

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: Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике

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.06.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	7 семестр - 95,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Большакова Н.А.
	Идентификатор	R6946266-BolshakovaNA-3b257d4

Н.А. Большакова

СОГЛАСОВАНО:

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: овладеть основными понятиями и технологией по организации водно-химических режимов на ТЭС и АЭС для минимизации образования отложений на поверхностях нагрева энергетического оборудования и коррозионных повреждений

Задачи дисциплины

- изучение основных свойств водного теплоносителя на ТЭС и АЭС;
- изучение влияния свойств водного теплоносителя на поведение конструкционных материалов паросилового оборудования ТЭС и АЭС;
- 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 работы водоподготовительного оборудования	ИД-2 _{ПК-3} Владеет современными методами проведения химического анализа, методиками расчета расходов материалов и реагентов	знать: - основные методы снижения коррозионных процессов и образования отложений в пароводяном тракте ТЭС и АЭС; - основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС; - основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров; - основные способы коррекции качества водного теплоносителя энергоблоков ТЭС и АЭС; - основные способы обработки воды в контурах вспомогательного теплового оборудования ТЭС и АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровизация в тепловой и возобновляемой энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы физики
- знать основы химии
- знать основы технической термодинамики
- знать основы теплообмена
- знать основы материаловедения, технологии конструкционных материалов
- знать основы гидрогазодинамики

- знать основы водоподготовки

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Тепловые схемы энергоблоков ТЭС и АЭС. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС	18.0	7	5	-	3.0	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> «КМ-1 Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте»</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по темам практических занятий: 1. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС, их водные контуры и параметры теплоносителя. 2. Баланс поступления примесей по водным контурам ТЭС и АЭС.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу «Тепловые схемы энергоблоков ТЭС и АЭС. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС»</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], гл. 1 [2], гл. 1 [3], гл. 1, 9 [5], гл. 1, 2, 4 [6], гл. 1, 9</p>	
1.1	Тепловые схемы ТЭС и АЭС и конструкционные материалы основного оборудования пароводяного тракта	7		2	-	1	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Виды теплоносителя на ТЭС и АЭС. Водные контуры ТЭС и АЭС	3.5		1	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Основные пути поступления примесей в конденсатно-питательный тракт ТЭС и АЭС	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
1.4	Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС	3.5		1	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Основные физико-	22.0		5	-	3.0	-	-	-	-	-	-	14		-

	химические процессы, протекающие в пароводяном тракте												Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте»
2.1	Изменение свойств воды с изменением температуры и давления	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу «Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте»
2.2	Распределение примесей между кипящей водой и насыщенным паром. Растворимость примесей в перегретом паре	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по теме практического занятия 3. Влияние температуры на изменение свойств водного теплоносителя и растворимость примесей в паре. Процессы поступления примесей из кипящей воды в насыщенный пар
2.3	Основные зоны образования отложений на поверхностях теплоэнергетического оборудования	6.5	2	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 4, 5, 8 [2], гл. 4, 8 [3], гл. 4, 5, 7, 8 [5], гл. 5 [6], гл. 4, 5, 7, 8
2.4	Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
3	Коррозионные процессы в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	27.0	6	-	3.0	-	-	-	-	-	18	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> «КМ-2 Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла»
3.1	Основные положения и виды коррозионных повреждений теплоэнергетического оборудования	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по темам практических занятий: 4. Термодинамика и ЭДС коррозионного процесса. Оценка коррозионной стойкости металлов.
3.2	Основы химической и электрохимической коррозии металлов	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	Показатели коррозии. 5. Защита металла от коррозии. Условия образования оксидных защитных пленок на поверхности металлов
3.3	Влияние внутренних и	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	

