экономический расчет.

3. Выводы и рекомендации.

Список источников.

Приложения (не обязательно).

Титульный лист оформляется по образцу (Приложение 1), его подписывают студент и руководитель курсовой работы.

На титульном листе указывается действующее наименование органа исполнительной власти РФ, осуществляющего функции по нормативно-правовому регулированию в сфере высшего образования в соответствии с федеральным или региональным законодательством. Названия вуза и его структурных подразделений (института, кафедры) должны соответствовать сведениям, приведенным в Уставе. Название курсовой работы должно точно соответствовать названию, указанному в задании.

Задание выдается руководителем курсовой работы и является неотъемлемой частью курсовой работы. Шаблон задания приведен в Приложении 2.

В *содержании* перечисляют все разделы и подразделы курсовой работы, следующие после содержания, а также каждое Приложение с указанием номера страницы, на котором оно начинается.

Например:

Введение	4
1. Аналитическая часть.....	5
1.1. Общие сведения о ТКО.....	5
1.2. Нормативные требования при обращении с ТКО.....	7
1.3. Этапы обращения с ТКО.....	9

Во *введении* кратко характеризуется современное состояние обращения с ТКО и вторичными ресурсами с экологической точки зрения, формулируется актуальность заданной темы. Также четко обозначаются цели и задачи курсовой работы. Объем введения должен составлять 1–2 страницы.

В *выводах и рекомендациях* указываются результаты курсовой работы, формулируются обобщенные заключения и рекомендации, возможные перспективы применения результатов на практике.

Список источников должен включать перечень изученных и использованных источников информации: литературу на бумажных носителях и электронные источники информации (статьи, книги, отчеты, нормативные документы, видео и аудиофайлы и т. п.). Список источников позволяет судить о степени изученности проблемы и наличии у обучающегося навыков самостоятельной работы с информацией. Список источников должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018 или заменяющим его стандартом.

В *Приложения* включаются связанные с курсовой работой материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть внесены в основную часть: справочные материалы, объемные таблицы данных, технологические схемы, иллюстрации вспомогательного характера и иные материалы, используемые в процессе выполнения работы.

1.3. Оформление курсовой работы

Курсовая работа оформляется в виде печатного текста, подготовленного на персональном компьютере с помощью текстового редактора. Курсовая работа должна быть отпечатана на принтере на листах формата А4. Печать производится с одной стороны листа.

Параметры страницы: правое поле – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое (для сшивания работы) – 30 мм; ориентация книжная (альбомная ориентация допускается только для таблиц и схем Приложений).

Параметры текста:

- шрифт – Times New Roman;
- цвет шрифта – черный;
- кегль (размер шрифта) – 14 пт;
- интервал (между буквами) – обычный;
- смещение – нет (кроме химических и математических формул и единиц измерения);
- межстрочный интервал – 1,5 строки;
- интервалы перед/после абзаца – 0 пт;
- абзац (отступ первой строки – «красная» строка) – 1,25;
- табуляция (если используется) – 1,25;

Указанные выше требования в основном распространяются и на стили заголовков. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных элементах работы (названиях разделов, графического материала, в строке заголовков таблиц и др.). Акцентирование внимания может заключаться в изменении начертания (**полужирное**, *курсив*) или видоизменении шрифта (ПРОПИСНЫЕ БУКВЫ).

Страницы курсовой работы нумеруются арабскими цифрами в нижнем правом углу с использованием сквозной нумерации по всему тексту. Титульный лист и задание не нумеруются, но включаются в общую нумерацию страниц. Приложения также включаются в общую нумерацию страниц. Каждый лист формата А3 (если присутствует в приложениях) учитывается как одна страница.

Наименования всех структурных элементов курсовой работы (оглавление, введение, названия разделов, выводы, список литературы) записываются в виде заголовков прописными (заглавными) буквами по центру страницы без подчеркивания (шрифт 14, жирный). Заголовки подразделов – с заглавной буквы строчными буквами, также располагаются по центру страницы. Названия разделов и подразделов должны быть по возможности краткими. Пояснения, заключенные в скобки, в заглавиях не допускаются. Переносы слов, а также отрыв предлога или союза от относящегося к нему слова в заголовках не допускаются. Если заголовок требуется перенести на следующую строку, то не рекомендуется разбивать устойчивые словосочетания. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Точки в конце названий разделов и подразделов не ставятся. Оформление заголовков в тексте работы и в оглавлении должно быть одинаковое (шрифт, выделения).

Названия разделов основной части курсовой работы должны иметь порядковые номера. Нумерация сквозная арабскими цифрами, после номера ставится точка. Например:

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТХОДОВ

Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. Например:

2.1. Идентификация отхода по ГКО

Разделы основной части курсовой работы рекомендуется начинать с нового листа, подразделы располагаются в тексте работы и отделяются от предшествующего текста одной пустой строкой.

При ссылках на структурную часть текста указываются номера разделов, подразделов, пунктов, подпунктов, перечислений, графического материала, формул, таблиц, приложений, а также графы и строки таблиц. При ссылках следует писать: «... в соответствии с разделом 2 настоящей курсовой работы», «... отражено на рис. 2.1», «(рис. 2.1)», «в таблице 2.1 представлен...», «табл. 2.4», «... приведена в Приложении 1» и т. п.

Цитаты воспроизводятся в тексте с соблюдением всех правил цитирования (соразмерная кратность цитаты, точность цитирования). Цитируемая информация заключается в кавычки.

Цифровой (графический) материал, как правило, оформляется в виде таблиц, графиков, диаграмм, иллюстраций и имеет по тексту отдельную

сквозную нумерацию для каждого вида материала или нумерацию в пределах разделов, выполненную арабскими цифрами.

Материалы, в зависимости от их размера, помещаются сразу под текстом, в котором впервые дается ссылка на них, или на следующей странице. Допускается цветное оформление материалов.

Табличный материал располагается в тексте работы непосредственно после текста, в котором он упоминается, или на следующей странице. Номер таблицы указывается над таблицей, затем через тире печатается название таблицы без точки в конце с выравниванием по правому краю. Нумерация сквозная или в пределах разделов. Ниже по центру сама таблица. Строку заголовков («шапку») в таблице рекомендуется выделять полужирным шрифтом.

Пример оформления таблицы приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Ориентировочный состав «хвостов» сортировки ТКО

Компонент	Содержание компонента в «хвосте» сортировки, %
Пищевые отходы	50
Бумага, картон	40
Текстиль	10

Если таблица составлена на основании собственных исследований, это обязательно следует указать в примечании сразу после таблицы. Если же она заимствована из каких-либо источников, то необходимо сделать ссылку в тексте на источник информации. Например, «Ориентировочный состав твердых коммунальных отходов, образующихся на объектах данной категории, приведен в таблице 1.1 [30]». Оставлять ячейки таблицы пустыми не допускается, при отсутствии сведений в ячейке ставятся прочерки.

При переносе части таблицы на другую страницу строку заголовков таблицы следует повторить и над ней поместить слова: «Окончание табл. 1.1» с выравниванием по правому краю. Название таблицы не повторяется. Когда таблица располагается на более чем двух страницах, на всех страницах кроме первой и последней перед таблицей следует писать «Продолжение табл. 1.1» с выравниванием по правому краю.

Если шапка таблицы громоздкая (многоуровневая), необходимо пронумеровать графы и при переносе на следующую страницу повторять в строке заголовков только их нумерацию. В таблицах допускается применение размера шрифта 11–12 пт и одинарного межстрочного интервала. Абзац (отступ первой строки) в таблице – 0. В строке заголовков таблицы рекомендуется использовать выравнивание по центру.

Стиль оформления таблиц на протяжении всей работы должен быть единым. Использование фотографий или скриншотов таблиц в курсовой работе не допускается.

Весь остальной иллюстративный материал (графики, схемы, диаграммы, фотографии, карты и т. п.) обозначаются в работе как рисунки.

Рисунок располагается в тексте работы непосредственно после текста, в котором он упоминается, или на следующей странице.

Выравнивание рисунка – по центру листа. Рисунки нумеруются и подписываются снизу под изображением по центру и имеют свою сквозную нумерацию или нумерацию в пределах разделов арабскими цифрами в формате: «Рис. 1.1. Название рисунка» (без кавычек и точки в конце). Если в схеме есть обозначения элементов цифрами или буквами, то приводится расшифровка условных обозначений с новой строки.

Пример оформления рисунков приведен на рисунке 1.1.

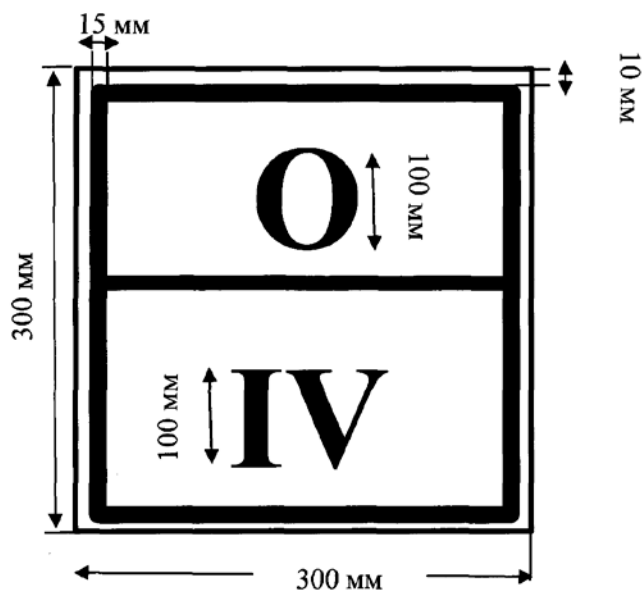


Рис. 1.1. Пример маркировки спецтранспорта, перевозящего ТКО IV класса опасности:

O – отход; IV – класс опасности отхода

Название и подпись рисунка не переносятся на следующую страницу относительно рисунка. При расположении графического материала в работе следует избегать большого пустого пространства в тексте. Если таблица или рисунок не помещается полностью на листе и при переносе его на следующую страницу образуется пустое пространство на листе, то следует либо изменить размеры графического материала (уменьшить, увеличить), либо (перенеся материал на следующую страницу) заполнить пустое пространство текстовой частью работы. При этом сам рисунок должен оставаться четким, а все подписи и обозначения на нем разборчивыми.

