

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ТЭС И АЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	7 семестр - 64 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	7 семестр - 113,2 часов;
в том числе на КП/КР	7 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	7 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	7 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петрова Т.И.
	Идентификатор	R83612c6f-PetrovaTI-024a9341

(подпись)

Т.И. Петрова

(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 понятий, технологий и оборудования для коррекции качества воды и пара на ТЭС и АЭС

Задачи дисциплины

- изучение основных свойств водного теплоносителя на ТЭС и АЭС;
- изучение влияния свойств водного теплоносителя на поведение конструкционных материалов;
- освоение технологических процессов при коррекции качества теплоносителя на ТЭС и АЭС;
- приобретение навыков принимать и обосновывать конкретные технические решения при выборе и обеспечении оптимального водно-химического режима на ТЭС и АЭС.

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-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики	ИД-1 _{ПК-3} Владеет методами оценки состояния поверхностей нагрева и трубопроводов, знает современные способы антикоррозионной защиты оборудования и трубопроводов	знать: - основные способы коррекции качества теплоносителя с целью снижения коррозии и образования отложений в паро-водяном тракте ТЭС и АЭС.
ПК-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики	ИД-4 _{ПК-3} Демонстрирует знания по выявлению причин нарушений штатных режимов работы оборудования	знать: - основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров.
ПК-3 Способен участвовать в организации химического контроля качества воды и поддержании требуемого химического режима на объектах энергетики	ИД-5 _{ПК-3} Знает требования к качеству воды и методы поддержания водно-химического режима на объектах энергетики	знать: - основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. уметь: - принимать конкретные решения при разработке и внедрении водно-химического режима на ТЭС и АЭС..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Технология воды и топлива на ТЭС и АЭС (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 6 зачетных единиц, 216 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	Поступление примесей в пароводяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	34	7	16	-	4	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Поступление примесей в пароводяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Поступление примесей в пароводяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Поступление примесей в пароводяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Поступление примесей в пароводяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
1.1	Основные пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС и АЭС.	8		4	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
1.2	Химическая и электрохимическая коррозия.	8		4	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
1.3	Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.	9		4	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.4	Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.	9		4	-	1	-	-	-	-	-	4	-	

	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0		-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	216.00		64	-	16.00	16	2	4	-	0.8	79.7	33.5	
	Итого за семестр	216.00		64	-	16.00	18	4	4	-	0.8	113.2		

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. Поступление примесей в паро-водяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС

1.1. Основные пути поступления примесей в паро-водяной тракт ТЭС и АЭС.

1.2. Химическая и электрохимическая коррозия.

1.3. Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.

1.4. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.

2. Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе

2.1. Изменение свойств воды с изменением температуры и давления.

2.2. Растворимость примесей в перегретом паре.

2.3. Закономерности перехода примесей из кипящей воды в насыщенный пар.

2.4. Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин.

3. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ

3.1. Типы водно-химических режимов на ТЭС с прямоточными и барабанными котлами и ТЭС с ПГУ.

3.2. Требования к качеству питательной воды на ТЭС с прямоточными, барабанными котлами и на ТЭС с ПГУ.

3.3. Способы поддержания водно-химических режимов.

3.4. Методы очистки турбинного конденсата. Консервация оборудования во время простоев.

3.5. Удаление примесей из пароводяного тракта ТЭС.

4. Основные технологические схемы и водно-химические режимы на АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК

4.1. Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС.

4.2. Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС.

4.3. Водно-химический режим АЭС с реакторами типа РБМК.

4.4. Технологическая схема АЭС с реакторами типа РБМК.

4.5. Требования к качеству воды и пара на АЭС.

4.6. Способы очистки контурных вод.

3.3. Темы практических занятий

1. Анализ путей поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС и АЭС.;
2. Влияние внешних и внутренних факторов на электрохимическую коррозию;
3. Влияние температуры на изменение свойств водного теплоносителя и растворимость примесей в паре . Условия образования оксидных защитных плёнок на поверхности металлов;
4. Процессы поступления примесей из кипящей воды в насыщенный пар;
5. Организация водно-химического режима прямоточных котлов при дозировании гидразина и аммиака. Основные требования при использовании окислительных водно-химических режимов прямоточных котлов;
6. Основные условия использования фосфатов для обработки котловой воды;
7. Основные проблемы при организации водно-химических режимов котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ;
8. Влияние примесей на качество пара в турбинах АЭС.

