

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Тепловая и атомная энергетика» имени А.И. Андрющенко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«М 1.2.4 Водные режимы электростанций»

направления подготовки

«13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника»

Магистерская программа:

« ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ» (М5)

Квалификация - магистр

Форма обучения –	очная
Курс –	2
Семестр –	3
Зачетных единиц –	3
Всего часов, в том числе:	108
лекции –	10
коллоквиумы –	нет
практические занятия –	44
лабораторные занятия –	нет
всего аудитор. занятия –	54
самостоятельная работа –	54
Зачет –	нет
Экзамен –	есть
РГР –	нет
Курсовая работа –	нет
Курсовой проект –	нет

1. Цели и задачи дисциплины

Программа составлена на основе государственных стандартов третьего поколения ФГОС-3 (ФГОС ВО). Дисциплина *«М 1.2.4 Водные режимы электростанций»* формирует у студентов основные понятия о водно-химических режимах, используемых на современных тепловых и атомных электростанциях. В системе подготовки магистров профиля *«Тепловые и атомные станции»* этот курс имеет особо важное значение – приближает знания студентов к условиям практической работы на электростанциях.

1.1. Цель преподавания дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является изучение организации водного режима, при котором не имели бы места повреждения и снижение экономичности работы теплосилового оборудования теплоэнергетических установок и тепловых сетей.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

В процессе изучения дисциплины студенты должны усвоить, что правильное ведение водного режима позволяет уменьшить образования накипей и отложений на теплопередающих поверхностях, коррозию внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов, скопление шлама и образование отложений в основном оборудовании теплоэнергетических установок и тепловых сетях.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина *«М 1.2.4 Водные режимы электростанций»* входит в вариативную часть профессионального цикла учебного плана. Для изучения настоящей дисциплины студенты должны иметь знания по математике, химии, водоподготовке, физико-химическим основам подготовки рабочих тел и теплоносителей в теплоэнергетике и теплотехнологиях, водно-химических современных проблемам теплоэнергетики, теплотехники и теплотехнологий, перспективным технологиям в энергетике. Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для данной дисциплины: М.1.1.1 «Математическое моделирование»; М.1.1.7 «Расчет и обезвреживание промышленных выбросов в теплоэнергетике и теплотехнологиях».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов(ПК-4).

Профессиональная компетенция ПК-4 формируется с учетом обобщенных трудовых функций профессионального стандарта «Работник по оперативному

управлению объектами тепловой электростанции» (зарегистрирован в Минюсте России 23.01.2015 № 35654).

Студент должен знать: физико-химические характеристики водных сред ТЭС и АЭС; теоретические основы коррозионных процессов в пароводяном тракте; способы получения чистого пара в котлах; основы выбора водных режимов конденсатопитательного тракта, котлов, турбин, тепловых сетей и оборудования АЭС с ВВЭР; схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики оборудования, сооружений и устройств, технологических систем ТЭС в нормальных режимах работы.

Студент должен уметь: выполнять расчеты по качеству питательной воды и пара; определять допустимый присос охлаждающей воды в конденсаторе; составлять пароводяной баланс; проводить расчеты для правильной организации продувки паровых котлов и ступенчатого испарения; учитывать в расчетах коррозию оборудования; работать с компьютером на уровне пользователя.

Студент должен владеть: основными методами поддержания и корректировки водно-химического режима; навыками контроля водно-химического режима.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3 семестр									
1	1	1	Вводная лекция Физико-химические характеристики водных сред энергетического оборудования	8	2	0	0	4	8
	2-3	2	Коррозионные процессы в пароводяном тракте.	8	2	0	0	0	12
	4	3	Конденсатоочистка в составе тепловых схем	9	2	0	0	6	10

			ТЭС. Водный режим конденсатопитательного тракта.						
	5-6	4	Продувка, ступенчатое испарение и промывка насыщенного пара барабанных котлов.	9	2	0	0	6	6
	7	5	Сепарационные и паропромывочные устройства. Дегазация конденсата, питательной и добавочной воды.	9	0	0	0	6	16
2	8-9	6	Водный режим прямоточных котлов СКП.	11	0	0	0	6	10
	10	7	Водный режим барабанных котлов и котлов-утилизаторов.	10	2	0	0	6	8
	11-12	8	Водно-химический режим паровых турбин	4	0	0	0	0	8
	13	9	Водный режим парогенераторов АЭС	9	0	0	0	0	14
	14-15	10	Водный режим реакторов типа РБМК и ВВЭР	9	0	0	0	0	14
	16	11	Водный режим испарителей, паропреобразователей и тепловых сетей.	11	0	0	0	6	10
	17-18	12	Химические очистки энергетического оборудования	11	0	0	0	4	10
Всего				108	10/10	0	0	44	54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Вводная лекция. Физико-химические характеристики водных сред энергетического оборудования. Общие сведения о водно-химических режимах электростанции. Фи-	15.1;15.2; 15.3;15.6