Формулы обычно располагаются отдельными строками по центру листа. Формулы химических веществ могут быть приведены внутри текстовых строк.

Набор формул должен быть по всему изданию единообразным в отношении применяемых шрифтов, знаков, индексов и линеек. Все формулы следует нумеровать, на них должны быть отсылки в предшествующем или последующем тексте. Порядковые номера формул обозначают арабскими

цифрами в круглых скобках по правому краю страницы, без отточия от формулы к ее номеру. Нумерация формул сквозная или в пределах разделов.

При ссылках на какую-либо формулу ее номер ставят точно в той же графической форме, что и после формулы, т. е. арабскими цифрами в круглых скобках. Например: «...в формуле (3.7)»; «...из уравнения (2.5) следует...» и т. п.

В формулах при необходимости могут быть использованы надстрочные и подстрочные смещения, например, при написании формул химических веществ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), математических формул или единиц измерения (м^3 , 10^{-6}). При оформлении формул рекомендуется использовать редактор формул, встроенный или совместимый с используемым текстовым редактором.

В курсовой работе используются только общепринятые сокращения и аббревиатуры. Первое упоминание аббревиатуры или сокращения в тексте приводят в круглых скобках после полностью написанного наименования. В дальнейшем указанная аббревиатура употребляется без расшифровки. Например: «Отходы I класса опасности для окружающей среды (ОС) называются чрезвычайно опасными. Период восстановления ОС отсутствует». Сокращение должно оканчиваться на согласную и иметь точку (и т. д. – и так далее; и др. – и другие; г. – год; гг. – годы).

Исключение составляют единицы измерений, которые приводятся в тексте в общепринятой сокращенной форме без точки в конце (мкг; с; МДж/м³; кВт/(м²·год); г/с и др.). В курсовой работе следует применять только единицы физических величин Международной системы единиц СИ. Наименования, обозначения и правила применения физических величин должны соответствовать ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

Если в работе принята особая система сокращений слов, наименований, то перечень принятых сокращений должен быть приведен в структурном элементе «Обозначения и сокращения» после раздела «Содержание».

В курсовой работе обязательно должны быть ссылки на источники использованной информации (в том числе электронные ресурсы). Ссылки на источники не выделяются ни шрифтом, ни размером и располагаются в тексте работы. Ссылка может быть как на цитату, так и на заимствованный, но переработанный студентом текст из информационного источника. Ссылка является указанием на номер источника в списке использованной литературы. Источники информации нумеруются в порядке использования информации из них в тексте курсовой работы.

Ссылка оформляется в квадратные скобки в тексте работы. Если в ссылке источников несколько, то они отделяются запятой, при использовании нескольких источников, следующих в списке подряд, можно использовать знак диапазона. Например: [2], [4, 15], [15–17]. Ссылки на источники ставятся в конце предложения. Точка ставится после ссылки на источник информации (исключение – ссылка после названия таблицы).

Список источников располагается после выводов и рекомендаций. В качестве заглавия раздела используется «Список источников» или «Библиографический список». Оформляется заголовок также, как и названия основных частей работы – с новой страницы, сверху по центру прописными буквами.

Библиографическое описание содержит сведения об использованном документе, приведенные по правилам, прописанным в ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Список источников содержит сведения обо всех литературных, электронных и нормативных источниках, используемых при написании курсовой работы. Не включаются в список неопубликованные материалы – конспекты лекций, отчеты, справки, планы работ, презентации и т. п.

Описания источников информации включаются в список в порядке использования информации из них в тексте курсовой работы. Список имеет сквозную нумерацию, несмотря на представленные в нем (блоки) группы источников одного вида.

При использовании в качестве источников информации нормативных документов обязательное требование – актуальность. Все федеральные законы, постановления, приказы, нормативные акты должны быть оформлены с указанием последних принятых редакций этих документов.

Особое внимание следует обратить на написание дат в описании документов (даты принятия документов, редакций): формат дат необходимо выдерживать в едином стиле. Например, для всех документов 01.09.2013, или 1 сентября 2013 года, или 1.9.2013 г.

Следует обратить особое внимание на источники, в которых нормативные документы были опубликованы. Источники опубликования должны быть официальными или иметь высокую степень надежности. Правовые базы данных (БД) «КонсультантПлюс», «Гарант» не признаны официальными источниками опубликования документов, но имеют очень высокую степень актуальности. Источники пополнения этих БД являются официальными (федеральные и региональные СМИ, официальный интернет-портал правовой информации, сайты государственных органов). Не рекомендуется использовать интернет-ресурсы, размещающие различную правовую информацию, так как актуальность и достоверность такой информации не всегда возможно проверить.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ И РАСЧЕТНОЙ ЧАСТЕЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Выполнение аналитической части курсовой работы

Раздел курсовой работы «Аналитическая часть» включает актуальную на момент написания курсовой работы информацию о предмете изучения (твердых коммунальных отходах).

В подразделе «Общие сведения о ТКО» в рамках связного описательного текста должны быть приведены определения основных понятий «твердые коммунальные отходы», «отходы от использования товаров», «вторичные ресурсы», «региональный оператор по обращению с ТКО» и «оператор по обращению с отходами». Определения приводятся со ссылками на действующие нормативно-правовые акты: федеральные законы, постановления правительства, приказы, распоряжения и др.

В подразделе также необходимо кратко описать порядок идентификации ТКО, привести информацию о составе и свойствах ТКО. Рекомендуется также написать о количественных характеристиках образования ТКО в России и заданном регионе.

В подразделе «Нормативные требования при обращении с ТКО» следует привести информацию об обязанностях физических и юридических лиц – образователей ТКО, полномочиях надзорных и контролирующих организаций, органов местного самоуправления и др. Целесообразно начинать описание требований с перечисления задач и вызовов в области обращения с ТКО, сформулированных на национальном уровне. Например, среди национальных целей развития отрасли обращения с ТКО указывается необходимость к 2030 году обеспечить сортировку 100 % ТКО, снизить объем их захоронения в 2 раза, увеличив при этом на 50 % долю утилизируемых отходов. В рамках описания инструментов, применяемых для решения задач, рекомендуется более подробно описать процедуру нормирования и учета ТКО.

Обращение с твердыми коммунальными отходами на территории субъекта Российской Федерации обеспечивается региональными операторами в соответствии с региональной программой в области обращения с отходами, и территориальной схемой обращения с отходами на основании договоров на оказание услуг по обращению с ТКО, заключенных с потребителями услуги.

В подразделе «Этапы обращения с ТКО» рекомендуется перечислить этапы обращения с ТКО в иерархическом порядке, а также дать определения понятий «накопление», «сбор», «транспортирование», «обработка», «энергетическая утилизация», «обезвреживание», «захоронение» применительно к отходам потребления. Следует дать краткое описание каждого из этапов обращения с ТКО. Для этапов сбора и накопления целесообразно привести сравнение неселективного подхода, дуального и многопоточного. При описании этапа транспортирования необходимо учитывать актуальные

положения о территориальной схеме обращения с отходами, в частности, о формировании маршрутов первого и второго плеча.

Наибольшее внимание следует уделить описанию этапа обработки ТКО, их обогащения с целью получения вторичных материальных ресурсов (ВМР). Описание процесса обработки должно содержать текстовые сведения о применяемых процессах и аппаратах сортировки ТКО, а также графические материалы, например: схемы установок, блок-схемы и/или схемы ключевых аппаратов.

Часть подраздела, посвященная энергетической утилизации ТКО, должна содержать объяснение понятия «вторичные энергетические ресурсы» (ВЭР) и анализ энергетических характеристик ТКО в сравнении с характеристиками заменяемых видов топлива. Также следует кратко описать применяемые технологии W2E (waste to energy).

Также могут быть описаны иные методы утилизации ТКО: производство RDF-топлива, компоста, биогаза и т. п. Описание этапов утилизации и обезвреживания ТКО следует начинать с классификации методов.

Размещение ТКО до сих пор остается самым распространенным направлением обращения с ними. Описание этапа захоронения ТКО целесообразно начинать с раскрытия понятий «объект размещения отходов» (ОРО), «объект захоронения отходов» и «объект накопленного вреда». Далее последовательно приводится краткая информация о стадиях жизненного цикла ОРО для ТКО: проектировании, вводе в эксплуатацию и эксплуатации, реконструкции и ликвидации ОРО, мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды.

Важно сопроводить описание методов обработки, утилизации, обезвреживания и размещения ТКО выводами об их положительных и отрицательных сторонах.

2.2. Выполнение расчета количества образующихся ТКО

Расчет начинается с изучения заданных источников образования отходов – собственников твердых коммунальных отходов, являющихся потребителями услуг регионального оператора.

Источник образования отходов – объект капитального строительства или другой объект, а также их совокупность, объединенные единым назначением и (или) неразрывно связанные физически или технологически и расположенные в пределах одного или нескольких земельных участков, на которых образуются отходы.

Потребителей услуг регоператора по обращению с ТКО необходимо классифицировать в соответствии с текущими нормативными требованиями. Наиболее укрупненная классификация подразделяет потребителей на категории объектов жилого фонда и категории объектов общественного фонда. Для каждой категории объектов накопления ТКО установлены расчетные единицы, в отношении которых устанавливается норматив накопления ТКО.

