

**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: Устойчивое развитие в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ С ПРОМЫШЛЕННЫМИ И**  
**КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 97,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Отчет</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Степанова Т.А.
	Идентификатор	R23096501-StepanovaTA-d031e2f

Т.А. Степанова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Злышко О.В.
	Идентификатор	Ra785d4c7-ZlyvkoOV-49c1f249

О.В. Злышко

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение характеристик отходов разных фазовых состояний, освоение выбора методов их обезвреживания, оценка возможности термического обезвреживания отходов, подбор, анализ и расчет технологий и техники для высокотемпературного обезвреживания твердых, жидких и газообразных отходов

### Задачи дисциплины

- Формирование знаний о промышленных и коммунальных отходах разных фазовых состояний, их влияния на окружающую среду;;
- Овладения основами анализа возможностей различных способов обезвреживания отходов;;
- Подготовка к разработке, анализ и осуществлению мероприятий по обращению с отходами;;
- Изучение технических решений по процессам и установкам обезвреживания, в особенности термического ;;
- Приобретение навыков выполнения экспериментов и оценка результатов проведения процессов высокотемпературного обезвреживания.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития	ИД-2ПК-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в энергетике и промышленности	знать: - Способы определения и достижения показателей горючести отходов. "Пороги горючести" парогазовых отходов. Разработка технологических схем обезвреживания жидких отходов. Достижение автотермичности процессов обезвреживания и переработки.; - Классификация отходов разных фазовых состояний, основные направления обезвреживания и переработки отходов. Возможности их энергетического использования.  уметь: - Разработка условий и схем для вовлечение энергетического потенциала твердых коммунальных отходов в энергобалансы режимов. Получение вторичных топлив прямого использования.; - Повышать энергоэффективность теплотехнологических схем огневого обезвреживания различных отходов. Определять возможности достижение автотермичности процессов. Скрубберная схема..

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Устойчивое развитие в энергетике и промышленности (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие сведения о промышленных и коммунальных отходах	16	2	4	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие сведения о промышленных и коммунальных отходах"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №1. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 85-11 [5], 56-93 [6], 217-271</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Определение "Порогов горючести" парогазовых выбросов <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе №1.</p>
1.1	Термины и определения по обращению с отходами.	8		2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
1.2	Классификация отходов.	8		2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
2	Обезвреживание парогазовых выбросов (ПГВ) . Определение горючести ПГВ.	32		6	4	6	-	-	-	-	-	16	-	
2.1	Обезвреживание ПГВ.	16		3	2	3	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Особенности организации процессов термического обезвреживания ПГВ.	16		3	2	3	-	-	-	-	-	8	-	
3	Обезвреживание жидких промышленных отходов.	36	2	10	4	10	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №2. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
3.1	Обезвреживание жидких	18		5	2	5	-	-	-	-	-	6	-	

	промышленных отходов.												[2], 46-71 [3], 61-85
3.2	Технологические и тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов	18	5	2	5	-	-	-	-	-	6	-	
4	Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов	34	8	4	10	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к лабораторной работе №3. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов	17	4	2	5	-	-	-	-	-	6	-	[2], 78-95
4.2	Энергосберегающие тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов.	17	4	2	5	-	-	-	-	-	6	-	
5	Обезвреживание твердых отходов и осадков	26	4	4	6	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Подготовка к защитам лабораторных работ. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №3. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.1	Обезвреживание твердых отходов и осадков	12	2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	
5.2	Вовлечение энергетического потенциала твердых энергоемких отходов в энергобаланс региона	14	2	2	4	-	-	-	-	-	6	-	[1], 36-69
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>64</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>97.5</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам

дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общие сведения о промышленных и коммунальных отходах

1.1. Термины и определения по обращению с отходами.

Термины и определения по обращению с отходами..

1.2. Классификация отходов.

Классификация отходов..

#### 2. Обезвреживание парогазовых выбросов (ПГВ) . Определение горючести ПГВ.

2.1. Обезвреживание ПГВ.

Обезвреживание ПГВ..

2.2. Особенности организации процессов термического обезвреживание ПГВ.

Особенности организации процессов термического обезвреживание ПГВ..

#### 3. Обезвреживание жидких промышленных отходов.

3.1. Обезвреживание жидких промышленных отходов.

Обезвреживание жидких промышленных отходов..

3.2. Технологические и тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов

Технологические и тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов.

#### 4. Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов

4.1. Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов

Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов.

4.2. Энергосберегающие тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов.

Энергосберегающие тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов..

#### 5. Обезвреживание твердых отходов и осадков

5.1. Обезвреживание твердых отходов и осадков

Обезвреживание твердых отходов и осадков.

5.2. Вовлечение энергетического потенциала твердых энергоемких отходов в

энергобаланс региона

Вовлечение энергетического потенциала твердых энергоемких отходов в энергобаланс региона.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Тепловые схемы процессов сжигания, газификации и пиролиза твердых отходов;

2. Определение и достижение показателей горючести отходов для парогазовых выбросов;

3. Расчет тепловых схем процессов огневого обезвреживания и переработки промышленных сточных вод;

4. Достижение автотермичности процесса обезвреживания;
5. Существующие схемы регенерации отходов производства с получением технологических материалов или товарных продуктов;
6. Переработка осадков, содержащих органические вещества.;
7. Расчет газификации ТКО для городских регионов. Возможности вовлечения ТКО в энергобаланс региона.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование процесса торрефикации отходов;
2. Влияние режимных параметров на полноту огневого обезвреживания жидких отходов;
3. Влияние примесей на теплоту сгорания древесных отходов.