	внешних факторов на протекание коррозионных процессов											<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу «Коррозионные процессы в пароводяном тракте ТЭС и АЭС» <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 2, 3 [2], гл. 2, 3 [3], гл. 2, 3 [5], гл. 3, 6 [6], гл. 2, 3	
3.4	Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла	3.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
4	Водно-химические режимы энергоблоков ТЭС	43.0	12	-	5.0	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> «КМ-3 Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ» «КМ-5 Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев»
4.1	Водно-химические режимы на ТЭС с прямоточными котлами	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу «Водно-химические режимы энергоблоков ТЭС» <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по темам практических занятий: 6. Образование отложений на поверхностях нагрева оборудования ТЭС и АЭС. Основные условия использования фосфатов для обработки котловой воды. 7. Организация водно-химического режима прямоточных котлов при дозировании гидразина и аммиака. Применение окислительных водно-химических режимов прямоточных котлов.
4.2	Водно-химические режимы на ТЭС с энергоблоками ультрасверхкритических параметров	6.5	2	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
4.3	Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными котлами	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
4.4	Водно-химические режимы на ТЭС с парогазовыми установками	6.5	2	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
4.5	Удаление отложений с поверхностей оборудования пароводяного тракта	7	2	-	1	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 9, 10, 11, 13, 14 [2], гл. 9, 10, 11, 13, 14 [4], раздел 1
4.6	Консервация энергетического оборудования	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	

5	Основные технологические схемы и водно-химические режимы парогенераторов АЭС	16.0	4	-	2.0	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> «КМ-4 Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС» <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу «Основные технологические схемы и водно-химические режимы парогенераторов АЭС»
5.1	Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС	3.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по темам практических занятий: 7. Организация водно-химического режима прямоточных котлов при дозировании гидразина и аммиака. Применение окислительных водно-химических режимов прямоточных котлов. 8. Способы удаления отложений с поверхностей нагрева основного и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС.
5.2	Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС	3.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], гл. 12, 13, 14 [2], гл. 12, 13, 14 [3], гл. 13, 14, 15, 16, 17 [6], гл. 13, 14, 15, 16, 17
5.3	Водно-химический режим одноконтурной АЭС	3.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	2	-	
5.4	Установки специальной очистки воды на АЭС	5.5	1	-	0.5	-	-	-	-	-	4	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16.0	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16.0	-	-	-	-	0.3	95.7		

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. Тепловые схемы энергоблоков ТЭС и АЭС. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС

1.1. Тепловые схемы ТЭС и АЭС и конструкционные материалы основного оборудования пароводяного тракта

Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС. Основное и вспомогательное оборудование пароводяного контура ТЭС и АЭС. Виды конструкционных материалов оборудования пароводяного тракта.

1.2. Виды теплоносителя на ТЭС и АЭС. Водные контуры ТЭС и АЭС
Виды водного теплоносителя в контурах энергоблока ТЭС и АЭС.

1.3. Основные пути поступления примесей в конденсатно-питательный тракт ТЭС и АЭС
Примеси, поступающие в пароводяной тракт ТЭС и АЭС. Основные пути поступления примесей в конденсатно-питательный тракт.

1.4. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС
Нормируемые и диагностические показатели качества питательной и добавочной воды, насыщенного и перегретого пара.

2. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте

2.1. Изменение свойств воды с изменением температуры и давления

Основные физико-химические процессы образования паровых растворов. Основные факторы, влияющие на коэффициенты распределения слабых электролитов между насыщенным паром и водой. Основные факторы, влияющие на коэффициенты распределения сильных электролитов между насыщенным паром и водой.

2.2. Распределение примесей между кипящей водой и насыщенным паром. Растворимость примесей в перегретом паре

Физико-химические основы распределения примесей между водой и паром. Растворимость примесей в перегретом паре. Влияние свойств теплоносителя на растворимость примесей в паре и воде. Закономерности перехода примесей их кипящей воды в насыщенный пар. Загрязнение пара за счет механического уноса примесей из воды.

2.3. Основные зоны образования отложений на поверхностях теплоэнергетического оборудования

Образование отложений соединений кальция, магния и кремниевой кислоты в котлах и турбине и факторы, влияющие на этот процесс. Образование отложений продуктов коррозии в котлах и турбине и факторы, влияющие на этот процесс.

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

Образование отложений продуктов коррозии в котлах и факторы, влияющие на этот процесс. Образование отложений в проточной части паровых турбин.

3. Коррозионные процессы в пароводяном тракте ТЭС и АЭС

3.1. Основные положения и виды коррозионных повреждений теплоэнергетического оборудования

Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов. Основные формы коррозии.

3.2. Основы химической и электрохимической коррозии металлов

Химическая и электрохимическая коррозия конструкционных материалов. Основные процессы, протекающие при электрохимической коррозии и факторы, влияющие на ее развитие. Процессы поляризации и деполяризации и факторы, влияющие на развитие этих процессов.