Нормативы накопления определяются в количественных показателях объема и (или) массы в годовом выражении на одну расчетную единицу:

1) для категорий потребителей: объектов жилого фонда – м³/год и (или) кг/год на 1 человека, постоянно и временно проживающего в жилом помещении, или м³/год и (или) кг/год на 1 м² общей площади жилого помещения;

2) для категорий потребителей: объектов общественного фонда – м³/год и (или) кг/год на 1 м² общей площади зданий, строений, сооружений, нежилых помещений, земельных участков, территорий, которыми владеют потребители.

Нормативы накопления ТКО могут устанавливаться в отношении:

1) территорий субъекта Российской Федерации, в том числе зон деятельности региональных операторов по обращению с отходами;

2) категорий потребителей услуги по обращению с отходами;

3) видов или групп однородных отходов.

Установление нормативов накопления ТКО в Санкт-Петербурге входит в перечень полномочий «Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности». Установление нормативов накопления ТКО в Ленинградской области входит в перечень полномочий «Управления Ленинградской области по организации и контролю деятельности по обращению с отходами».

Расчет валовых нормативов накопления ТКО для совокупности заданных объектов выполняется по формулам:

$$M_{\text{ТКО}} = \sum(M_{\text{ТКО}i} \cdot n_i), \text{ т/год},$$

где $M_{\text{ТКО}i}$ – валовый массовый норматив накопления ТКО для объекта образования отходов, относящегося к i -й категории потребителей, т/год;

n_i – количество идентичных по характеристикам объектов образования ТКО, относящихся к i -й категории потребителей.

$$V_{\text{ТКО}} = \sum(V_{\text{ТКО}i} \cdot n_i), \text{ м}^3/\text{год},$$

где $V_{\text{ТКО}i}$ – валовый объемный норматив накопления ТКО для i -го объекта образования отходов, м³/год.

Валовые нормативы накопления ТКО для индивидуальных объектов образования отходов, относящихся к i -й категории потребителей, рассчитываются по общей формуле:

$$M_{\text{ТКО}i} = N_i \cdot H_{im}, \text{ т/год},$$

где N_i – количество расчетных единиц, установленных в качестве основных для i -й категории потребителей (жители, сотрудники, м² и др.);

H_{im} – массовый норматив накопления ТКО на одну расчетную единицу в год для объекта образования отходов, относящегося к i -й категории потребителей, т/(р.ед. · год).

$$V_{\text{ТКО}i} = N_i \cdot H_{iv}, \text{ м}^3/\text{год},$$

где H_{iv} – объемный норматив накопления ТКО на одну расчетную единицу в год для объекта образования отходов, относящегося к i -й категории потребителей, м³/(р.ед. · год).

Если в нормативной документации отсутствует норматив накопления ТКО для объектов заданной категории потребителей, может быть использован норматив для категории с аналогичными условиями образования ТКО.

Если в нормативной документации нормативы накопления ТКО даны только в массовых или только в объемных единицах, для их пересчета могут быть использованы значения плотностей, характерные для соответствующей категории потребителей услуг по обращению с ТКО. Плотности указаны в Приложении 3 настоящих методических указаний или принимаются по данным с официального информационного ресурса регионального оператора.

При расчете нормативов накопления для потребителей с сезонным или сокращенным периодом работы нужно использовать поправку на режим работы, которая вычисляется как отношение продолжительности рабочего периода в сутках к продолжительности календарного года.

При переводе значений валовых нормативов накопления ТКО в суточные используется продолжительность рабочего периода объекта, выраженная в сут/год.

Также при расчете нормативов можно использовать информацию из раздела 1.2 [1]. В расчете следует использовать расчетные единицы и нормативы накопления ТКО для категорий потребителей, актуальные на момент написания курсовой работы для заданного территориального расположения объектов.

Идентификация ТКО по видам осуществляется с использованием Федерального классификационного каталога отходов (ФККО), действующего на момент выполнения курсовой работы. В рамках идентификации ТКО каждому отходу присваивается наименование и код по ФККО.

Результаты расчета нормативов накопления ТКО для заданных объектов, расположенных на заданной территории, сводятся в таблицу. Пример оформления результатов приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Сводная таблица результатов идентификации и расчета нормативов накопления отходов

Наименование объекта образования отхода	Наименование отхода по ФККО / код по ФККО	Годовые нормативы накопления				Суточные нормативы накопления			
		от одного объекта		от группы объектов		от одного объекта		от группы объектов	
		т/год	м ³ /год	т/год	м ³ /год	т/сут	м ³ /сут	т/сут	м ³ /сут
Многokвартирные жилые дома	отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные) / 7 31 110 01 72 4

Окончание табл. 2.1.

Наименование объекта образования отхода	Наименование отхода по ФККО / код по ФККО	Годовые нормативы накопления				Суточные нормативы накопления			
		от одного объекта		от группы объектов		от одного объекта		от группы объектов	
		т/год	м ³ /год	т/год	м ³ /год	т/сут	м ³ /сут	т/сут	м ³ /сут
.....
.....
ИТОГО:		-	-	-	-

В итоговой строке таблицы указывается сумма всех отходов, являющихся и относящихся к ТКО. В пояснениях к таблице указывается, сколько ТКО образуется от объектов жилого фонда; от объектов общественного фонда, в т. ч. отдельно от территорий автомобильных дорог, подлежащих уборке, и от кладбищ и колумбариев.

2.3. Выполнение расчета мест накопления ТКО

Место накопления твердых коммунальных отходов, обустроенное в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды и в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, предназначенное для размещения контейнеров и бункеров для складирования потребителями ТКО, называется контейнерной площадкой.

Контейнером называется мусоросборник, предназначенный для складирования ТКО, за исключением крупногабаритных отходов, бункером – мусоросборник, предназначенный для складирования крупногабаритных ТКО.

Складирование ТКО осуществляется следующими способами:

- а) в контейнеры, расположенные в мусороприемных камерах (при наличии соответствующей внутридомовой инженерной системы);
- б) в контейнеры, бункеры, расположенные на контейнерных площадках;
- в) в пакеты или другие емкости, предоставленные региональным оператором.

В случаях, установленных законодательством субъекта Российской Федерации, потребители обязаны осуществлять разделение твердых коммунальных отходов по видам отходов и их селективное накопление в отдельных контейнерах по видам.

Для накопления ТКО могут быть выбраны сменяемые и несменяемые контейнеры. К несменяемым относятся передвижные евроконтейнеры и стандартные контейнеры малого и среднего объема (не более 6-8 м³), а также стационарные сборники, включающие приемник и накопитель. Приемник находится на поверхности, а накопитель (контейнер, биг-бэж и т. п.) – заглублен под землю. Несменяемые мусоросборники опорожняются на контейнерной площадке в кузов мусоровоза. К сменяемым относятся бункеры-лодочки, пухто и иные мусоросборники большой вместимости (более 6 м³). Сменяемые

мусоросборники после наполнения вывозятся с контейнерной площадки мусоровозами, взамен устанавливаются аналогичные пустые контейнеры.

Расчет мест накопления ТКО сводится к определению требуемой вместимости мусоросборников и выбору их оптимальных конфигураций и количества. Также необходимо определить минимальные площади контейнерных площадок.

При расчете учитываются:

- площадь территории, предназначенной для накопления ТКО;
- наличие селективного накопления отходов;
- суточное и валовое количество накапливаемых ТКО;
- сроки предельного накопления ТКО;
- климатические условия.

Кроме того, конфигурация мусоросборника зависит от состояния дорог (допустимой нагрузки на дорожное полотно), плеча вывоза (чем больше плечо, тем выгоднее установка больших контейнеров), принятой схемы обращения с ТКО (наличия в схеме перегрузочных станций, мусоросортировочных заводов) и имеющейся в наличии техники для вывоза отходов.

Расчет выполняется по формулам, приведенным в разделе 2.2 [1].

Модели и технические характеристики контейнеров и бункеров приведены в Приложении 4 настоящих методических указаний, но студент может использовать и другие источники информации с указанием ссылки на них.

Результаты расчета рекомендуется оформлять в табличном виде. Таблица должна включать наименование объекта образования отхода; наименование отхода; максимальную продолжительность накопления; количество накопителей для ТКО на 1 объект образования (рекомендуется поделить на два столбика: объем сборника, количество сборников); количество накопителей на все объекты категории (поделить на два столбика: объем сборника, количество сборников); примечание (в этом столбике следует привести описание сборников: модель, количество люков, наличие крышки, сменяемость и др.).

Под таблицей должен быть приведен обобщенный вывод.

2.4. Выполнение расчета объекта размещения отходов

Расчет начинается с описания этапа транспортирования ТКО к объекту размещения. Рассматривается только маршрут транспортирования первого плеча.

Расчетные величины массы твердых коммунальных отходов, протяженности маршрутов и работы по транспортированию твердых коммунальных отходов определяются по зонам деятельности региональных операторов отдельно для транспортирования отходов первого плеча и второго плеча на основе сведений региональных операторов и операторов объектов.

Расчет заключается в выборе транспорта и спецтехники, пригодных для удаления, сбора и (или) транспортирования ТКО от контейнерных площадок до

объекта размещения ТКО (ОР ТКО), и расчете требуемого количества выбранной техники.

Упрощенно количество мусоровозов может быть рассчитано исходя из суточного количества рейсов, необходимого для вывоза всех ТКО. Упрощенный расчет применим для мусоровозов с однородными техническими характеристиками навесного оборудования и шасси при погрузке ТКО из несменяемых сборников.

Суточное количество рейсов для мусоровозов-компакторов вычисляется по грузоподъемности, для мусоровозов без функции уплотнения (прессования) – по емкости техники и округляется до целого значения в большую сторону:

$$n_{\text{сут}} = M_{\text{сут}} / b_j, \text{ сут}^{-1},$$

где $M_{\text{сут}}$ – количество ТКО, которое необходимо транспортировать в сутки, т/сут (или $\text{м}^3/\text{сут}$);

b_j – производительность (грузоподъемность или емкость) j -й единицы техники, используемой для транспортирования ТКО, т (или м^3).