			зико- химические характеристики водных сред электростанции. Основные показатели качества воды на ТЭС и АЭС. Растворимость естественных примесей в воде. Растворимость в воде продуктов коррозии и их формы. Растворимость примесей в перегретом паре. Распределение примесей между кипящей водой и генерируемым из нее насыщенным паром.	
2	2	2	Коррозионные процессы в пароводяном тракте. Основные положения и классификация коррозионных повреждений. Коррозия стали в перегретом паре. Основы электрохимической коррозии перлитных сталей.	15.1;15.2; 15.3;15.6
4	2	3	Конденсатоочистка в составе тепловых схем ТЭС. Водный режим конденсатопитательного тракта.	15.2;15.4; 15.3;15.6
6	2	4	Продувка, ступенчатое испарение и промывка насыщенного пара барабанных котлов. Продувка барабанных котлов. Ступенчатое испарение. Сепарация насыщенного пара и его промывка.	15.4;15.2; 15.3;15.6
7	2	5	Водный режим барабанных котлов и котлов-утилизаторов. Шламо- и накипеобразование в парообразующем контур Фосфатный водно-химический режим. Комплексонный водный режим. Нормирование водного режима барабанных котлов.	15.4;15.2; 15.3;15.5

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом				

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
--------	-------------	-----------	--	---------------------------------

1	2	3	4	5
1	2	1	Качество питательной воды. Пароводяной баланс.	15.1;15.2; 15.3
1	2	2	Расчет растворимости примесей в насыщенном и перегретом паре барабанных и прямоточных котлов ТЭС.	15.1;15.2; 15.6;15.5
3	6	3	Расчет допустимый присос охлаждающей воды в конденсаторе. Уравнения солевого баланса примесей на ТЭС и АЭС.	15.1;15.2; 15.3
4	6	4	Расчет продувки барабанных паровых котлов	15.4;15.2; 15.3;15.5
5	6	5	Расчет схем ступенчатого испарения барабанных паровых котлов. Уравнения солевого баланса схем ступенчатого испарения.	15.4;15.2; 15.3;15.5
6	6	6	Расчет парасепарационных схем барабанных паровых котлов ТЭС. Уравнение солевого баланса барабанного котла.	15.2;15.3; 15.5
7	6	7	Водно-химический режим паротурбинной установки с котлом барабанного типа.	15.4;15.2; 15.3
11	6	8	Определение качества дистиллята испарителя кипящего типа с двухступенчатой промывкой пара.	15.4;15.2; 15.3;15.5

8 Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	5
Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом			

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	8	Равновесие в водных средах при коррекционной обработке воды. Свойства поверхностных слоев.	15.2;15.3; 15.6;15.8
2	12	Влияние внутренних и внешних факторов на про-	15.1;15.3;

1	2	3	4
		течение коррозионных процессов. Коррозия под напряжением аустенитных нержавеющей сталей. Коррозия латуней. Коррозия циркониевых и алюминиевых сплавов.	15.2
3	10	Влияние дозируемых реагентов и значения pH на коррозию сталей и выбор конструкционных материалов конденсатопитательного тракта. Выведение оксидов конструкционных материалов из конденсатопитательного тракта и из возвратных производственных конденсатов.	15.2;15.2; 15.6;15.8
4	6	Промывка насыщенного пара питательной водой. Расчет сепарационных схем барабанных котлов.	15.2;15.6; 15.11
5	16	Назначение сепарационных устройств и их конструктивные типы. Сепарационно-перегревательные установки между цилиндрами турбин. Промывочные устройства. Действительный уровень воды в барабанных парообразующих агрегатах. Требования к дегазации воды и пути её выполнения. Деаэрация в конденсаторе и в корпусах регенеративных подогревателей НД. Деаэрационные установки. Деаэрация в корпусах подогревателей ВД.	15.2;15.6; 15.8
6	10	Нейтральный водный режим с дозированием газообразного кислорода. Нейтральный водный режим с дозированием раствора перекиси водорода. Нейтральный водный режим с дозированием гидразина. Комплексный водный режим блоков СКП. Окислительные водно-химические режимы.	15.2;15.3
7	8	Предотвращение кальциевого накипобразования в парообразующей системе барабанных котлов. Отложения продуктов коррозии и образование сложных накипей на поверхности нагрева и испарения. Основы комплексного водного режима барабанных котлов ВД. О применимости других реагентов для коррекции водного режима барабанных котлов и котлов-утилизаторов	15.1;15.3; 15.4;15.7
8	8	Отложение примесей в проточной части турбин. Влияние особенностей водного режима на экономичность и надежность турбин СКП. Водно-химический режим влажнопаровых турбин. Анализ водно-химического режима турбины насыщенного пара.	15.1;15.3; 15.4;15.7
9	14	Связь водного режима с материалом и конструкцией парогенераторов. Водные режимы парогенераторов АЭС типа РБМК и ВВЭР. Байпасная очистка воды	15.2;15.6; 15.4;15.8

