МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов» для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Казань, 2025

Курсовая работа по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов» выполняется студентами бакалавриата направления 20.03.01 «Техносферная безопасность». Целью выполнения указанной работы является закрепление полученных в рамках изучения дисциплины знаний и навыков и подтверждение готовности студента к самостоятельному решению профессиональных задач в соответствующей области.

В рамках написания курсовой работы студент решает следующие задачи:

- идентификация отхода, определение его опасных и особых свойств с помощью нормативных документов, входящих в Государственный кадастр отходов РФ;

- анализ нормативной и справочной документации и выполнение самостоятельного отнесения отхода к определенному классу опасности расчетным методом;

- анализ результатов идентификации отхода, его опасности для окружающей среды;

- самостоятельный выбор решения по целесообразности применения технологий предотвращения, снижения или ликвидации воздействия отхода на окружающую среду.

Тематика курсовой работы связана с определением опасных свойств отходов производства и потребления, способов обращения с отходами с учетом их опасных свойств и выявлением мер по снижению степени опасности отходов для окружающей среды и человека.

Тема курсовой работы выбирается совместно студентом и руководителем.

Курсовая работа выполняется в несколько этапов на протяжении всего семестра и состоит из теоретической и расчетной части.

Титульный лист оформляется по образцу (Приложение 2), его подписывают студент и руководитель курсовой работы.

При заполнении титульного листа учитываются действующие нормативные положения и сведения из полученного студентом задания. На титульном листе указывается действующее наименование органа исполнительной власти РФ, осуществляющего функции по нормативноправовому 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.

1. Пояснительная записка

Пояснительная записка должна полностью раскрывать тему курсовой работы и четко обозначать полученные результаты.

Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист (Приложение 2);

- содержание (оглавление);

- определения, обозначения и сокращения (при необходимости);

- введение;

- основная часть;

- заключение;

- список использованных источников;

- приложения (в случае необходимости);

- графическая часть.

1.1. Введение

Введение должно содержать обоснование актуальности разрабатываемой темы, оценку современного состояния решаемой проблемы, цель и задачи курсовой работы, краткое изложение ожидаемых результатов работы.

1.2. Основная часть

Основная часть включает в себя следующие разделы:

1. Описание источников образования отходов.

2. Определение состава отходов.

3. Определение степени и класса опасности отходов.

4. Описание воздействия отходов на окружающую среду и человека.

5. Анализ методов переработки отходов. Используемое оборудование. Расчет оборудования.

6. Разработка комплексных мероприятий по обращению с отходами.

7 Разработка мероприятий по снижению (предотвращению) образования отходов.

Раздел 1. Описание источников образования отходов

В данном разделе приводится информация о технологическом процессе, операции, виде деятельности, в результате которых образуются исследуемые виды отходов.

Раздел 2. Определение состава отходов

В данном разделе приводятся данные по результатам анализа морфологического и химического состава отходов. По классификатору отходов, образующихся в РФ (далее – Классификатор), определяется вид отхода и его код. Полученные данные заносятся в таблицу «Морфологический и химический состав отхода».

Раздел 3. Определение степени и класса опасности отходов

В разделе необходимо проанализировать опасные свойства отходов и рассчитать класс их опасности. Выполняется в соответствии с приказом Минприроды России от

04.12.2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» или иным заменяющим его документом (Приложение 3). Результаты расчета необходимо сравнить с результатами определения класса опасности по коду ФККО.

Раздел 4. Описание воздействия отходов на окружающую среду и человека

В данном разделе в соответствии с полученными данными по составу отходов и их опасности для ОС дается характеристика воздействия компонентов отходов на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почву и человека при их неорганизованном хранении (захоронении).

Раздел 5. Анализ методов переработки отходов. Используемое оборудование. Расчет оборудования.

Анализ методов переработки отходов осуществляется на основании литературно-патентного обзора, должен отражать существо курсовой работы и составляется на базе общих сведений о проектируемом объекте, например, современное состояние и перспективы развития методов и оборудования по переработке отходов различных видов пластмасс и полимерных композитов. При этом студент изучает и анализирует специализированную научно-техническую литературу, реферативные и научно-технические журналы, патенты, научно-технические отчеты НИИ, монографии, сборники научных трудов, справочники и др.