3.3. Влияние внутренних и внешних факторов на протекание коррозионных процессов

Влияние pH на скорость коррозии. Влияние растворенного кислорода на скорость коррозии. Влияние температуры на скорость коррозии.

3.4. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла

Факторы, влияющие на образование защитных пленок. Основные законы образования защитных пленок.

4. Водно-химические режимы энергоблоков ТЭС

4.1. Водно-химические режимы на ТЭС с прямоточными котлами

Требования к качеству водного теплоносителя на ТЭС с прямоточными котлами. Гидразинно-аммиачный ВХР. Гидразинный ВХР. Окислительные ВХР.

4.2. Водно-химические режимы на ТЭС с энергоблоками ультрасверхкритических параметров

Требования к качеству водного теплоносителя на ТЭС с энергоблоками ультрасверхкритических параметров. Особенности применения ВХР на ТЭС с энергоблоками УСКП. Аммиачный и кислородно-аммиачный ВХР на ТЭС с энергоблоками УСКП.

4.3. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными котлами

Требования к качеству водного теплоносителя на ТЭС с барабанными котлами. Водно-химические режимы конденсатно-питательного тракта на ТЭС с барабанными котлами. Водно-химические режимы барабана котла.

4.4. Водно-химические режимы на ТЭС с парогазовыми установками

Требования к качеству водного теплоносителя на ТЭС с ПГУ. Водно-химические режимы котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ.

4.5. Удаление отложений с поверхностей оборудования пароводяного тракта

Химические промывки котельного и турбинного оборудования ТЭС. Химические промывки поверхностей нагрева теплового оборудования. Основные реагенты, используемые для удаления отложений из котлов. Химическая отмывка парогенератора.

4.6. Консервация энергетического оборудования

Консервация котлов во время простоя. Консервация паровых турбин. Консервация котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ. Консервация второго контура на АЭС.

5. Основные технологические схемы и водно-химические режимы парогенераторов АЭС

5.1. Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС

Схема энергоблока двухконтурной АЭС. Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС. Борное регулирование.

5.2. Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС

Требования к качеству водного теплоносителя второго контура двухконтурных АЭС. Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС.

5.3. Водно-химический режим одноконтурной АЭС

Схема энергоблока одноконтурной АЭС. Уровни отклонения нормируемых показателей качества воды.

5.4. Установки специальной очистки воды на АЭС

Системы очистки реакторной воды и продувочной воды парогенератора. Системы очистки реакторной воды. Система очистки турбинного конденсата.

3.3. Темы практических занятий

1. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и АЭС, их водные контуры и параметры теплоносителя;
2. Баланс поступления примесей по водным контурам ТЭС и АЭС;
3. Влияние температуры на изменение свойств водного теплоносителя и растворимость примесей в паре. Процессы поступления примесей из кипящей воды в насыщенный пар;
4. Термодинамика и ЭДС коррозионного процесса. Оценка коррозионной стойкости металлов. Показатели коррозии;
5. Защита металла от коррозии. Условия образования оксидных защитных пленок на поверхности металлов;
6. Образование отложений на поверхностях нагрева оборудования ТЭС и АЭС. Основные условия использования фосфатов для обработки котловой воды;
7. Организация водно-химического режима прямоточных котлов при дозировании гидразина и аммиака. Применение окислительных водно-химических режимов прямоточных котлов;
8. Способы удаления отложений с поверхностей нагрева основного и вспомогательного оборудования ТЭС и АЭС.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

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	
Знать:							
основные способы обработки воды в контурах вспомогательного теплового оборудования ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-3				+		Тестирование/Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев
основные способы коррекции качества водного теплоносителя энергоблоков ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-3				+	+	Тестирование/Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ Тестирование/Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС
основные показатели, характеризующие свойства воды и пара в пароводяном тракте ТЭС и АЭС и их изменение с изменением рабочих параметров	ИД-2ПК-3	+					Тестирование/Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте
основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-3		+				Тестирование/Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте
основные методы снижения коррозионных процессов и образования отложений в пароводяном тракте ТЭС и АЭС	ИД-2ПК-3			+			Тестирование/Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла

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. Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ (Тестирование)
2. Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС (Тестирование)
3. Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла (Тестирование)
4. Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте (Тестирование)
5. Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №7)

В соответствии с методикой БАРС

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Петрова, Т. И. Физико-химические процессы в водном теплоносителе электростанций : [учебник] для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Т. И. Петрова, В. Н. Воронов, Ф. В. Дяченко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 384 с. - Книга-победитель конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике, посвященного 90-летию МЭИ и 100-летию плана ГОЭЛРО . - ISBN 978-5-7046-2433-2 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11683>;
2. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4224>;
3. 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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4241>;

4. Водно-химический режим и химический контроль теплоносителей ТЭС и АЭС : сборник задач по направлениям 13.03.01 и 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / Т. И.