1	2	3	4
		парогенераторов АЭС.	
10	14	Особенности конструкции реакторов типа РБМК и ВВЭР. Требования к ВХР реакторов типа РБМК и ВВЭР и их нормирование. Системы очистки реакторной воды.	15.6;15.8
11	10	Особенности конструкции испарителей, паропреобразователей, и выпарных установок применяемых на ТЭС и АЭС, способы их питания. Мероприятия по обеспечению требуемого качества вторичного пара, безнакипного режима работы и защиты от коррозии испарителей, паропреобразователей и выпарных установок. Водные режимы тепловых сетей и их нормирование.	15.6;15.8
12	10	Виды и назначение химических очисток энергетического оборудования. Выбор реагентов. Эксплуатационные химические очистки и консервация энергетического оборудования. Методы дезактивации оборудования АЭС.	15.2;15.6

10. Расчетно-графической работа

Расчетно-графической работа не предусмотрена учебным планом

11. Курсовой работа

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

12. Курсовая проект

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

13 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «М 1.2.4 Водные режимы электростанций» должны сформироваться следующие компетенции: ПК-4.

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

Текущий контроль усвоения лекционного материала представляет собой вопросы, ответы на которые студент должен дать в результате прослушивания

и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции по итогам всего изложенного материала. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформированность основных понятий и определений. Выявляются способности студентов к обобщению, анализу, восприятию информации.

Промежуточная аттестация (модуль № 1) по темам 1-5 и частично сформированной компетенции ПК-4 проводится в форме устного зачета по результатам выполнения практических заданий по темам 1-5. Модуль № 2 проводится по темам 6-12 и частично сформированной компетенции ПК-2 в форме устного зачета по результатам выполнения практических заданий.

По окончании семестра проводится итоговая аттестация (экзамен) по результатам изучения дисциплины в форме устного собеседования или в форме компьютерного тестирования для оценки формирования компетенции: ПК-4. На выполнение итоговой работы отводится 1 пара или 2 академических часа.

К зачету по дисциплине обучающиеся допускаются при предоставлении всех отчетов по всем практическим занятиям и их защите.

«Зачет» ставится при: правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом; допускаются негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не вполне законченные выводы или обобщения.

«Незачет» ставится при: не ответе на все вопросы, неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

Также для проведения экзамена могут использоваться тестовые задания. Критерии оценки для тестового зачета:

1-24 % правильных ответов – незачет;

25-100 % правильных ответов – зачет.

13.1 Уровни освоения компетенции ПК-4 в рамках дисциплины « М 1.2.4 «Водные режимы электростанций»

»

Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
<u>ПК-4</u>	<p>Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов</p>	<p>Знать: методы и способы корректировки качества питательной воды и парокотельных агрегатов и парогенераторов в процессе эксплуатации для обеспечения бесперебойной работы теплотехнического оборудования; схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики оборудования, сооружений и устройств, технологических систем ТЭС в нормальных режимах работы.</p> <p>Уметь: анализировать эксплуатационные данные и характеристики основного и вспомогательного оборудования для выбора системы химико-технологического мониторинга качества теплоносителя; работать с компьютером на уровне пользователя</p> <p>Владеть: основными методами поддержания и корректировки водно-химического режима; навыками контроля водно-химического режима.</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС</p>	<p>Тесты, отчет по практическим занятиям, реферат по СРС, зачет</p>	<p style="text-align: center;">Пороговый (удовлетворительный)</p> <p>Знает: основы физико-химических процессов, протекающих в воде при эксплуатации теплоэнергетического оборудования; некоторые принципы действия и области применения различных способов обработки воды</p> <p>Умеет: рассчитывать физико-химические показатели качества воды и некоторые из режимов работы оборудования;</p> <p>Владеет: имеет представление о методиках выбора технологий химии воды</p> <p style="text-align: center;">Продвинутый (хорошо)</p> <p>Знает: основы физико-химических процессов, протекающих в воде при эксплуатации теплоэнергетического оборудования; принципы действия и области применения различных способов обработки воды</p> <p>Умеет: <i>хорошо</i> рассчитывать физико-химические показатели качества воды и режимы работы оборудования;</p> <p>Владеет: методиками выбора технологий химии воды</p> <p style="text-align: center;">Высокий (отлично)</p> <p>Знает: физико-химические процессы, протекающих в воде при эксплуатации теплоэнергетического оборудования; принципы действия и области применения различных способов обработки воды</p> <p>Умеет: безошибочно рассчитывать физико-химические показатели качества воды и режимы работы оборудования;</p> <p>Владеет: всеми современными методиками выбора технологий химии воды.</p>

