

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Технологии обращения с промышленными и коммунальными отходами**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Степанова Т.А.
	Идентификатор	R23096501-StepanovaTA-d031e2f1

Т.А.  
Степанова

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Писарев Д.С.
	Идентификатор	Radb74374-PisarevDS-0915d1cb

Д.С.  
Писарев

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.  
Рогалев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен выполнять разработку и модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники с учетом современных проблем теплоэнергетики, экологической безопасности и с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

ИД-2 Выполняет оценку влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку

2. ПК-4 Способен к обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

ИД-2 Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ №1. Контрольная работа "Обезвреживание парогазовых выбросов"  
(Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2. "Обезвреживание промышленных сточных вод"  
(Контрольная работа)

3. Контрольная работа №3. "Утилизация твердых, промышленных и коммунальных отходов" (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Выполнение и защиты всех лабораторных работ. (Отчет)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Общие сведения о промышленных и коммунальных отходах					
Термины и определения по обращению с отходами.	+			+	
Классификация отходов.	+			+	

Обезвреживание парогазовых выбросов (ПГВ) . Определение горючести ПГВ.				
Обезвреживание ПГВ.	+			+
Особенности организации процессов термического обезвреживание ПГВ.	+			+
Обезвреживание жидких промышленных отходов.				
Обезвреживание жидких промышленных отходов.		+		+
Технологические и тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов		+		+
Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов				
Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов			+	+
Энергосберегающие тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов.			+	+
Обезвреживание твердых отходов и осадков				
Обезвреживание твердых отходов и осадков			+	+
Вовлечение энергетического потенциала твердых энергоемких отходов в энергобаланс региона			+	+
Вес КМ:	25	25	30	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выполняет оценку влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку	Знать: Классификация отходов разных фазовых состояний, основные направления обезвреживания и переработки отходов. Возможности их энергетического использования	КМ №1. Контрольная работа " Обезвреживание парогазовых выбросов" (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	Знать: Способы определения и достижения показателей горючести отходов. "Пороги горючести" парогазовых отходов. Разработка технологических схем обезвреживания жидких отходов. Достижение автотермичности процессов обезвреживания и переработки. Уметь: Разработка условий и схем	Контрольная работа №2. "Обезвреживание промышленных сточных вод" (Контрольная работа) Выполнение и защиты всех лабораторных работ. (Отчет)

		<p>для вовлечение энергетического потенциала твердых коммунальных отходов в энергобалансы режимов. Получение вторичных топлив прямого использования.</p>	
ПК-4	<p>ИД-2<sub>ПК-4</sub> Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий</p>	<p>Уметь: Повышать энергоэффективность теплотехнологических схем огневого обезвреживания различных отходов. Определять возможности достижение автотермичности процессов. Скрубберная схема.</p>	<p>Контрольная работа №3. "Утилизация твердых, промышленных и коммунальных отходов" (Контрольная работа)</p>

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. КМ №1. Контрольная работа "Обезвреживание парогазовых выбросов"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает 2 задачи и 3 вопроса выполняет их письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

#### Краткое содержание задания:

1. Классификация парогазовых выбросов по виду загрязнителей
2. Укажите показателей горючестей ПГВ
3. Предложите технологическую схему для обезвреживания запыленного потока ПГВ

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Классификация отходов разных фазовых состояний, основные направления обезвреживания и переработки отходов. Возможности их энергетического использования	1. Виды газов-носителей в ПГВ
--	-------------------------------

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 90 % задания. Ответы на вопросы и комментарии к графикам правильные, полные.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 80 % задания. Формулы записаны верно, в графиках допущены неточности. Ответы на вопросы и комментарии к графикам в основном правильные, но полно-та недостаточная.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 70 % задания. В написании формул и в построении графиков допущены ошибки. Ответы на вопросы и комментарии к графикам недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнены требования, предъявляемые для получения оценки "3".

### КМ-2. Контрольная работа №2. "Обезвреживание промышленных сточных вод"

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает 2 вопроса и задачу и выполняет их письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

**Краткое содержание задания:**

1. Перечислите факторы, влияющие на полноту обезвреживания примесей сточной воды.
2. Перечислите виды высокотемпературных реакторов используемые для обезвреживания сточных вод
3. Предложите технологическую схему обезвреживания сточной воды содержащей органические и минеральные примеси как окисляющиеся, так и не окисляющиеся.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: Способы определения и достижения показателей горючести отходов. "Пороги горючести" парогазовых отходов. Разработка технологических схем обезвреживания жидких отходов. Достижение автотермичности процессов обезвреживания и переработки.</p>	<p>1.Свойства минеральных загрязнителей, содержащихся в сточных водах.</p> <p>2.Методы обезвреживания промышленных сточных вод.</p>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 90 % задания. Ответы на вопросы и комментарии к графикам правильные, полные.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 80 % задания. Формулы записаны верно, в графиках допущены неточности. Ответы на вопросы и комментарии к графикам в основном правильные, но полно-та недостаточная.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 80 % задания. В написании формул и в построении графиков допущены ошибки. Ответы на вопросы и комментарии к графикам недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнены требования, предъявляемые для получения оценки "3".