При расчете по объемному нормативу накопления ТКО необходимо проверить, что грузоподъемность мусоровоза не будет превышена.

При расчете количества рейсов уточняется количество задействованных в транспортировании единиц техники с учетом максимального количества рейсов одного мусоровоза в сутки:

$$K_{\text{МВ}} = n_{\text{сут}} / (n_0 \cdot k_{\text{исп}}),$$

где n_0 – максимальное количество рейсов в сутки для одного мусоровоза, сут^{-1} ;

$k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования мусоровозов в парке, варьируется в интервале 0,7–0,9.

$K_{\text{МВ}}$ также округляется до целого значения в большую сторону.

Марки, модели и технические характеристики спецтехники приведены в Приложении 5 настоящих методических указаний, но студент может использовать и другие источники информации с указанием ссылки на них.

Расчет ОР ТКО необходимо начинать с описания его структуры. Полигоны ТКО классифицируют по способу размещения отходов на картные (размещение отходов на рабочие карты) и траншейные (размещение отходов в траншеи). В настоящей курсовой работе предусмотрено картное захоронение ТКО на объекте. Минимальный набор объектов, которые необходимо предусмотреть на территории ОР ТКО, включает: КПП и зону радиационного контроля и регистрации поступающих отходов; дезинфекционные ванны; административно-хозяйственное здание; технический блок; пожарный водоем; площадку под кавальер грунта для изолирующих слоев; площадку для захоронения ТКО, разделенную на очереди складирования с указанием последовательности заполнения рабочих карт; кольцевой канал; ограждение; зона зеленых насаждений.

Зона зеленых насаждений должна быть 5–8 м шириной. Кольцевой канал выполняет функцию сбора дождевых и паводковых вод с расположенных выше земельных участков. На расстоянии 1–2 м от канала располагается ограждение

высотой не менее 1,8 м. На выезде с территории полигона должна быть установлена дезинфицирующая ванна размером 8х3х0,3 м для дезинфекции колес выезжающего транспорта.

Количество очередей складирования студент определяет самостоятельно. Каждая очередь складирования разбивается на рабочие карты – участки шириной 5 м и длиной 30–150 м, на которых поэтапно осуществляются работы по выгрузке, укладке, уплотнению и изоляции ТКО. Прибывающие на полигон мусоровозы разгружаются у рабочей карты. Перед рабочей картой организуется временная площадка разгрузки мусоровозов, которая разбивается на два участка.

Расчет ОР ТКО включает два этапа:

- 1) определение проектной вместимости ОР ТКО;
- 2) расчет фактической вместимости ОР ТКО.

Проектная вместимость полигона на расчетный срок эксплуатации определяется по формуле:

$$V_{\text{п}} = \frac{(M_{\text{ТКО}} + M_{\text{ТКО}} \cdot 1,05^T)}{2 \cdot \bar{\rho}_{\text{ТКО}}} \cdot T \cdot \frac{k_2}{k_1}, \text{ м}^3,$$

где $M_{\text{ТКО}}$ – среднегодовое количество ТКО, планируемое к размещению на ОРО в первый год эксплуатации полигона, т/год;

T – расчетный срок эксплуатации полигона, лет;

1,05 – коэффициент, учитывающий среднегодовой прирост объемов ТКО до 5 %;

$\bar{\rho}_{\text{ТКО}}$ – средняя плотность уплотненных ТКО, выгружаемых на ОРО, т/м³;

k_1 и k_2 – коэффициенты, учитывающие уплотнение ТКО и изоляцию ТКО за весь срок эксплуатации полигона (табл. 2.2 и 2.3).

Таблица 2.2 – Коэффициент уплотнения ТКО

Масса бульдозера/катка, т	Полная проектируемая высота полигона, м	Коэффициент уплотнения, k_1
3–6	20–30	3
12–14	менее 10	3,7
12–14	20–40	5
20–22	более 50	4,5

Примечание: Значения приведены при соблюдении послойного уплотнения ТКО, оседания в течение 5 лет и плотности ТКО в местах сбора 0,2 т/м³.

Таблица 2.3 – Коэффициент, учитывающий объем изолирующих слоев грунта

Высота полигона, м	5,25	7,5	9,75	12-15	16-39	40-50	> 50
Коэффициент, учитывающий объем изолирующих слоев грунта, k_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,2	1,18	1,16

Примечание: Значения приведены при обеспечении толщины изолирующего слоя 0,25 м.

При работах по промежуточной и окончательной изоляции полностью за счет грунта, разрабатываемого в основании полигона, $k_2 = 1$.

Проектная (теоретическая) площадь участка под складирование отходов составляет:

$$S_{\text{ТКО}} = \frac{k_3 \cdot V_{\text{п}}}{h_{\text{п}}}, \text{ м}^2,$$

где k_3 – коэффициент учета внешних откосов. При заложении откосов 1:4, $k_3 = 3$;

$h_{\text{п}}$ – полная проектируемая высота полигона, м. Обычно составляет не более 50 м.

Требуемая площадь территории для размещения полигона:

$$S = k_4 \cdot S_{\text{ТКО}} + S_{\text{хоз}} + S_{\text{кав}}, \text{ м}^2,$$

где k_4 – коэффициент учета зеленой полосы и полосы вокруг участка складирования, $k_4 = 1,1$;

$S_{\text{хоз}}$ – площадь под хозяйственные и иные нужды, м^2 ;

$S_{\text{кав}}$ – площадь под кавальеры грунта, м.

Для расчета фактической вместимости полигона площадка складирования отходов разбивается на несколько (m) равных участков – очередей эксплуатации. Обычно $m = 2-4$. Расчет выполняется по очередям эксплуатации.

Для каждой очереди эксплуатации необходимо определить основные геометрические характеристики: длину, ширину и высоту очереди складирования, глубину котлована (рис. 2.1). Основные эксплуатационные характеристики: вместимость очереди и обеспеченность изолирующим материалом.

Фактическая высота полигона:

$$h_{\text{ф}} = (Ш_{\text{п}} / k_5) - \Delta h, \text{ м},$$

где $Ш_{\text{п}}$ – ширина площадки складирования (очереди), м;

k_5 – коэффициент заложения откосов. Обычно для устойчивости насыпи принимают двойное заложение откосов ($k_5 = 4 \cdot 2 = 8$);

Δh – снижение высоты полигона для обеспечения плоской верхней площадки, м.

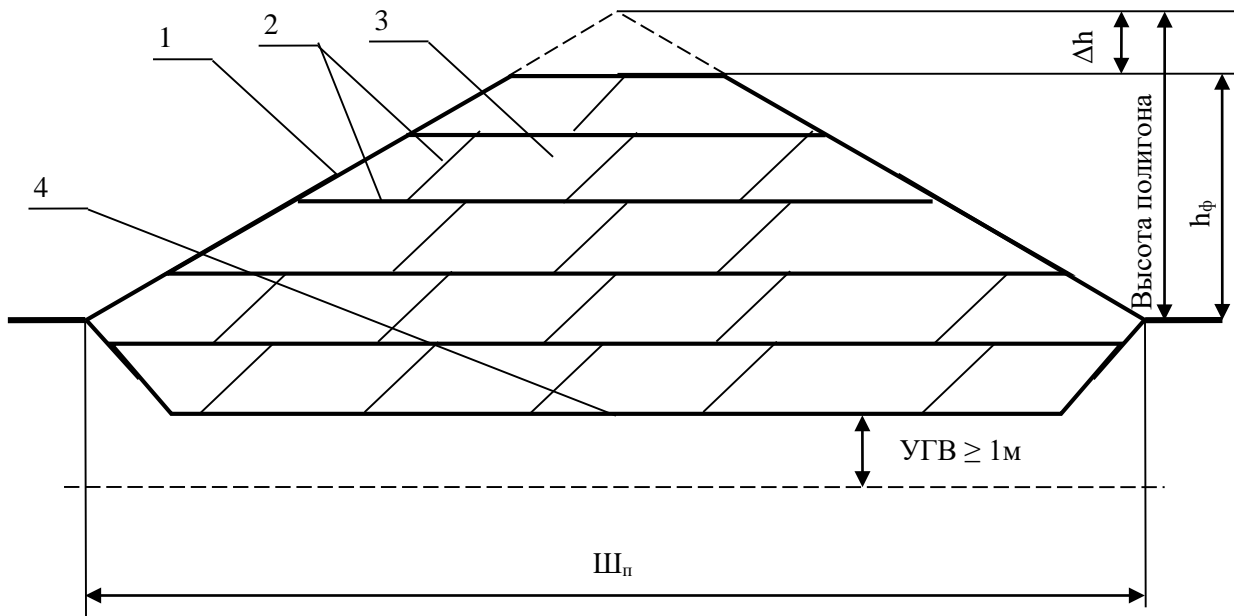


Рис. 2.1. Схема депонирования ТКО на карте:

УГВ – уровень грунтовых вод; Δh – снижение высоты; h_{ϕ} – фактическая высота полигона; $Ш_{п}$ – ширина участка (очереди); 1 – наружная изоляция; 2 – промежуточная изоляция; 3 – уплотненные слои отходов; 4 – водоупорное основание

Фактическая высота полигона не должна превышать проектную. Если по расчетам фактическая высота превышает проектную, то за фактическую высоту принимается проектное значение.