**13.2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине
« М 1.2.4 «Водные режимы электростанций»**

№ Те мы	Контролируемые раз-делы (темы), модули дисциплины	Контролируемые компетенции или их части	Форма контроля	Вид занятий по дисциплине	Оценочные средства	Количество
1	Вводная лекция Физико-химические характеристики водных сред энергетического оборудования	ПК -4	Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	3
			Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
2	Коррозионные процессы в пароводяном тракте.	ПК -4	Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	3
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
3	Конденсатоочистка в составе тепловых схем ТЭС. Водный режим конденсатопитательного тракта.	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	4
4	Продувка, ступенчатое испарение и промывка насыщенного пара барабанных котлов.	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –

			Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	3
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
5	Сепарационные и паропромывочные устройства. Дегазация конденсата, питательной и добавочной воды.	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	5
6	Водный режим прямоточных котлов СКП.	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	3
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
7	Водный режим барабанных котлов и котлов-утилизаторов.	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Устный опрос (ОУ)	лекция	Вопросы для устного опроса	3
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3

8	Водно-химический режим паровых турбин	ПК -4	Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
9	Водный режим парогенераторов АЭС	ПК -4	Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
10	Водный режим реакторов типа РБМК и ВВЭР	ПК -4	Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
11	Водный режим испарителей, паропреобразователей и тепловых сетей	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / –
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
12	Химические очистки энергетического оборудования	ПК -4	Письменная работа (ПР)/ Устный опрос (ОУ)	практические	Задачи / Вопросы для устного опроса	Варианты задач по количеству обучающихся / 3
			Собеседование (ОУ1)	СРС	Вопросы для устного опроса	3
	Промежуточная аттестация по дисциплине	ПК -4	зачет		Устный опрос/ тестирование	Билеты к устному опросу/ тестовые задания

13.3 Вопросы для текущего контроля

Модуль 1

1. Какие основные пути поступления примесей в пароводяной тракт ТЭС?
2. Какие примеси поступают в пароводяной тракт АЭС?

3. Чем различаются составы примесей, поступающих в пароводяные тракты ТЭС и АЭС?
4. Какие параметры теплоносителя изменяются при движении его по пароводяному тракту ТЭС и АЭС?
5. Какие факторы влияют на образование паровых растворов?
6. Какие зависимости используются для расчёта растворимости примесей в паре?
7. Какие основные пути поступления примесей из кипящей воды в насыщенный пар?
8. Что такое видимый, ионный и молекулярный коэффициенты распределения и какова взаимосвязь между ними?
9. Какие факторы влияют на видимый коэффициент распределения слабых и сильных электролитов?
10. Что называется коррозией и какие формы коррозионных повреждений существуют?
11. Что такое электрохимическая коррозия?
12. Что такое процесс поляризации и какие факторы на него влияют?
13. Назовите внешние факторы влияющие на коррозию.
14. Назовите внутренние факторы влияющие на коррозию.
15. Напишите зависимости, описывающие анодный и катодный процессы при электрохимической коррозии.
16. Обоснуйте необходимость применения обессоливания турбинного конденсата в тепловых схем ТЭС и АЭС.
17. Нарисуйте технологические схемы очистки турбинного конденсата.
18. Назовите требования предъявляемые к организации водно-химического режима конденсатопитательного тракта.
19. Какие факторы влияют на коррозию сталей и выбор конструкционных материалов конденсатопитательного тракта?
20. Нарисуйте схему баланса расходов и примесей для барабанных котлов ТЭС в отсутствие ступенчатого испарения. Напишите уравнение баланса примесей в соответствии с приведенным рисунком.
21. Нарисуйте схему баланса расходов и примесей для барабанных котлов ТЭС при двухступенчатом испарения. Напишите уравнение баланса примесей в соответствии с приведенным рисунком.
22. Нарисуйте схемы баланса расходов и примесей для барабанных котлов ТЭС при многоступенчатом испарения и сепарации пара солевого отсека в выносном циклоне.
23. Нарисуйте схему баланса расходов и примесей для барабанных котлов ТЭС в отсутствие ступенчатого испарения при подаче на промывку пара всей питательной воды. Напишите уравнение баланса примесей в соответствии с приведенным рисунком.
24. Назначение сепарационных устройств и их конструктивные типы.
25. На какие категории можно разделить растворённые в воде газы?
26. Какие факторы влияют на растворимость т коэффициент распределения углекислоты и аммиака?