На основании результатов анализа осуществляется обоснованный выбор наиболее экологически и экономически приемлемого способа (в том числе альтернативного) переработки или утилизации отходов. Также приводится оценка эффективности выбранной схемы и предлагается система безопасной для обслуживающего персонала и окружающей среды эксплуатации, методы мониторинга за работой оборудования. Производится необходимый расчет выбранного оборудования.

Раздел 6. Разработка комплексных мероприятий по обращению с отходами

В данном разделе студент обобщает полученную в предыдущих разделах информацию и разрабатывает комплекс мер по обращению с исследуемым видом отхода, учитывающих:

– организацию сбора и хранения отходов;

– требования по их безопасной перевозке;

– обоснованный выбор схемы обезвреживания (переработки) отходов, в том числе альтернативной;

– описание основного оборудования по выбранной схеме;

– оценку эффективности выбранных схемы и оборудования;

– обучение персонала по правильным приемам обращения с отходами, наличие инструкций и памяток на рабочих местах, где может образовываться отход;

– меры по предотвращению и ликвидации инцидентов при обращении с отходами.

Раздел 7. Разработка мероприятий по снижению (предотвращению) образования отходов.

В данном разделе приводятся мероприятия по минимизации образования отходов, либо по исключению их образования.

Допускается также иное содержание разделов курсовой работы и иной порядок расположения материала по согласованию с руководителем и при условии, что они будут более подробно раскрывать тему.

1.3. Заключение

В этом разделе приводятся основные результаты, достигнутые в курсовой работе, а также делаются выводы на основе результатов достижения поставленных во введении целей и задач. Необходимо также отметить преимущества, связанные с реализацией проектных предложений, и охарактеризовать перспективы развития работ в этой области.

1.4. Список используемых источников.

В конце пояснительной записки приводят список литературы, которая была использована для написания курсовой работы.

Сведения об источниках располагают в алфавитном порядке. Ссылки на источники следует указывать порядковым номером по списку источников, выделенным квадратными скобками, например, [11].

Тематика курсовых работ (проектов) предлагается преподавателем, ведущим соответствующие занятия лекционного типа, в рамках которой осуществляется курсовая работа, рассматривается и утверждается на заседании кафедры.

Обучающийся имеет право выбора темы курсовой работы из числа утвержденных кафедрой, а также может предложить свою тему (путем подачи заявления), обосновав целесообразность ее выполнения (Приложение 1).

Обучающийся выполняет курсовую работу (проект) в соответствии с выданным руководителем заданием после утверждения темы.

При выполнении курсовой работы следует руководствоваться специальной литературой (учебниками, учебными пособиями), технической литературой, периодическими изданиями не старше семи лет, техническими нормативными правовыми актами, патентами, отчетами по НИР, проспектами выставок и т.п. Ссылки на неопубликованные материалы не допускаются (кроме ссылок на интернет-ресурсы).

Порядок выполнения курсовой работы (проекта) определяется кафедрой и доводится до сведения обучающихся. Как правило, порядок выполнения курсовой работы (проекта) включает в себя следующие этапы: - выбор темы; - составление плана работы; - поиск и обработка источников информации; - подготовка и оформление текста; - представление работы руководителю; - защита курсовой работы.

2. Примерный перечень тем курсовых работ:

1. Переработка отходов литейного производства.

2. Утилизация шлаков металлургического производства.

3. Переработка отходов производства пластических масс и изделий на их основе путем недеструктивной утилизации.

4. Переработка отходов древесины.

5. Утилизация отходов методом компостирования.

6. Переработка глинисто-солевых шламов, образующихся при производстве калийных удобрений.

7. Утилизация отходов производства фосфорных удобрений при кислотной переработке фосфатного сырья.

8. Переработка галитовых отходов при производстве калийных удобрений.

9. Утилизация отходов поливинилхлорида.

10. Деструктивная утилизация отходов производства пластических масс и изделий на их основе.

11. Утилизация стеклобоя и отходов стекловолокна.

12. Утилизация промышленных и твердых бытовых отходов методом сжигания.

13. Переработка отходов производства материалов и изделий на основе резины.