Снижение высоты полигона:

$$\Delta h = Ш_{\text{верх}} / k_5, \text{ м,}$$

где $Ш_{\text{верх}}$ – ширина верхней площадки, м.

$$Ш_{\text{верх}} = Ш_{п} - k_5 \cdot Ш_{\text{мин}}, \text{ м,}$$

где $Ш_{\text{мин}}$ – минимальная ширина верхней площадки, м:

$$Ш_{\text{мин}} = (R \cdot 2 + a \cdot 2), \text{ м,}$$

где R – радиус разворота мусоровоза, м. Принимать для транспортных мусоровозов $R = 9$ м;

a – минимальное расстояние от края откоса до места размещения мусоровоза, м. При расчетах рекомендуется принимать $a = 10$ м.

Фактическая вместимость полигона определяется с учетом его подземной (котлована) и надземной (насыпи) частей:

$$V_{\phi} = V_{\text{нас}} + V_{\text{к}} = \frac{h_{\phi}}{3} \cdot (S_{п} + S_{\text{верх}} + (S_{п} \cdot S_{\text{верх}})^{0,5}) + \frac{h_{\text{к}} \cdot S_{п}}{1,1}, \text{ м}^3,$$

где $S_{п}$ и $S_{\text{верх}}$ – площади основания и верхней площадки, м^2 ;

$h_{\text{к}}$ – глубина котлована, м.

$$S_{\text{верх}} = D_{\text{верх}} \cdot Ш_{\text{верх}}, \text{ м}^2,$$

$$D_{\text{верх}} = D_{п} - k_5 \cdot Ш_{\text{мин}}, \text{ м,}$$

где $D_{п}$ – длина площадки складирования (очереди), м.

Требуемая глубина котлована определяется по формуле:

$$h_k = \frac{1,1 \cdot V_{\text{изол}}}{S_{\text{п}}}, \text{ м},$$

где 1,1 – коэффициент учета откосов.

Если требуемая глубина котлована больше допустимой, то за фактическую глубину принимается максимально допустимое значение:

$$h_k^{\text{max}} = \text{УГВ} - 1, \text{ м},$$

где УГВ – уровень грунтовых вод, м.

Суммарная фактическая вместимость всех очередей полигона должна превышать проектную.

Потребности в изолирующем материале:

$$V_{\text{изол}} = V_{\text{ф}} \cdot \left(1 - \frac{1}{k_2}\right), \text{ м}^3.$$

Тогда потребность в дополнительном изолирующем материале:

$$\Delta V = V_{\text{изол}} - V_{\text{к}}, \text{ м}^3.$$

На начальном этапе эксплуатации каждой очереди укладывается 5 слоев ТКО. Высота укладки:

$$h_{\text{нач}} = n \cdot (h_{\text{ТКО}} + h_{\text{изол}}), \text{ м},$$

где n – количество слоев;

$h_{\text{ТКО}}$ – высота одного слоя уплотненных ТКО, м;

$h_{\text{изол}}$ – высота одного слоя изолирующего материала, м.

Тогда высота насыпи над поверхностью земли составит:

$$h'_{\text{нач}} = h_{\text{нач}} - h_{\text{к}}, \text{ м}.$$

Площадь кавальера с изолирующим материалом рассчитывается исходя из его расположения. Обычно кавальер располагается на внешних границах очередей.

Для кавальера одной очереди теоретическая площадь поперечного сечения:

$$S_{\text{кав}} = \frac{V_{\text{к}}}{l_{\text{кав}}}, \text{ м}^2,$$

где $l_{\text{кав}}$ – суммарная длина кавальера, м. Принимается, например, по длине и ширине очереди складирования с добавлением 10 м с каждой стороны на проезд транспорта.

Кавальер выполняется в форме трапеции. Высота кавальера обычно принимается не более 10 м, ширина основания и верха – исходя из возможностей площадки и угла откоса около 45° .

Фактическая площадь поперечного сечения составляет:

$$S_{\text{кав}}^{\text{ф}} = \frac{(a+b) \cdot h}{2}, \text{ м}^2,$$

a – ширина верхнего основания сечения кавальера, м;

b – ширина нижнего основания сечения кавальера, м.

Площадь территории, занимаемой грунтом:

$$S_{\text{кав}}^{\text{тер}} = l_{\text{кав}} \cdot b, \text{ м}^2.$$

Площадь территории ОР ТКО рассчитывается как сумма площадей, занимаемых всеми объектами, и площадей всех проездов между объектами. Приводится схематичное изображение территории ОРО, иллюстрирующее результаты расчета и принятые в разделе решения.

2.5. Выполнение расчета мусоросортировочного комплекса

Расчет мусоросортировочного комплекса необходимо выполнять только в тех случаях, когда по заданию ТКО направляются на утилизацию путём компостирования или на термическую утилизацию. Если в задании в качестве альтернативы захоронению ТКО указано термическое обезвреживание, данный расчет следует пропустить.

Расчет начинается с описания этапа транспортирования ТКО к объекту обработки. Рассматривается маршрут транспортирования первого плеча. При этом необходимо учитывать, что на МСК не отправляются отходы, образующиеся при уборке прибордюрной зоны автомобильных дорог, а также ТКО от кладбищ и колумбариев. Расчет выполняется по тому же принципу, который описан в подразделе 2.4 настоящих методических указаний.

Поступающие на объект ТКО выгружаются в приёмно-разгрузочном отделении. Расчетная суточная мощность приемно-разгрузочного отделения (максимальная производительность завода по приему ТКО) рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{пр}} = \frac{(M_{\text{ТКО}} - M_{\text{несорт}}) \cdot k_{\text{пр}}}{\tau_{\text{пр}}}, \text{ т/сут},$$

где $M_{\text{несорт}}$ – среднегодовое количество несортируемых ТКО, образующихся при уборке прибордюрной зоны автомобильных дорог, а также ТКО от кладбищ и колумбариев, т/год;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент неравномерности поступления ТКО в приемное отделение, $k_{\text{н}} = 1,25$

$\tau_{\text{пр}}$ – продолжительность расчетного периода, в течение которого ТКО поступают на завод, сут/год. Рекомендуется принимать продолжительность расчетного периода 310 сут/год.

Требуемый суммарный объем приемных бункеров может быть определен по формуле:

$$V_{\text{п.б}} = \frac{M_{\text{пр}} \cdot \tau_{\text{нак}}}{\rho_{\text{ТКО}}' \cdot \eta_{\text{зап}}}, \text{ м}^3,$$

где $\tau_{\text{нак}}$ – максимальная продолжительность накопления отходов в приемном бункере, сут;

$\rho_{\text{ТКО}}'$ – плотность ТКО, накапливаемых в бункере с учетом естественного уплотнения, т/м³;

$\eta_{\text{зап}}$ – коэффициент заполнения бункера, $\eta_{\text{зап}} = 0,75-0,85$.

Максимальная продолжительность накопления отходов в приемном бункере определяется исходя из практики функционирования МСК и составляет 2–4 сут.

Необходимое число приемных постов:

$$n_{\text{пп}} = \frac{M_{\text{пп}} \cdot t \cdot k_1}{m \cdot \tau_{\text{пп}}},$$

где t – продолжительность полного цикла разгрузки мусоровоза с учетом заезда и выезда с поста, ч;

k_1 – коэффициент неравномерности прибытия мусоровозов, $k_1 = 1,5$;

m – масса ТКО, перевозимых мусоровозом за 1 рейс, т;

$\tau_{\text{пп}}$ – продолжительность работы приемного поста, ч/сут.

Рекомендуется при расчетах принимать продолжительность работы в 1,5 смены по 8 ч (т. е. 12 ч/сут).

Полученное значение округляется до целого числа в большую сторону. Как правило, на один приемный бункер проектируется 1–2 приемных поста.

В приемно-разгрузочном отделении проводится предварительный ручной отбор крупногабаритных отходов (КГО) и фракций, запрещенных к помещению в контейнеры для ТКО. Перед сортировкой на МСК масса ТКО подвергается распаковке в разрывателе пакетов, после чего подается транспортерами на линию сортировки.

Расчетная суточная производительность МСК определяется по формуле:

$$M_{\text{МСК}}^c = \frac{(M_{\text{ТКО}} - M_{\text{несорт}}) \cdot k_{\text{пр}}}{\tau_{\text{МСК}}}, \text{ т/сут},$$

где $\tau_{\text{МСК}}$ – продолжительность расчетного периода, в течение которого ТКО поступают в мусоросортировочный комплекс, сут/год. При расчетах рекомендуется принимать продолжительность работы МСК 317 сут/год.

Необходимое количество линий сортировки в МСК рассчитывается исходя из количества рабочих смен по формуле:

$$n_{\text{МСК}} = \frac{M_{\text{МСК}}^c}{Q_{\text{МСК}} \cdot \tau_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}}},$$

где $Q_{\text{МСК}}$ – максимальная производительность одной механизированной линии сортировки, т/ч;

$\tau_{\text{см}}$ – продолжительность одной смены, ч;

$n_{\text{см}}$ – количество рабочих смен в сутки, сут⁻¹.

Количество линий сортировки округляется в большую сторону до ближайшего целого значения.

Комплектация линии сортировки, принимаемой в качестве основной в настоящей курсовой работе, включает оборудования для выполнения операций по удалению не утилизируемых фракций текстиля, извлечения пленочных материалов, черных и цветных металлов, пластмассовой тары, бумаги и стекла. В процессе обработки масса ТКО также разделяется на две фракции по размеру.

Далее оценивается пооперационная эффективность механизированной и ручной сортировки ТКО и рассчитывается количество вторичных ресурсов и хвостов сортировки, образующихся при работе МСК. Для расчета за 100 %

поступающих на сортировку на первом этапе отходов принимается расчетная суточная производительность МСК в час.

Оборудование линии сортировки выбирается исходя из набора необходимых функций и требуемой производительности. Для стабильной работы производительность питающих агрегатов (транспортеров ТКО) должна быть на 10–15 % выше производительности обслуживаемого ими оборудования.

