

**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: Технология воды и топлива в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОЧИСТКА И ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.11
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 3;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	108 часов
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 59,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Никитина И.С.
	Идентификатор	Rb9efc6b6-NikitinaIS-0f331b90

(подпись)


И.С. Никитина

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f


(подпись)

Ю.В. Шацких

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основных технологий и оборудования очистки сточных вод на ТЭС

### Задачи дисциплины

- освоение технологических процессов, используемых при обработке сточных вод на ТЭС;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем проектировании и эксплуатации установок по очистке сточной воды на ТЭС.

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 Способность участвовать в проектировании водоподготовительных и водоочистительных установок и систем с использованием серийного оборудования	ИД-3ПК-2 Проводит расчеты по типовым методикам и расчетным программам, а также проектировать отдельные элементы водоподготовительных установок с использованием средств автоматизированного проектирования	знать: - основные физико-химические процессы, относящиеся к водопользованию; - основное оборудование, необходимое для проведения технологических процессов очистки сточных вод; - основы малоотходных и бессточных технологий на ТЭС.  уметь: - использовать программы обработки экспериментальных данных, полученных на современном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники; - проводить анализ работоспособности технологических схем очистки сточных вод.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы ионообменные технологии водоподготовке
- знать основы конструирование инженерных систем
- знать основы мембранных технологий очистки воды
- знать основы специальных глав физико-химических процессов
- знать основы технологии воды и топлива на ТЭС и АЭС

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 3 зачетных единицы, 108 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	Водоподведение и водоотведение на ТЭС	10	3	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Водоподведение и водоотведение на ТЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Водоподведение и водоотведение на ТЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 224-226 [4], стр. 246-258, 290-293</p>	
1.1	Водоподведение и водоотведение на ТЭС	10		2	-	4	-	-	-	-	-	4	-		
2	Сточные воды	50		8	-	18	-	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сточные воды и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сточные воды"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 3-39 [2], стр. 224-234 [4], стр. 258-287, 292-310 [5], стр. 18-28, 65-78</p>
2.1	Сточные воды системы охлаждения оборудования	12		2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.2	Сточные воды ВПУ	12		2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.3	Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами	14		2	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	
2.4	Сточные воды ТЭС	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-		
3	Образование и утилизация шламов на ТЭС	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Образование и утилизация шламов на ТЭС и</p>	

3.1	Образование и утилизация шламов на ТЭС	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование и утилизация шламов на ТЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 61-88 [3], стр.6-16 [4], стр. 313-339
4	Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС	18	4	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС"
4.1	Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС	10	2	-	4	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС и подготовка к контрольной работе
4.2	Зарубежный опыт создания малоотходных и бессточных технологий	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 157-164 [4], стр. 341-370
	Зачет с оценкой	18.00	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.70	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.00</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.70</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.00</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>59.70</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Водоподведение и водоотведение на ТЭС

#### 1.1. Водоподведение и водоотведение на ТЭС

Водоподведение и водоотведение. Потребители воды на ТЭС. Основные типы сточных вод, их характеристика. Условно-чистые, условно-очищенные и загрязненные сточные воды. Влияние сточных вод на поверхностные и подземные воды. Нормирование водопотребления и водоотведения.

### 2. Сточные воды

#### 2.1. Сточные воды системы охлаждения оборудования

Сточные воды системы охлаждения оборудования. Системы прямоточного охлаждения. Системы оборотного охлаждения. Использование реагентов для обработки воды в системах охлаждения. Продувка систем охлаждения.

#### 2.2. Сточные воды ВПУ

Сточные воды водоподготовительных установок с использованием ионного обмена, мембранных технологий, испарителей. Предварительная очистка воды в осветлителях. Продувочные воды осветлителей и их переработка. Качество продувочных вод.

#### 2.3. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами

Источники поступления нефтепродуктов в сточную воду. Методы очистки сточной воды от нефтепродуктов. Нормы качества сбросных вод. Современное оборудование и схемы для очистки сточной воды от нефтепродуктов.

#### 2.4. Сточные воды ТЭС

Сточные воды кислотных промывок оборудования, системы обмывки РВП. Сточные воды систем гидрозолоудаления. Расход воды в системе гидрозолоудаления. Качество продувочных вод. Очистка и утилизация грунтовых, ливневых и талых вод. Снижение минерализации сточных вод. Обработка и повторное использование промдождевых стоков.

### 3. Образование и утилизация шламов на ТЭС

#### 3.1. Образование и утилизация шламов на ТЭС

Основные типы шламов, образующихся в технологических процессах на ТЭС. Обработка, складирование и использование шламов и солей. Оборудование для переработки шлама осветлителей, нефтешламов, шлама после кислотной промывки котельного оборудования.