14. Разработка схем сортировки и комплекса по переработке твердых бытовых отходов.

15. Утилизация отработанных ртутных ламп.

16. Переработка промышленных отходов на специализированных полигонах.

17. Утилизация осадков сточных вод.

18. Утилизация отходов производства фосфатных удобрений при термической переработке фосфатного сырья.

19. Утилизация отходов гальванического производства.

20. Пиролиз промышленных и твердых бытовых отходов.

21. Газификация промышленных и твердых бытовых отходов.

22. Переработка металлических отходов машиностроительного производства.

23. Переработка и утилизация промышленных отходов по полной заводской технологии.

24. Утилизация отходов макулатуры.

25. Утилизация медицинских отходов.

26. Утилизация отработанных аккумуляторных батарей.

27. Утилизация и переработка отработанного масла.

28. Утилизация промасленной ветоши.

29. Утилизация промасленных грунтов и опилок.

30. Переработка строительных отходов.

31. Утилизация отходов лакокрасочных материалов и тары.

32. Утилизация отходов электронной техники.

33. Организация комплексного сбора отходов от населения.

34. Разработка организационно-технических мероприятий по обращению с отходами на предприятии.

3. Общие требования к оформлению курсовой работы

Требования к оформлению курсовой работы аналогичны требованиям Положения ФГБОУ ВО «КГЭУ» «О порядке оформления студенческих работ».

Работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта формата А4 (210 × 297 мм). Приводимые в работе таблицы и иллюстрации большого размера допускается выполнять на других стандартных форматах, при этом они должны быть сложены на формат А4 по ГОСТ 2.501.

В оформлении всех структурных элементов и частей работы следует придерживаться единообразного стиля.

Текст работы должен быть напечатан с полуторным междустрочным интервалом и размером шрифта 12-14 пунктов. Отдельные знаки допускается вписывать от руки пастой, чернилами или тушью черного цвета.

Текст работы следует выполнять, устанавливая размеры полей: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту работы и равен пяти знакам (1,25 см), выравнивание текста – по ширине.

При выполнении работ допускается использование листов с рамками и основными надписями по формам, установленным соответствующими стандартами проектной документации (например, ГОСТ 2.106 для конструкторских документов).

Обнаруженные в работе опечатки, описки, графические неточности допускается исправлять аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской (корректором) с нанесением на том же месте исправленного текста (изображения) печатным или рукописным способом (черной пастой, чернилами или тушью).

Общий объем пояснительной записки к курсовой работе не должен превышать 25-30 листов (без учета приложений). Все страницы должны быть последовательно пронумерованы арабскими цифрами. На титульном листе номер не проставляется, но в счет страниц входит. Образец оформления титульного листа указан в приложении А.

Приложение 1

Образец заявления обучающегося на тему курсовой работы (проекта)

Заведующему кафедрой _____

_____

Фамилия, имя, отчество зав.кафедрой

_____

Фамилия, имя, отчество обучающегося в род. падеже

обучающего(ей)ся в группе _____

направления подготовки (специальности) _____

_____

направленность (профиль) ОП _____

_____

_____

заявление.

Прошу утвердить мне тему курсовой работы (проекта) по дисциплине _____предложенную в инициативном порядке_____

_____

_____

в связи с (*заполняется в целях обоснования целесообразности ее разработки*)

_____

_____

Тема с руководителем согласована_____/ _____

подпись руководителя ФИО руководителя

_____/ _____

подпись обучающегося ФИО обучающегося

«___»_____20___г.

Приложение 2

КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Институт электроэнергетики и электроники
(полное название института)

Кафедра «Инженерная экология и безопасность труда»
(полное название кафедры)

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Технологии переработки и утилизации отходов»

тема: «_____»

Выполнил(а):
_____(ФИО)
обучающий(ая)ся _____ курса
группы _____

_____
(подпись)

Руководитель работы:
_____
(ФИО, должность, кафедра)

Работа выполнена и
защищена с оценкой_____Дата защиты_____ _____
(подпись руководителя)

Члены комиссии: _____ _____
(должность) (подпись) (И.О. Фамилия)