Материальный баланс мусоросортировочного комплекса может быть описан формулой:

$$M_{\text{МСК}}^c = M_{\text{черн}}^c + M_{\text{бум}}^c + M_{\text{цвет}}^c + M_{\text{ст}}^c + M_{\text{пл}}^c + M_{\text{орг}}^c + M_{\text{ОРО}}^c + M_{\text{б.п.}}^c, \text{ т/сут},$$

где $M_{\text{черн}}^c$ – суточное количество извлекаемых из ТКО загрязненных черных металлов, т/сут;

$M_{\text{бум}}^c$ – суточное количество извлекаемых из ТКО отходов бумаги и картона, т/сут;

$M_{\text{цвет}}^c$ – суточное количество извлекаемых из ТКО цветных металлов, т/сут;

$M_{\text{ст}}^c$ – суточное количество извлекаемых из ТКО стеклянных бутылок, т/сут;

$M_{\text{пл}}^c$ – суточное количество извлекаемых из ТКО отходов пластмассовой тары, т/сут;

$M_{\text{орг}}^c$ – суточное количество органосодержащих ТКО, поступающих на компостирование из подрешетной области барабанного грохота, т/сут;

$M_{\text{ОРО}}^c$ – суточное количество хвостов сортировки ТКО, передаваемых для захоронения на объект размещения отходов, т/сут;

$M_{\text{б.п.}}^c$ – суточное количество безвозвратных потерь ТКО при сортировке, т/сут.

Выводы о работе МСК целесообразно делать именно по результатам составления материального баланса. При правильном составлении материального баланса и учете всех отходов и вторичных ресурсов, извлекаемых из ТКО, количество безвозвратных потерь должно равняться нулю.

2.6. Выполнение расчета установки по утилизации/обезвреживанию ТКО

Для упрощения в курсовой работе рекомендуется принимать, что обработка и утилизация ТКО выполняются на одном и том же объекте. В этом случае транспортирование фракций ТКО до объекта утилизации не требуется.

Если в задании фигурирует направление обращения с ТКО – термическое обезвреживание, расчет транспортирования первого плеча выполняется по тому же принципу, который описан в подразделе 2.4 настоящих методических указаний.

Если по заданию обогащенная фракция ТКО подвергается энергетической утилизации или ТКО без предварительной сортировки подвергаются термическому обезвреживанию, расчет начинается с выбора сушилки для ТКО исходя из требуемой производительности.

Основными параметрами, которые определяются при расчете слоевого сжигания ТКО, являются:

- 1) теплота сгорания (теплотворная способность) отхода;
- 2) расход вспомогательного топлива;
- 3) количество золошлаковых отходов, образующихся в результате сжигания ТКО;
- 4) расход дутьевого воздуха;
- 5) потери тепла в результате наружного охлаждения инсинератора.

Расчет теплотворной способности отхода выполняется по формуле Д. И. Менделеева:

$$Q_n^P = 339,15 \cdot C_{\text{общ}}^P + 1256 \cdot H_{\text{общ}}^P - 108,86 \times (O_{\text{общ}}^P - S_{\text{общ}}^P) - 25,14 \cdot (9 \cdot H_{\text{общ}}^P + W_{\text{общ}}), \text{ кДж/кг},$$

где $C_{\text{общ}}^P$; $H_{\text{общ}}^P$; $O_{\text{общ}}^P$; $S_{\text{общ}}^P$ – общее массовое содержание элементов (углерода, водорода, кислорода, серы, соответственно) на рабочую массу ТКО, %;

$W_{\text{общ}}$ – общая влажность ТКО, %.

Если сортировка и сушка ТКО не привели к желаемому результату, и теплота сгорания, рассчитанная по формуле Д. И. Менделеева, составила менее 8–9 МДж/кг (при общей влажности более 40 %), для эффективного слоевого сжигания необходима подача вспомогательного топлива. В качестве дополнительного топлива применяются природный газ, дизельное топливо, тонкодисперсный уголь.

Расчет количества золошлаковых отходов, расхода дутьевого воздуха и потерь тепла выполняется по формулам, приведенным в разделе 1.4 [2].

Если в качестве альтернативы размещению в курсовой работе предусмотрено компостирование ТКО, выполняется расчет компостирования подрешетной фракции ТКО (менее 250 мм) в биотермическом реакторе и дозревание компоста на площадке.

Перед подачей в реактор органосодержащую часть ТКО повторно подвергают магнитной сепарации и накапливают в резервном бункере.

Биотермический барабан выбирают по каталогу (Приложение б) исходя из производительности.

Удельная теплота компостирования ориентировочно определяется по формуле:

$$q_k = Q_{1\%} \cdot \frac{\Delta G}{\tau_{66}'}, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{ч)},$$

где $Q_{1\%}$ – количество тепловой энергии, выделяющейся при полном окислении 1 % сухой массы органосодержащих ТКО, кДж/кг;

ΔG – снижение содержания органического вещества на сухую массу за время пребывания массы в биотермическом барабане, %. Рекомендуется при расчетах принимать $\Delta G = 2$ %;

τ_{66}' – продолжительность выдержки ТКО в биотермическом барабане (за вычетом времени загрузки и выгрузки), ч.

Количество тепловой энергии, выделяющейся при полном окислении 1 % сухой массы органосодержащих ТКО, определяется по формуле:

$$Q_{1\%} = Q_n^r \cdot \Delta M_{1\%} \text{ кДж/кг},$$

где Q_H^r – низшая теплота сгорания органического вещества ТКО на горючую массу, кДж/кг;

$\Delta M_{1\%}$ – потеря массы органосодержащих ТКО при разложении 1 % органического вещества с учетом влажности, кг.

Интенсивность выделения тепла компостируемым материалом в этом случае составит:

$$N_B = \frac{M_{бб} \cdot q_k}{3600}, \text{ кВт},$$

где $M_{бб}$ – количество органосодержащих ТКО, загружаемых в биотермический барабан, кг.

Количество материала, загружаемого в биотермический барабан, не должно превышать максимальную массу загрузки, указанную в технических характеристиках реактора.

Выделяемое массой тепло расходуется на подогрев компостируемого материала, подогрев аэрационного воздуха, испарение влаги и компенсацию тепловых потерь в окружающую среду.

Расчет площадки дозревания сводится к определению необходимой площади площадки складирования. Продуктом, выходящим из биореактора, является стабильный органический материал – компост, из которого путем добавления инертного материала получают технический грунт.

Количество материала в партии, которая поступает на стадию дозревания после выдержки в биотермическом барабане, можно рассчитать по формуле:

$$M_{\text{дозр}} = 0,95 \cdot M_{бб} + M_{\text{доб}}, \text{ кг},$$

где 0,95 – коэффициент, учитывающий 5 % потери массы при компостировании;

$M_{\text{доб}}$ – количество вводимых инертных добавок, кг.

Для оценки необходимой площади площадки дозревания рассчитывается его предельный объем, который поступает на площадку за период созревания:

$$V_{\text{дозр}} = \frac{M_{\text{дозр}} \cdot \tau_{\text{доз}}}{\rho_{\text{комп}} \cdot \tau_{бб}}, \text{ м}^3,$$

где $\tau_{\text{доз}}$ – продолжительность дозревания компоста на площадке, ч;

$\tau_{бб}$ – полная продолжительность выдержки ТКО в биотермическом барабане, ч;

$\rho_{\text{комп}}$ – насыпная плотность компостируемого материала, кг/м³ (Приложение 3).

Дозревание компоста происходит в течение 122 сут. Дозревание компоста осуществляется в буртах. Для выполнения дальнейших расчетов рекомендуется предварительно оценить объем бурта. Поперечное сечение бурта представляет собой трапецию. С целью облегчения процесса ворошения компоста высота бурта обычно составляет 1,2 м, длина – до 30 м, ширина основания – не более 4,5 м, угол откоса – 45°.

Исходя из этих параметров вычисляют необходимое количество буртов и необходимую площадь прямоугольной площадки дозревания. Рекомендуемая ширина проездов между буртами составляет 3 м.

После дозревания дополнительно производится сортировка техногрунта с целью извлечения металла, стекла и полимерных фракций и проверка продукта на соответствие техническим условиям.

Расчет завершается описанием этапа транспортирования хвостов сортировки, не утилизируемых фракций ТКО и/или отходов от сжигания ТКО (если заданием предусмотрены энергетическая утилизация или термическое обезвреживание отходов) к объекту захоронения. Рассматривается маршрут транспортирования второго плеча. Расчет выполняется по тому же принципу, который описан в подразделе 2.4 настоящих методических указаний.

Расчетные величины массы твердых коммунальных отходов, протяженности маршрутов и работы по транспортированию твердых коммунальных отходов определяются по зонам деятельности региональных операторов отдельно для транспортирования отходов первого плеча и второго плеча на основе сведений региональных операторов и операторов объектов.

Еще одним вариантом биологического обезвреживания органосодержащей фракции ТКО является ее анаэробное сбраживание в реакторах или в теле полигона. Расчет выделения биогаза (если такое направление обращения предусмотрено заданием на курсовую работу) выполняется по формулам, приведенным в разделе 3 [2].

2.7. Выполнение экономических расчетов

Для выполнения комплексных экономических расчетов необходимо учесть доходы, затраты и их снижение на каждом этапе реализации мероприятий в период эксплуатации ОРО, величину экологического ущерба и ряд других показателей. Кроме того, для наиболее полной оценки рекомендуется проанализировать ожидаемые изменения воздействий на компоненты окружающей среды в результате реализации альтернативного подхода к обращению с ТКО, а также рассмотреть потенциал энергосбережения применяемых технологий и решений (например, за счет применения более энергоэффективного оборудования, оптимизации пространственного размещения энергетической инфраструктуры, использования вторичных энергетических ресурсов, альтернативных источников энергии и др.).