### **3.5 Консультации**

#### *Текущий контроль (ТК)*

1. Существующие направления обезвреживания и переработки отходов разных фазовых состояний. Технологические схемы. Термические методы обезвреживания отходов разных классов.
2. Признаки классификации парогазовых выбросов (ПГВ). Классификация методов обезвреживания ПГВ. Комплексные технологии. Показатели горючести ПГВ. Схемы и технические устройства для сжигания забалластированных газов. Автотермический процесс обезвреживания ПГВ.
3. Обезвреживание и переработка сточных вод различных производств. Методы и технологические схемы. Энергопотребление процессов. Повышение энергоэффективности процессов переработки. Выпаривание сточных вод. Скрубберная схема.
4. Регенерация жидких отходов с целью получения полезных продуктов (технологических материалов и товарных продуктов). Черные щелока сульфатцеллюлозного производства, отходы производства капролактама.
5. Обезвреживание твердых отходов и осадков. Крупномасштабные энеронесущие твердые отходы. Твердые коммунальные отходы (ТКО). Варианты энергетического использования. Вовлечение ТКО в энергобаланс регионов.

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
Классификация отходов разных фазовых состояний, основные направления обезвреживания и переработки отходов. Возможности их энергетического использования	ИД-2ПК-2	+	+				Контрольная работа/КМ №1. Контрольная работа "Обезвреживание парогазовых выбросов"
Способы определения и достижения показателей горючести отходов. "Пороги горючести" парогазовых отходов. Разработка технологических схем обезвреживания жидких отходов. Достижение автотермичности процессов обезвреживания и переработки.	ИД-2ПК-2			+			Контрольная работа/Контрольная работа №2. "Обезвреживание промышленных сточных вод"
<b>Уметь:</b>							
Повышать энергоэффективность теплотехнологических схем огневого обезвреживания различных отходов. Определять возможности достижение автотермичности процессов. Скрубберная схема.	ИД-2ПК-2	+	+	+	+	+	Отчет/Выполнение и защиты всех лабораторных работ.
Разработка условий и схем для вовлечение энергетического потенциала твердых коммунальных отходов в энергобалансы режимов. Получение вторичных топлив прямого использования.	ИД-2ПК-2			+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №3. "Утилизация твердых, промышленных и коммунальных отходов"

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №2)*

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

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Бернадинер, И. М. Исследование процесса и разработка реактора вращающегося кипящего слоя для термического обезвреживания твердых и пастообразных органических отходов :05.14.04-Промышленная теплоэнергетика : Автореферат диссертации кандидата технических наук / И. М. Бернадинер, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М . – 2000 . – 20 с.;
2. Бернадинер, М. Н. Исследование процесса огневого обезвреживания промышленных сточных вод в циклонных камерах : Диссертация кандидата технических наук / М. Н. Бернадинер, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1969 . – 264 с. - Автореферат есть .;
3. Волков, В. И. Повышение эффективности реакторов огневого обезвреживания сточных вод с высокой концентрацией горючих примесей на основе применения противоточных вихревых потоков : 05.14.04 - Промышленная теплоэнергетика : Диссертация кандидата технических наук / В. И. Волков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1989 . – 280 с. : Прил.: Автореферат .;
4. Примак, А. В. Автоматизированные системы защиты воздушного бассейна от загрязнения / А. В. Примак, А. Н. Щербань, А. С. Сорока . – Киев : Тэхника, 1988 . – 165 с.;
5. Бобренко Е. Г., Коржова Л. В.- "Охрана окружающей среды", Издательство: "Омский ГАУ", Омск, 2019 - (139 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/176590>;

6. А. К. Стрелков, С. Ю. Теплых- "Охрана окружающей среды и экология гидросферы", (2-е изд. перераб. и доп.), Издательство: "Самарский государственный архитектурно-строительный университет", Самара, 2013 - (488 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=256154>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Ansys / CAE Fidesys;
4. Windows Server / Серверная операционная система семейства Linux.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
2. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
5. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
6. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ш-206, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ш-205, Компьютерный класс	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ш-205, Компьютерный класс	
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ш-206, Лекционная аудитория	
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ш-107, Архив	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологии обращения с промышленными и коммунальными отходами

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ №1. Контрольная работа "Обезвреживание парогазовых выбросов" (Контрольная работа)  
 КМ-2 Контрольная работа №2. "Обезвреживание промышленных сточных вод" (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №3. "Утилизация твердых, промышленных и коммунальных отходов" (Контрольная работа)  
 КМ-4 Выполнение и защиты всех лабораторных работ. (Отчет)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Общие сведения о промышленных и коммунальных отходах					
1.1	Термины и определения по обращению с отходами.		+			+
1.2	Классификация отходов.		+			+
2	Обезвреживание парогазовых выбросов (ПГВ) . Определение горючести ПГВ.					
2.1	Обезвреживание ПГВ.		+			+
2.2	Особенности организации процессов термического обезвреживания ПГВ.		+			+
3	Обезвреживание жидких промышленных отходов.					
3.1	Обезвреживание жидких промышленных отходов.			+	+	+
3.2	Технологические и тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов			+		+
4	Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов					
4.1	Получение ценных вторичных ресурсов при обезвреживании жидких отходов				+	+
4.2	Энергосберегающие тепловые схемы огневого обезвреживания жидких отходов.				+	+
5	Обезвреживание твердых отходов и осадков					

5.1	Обезвреживание твердых отходов и осадков				+
5.2	Вовлечение энергетического потенциала твердых энергоемких отходов в энергобаланс региона			+	+
Вес КМ, %:		25	25	30	20