_____ _____ _____
(должность) (подпись) (И.О. Фамилия)

Казань,
20____

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

КГЭУ

_____
(полное название института)

_____
(полное название кафедры)

_____

Отзыв руководителя на курсовую работу/курсовой проект

Обучающегося (ейся)_____
(фамилия, имя, отчество)

Группа_____

На тему:_____

_____

Показатели	**Критерии оценивания**	**Рейтинговая оценка (от 0 до 100 баллов)**
1. Самостоятельность выполнения работы	Работа написана самостоятельно	
	Работа носит частично самостоятельный характер	
	Работа носит не самостоятельный характер	
2. Содержание работы	Полностью соответствует выбранной теме	
	Частично соответствует выбранной теме	
	Не соответствует теме	
3. Элементы исследования	Определены цели и задачи исследования, сформулированы объект и предмет исследования, показана история и теория вопроса	
	Определены цели и задачи исследования, не четко определены объект и предмет исследования, частично показана история и теория вопроса	
	Не определены цели и задачи исследования, не сформулированы объект и предмет исследования, не показана история и теория вопроса	
4. Цитирование и наличие ссылочного материала	Достаточно	

5. Наличие собственных выводов, рекомендаций и предложений, собственной позиции и ее аргументации	Да	
	Нет	
6. Оформление работы	Соответствует полностью требованиям	
	Соответствует частично требованиям	
	Не соответствует требованиям	
7. Библиография по теме работы	Актуальна и составлена в соответствии с требованиями	
	Актуальна и частично соответствует требованиям	
	Не соответствует требованиям	
	Итоговый балл	

Отмеченные достоинства _____

_____

_____

Отмеченные недостатки _____

_____

_____

Заключение _____

_____

_____

Руководитель_____

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

_____

Дата: «_____»_____20____г. Подпись_____

Приложение 3

МЕТОДИКА РАСЧЕТНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДА

Класс опасности отхода для окружающей среды на сегодняшний день определяется исходя из последней цифры кода, присвоенного отходу по ФККО. В некоторых случаях (например, если отход отсутствует в ФККО или имеется только группа отходов) применяются расчетный или экспериментальный методы определения класса опасности. Если отход не включен в ФККО, индивидуальные предприниматели и юридические лица обязаны подтвердить его отнесение к конкретному классу опасности в течение 90 дней со дня образования.

Методика определения класса опасности приведена в приказе МПР России № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду». Действие приказа не распространяется на радиоактивные отходы, биологические отходы, медицинские отходы.

Критериями отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду являются:

- степень опасности отхода для окружающей среды;
- кратность разведения водной вытяжки из отхода, при которой вредное воздействие на гидробионты отсутствует.

Степень опасности отхода для окружающей среды определяется по сумме степеней опасности веществ, составляющих отход, для окружающей среды.

Порядок определения класса опасности расчетным методом:

1. Сбор и оценка первичных показателей опасности компонентов отхода.
2. Определение показателя информационной обеспеченности расчета.
3. Расчет относительного параметра опасности компонента отхода для окружающей среды.
4. Расчет унифицированного относительного параметра опасности компонента отхода для окружающей среды.
5. Расчет коэффициента степени опасности компонента отхода для окружающей среды.
6. Расчет степеней опасности компонентов отхода и отхода в целом.
7. Идентификация класса опасности.

Первичные показатели опасности компонента отхода характеризуют степени их опасности для различных компонентов природной среды.

Таблица 1 – Первичные показатели опасности компонента отхода

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Значения, интервалы и характеристики первичных показателей опасности компонента отхода для окружающей среды			
1	$ПДК_п$ (ОДК), мг/кг	<1	1-10	10.1-100	>100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	не установ.
3	$ПДК_в$ (ОДУ, ОБУВ), мг/л	<0.01	0.01-0.1	0.11-1	>1