Оценка экономического эффекта от реализации альтернативного порядка обращения с ТКО осуществляется на основе сопоставления полученного экологического результата в денежном выражении и затрат на осуществление альтернативного порядка обращения с ТКО.

$$\mathcal{E}_n = \frac{P}{\sum Z_i},$$

где P – результат природоохранной деятельности (экологический результат), тыс. руб/год;

Z_i – затраты на реализацию i -го природоохранного мероприятия, тыс. руб/год.

Для оценки экологического результата используются показатели предотвращенного экономического ущерба и дополнительного дохода от улучшения показателей деятельности предприятия, ответственного за обращение с ТКО (регионального оператора), в результате применения альтернативного подхода к обращению с ТКО:

$$P = Y_{\text{пр}} + \Delta Д, \text{ тыс. руб.},$$

где $Y_{\text{пр}}$ – показатель предотвращенного экономического ущерба в результате применения альтернативного подхода к обращению с ТКО, тыс. руб/год;

$\Delta Д$ – дополнительный доход от улучшения экологических показателей и дополнительных результатов деятельности предприятия, ответственного за обращение с ТКО, тыс. руб/год.

$$Y_{\text{пр}} = Y_{\text{пр}}^A + Y_{\text{пр}}^B + Y_{\text{пр}}^{\text{проч}}, \text{ тыс. руб/год},$$

где $Y_{\text{пр}}^A$ – предотвращенный экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, тыс. руб/год;

$Y_{\text{пр}}^B$ – предотвращенный экономический ущерб от загрязнения водных объектов, тыс. руб/год;

$Y_{\text{пр}}^{\text{проч}}$ – прочий предотвращенный экономический ущерб, тыс. руб/год.

Предотвращенный экономический ущерб от загрязнения атмосферы рассчитывается как разница экономического ущерба от загрязнения атмосферы при вывозе на ОРО несортированных ТКО в полном объеме и ущерба от загрязнения атмосферы с учетом реализации альтернативного способа обращения:

$$Y_{\text{пр}}^A = Y^A_1 - Y^A_2, \text{ тыс.руб/год}.$$

Экономический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха может быть рассчитан по Приказу Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 28.01.2021 г. № 59 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды». При отсутствии неблагоприятных метеоусловий ущерб от сверхнормативного или сверхлимитного выброса рассчитывается по формуле:

$$Y^A = \sum (H_i \cdot M_i \cdot k_{\text{инф}} \cdot k_{\text{от}}) \cdot 10^{-3}, \text{ тыс. руб/год},$$

где H^i – такса (ставка) для исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды, руб/т. Таксы приведены в Приложении 7 настоящих методических указаний;

M_i – масса выброса i -го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, т;

$k_{\text{инф}}$ – коэффициент индексации потребительских цен на товары и услуги в Российской Федерации, актуальный на год выполнения курсовой работы. Определяется как произведение коэффициентов, рассчитанных на основе индексов потребительских цен на все товары и услуги по РФ (месяц в процентах к предыдущему месяцу), публикуемых Федеральной службой государственной статистики на своем официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» за период с января 2021 года до расчетного месяца, в котором начислен размер вреда атмосферному воздуху. Для

перевода индексов потребительских цен на товары и услуги в коэффициенты, их значение за каждый период, приведенное в процентах, делится на 100;

$k_{от}$ – коэффициент для особо охраняемых природных территорий. В курсовой работе принимать равным 1.

Масса выброса загрязняющего вещества в атмосферный воздух рассчитывается по формуле:

$$M_i = \Delta M_i^{норм} \cdot \tau_i \cdot 10^{-6}, \text{ т,}$$

где $\Delta M_i^{норм}$ – разница между фактической величиной выброса i -го загрязняющего вещества в атмосферный воздух, установленной в ходе государственного экологического надзора, и нормативом допустимого выброса в атмосферный воздух i -го загрязняющего вещества (высокотоксичного вещества; вещества, обладающего канцерогенными, мутагенными свойствами; вещества, указанного в ДВОС или отчете ПЭК) или технологического норматива, установленного КЭР, г/с;

τ_i – продолжительность выброса i -го загрязняющего вещества свыше установленного норматива с момента обнаружения и до его прекращения, с.

В настоящей курсовой работе водные объекты вблизи заданных объектов обращения с ТКО отсутствуют, поэтому предотвращенный экономический ущерб от загрязнения водных объектов может считаться равным нулю.

Дополнительный доход от улучшения экологических показателей и проведения природоохранных мероприятий предприятием, ответственным за обращение с ТКО, рассчитывают по формуле:

$$\Delta Д = \Delta Д_a + \Delta Д_b + \Delta Д_{отх} + \Delta П_{НВОС}, \text{ тыс. руб/год,}$$

где $\Delta Д_a$ – дополнительный доход от утилизации (рекуперации) уловленных веществ в результате очистки вредных выбросов в атмосферу, тыс. руб/год;

$\Delta Д_b$ – дополнительный доход от снижения платы за пользование водой в результате уменьшения объема водопотребления (внедрение повторного и оборотного водоснабжения) и от утилизации уловленных веществ в результате очистки вредных сбросов в водные объекты, тыс. руб/год;

$\Delta Д_{отх}$ – дополнительный доход от утилизации вторичных ресурсов – компонентов ТКО, тыс. руб/год;

$\Delta П_{НВОС}$ – снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду, тыс. руб/год.

Плата исчисляется и взимается за следующие виды негативного воздействия на окружающую среду (плата за НВОС):

а) выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;

б) сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;

в) размещение (хранение, захоронение) отходов производства и потребления, в том числе складирование побочных продуктов производства, признанных отходами, хранение вскрышных и вмещающих горных пород, признанных отходами, а также размещение побочных продуктов животноводства, признанных отходами.

На момент публикации настоящих методических указаний плата за НВОС рассчитывается в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.05.2023 г. № 881 «Правила исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду» (действительно до марта 2029 г.).

Согласно правилам, при размещении ТКО, лицами, обязанными вносить плату, являются региональные операторы по обращению с ТКО или операторы по обращению с ТКО, осуществляющие деятельность по их размещению.

Плата за НВОС исчисляется на основе данных производственного экологического контроля с учетом повышающих и понижающих (стимулирующих) коэффициентов, а также с учетом коэффициентов инфляции.

$$Пл_{НВОС} = Пл_a + Пл_b + Пл_{отх}, \text{ тыс. руб/год},$$

где $Пл_a$ – плата за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками тыс. руб/год;

$Пл_c$ – плата за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты, тыс. руб/год;

$Пл_{отх}$ – плата за захоронение твердых коммунальных отходов (или хвостов сортировки ТКО) на ОРО, тыс. руб/год.

На момент публикации настоящих методических указаний при расчете платы за НВОС необходимо использовать ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду, утвержденные постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах», установленные на 2018 год, с использованием коэффициента учета инфляции, актуального на момент выполнения курсовой работы.

Для реализации природоохранных мероприятий (альтернативного способа обращения с ТКО) необходимо осуществить единовременные вложения средств и текущие затраты:

$$З = С + E \cdot K, \text{ тыс. руб/год},$$

где $С$ – годовые (текущие) эксплуатационные затраты на обслуживание и содержание природоохранных объектов, сооружений и оборудования, вызвавших полный экономический эффект;

E – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений природоохранного назначения, $E = 0,15$;

K – единовременные вложения средств (капитальные вложения или инвестиции), тыс. руб.

Текущие затраты могут быть рассчитаны по формуле:

$$С = С_{\text{мат}} + С_{\text{эн}} + С_{\text{аморт}} + С_{\text{зп}} + С_{\text{др}}, \text{ тыс. руб/год},$$

$С_{\text{мат}}$ – затраты на расходные материалы, необходимые для эксплуатации новых сооружений полигона и/или утилизации и обезвреживание отходов, очистки сточных вод и газопылевых выбросов;

$С_{\text{эн}}$ – затраты на электроэнергию, тепловую энергию, пар, воду, топливо, тыс. руб/год;

$С_{\text{аморт}}$ – амортизация природоохранных сооружений и оборудования, тыс. руб/год;

$C_{зп}$ – затраты на заработную плату, тыс. руб/год;

$C_{др}$ – прочие текущие затраты (например, на транспортирование отходов между объектами, на ПЭЖ и др.), тыс. руб/год.

Капитальные вложения вычисляются по формуле:

$$K = C_{пир} + C_{смр} + C_{об} + C_{м.об} + C_{проч}, \text{ тыс. руб,}$$

где $C_{пир}$ – стоимость проектно-изыскательских работ, тыс. руб/год;

$C_{смр}$ – стоимость строительно-монтажных работ, тыс. руб/год;

$C_{об}$ – стоимость оборудования, тыс. руб/год;

$C_{м.об}$ – затраты на транспортировку и монтаж оборудования, тыс. руб/год;

$C_{проч}$ – стоимость прочих работ и капитальных затрат, тыс. руб/год.

При расчетах в курсовой работе рекомендуется принимать, что капитальное строительство зданий и сооружений, необходимых для обращения с ТКО, не требуется. Здания и сооружения уже имеются у оператора по обращению с ТКО. Таким образом, показатели $C_{пир}$ и $C_{смр}$ при расчете последней формулы принимаются равными нулю.

Если полученное значение экономического эффекта от реализации альтернативного подхода к обращению с ТКО более или равно единице, то мероприятие можно считать эффективным и целесообразным. Если показатель варьируется от нуля до единицы – малоэффективно.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Васильева, Е. А. Технология обращения с твердыми коммунальными отходами. Ч.1. : учеб. пособие / Е. А. Васильева, А. В. Левин ; М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2019. – 61 с. – Текст: электронный. – URL: http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/2019_03_28_01.pdf.