27. Как рассчитать дозировку аммиака, необходимого для получения заданного значения рН в присутствии углекислоты?

Модуль 2

1. Назовите теплотехнические особенности прямоточных котлов и требования к их водному режиму.
2. Какие водно-химические режимы используются для прямоточных котлов?
3. Какие требования предъявляются к качеству питательной воды на ТЭС при окислительном водно-химическом режиме?
4. Назовите преимущества и недостатки окислительного водно-химического режима по сравнению с гидрозинно-амиачными.
5. Какие физико-химические процессы протекают в барабанных котлах и к чему они приводят?
6. Какие водно-химические режимы используются для барабанных котлов различных давлений?
7. Какие реагенты и почему применяются в барабанных котлах для уменьшения количества отложений продуктов коррозии железа и меди?
8. Различаются ли требования, предъявляемые к качеству питательной и добавочной вод на ТЭС с барабанными котлами при фосфатировании котловой воды и использовании NaOH?
9. Какие основные схемы парогазовых установок используются в настоящее время?
10. Какие требования предъявляются к качеству воды и пара, и используемым конструкционным материалам котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ?
11. Какие водно-химические режимы для котлов-утилизаторов применяются на ТЭС с ПГУ?
12. Различается ли количественный и качественный составы отложений в турбинах, работающих на перегретом и насыщенном паре?
13. Какие типы водно-химических режимов используются для турбин насыщенного пара
14. Какие типы водно-химических режимов используются для турбин высоких и сверхвысоких давлений?
15. Существует ли связь водного режима с материалом и конструкцией парогенераторов?
16. Какие реагенты применяются для организации водно-химического режима парогенераторов АЭС с реакторами типа ВВЭР?
17. Назовите нормируемые параметры водных режимов парогенераторов АЭС с реакторами типа ВВЭР.
18. Какие водно-химические режимы используются на одно контурных АЭС с реакторами РБМК и почему?
19. Какие реагенты применяются для организации водно-химического режима первого контура двухконтурных АЭС с реакторами типа ВВЭР?
20. Какие проблемы возникают при организации водно-химического режима второго контура двухконтурных АЭС с реакторами типа ВВЭР?

21. Какие типы водно-химических режимов используются в испарителях и паропреобразователях?
22. Можно ли использовать необработанную воду для подпитки теплосети?
23. Какие фильтры влияют на выбор схемы обработки подпиточной воды теплосети?
24. С какой целью проводятся химические промывки энергетического оборудования?
25. Какие этапы химических промывок котлов и с какой целью производятся на ТЭС?
26. Какими основными принципами руководствуются при выборе реагентов для химических промывок?
27. Какие методы применяются для промывки паровых турбин?
28. Зачем на ТЭС проводится консервация оборудования?
29. Какие способы консервации паровых котлов наиболее широко применяются на ТЭС и какие реагенты используются?
30. Как осуществляется консервация паровых турбин?

Вопросы для зачета

Не предусмотрен учебным планом

Вопросы для экзамена

1. Связь между параметрами и свойствами воды
2. Растворы примесей в воде и водяном паре в контурах ТЭС и АЭС.
3. Растворимость в воде продуктов коррозии конструкционных материалов.
4. Растворимость примесей в перегретом паре. Распределение примесей между кипящей водой и генерируемым из нее насыщенным паром.
5. Основные положения и классификация коррозионных повреждений.
6. Коррозия стали в перегретом паре.
7. Основы электрохимической коррозии перлитных сталей.
8. Продувка барабанных котлов ТЭС.
9. Ступенчатое испарение.
10. Промывка насыщенного пара.
11. Получение чистого пара в прямоточных котлах.
12. Водный режим конденсатопитательного тракта.
13. Водный режим барабанных котлов.
14. Водно-химические режимы для котлов-утилизаторов на ТЭС с ПГУ.
15. Водный режим прямоточных котлов СКП.
16. Вводно-химический режим турбин.
17. Вводно-химический режим испарителей и паропреобразователей.