4	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
5	$ПДК_{р.х.}$ (ОБУВ), мг/л	<0.001	0.001-0.01	0.011-0.1	>0.1
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7	$ПДК_{с.с.}$ ($ПДК_{м.р.}$, ОБУВ), мг/м3	<0.01	0.01-0.1	0.11-1	>1
8	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9	$ПДК_{пп}$ (МДУ, МДС), мг/кг	<0.01	0.01-1	1.1-10	>10
10	Lg(S, мг/л/$ПДК_{в}$, мг.л)	>5	5-2	1.9-1	<1
11	Lg ($С_{нас}$, мг/м3/$ПДК_{р.з}$)	>5	5-2	1.9-1	<1
12	Lg ($С_{нас}$, мг/м3/$ПДК_{с.с.}$ или $ПДК_{м.р.}$)	>7	7-3.9	3.8-1.6	<1.6
13	Lg K_{ow} (октанол/вода)	>4	4-2	1.9-0	<0
14	LD_{50}, мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15	LC_{50} , мг/м3	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16	$LD_{50}^{водн}$, мг/л/96 ч	<1	1-5	5.1-100	>100
17	БД=$БПК_5$/ХПК 100%	<0.1	0,1-1,0	1,0-10	>10
18	Персистентность (трансформация в окружающей среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Накопление отсутствует
	Присваиваемый балл (B_j)	1	2	3	4

Информацию о первичных показателях можно найти в нормативных и иных актуальных источниках.

Значения ПДК (ОДК, ОДУ, ОБУВ) для почвы, водоёмов, атмосферного воздуха могут быть определены по гигиеническим нормативам. Для многих твердых нерастворимых веществ ПДК в воде отсутствует. Если вещество нерастворимое или малорастворимое, и для него не установлено отдельного значения ПДКр.х., можно допустить, что при попадании в водный объект оно будет находиться в нем во взвешенном состоянии. Для такого вещества может быть принят норматив ПДКр.х. и класс опасности в воде по взвешенным веществам. В качестве взвешенных веществ можно нормировать природные минеральные вещества — минералы, горные породы,

силикаты, карбонаты и др. При расчете указывается примечание «Принято по взвешенным веществам».

ПДК в продуктах питания установлена для небольшой группы веществ: в основном это тяжелые металлы, пестициды и антибиотики, т.к. они применяются в сельском хозяйстве и животноводстве и могут попасть в продукты питания. Для одного и того же вещества может быть указана разная ПДКпп в зависимости от вида продукта питания.

Данные о классе опасности веществ в почвах, воздухе и воде приводятся в методических указаниях, гигиенических нормативах и ГОСТах. Так как класс опасности в почвах установлен для ограниченного количества компонентов отходов, для большинства компонентов найти информацию о классе опасности проблематично, поэтому степень опасности по этому показателю может быть принята, равной «4».

Если невозможно найти данные по содержащемуся в отходе соединению, но есть данные о веществе, входящем в соединение, то в некоторых случаях можно принимать показатели опасности непосредственно по элементу. Это нужно решать в каждой конкретной ситуации в зависимости от состава отхода.

При определении десятичного логарифма соотношения растворимости вещества в воде и ПДК в воде растворимость подставляется в формулу в мг/л. Сведения о растворимости можно найти в химических справочниках. Если вещество в воде не растворяется, в строке «lg (S/ПДКв)» может быть указано «0».

Десятичный логарифм насыщающей концентрации, поделенной на ПДК в воздухе рабочей зоны, и десятичный логарифм насыщающей концентрации, поделенной на ПДК в воздухе населенных мест, показывают летучесть компонента. Летучесть компонентов может быть определена по химическим справочникам.

Справочной информации, в которой приводится коэффициент распределения «октанол/вода» (коэффициент липофильности) для всех веществ, не существует. Данный коэффициент может быть определен по паспорту безопасности на какое-либо вещество или спецификации на продукцию.

Среднесмертельная доза – летальная доза, при которой погибают 50 % подопытных животных, и среднесмертельная концентрация – летальная концентрация, при вдыхании которой погибают 50 % подопытных животных, приводятся в токсикологических справочниках, паспортах безопасности на продукты или в публикациях в научных журналах.

Коэффициент биологической диссимиляции органических соединений можно найти в токсикологических справочниках. Для неорганических веществ, нерастворимых в воде, показатель биологической диссимиляции неактуален.

Персистентность – это трансформация в окружающей среде (в более или менее опасные соединения), а биоаккумуляция — возможность накопления соединения в пищевой цепочке. Эти показатели обычно приводятся в токсикологических справочниках в текстовом виде. Если вещество в окружающей среде не трансформируется, в строке «Персистентность (трансформация в окружающей среде)» пишется «Не трансформируется».