2. Васильева, Е. А. Технология обращения с твердыми коммунальными отходами. Ч.2. : учеб. пособие / Е. А. Васильева; М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 77 с. – ISBN 978-5-91646-264-7. – Текст: электронный. – URL: <http://nizrp.narod.ru/metod/kafoxrokrsr/1695775578.pdf>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт технологии
Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Технология обращения с твердыми коммунальными
отходами»

на тему:
Совершенствование порядка обращения с твердыми коммунальными
отходами

Выполнил студент учебной группы № 819.1

Иванов И.И.

(фамилия, имя, отчество)

Проверил

должность каф. ООС и РИПР,

Петров П.П.

(должность, фамилия, имя, отчество)

Санкт-Петербург

20__

Задание на курсовую работу по дисциплине

«Технология обращения с твердыми коммунальными отходами» (шаблон)

Выдано студенту _____ группы _____

Тема курсовой работы: _____

Исходные данные для расчета:

1) Расположение объектов образования отходов _____.

2) Перечень объектов образования ТКО и характеристики объектов:

Объект образования отходов	Характеристики объектов образования отходов	
	характеристика	значение

3) Состав ТКО:

Компонент	Содержание в	
	ТКО из помещений, %	уличных ТКО, %

4) Параметры организации вывоза ТКО

Параметр	Значение

5) Дополнительные сведения об организации обращения с ТКО

Руководитель курсовой работы _____
(Ф.И.О., подпись руководителя)

Задание принято к исполнению _____
(дата получения, подпись студента)

Приложение 3

Ориентировочные значения плотности ТКО, образующихся в результате различных процессов и операций

Процесс/операция	Средняя плотность ТКО, кг/м ³
<i>Образование отходов</i>	
Удовлетворение личных и бытовых нужд физическими лицами в жилых помещениях и бытовых помещениях организаций в Санкт-Петербурге	180-220
Удовлетворение личных и бытовых нужд физическими лицами в жилых помещениях многоквартирных домов в Ленинградской области	160
Удовлетворение личных и бытовых нужд физическими лицами в жилых помещениях индивидуальных жилых домов в Ленинградской области	157
Уборка непроизводственной территории с асфальтированным, бетонным, булыжным или иным твердым покрытием	625
Уборка территорий аллей, парков, скверов, кладбищ, колумбариев и т.п.	75
<i>Обращение с отходами</i>	
Накопление в бункере ПРО (с учетом естественного уплотнения)	250
Подача ТКО на МСК	200
Подача фракций ТКО на ручную сортировку	180
Подача органосодержащей фракции ТКО в биотермический реактор	250
Выгрузка органосодержащей фракции ТКО из биотермического реактора (максимальная плотность)	700
Дозревание органосодержащей фракции ТКО на площадке	520

Приложение 4

Характеристики сборников ТКО (примеры)

№ п/п	Описание	Объем (вместимость), м ³	Вес, кг	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм
1	Контейнер пластиковый несменяемый с крышкой	0,24	15	740x580x1100
2	Контейнер пластиковый несменяемый	0,36	16,2	803x747x1072
3	Контейнер пластиковый несменяемый с крышкой	0,66	45	860x1370x1200
4	Контейнер металлический несменяемый	0,75	90	980x980x1200
5	Контейнер пластиковый несменяемый с крышкой TwinLid	1,1	74	1072x1390x1367

№ п/п	Описание	Объем (вместимость), м ³	Вес, кг	Габаритные размеры (ДхШхВ), мм
6	Мелко заглубленный контейнер Escopin, несменяемый	3,0	200	1700x1550
7	Контейнер металлический «Лодочка» открытый, несменяемый, для мусоровозов с задней загрузкой	6,0	420	3125x1780x1600
8	Контейнер металлический «Лодочка», сменяемый, 4 загрузочных люка	6,0	420	3125x1780x1600
9	Контейнер металлический сменяемый, 6 загрузочных люков	9,0	950	2395x3880x1550
10	Контейнер металлический сменяемый, 6 загрузочных люков	12,0	950	2290x3910x1750
11	Контейнер открытый металлический (пухто), сменяемый	20,0	2250	2500x6285x1682

Приложение 5

Характеристики некоторых мусоровозов и прочей техники, применяемой для удаления, сбора и транспортирования ТКО (примеры)

№ п/п	Марка	Грузоподъемность, т / емкость, м ³	Длина х ширина х высота, м	Назначение
1	КО-440-7	5,5 / 16	6,8 х 2,5 х 3,6	механизированная боковая загрузка ТКО из контейнеров, уплотнение
2	КО-440-5	9,7 / 22	8,7 х 2,5 х 3,6	
3	МКМ-2	4,7 / 10	7,2 х 2,5 х 3,3	
4	МКМК-17005	7,5 / 12	7,55 х 2,5 х 3,48	
5	КО-456-14	4,1 / 10	7,6 х 2,55 х 3,4	механизированная задняя загрузка ТКО из контейнеров объемом до 8 м ³ , уплотнение
6	КО-427-01	9,7 / 18	9,15 х 2,55 х 3,85	
7	КО-427-90	11 / 22	9,7 х 2,55 х 3,8	
8	Kobit PRESKO 3	0,9 / 3,5	6,5 х 2,55 х 3,5	механизированная задняя загрузка ТКО из евроконтейнеров, уплотнение
9	Kobit PRESKO 7	3 / 7	7,2 х 2,55 х 3,5	
10	Kobit PRESKO 15	7 / 15	9,2 х 2,55 х 3,5	
11	КО-452-12	- / до 30	9 х 2,5 х 3,9	транспортирование пухто вместимостью до 30 м ³ и отходов до 4,4 м длиной
12	Мультилифт Хэндэ HD 260	- / до 30	8,6 х 2,5 х 3,9	
13	Мультилифт Хэндэ HD 78	3,5 / 10	5,6 х 2,26 х 2,64	транспортирование сменяемых контейнеров до 4,1 м длиной
14	КО-450	- / 8	6,3 х 2,55 х 3,5	
15	МСК-6А	5,53 / до 14	6,2 х 1,6 х 2,4	транспортирование сменяемых контейнеров К-6, К-12, К-14

№ п/п	Марка	Грузоподъемность, т / емкость, м ³	Длина х ширина х высота, м	Назначение
16	КО-326-05	7,13 / 7	6,7 х 2,5 х 3,4	механизированная уборка проезжей территорий с твердым покрытием с увлажнением поверхности и поглощением пыли, транспортирование смета
17	КО-326-06	8,13 / 7	7,1 х 2,5 х 3,4	
18	КО-326-10	4,8 / 6	7,2 : 2,5 : 3,1	
19	КО-326-11	8,0 / 6,	7,0 : 2,5 : 3,4	

Приложение 6

Технико-эксплуатационные показатели биотермических барабанов

Показатель	Марки биотермических барабанов				
	КМ-101	КМ-101А	КМ-102	КМ-102Б	КМ-103
Внутренний диаметр, м	4	4	4	4	5
Длина барабана, м	36	36	60	60	75
Толщина стенок, мм	20	20	20	20	20
Уклон, %	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Полезный объем, м ³	250	300	530	530	1000
Производительность, тыс. т/год (тыс. м ³ /год)*	15 (80)	20 (105)	32 (160)	35 (175)	66 (330)
Интенсивность загрузки/выгрузки, т/ч	12÷16	15÷18	20	25	30÷38
Общая масса барабана, т	314	314	613	613	960

* При начальной плотности загружаемого материала 200 кг/м³.

Приложение 7

Таксы для исчисления размера вреда, причиненного атмосферному воздуху как компоненту природной среды (извлечение)

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Таксы за выброс загрязняющих веществ, руб/т
1.	Азота диоксид	3	64 289
2.	Азота оксид	3	64 289
3.	Азотная кислота	2	50 000
4.	Аммиак	4	92 701
5.	Аммиачная селитра (аммоний нитрат)	4	5 000
6.	Барий и его соли (в пересчете на барий)	2	500 000
7.	Бензапирен	1	19 185 000
8.	Борная кислота (ортоборная кислота)	3	50 000
9.	Ванадия пяти оксид	1	500 000

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Класс опасности	Таксы за выброс загрязняющих веществ, руб/т
10.	Взвешенные частицы PM10	-	344 850
11.	Взвешенные частицы PM2,5	-	650 000
12.	Взвешенные вещества	3	344 850
13.	Диоксины (полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны) в пересчете на 2,3,7,8-тетрахлордибензо-1,4-диоксин	1	404 000 000 000
14.	Зола ТЭС мазутная (в пересчете на ванадий)	2	500 000
15.	Метан*	-	4 069
16.	Метилмеркаптан, этилмеркаптан	4	500 000
17.	Пыль неорганическая с содержанием диоксида кремния менее 20, 20 - 70, а также более 70 %	3	344 850
18.	Сероводород	2	500 000
19.	Серы диоксид	3	110 723
20.	Углерода оксид	4	5 000
21.	Углеводороды предельные C1-C-5 (исключая метан)	4	12 292
22.	Углеводороды предельные C6-C10	3	12 292
23.	Углеводороды предельные C12-C-19	4	12 292
24.	Амилены (смесь изомеров)	4	12 292
25.	Бутилен	4	12 292
26.	1,3-бутадиен (дивинил)	4	12 292
27.	Гептен	3	12 292
28.	Пропилен	3	12 292
29.	Этилен	3	12 292
30.	Бензол	2	1 140 000
31.	Диметилбензол (ксилол) (смесь мета-, орто- и параизомеров)	3	50 000
32.	Изопропилбензол (кумол)	4	12 292
33.	Метилбензол (толуол)	3	50 000
34.	Фенол	2	500 000
35.	Этилбензол	4	12 292
36.	Этенилбензол (стирол)	2	500 000
37.	Формальдегид	2	50 000

* Загрязняющие вещества, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.07.2015 № 1316-р.