Петрова, О. В. Егошина, Н. А. Большакова, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 92 с. - ISBN 978-5-7046-2131-7 .

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10975>;

5. Никитина, И. С. Водно-химические режимы тепловых электрических станций : учебное пособие по курсам "Водно-химические режимы ТЭС", "Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС" по направлениям 13.03.01, 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. С. Никитина, И. А. Бураков, А. Е. Верховский, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : ФИЛИНЪ, 2017 . – 74 с. - ISBN 978-5-9216-0539-8 .;

6. Петрова Т.И. , Воронов В.Н. , Ларин Б.М. - "Технология организации водно-химического режима атомных электростанций", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (272 с.)

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72307.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
3. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
4. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
5. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.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	В-411, Учебная	стол преподавателя, стол компьютерный,

для проведения промежуточной аттестации	лаборатория «Вычислительный центр ТВТ»	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-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	В-408, Кабинет сотрудников каф. "ТОТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, техническая аппаратура, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-404/1а, Кладовая	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Водно-химические режимы ТЭС и АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Поступление примесей в пароводяной тракт. Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте (Тестирование)
- КМ-2 Коррозия конструкционных материалов в пароводяном тракте ТЭС и АЭС. Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла (Тестирование)
- КМ-3 Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными и прямоточными котлами и ТЭС с ПГУ (Тестирование)
- КМ-4 Водно-химический режим АЭС. Спецводоочистка на АЭС (Тестирование)
- КМ-5 Промывка и консервация энергетического оборудования во время простоев (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Тепловые схемы энергоблоков ТЭС и АЭС. Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС						
1.1	Тепловые схемы ТЭС и АЭС и конструкционные материалы основного оборудования пароводяного тракта		+				
1.2	Виды теплоносителя на ТЭС и АЭС. Водные контуры ТЭС и АЭС		+				
1.3	Основные пути поступления примесей в конденсатно-питательный тракт ТЭС и АЭС		+				
1.4	Основные показатели качества водного теплоносителя ТЭС и АЭС		+				
2	Основные физико-химические процессы, протекающие в пароводяном тракте						
2.1	Изменение свойств воды с изменением температуры и давления		+				
2.2	Распределение примесей между кипящей водой и насыщенным паром. Растворимость примесей в перегретом паре		+				
2.3	Основные зоны образования отложений на поверхностях теплоэнергетического оборудования		+				
2.4	Образование отложений на теплопередающих поверхностях в котлах и в проточной части паровых турбин		+				
3	Коррозионные процессы в пароводяном тракте ТЭС и АЭС						

3.1	Основные положения и виды коррозионных повреждений теплоэнергетического оборудования		+			
3.2	Основы химической и электрохимической коррозии металлов		+			
3.3	Влияние внутренних и внешних факторов на протекание коррозионных процессов		+			
3.4	Образование защитных оксидных пленок на поверхности металла		+			
4	Водно-химические режимы энергоблоков ТЭС					
4.1	Водно-химические режимы на ТЭС с прямоточными котлами			+	+	
4.2	Водно-химические режимы на ТЭС с энергоблоками сверхкритических параметров			+	+	
4.3	Водно-химические режимы на ТЭС с барабанными котлами			+	+	
4.4	Водно-химические режимы на ТЭС с парогазовыми установками			+	+	
4.5	Удаление отложений с поверхностей оборудования пароводяного тракта					+
4.6	Консервация энергетического оборудования					+
5	Основные технологические схемы и водно-химические режимы парогенераторов АЭС					
5.1	Водно-химические режимы первого контура двухконтурных АЭС			+	+	
5.2	Водно-химические режимы второго контура двухконтурных АЭС			+	+	
5.3	Водно-химический режим одноконтурной АЭС			+	+	
5.4	Установки специальной очистки воды на АЭС			+	+	
Вес КМ, %:		20	20	20	20	20