18. Водный режим тепловых сетей.
19. Водный режим парогенераторов АЭС с ВВЭР.
20. Водный режим реакторов типа ВВЭР.
21. Водный режим реакторов типа РБМК.
22. Химические очистки энергетического оборудования.
23. Консервация энергетического оборудования

Тестовые задания по дисциплине

- 1) С изменением каких термодинамических и физико-химических параметров воды связано изменение ее свойств как растворителя:
 - 1) вязкости и диэлектрической проницаемости;
 - 2) теплоемкости и вязкости;
 - 3) теплопроводности и теплоемкости;
 - 4) плотности и теплопроводности;
 - 5) диэлектрической проницаемости и плотности.
- 2) При каких параметрах и в каких фазах H_2O является высокополимерным растворителем:
 - 1) при низких температурах и насыщенном паре;
 - 2) при высокой температуре и жидкой фазе (вода);
 - 3) при низкой температуре и жидкой фазе (вода);
 - 4) при высокой температуре и насыщенном паре;
 - 5) при высокой температуре и перегретом паре.
- 3) При температуре $114\text{ }^{\circ}\text{C}$ и чистой воде какой показатель указывает на наличие нейтрального раствора:
 - 1) $pH = 5$;
 - 2) $pH = 6$;
 - 3) $pH = 7$;
 - 4) $pH = 8$;
 - 5) $pH = 9$.
- 4) Удельная электрическая проводимость характеризует:
 - 1) содержание в воде йогенных примесей;
 - 2) кислотно-щелочное равновесие в воде;
 - 3) окислительно-восстановительное равновесие в вод;
 - 4) ионное произведение воды;
 - 5) электронный потенциал воды.
- 5) Какой из окислов железа представляет наибольший интерес как продукт коррозии:
 - 1) закись;
 - 2) окись;
 - 3) магнетит;
 - 4) вюстит;
 - 5) гематит.

- 6) Появление в воде какого корректирующего реагента всегда вызывает значительные изменения простых равновесий в системах металл – вода:
- 1) аммиака;
 - 2) гидразина;
 - 3) перекиси водорода;
 - 4) лиганде;
 - 5) органических кислот.
- 7) Какой вид местной коррозии отсутствует в природе:
- 1) язвенная коррозия;
 - 2) коррозия пятнами;
 - 3) точечная коррозия;
 - 4) щелевая коррозия;
 - 5) подслоная коррозия.
- 8) В условиях работы теплосилового оборудования коррозия в основном:
- 1) электрохимическая;
 - 2) электромеханическая;
 - 3) физикохимическая;
 - 4) электрофизическая;
 - 5) химикомеханическая.
- 9) Можно ли влиять на коррозию перегревателей поверхностей методами водного режима?
- 1) можно, но начиная с температуры 570 °С;
 - 2) можно, но при температуре менее 570 °С;
 - 3) нельзя;
 - 4) можно, но при использовании только некоторых органических кислот;
 - 5) можно, но при использовании гидразина.
- 10) Какой коэффициент распределения определяется по формуле:

$$K_p = f(\rho_i / \rho_a) = (\rho_a / \rho_i)^n :$$
- 1) истинный;
 - 2) видимый;
 - 3) молекулярный;
 - 4) ионный;
 - 5) плотностный.
- 11) Что обозначает следующая формула $s_{i\hat{a}} (1 + p) / (p + W + K_p) :$
- 1) баланс примесей в барабанном котле;
 - 2) концентрация примесей в паре;
 - 3) время пребывания примесей в водном объеме;
 - 4) концентрация примесей в продувочной воде;
 - 5) значение непрерывной продувки.
- 12) Какие способы испарения в барабанных котлах не применяются на ТЭС:
- 1) двухступенчатое испарение;
 - 2) трехступенчатое испарение;
 - 3) двухступенчатое испарение с выносным циклоном;
 - 4) одноступенчатое испарение;