3.4. Темы лабораторных работ
не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
7 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 8	9 - 16	Зачетная
--------	-------	--------	----------

Раздел курсового проекта	1, 2	1, 2, 3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	50	50	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор водно-химического режима ТЭС
2	Расчёт количества реагентов для коррекции водно-химического режима
3	Выбор точек дозирования реагентов и основных показателей химического контроля
4	Выбор реагентов и способа консервации оборудования во время простоя

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:						
основные способы коррекции качества теплоносителя с целью снижения коррозии и образования отложений в паро-водяном тракте ТЭС и АЭС	ИД-1ПК-3	+				Тестирование/Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов
основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров	ИД-4ПК-3		+			Тестирование/Загрязнение пара примесями
основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	ИД-5ПК-3			+	+	Тестирование/Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах
Уметь:						
принимать конкретные решения при разработке и внедрении водно- химического режима на ТЭС и АЭС.	ИД-5ПК-3			+	+	Контрольная работа/Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Загрязнение пара примесями (Тестирование)
2. Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах (Тестирование)
3. Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

В соответствии с методикой БАРС

Курсовая работа (КР) (Семестр №7)

В соответствии с методикой БАРС

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Воронов, В. Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учебное пособие для вузов по специальностям "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электрических станциях", "Тепловые электрические станции", "Атомные электрические станции и установки" направлений 140100 "Теплоэнергетика" и 140400 "Техническая физика" / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 240 с. - ISBN 978-5-383-00145-5 .

http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4224;

2. Петрова, Т. И. Технология организации водно-химического режима атомных электростанций : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" направления "Техническая физика" специальности "Технология воды и топлива на тепловых атомных электрических станциях" направления "Теплоэнергетика" / Т. И. Петрова, В. Н. Воронов, Б. М. Ларин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 272 с. - ISBN 978-5-383-00684-9 .

http://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4241.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. TBT Shell.

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

1. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

4. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>

5. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

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	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	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	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
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**Водно-химические режимы ТЭС и АЭС**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС. Основы процессов коррозии металлов (Тестирование)
- КМ-2 Загрязнение пара примесями (Тестирование)
- КМ-3 Основные способы снижения скорости коррозии и образования отложений в котлах (Тестирование)
- КМ-4 Водно-химические режимы на ТЭС и АЭС (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Поступление примесей в паро-водяной тракт. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС					
1.1	Основные пути поступления примесей в паро-водяной тракт ТЭС и АЭС.		+			
1.2	Химическая и электрохимическая коррозия.		+			
1.3	Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.		+			
1.4	Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.		+			
2	Основные физико-химические процессы, протекающие в водном теплоносителе					
2.1	Изменение свойств воды с изменением температуры и давления.			+		
2.2	Растворимость примесей в перегретом паре.			+		
2.3	Закономерности перехода примесей из кипящей воды в насыщенный пар.			+		
2.4	Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин.			+		
3	Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ					
3.1	Типы водно-химических режимов на ТЭС с прямоточными и барабанными котлами и ТЭС с ПГУ.					+
3.2	Требования к качеству питательной воды на ТЭС с прямоточными, барабанными котлами и на ТЭС с ПГУ.					+

3.3	Способы поддержания водно-химических режимов.				+
3.4	Методы очистки турбинного конденсата. Консервация оборудования во время простоев.			+	
3.5	Удаление примесей из пароводяного тракта ТЭС.			+	
4	Основные технологические схемы и водно-химические режимы на АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК				
4.1	Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС.			+	+
4.2	Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС.			+	
4.3	Водно-химический режим АЭС с реакторами типа РБМК.			+	
4.4	Технологическая схема АЭС с реакторами типа РБМК.				+
4.5	Требования к качеству воды и пара на АЭС.				+
4.6	Способы очистки контурных вод.			+	
Вес КМ, %:		20	30	30	20

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Водно-химические режимы ТЭС и АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Выбор водно-химического режима; Расчет количества дозируемых реагентов

КМ-2 Составление схем дозирования реагентов; Выбор способа промывки оборудования

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	8	16
1	Выбор водно-химического режима ТЭС		+	+
2	Расчёт количества реагентов для коррекции водно-химического режима		+	+
3	Выбор точек дозирования реагентов и основных показателей химического контроля			+
4	Выбор реагентов и способа консервации оборудования во время простоя			+
		Вес КМ, %:	50	50