### 4. Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС

#### 4.1. Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС

Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ. Опыт создания ВПУ с утилизацией сточных вод на Саранской ТЭЦ-2, Казанской ТЭЦ-3, ТЭЦ-12 Мосэнерго. Повторное использование воды и регенерационных расходов натрий катионитных фильтров на РТС Пенягино, РТС Жулебино, РТС Терешково.

#### 4.2. Зарубежный опыт создания малоотходных и бессточных технологий

Основные подходы к решению проблем стоков ТЭС в США, Европе, Китае. Законы в области экологии. Использование новейших технологий при проектировании новых энергетических объектов.

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

1. Водоподведение и водоотведение;
2. Сточные воды ВПУ;
3. Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами;
4. Сточные воды. Системы охлаждения оборудования;
5. Образование и утилизация шламов на ТЭС;
6. Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС;
7. Зарубежный опыт создания бессточных ТЭС;
8. Сточные воды ТЭС.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Водоподведение и водоотведение на ТЭС"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сточные воды системы охлаждения оборудования"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Образование и утилизация шламов на ТЭС"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС"

### **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	
<b>Знать:</b>						
основы малоотходных и бессточных технологий на ТЭС	ИД-3ПК-2		+			Контрольная работа/Сточные воды
основное оборудование, необходимое для проведения технологических процессов очистки сточных вод	ИД-3ПК-2			+		Контрольная работа/Образование и утилизация шламов на ТЭС
основные физико-химические процессы, относящиеся к водопользованию	ИД-3ПК-2	+				Контрольная работа/Водоподведение и водоотведение на ТЭС
<b>Уметь:</b>						
проводить анализ работоспособности технологических схем очистки сточных вод	ИД-3ПК-2		+	+	+	Контрольная работа/Создание малосточных и бессточных ТЭС
использовать программы обработки экспериментальных данных, полученных на современном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-3ПК-2		+	+	+	Контрольная работа/Создание малосточных и бессточных ТЭС



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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Водоподведение и водоотведение на ТЭС (Контрольная работа)
2. Образование и утилизация шламов на ТЭС (Контрольная работа)
3. Создание малосточных и бессточных ТЭС (Контрольная работа)
4. Сточные воды (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Готовцев, П. М. Очистка и повторное использование сточных вод тепловых электростанций : учебное пособие по курсу "Топливоиспользование и охрана окружающей среды" по направлению "Теплоэнергетика" / П. М. Готовцев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 40 с. - ISBN 978-5-7046-1400-5 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5648](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5648);
2. Копылов А.С. , Лавыгин В.М. , Очков В.Ф. - "Водоподготовка в энергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (310 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72208](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72208);
3. Ксенофонтов, Б. С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы / Б. С. Ксенофонтов . – М. : Новые технологии, 2010 . – 272 с. - ISBN 5-94694-021-X .;
4. Повышение экологической безопасности ТЭС : учебное пособие для вузов по направлению 650800 "Теплоэнергетика", специальностям 100500 "Тепловые электрические станции" и 100600 "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях" / А. И. Абрамов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 378 с. - ISBN 5-7046-0712-8 .;
5. Покровский, В. Н. Очистка сточных вод тепловых электростанций / В. Н. Покровский, Е. П. Аракчеев . – М. : Энергия, 1980 . – 256 с..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;

3. SmathStudio.

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-411, Учебная лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	К-509, Аудитория для проведения интерактивных занятий кафедры МЭП	кресло рабочее, парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет,

		компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-413/1, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, холодильник
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-417, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер, кондиционер

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Очистка и повторное использование сточных вод энергетических предприятий

(название дисциплины)

### 3 семестр

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

- КМ-1 Водоподведение и водоотведение на ТЭС (Контрольная работа)
- КМ-2 Сточные воды (Контрольная работа)
- КМ-3 Образование и утилизация шламов на ТЭС (Контрольная работа)
- КМ-4 Создание малосточных и бессточных ТЭС (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Водоподведение и водоотведение на ТЭС					
1.1	Водоподведение и водоотведение на ТЭС		+			
2	Сточные воды					
2.1	Сточные воды системы охлаждения оборудования			+		+
2.2	Сточные воды ВПУ			+		+
2.3	Сточные воды, загрязненные нефтепродуктами			+		+
2.4	Сточные воды ТЭС			+		+
3	Образование и утилизация шламов на ТЭС					
3.1	Образование и утилизация шламов на ТЭС				+	+
4	Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС					
4.1	Бессточные и малоотходные технологии на ВПУ ТЭС и РТС					+
4.2	Зарубежный опыт создания малоотходных и бессточных технологий					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25