**КМ-3. Контрольная работа №3. "Утилизация твердых, промышленных и коммунальных отходов"**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 30**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студент получает вариант контрольной работы и дает письменный ответ на вопросы.

**Краткое содержание задания:**

- Перечислите фракции, присутствующие в твердых-коммунальных отходах (ТКО)
- Пересчитать состав ТКО на новый при выборке одной из фракций
- Рассчитать тепловой баланс котельного агрегата, работающего на ТКО

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Повышать энергоэффективность теплотехнологических схем огневого обезвреживания различных отходов. Определять возможности достижения автотермичности процессов. Скрубберная схема.	1. Записать формулы пересчета состава при разных наборах фракций ТКО 2. Записать тепловой баланс котельного агрегата, работающего на горючих отходах
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 90 % задания. Даны правильные ответы даны на все вопросы, содержание ответов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответы на вопросы в основном правильные, но имеются неточности.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы содержат ошибки. Вместе с тем выполненное задание позволяет обнаружить у студента минимально необходимый объем знаний.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

**КМ-4. Выполнение и защиты всех лабораторных работ.**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Отчет

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Интервью

**Краткое содержание задания:**

1. Исследование основных режимных параметров процессов обезвреживания промышленных сточных вод
2. Изучение влияния примесей на теплоту сгорания древесных отходов.
3. Изучение основных характеристик процесса торрефикации

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Разработка условий и схем для вовлечение энергетического потенциала твердых коммунальных отходов в энергобалансы режимов. Получение вторичных топлив прямого использования.	1.Определение состава отходящих газов в установках огневого обезвреживания  2.Установление графика изменения температур в реакторах для обжига отхода в процессе торрефикации
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Даны правильные ответы на все вопросы, содержание ответов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы в основном правильные, но имеются неточности.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы содержат ошибки. Вместе с тем выполненное задание позволяет обнаружить у студента минимально необходимый объем знаний.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Твердые коммунальные отходы (ТКО). Состав и энергетический потенциал.
2. Показатели горючести парогазовых выбросов (ПГВ)
3. Для сточной воды состава: коричневый альдегид - 15%, карбонат натрия - 5%, остальное вода, определить расход топлива в процессе огневого обезвреживания. Как изменяться расход топлива при уменьшении  $H_2O$  в сточной воде на 10% .

### Процедура проведения

Устный экзамен, проводимый согласно требованиям учебного управления.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Выполняет оценку влияния объектов теплоэнергетики и теплотехники на экологическую обстановку

#### Вопросы, задания

- 1.Классификация парогазовых выбросов (ПГВ)
- 2.Методы обезвреживания твердых промышленных и коммунальных отходов.
- 3.Определение энергетического потенциала твердых отходов.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какие газы из перечисленных называются газами-носителями в ПГВ, ,?

Ответы:

$CO_2$ ,  $CO_3$  / кислород,  $CO_2$  / воздух, инертные газы

Верный ответ: воздух, инертные газы

2.Что такое автогенный процесс в огневом обезвреживании отходов

Ответы:

требуется очень мало дополнительного топлива / не требуется дополнительное топливо / требуется только нейтрализация минеральных соединений

Верный ответ: не требуется дополнительное топливо

3.Какой из перечисленных термических методов наиболее широко используется в мире для обезвреживанияТКО

Ответы:

сжигание / газификация / пиролиз

Верный ответ: сжигание

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-4</sub> Демонстрирует знание нормативов по обеспечению экологической безопасности систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

#### Вопросы, задания

- 1.Типа реакторов для обезвреживания сточных вод

2. Факторы, влияющие на полноту окисления сточных вод при их огневом обезвреживании..
3. Показатели полноты проведения процесса обезвреживания

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. На сколько зон по ТКО делится Российская Федерация ,

Ответы:

4 / 3 / 2

Верный ответ: 3

2. К какой зоне по ТКО относится город Москва?

Ответы:

Северная / южная / центральная

Верный ответ: центральная

3. Какие фракции выбираются из ТКО на мусоросжигательных заводах

Ответы:

металл / пластик / стекло / текстиль

Верный ответ: металл / пластик

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-4</sub> Разрабатывает экозащитные мероприятия систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий

### **Вопросы, задания**

1. Условия автотермичности проведения процесса для обезвреживания отходов разных фаз состояния.
2. Скрубберная схема:: вариант осуществления
3. Использование шлаковых отходов после сжигания ТКО

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. С какой целью сточные воды подвергаются предварительному выпариванию перед огневым обезвреживанием

Ответы:

Выделить CO<sub>2</sub> / Выделить воду / Уменьшить расход топлива на огневое обезвреживание

Верный ответ: Уменьшить расход топлива на огневое обезвреживание

2. Зачем энергонесущие отходы подвергаются газификации

Ответы:

сократить объем отхода / получить газовое топливо для дальнейшего использования / с целью улавливания галогенов

Верный ответ: получить газовое топливо для дальнейшего использования

3. Где используется зола от сжигания ТКО

Ответы:

в черной металлургии / в стекольной промышленности / для удобрения в сельском хозяйстве / для засыпки дорог и оврагов

Верный ответ: для засыпки дорог и оврагов

## **II. Описание шкалы оценивания**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополни-тельные вопросы, что владеет материалом изученной

дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.