- 5) четырехступенчатое испарение.
- 13) Чем осуществляется промывка насыщенного пара в котлах:
- 1) химочищенной водой;
 - 2) питательной водой;
 - 3) химвобессоленной водой;
 - 4) конденсатом;
 - 5) дистиллятом.
- 14) Получить чистый пар в прямоточных котлах на современных ТЭС можно путем:
- 1) полного обессоливания добавочной воды и продувки;
 - 2) полного обессоливания конденсата и промывки насыщенного пара;
 - 3) полного обессоливания добавочной воды и конденсата;
 - 4) продувки и промывки насыщенного пара;
 - 5) полного обессоливания добавочной воды и промывки насыщенного пара.
- 15) Какой показатель качества не нормируется для пара барабанных котлов:
- 1) содержания натрия;
 - 2) кремниевая кислота;
 - 3) содержание железа;
 - 4) рН.
- 16) Куда производится ввод комплексона при ведении водного режима барабанных котлов:
- 1) после ПВД;
 - 2) перед ПВД;
 - 3) после ПНД;
 - 4) перед ПНД;
 - 5) в деаэрактор.
- 17) Какой режим не применяется для ведения водного режима барабанных котлов:
- 1) фосфатно-щелочной водный режим;
 - 2) комплексонный водный режим;
 - 3) комплексонно-щелочной водный режим;
 - 4) комплексонно-фосфатный водный режим;
 - 5) бесфосфатный бескоррекционный водный режим.
- 18) Какой режим не применяется для ведения водного режима прямоточных котлов с КД:
- 1) гидразинно-аммиачный водный режим;
 - 2) нейтральный водный режим с дозированием кислорода;
 - 3) нейтральный водный режим с дозированием перекиси водорода;
 - 4) нейтральный водный режим с дозированием гидразина;
 - 5) нейтральный водный режим с дозированием аммиака.
- 19) В каких элементах тепловой схемы ТЭС не происходит дегазация воды:
- 1) конденсатор;
 - 2) поверхностное ПНД;
 - 3) деаэрактор;
 - 4) смешивающее ПНД.

- 20) Какой режим не применяется для ведения водного режима конденсато-питательного тракта:
- 1) нейтральный водный режим;
 - 2) слабощелочной водный режим;
 - 3) среднещелочной водный режим;
 - 4) высокощелочной водный режим;
 - 5) гидразинно-аммиачный водный режим.
- 21) Для предотвращения минеральных отложений в оборотных системах охлаждения не используют метод:
- 1) продувка;
 - 2) подкисление охлаждающей воды;
 - 3) подщелачивание охлаждающей воды;
 - 4) рекарбонизация охлаждающей воды;
 - 5) фосфатирование охлаждающей воды.
- 22) Удаление из воды коррозионно-агрессивных газов не возможно путем:
- 1) сорбции O_2 на Н-катионитных фильтрах;
 - 2) сорбции CO_2 на ОН-анионитных фильтрах;
 - 3) десорбция CO_2 в декарбонизаторе;
 - 4) термической десорбции газов;
 - 5) химического обескислороживания воды.
- 23) Какой водный режим используется для парогенераторов двухконтурных АЭС с ВВЭР:
- 1) слабощелочной водный режим;
 - 2) фосфатно-щелочной водный режим;
 - 3) гидразинно-аммиачный водный режим;
 - 4) нейтральный водный режим;
 - 5) бескоррекционный водный режим.
- 24) К условиям нормирования водного режима реакторов с борным регулированием не относится:
- 1) поддержание рН в коррозионно-безопасных пределах;
 - 2) ограничение концентраций кальциевых и натриевых соединений;
 - 3) ограничение концентраций радиолитического кислорода;
 - 4) ограничение концентраций хлоридов и фторидов;
 - 5) обеспечение эффективного удаления продуктов коррозии конструкционных материалов.
- 25) Какой водный режим используется для реакторов типа ВВЭР:
- 1) гидразинно-аммиачный водный режим;
 - 2) фосфатно-аммиачный водный режим;
 - 3) фосфатно-щелочной водный режим;
 - 4) калийно-аммиачный водный режим;
 - 5) калийно-гидразинный водный режим.

14. Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийного оборудования.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачету использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий.

При организации вне аудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине студентом осуществляется решение самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Основные показатели качества воды на ТЭС. Растворимость естественных примесей в воде. Растворимость в воде продуктов коррозии и их формы. Растворимость примесей в перегретом паре. Распределение примесей между кипящей водой и генерируемым из нее насыщенным паром.	лекция	дискуссия
Основные положения и классификация коррозионных повреждений. Коррозия стали в перегретом паре. Основы электрохимической коррозии перлитных сталей.	лекция	дебаты
Продувка барабанных котлов. Ступенчатое испарение. Промывка насыщенного пара питательной водой. Расчет сепарационных схем барабанных котлов.	лекция	дискуссия

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Основные показатели качества воды на ТЭС. Растворимость естественных примесей в воде. Растворимость в воде продуктов коррозии и их формы. Растворимость примесей в перегретом паре. Распределение примесей между кипящей водой и генерируемым из нее насыщенным паром.	лекция	дискуссия
Технология очистки воды от растворенных газов Десорбция газов. Конструкция деаэратора и декарбонизатора. Химическое связывание растворенных газов.	лекция	дискуссия
Накипеобразование и шламообразование в парообразующем контуре. Предотвращение кальциевого накипеобразования в парообразующей системе барабанных котлов. Отложения продуктов коррозии и образование сложных накипей на поверхности нагрева и испарения. Основы комплексного водного режима барабанных котлов ВД. О применимости других реагентов для коррекции водного режима барабанных котлов и котлов-утилизаторов	лекция	дебаты

