

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

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

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

И.С. Никитина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

Ю.В. Шацких

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

Ю.В. Шацких

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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Водоподведение и водоотведение на ТЭС и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Водоподведение и водоотведение на ТЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Сточные воды и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Сточные воды" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Образование и утилизация шламов на ТЭС" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> 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	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> 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	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 157-164 [4], стр. 341-370
	Зачет с оценкой	18.00	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.70	
	Всего за семестр	108.00	16	-	32	-	-	-	-	0.3	42	17.70	
	Итого за семестр	108.00	16	-	32	-	-	-	-	0.3	59.70		

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 гидрозолаудаления. Расход воды в системе гидрозолаудаления. 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	
Знать:						
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
Уметь:						
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/elib/view.php?id=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;
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, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, кондиционер, стенд учебный, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	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