Для каждого компонента отхода по каждому найденному первичному показателю в сводной таблице результатов расчета проставляется балл (табл. 1).

Показатель информационного обеспечения системы первичных показателей опасности компонента отхода определяется по формуле:

$$\text{Inf} = \frac{n}{12},$$

где n – общее количество найденных первичных показателей по компоненту отхода;

12 – число наиболее значимых показателей.

Значения баллов для учета показателя информационного обеспечения определяются по таблице 2.

Таблица 2 – Значения баллов (B_{inf}) в зависимости от интервала изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения (n/12)	Балл (B_{inf})
< 0,5 (n < 6)	1
0,5 - 0,7 (n = 6 - 8)	2
0,71 - 0,9 (n = 9 - 10)	3
> 0,9 (n $\geq$ 11)	4

Относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды (Xi) рассчитывается по формуле:

$$X_i = \frac{\left(\sum_{j=1}^{n} B_j\right) + B_{inf}}{n+1}$$

где B_j - значение балла, соответствующее каждому оцененному первичному показателю опасности компонента отхода;

n - количество оцененных первичных показателей опасности компонента отхода;

B_{inf} - значение балла, соответствующее показателю информационного обеспечения системы первичных показателей опасности компонента отхода.

Унифицированный относительный параметр опасности компонента отхода для окружающей среды определяется по формуле:

$$Z_i = \frac{4X_i}{3} - \frac{1}{3}$$

Коэффициент степени опасности i-го компонента отхода для окружающей среды (Wi, мг/кг) показывает количество компонента отхода, ниже значения, которого он не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

Коэффициент Wi зависит от значения унифицированного относительного параметра опасности компонента и рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg Wi = \begin{cases} 4\text{-}4/Zi; & \text{Для } 1<Zi<2 \\ Zi; & \text{Для } 2<Zi<4 \\ 2+4/(6\text{-}Zi), & \text{Для } 4<Zi<5 \end{cases}$$

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды, равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды, равным 10^6.

Компоненты отходов, состоящие из веществ, встречающихся в живой природе, например, таких как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения природного происхождения, относятся к практически неопасным компонентам отходов с относительным параметром опасности компонента отхода для окружающей среды, равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности компонента отхода для окружающей среды, равным 10^6.

Коэффициенты степени опасности компонента отхода для окружающей среды для некоторых специфических опасных веществ приведены в табл. 3:

Таблица 3. Коэффициент степени опасности компонента отхода для окружающей среды для некоторых специфических веществ

Наименование компонента отхода	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,14	2,52	2,52	331,13
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфтатат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	2,12	2,49	2,49	309,03
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	3,15	3,87	3,87	7356,42
Медь	2,84	3,45	3,45	2840,10
Мышьяк	2,27	2,69	2,69	493,55
Нафталин	2,286	2,714	2,714	517,9
Никель	2,64	3,19	3,19	1536,97
N-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,79	2,05	2,05	113,07
Стронций	3,09	3,79	3,79	6118,81
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	2,36	2,81	2,81	650,63
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,69	3,25	3,25	1778,28
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4

Фенол	2,28	2,71	2,71	508,94
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром трехвалентный	2,92	3,56	3,56	3630,78
Хром шестивалентный	2,33	2,77	2,77	593,38
Цинк	2,8	3,4	3,4	2511,89
Этилбензол	2,86	3,48	3,48	3019,95

Степень опасности компонента отхода рассчитывается как отношение концентрации компонента отхода к коэффициенту его степени опасности для окружающей среды:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i},$$

где Ci – концентрация i-го компонента в отходе, мг/кг.

Степень опасности отхода для окружающей среды, значения которой по классам опасности отхода приведены в таблице 4, определяется по сумме степеней опасности всех компонентов отхода для окружающей среды:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_m,$$

где K_1, K_2, ... K_m – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для окружающей среды;

m – количество компонентов отхода

Таблица 4 – Значения степени опасности отхода для окружающей среды (К) по классам опасности отхода

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для окружающей среды (К)
I	$10^6 \geq K > 10^6$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$