15. Перечень учебно- методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

1. Обязательные издания

1. [Ларин, Б.М.](#) Технология организации **водно-химического режима** атомных электростанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Т.И. Петрова, В.Н. Воронов, Б.М. Ларин. - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 272 с.: ил. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI166.html>. - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза»
2. [Воронов, В. Н.](#) **Водно-химические режимы** ТЭС и АЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Воронов, Т.И. Петрова; под ред. А.П. Пильщикова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 240 с.: ил. Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI77.html>.— ЭБС «Электронная библиоте-

ка технического вуза».

3. [Ларин, Б. М.](#) **Основы математического моделирования химико-технологических процессов обработки теплоносителя на ТЭС и АЭС** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. М. Ларин, Е. Н. Бушуев. - Электрон. текстовые дан. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - - 310 с. Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI139.html>. — ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

2. Дополнительные издания

4. Типовой эксплуатационный регламент **водно-химического режима** барабанных котлов высокого давления РД 153-34.1-37.531-00 [Текст]. - Москва : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 36 с. - <http://www.iprbookshop.ru/22767>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Чиж, В. А. **Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Чиж В. А. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 159 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20204>.— ЭБС «IPRbooks».

6. [Воронов, В. Н.](#) **Химико-технологические режимы АЭС** с водо-водяными энергетическими реакторами : учебное пособие / В. Н. Воронов, Б. М. Ларин, В. А. Сенина. - М. : Издательский дом МЭИ, 2006. - 390 с. – 5 экз.

3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

7. Методические указания к практическим занятиям, выполнению СРС для обучающихся по освоению дисциплины «*Водные режимы электростанций*» размещены в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/TEAS/13.04.01-2/M.1.2.4%20%D0%AD%D0%A4%20%D0%A2%D0%90%D0%AD%D0%A1%20%D0%BC2%D0%A2%D0%9F%D0%AD%D0%9D/DocLib/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fFacult%2fEF%2fTEAS%2f13.04.01-2%2fM.1.2.4%20%D0%AD%D0%A4%20%D0%A2%D0%90%D0%AD%D0%A1%20%D0%BC2%D0%A2%D0%9F%D0%AD%D0%9D%2fDocLib%2f2.%20%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B&FolderCTID=&View={E9C82C4B-D9C9-4CDE-9C0A-FA22AC1B7E1E}>

4. Периодические издания.

8. Теплоэнергетика [Текст] : научн.-технич. журн. Режим доступа: <http://elibrary.ru/concents.asp?titleid=8246>

9. Энергетика. Иновационные направления в энергетике [Текст] : научн.-технич. журн. Режим доступа: <http://elibrary.ru/concents.asp?titleid=37236>

5. Интернет-ресурсы

10. Энергосбережение [Текст] : информ.-аналит. журн.- Режим доступа: http://www.abok.ru/pages.php?block=en_mag

11. Энергосбережение и водоподготовка [Текст] : научн.-технич. журн. - Режим доступа: <http://enivpress.jimdo.com/>

12. Интернет-версия справочника «Теплотехника и теплоэнергетика». – Режим доступа: <http://twt.mpei.ac.ru/ТТНВ/>

13. Сайт программы WaterSteamPro (программа расчета свойств воды, водяного пара, газов и смесей газов). – Режим доступа: <http://www.wsp.ru/>

6. Источники ИОС.

14. Лекции, презентации, учебные пособия, глоссарий, методические указания к практическим занятиям, выполнению СРС для обучающихся по освоению дисциплины «Водные режимы электростанций» размещены в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/TEAS/13.04.01-/M.1.2.4%20%D0%AD%D0%A4%20%D0%A2%D0%90%D0%AD%D0%A1%20%D0%BC2%D0%A2%D0%9F%D0%AD%D0%9D/default.aspx>

7. Профессиональные Базы Данных.

15. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников. – Режим доступа: <http://www.thermophysics.ru/>

16. « Электронная энциклопедия энергетики». Комплекс программных средств.- МЭИ (более 50ти мультимедийных обучающих курсов, тестов, противоаварийных тренировок, тренажеров).- Режим доступа:

<http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trieru.html>

8. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья.

9. Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые организациями-участниками образовательного процесса.

17. Сервер, позволяющий вести дистанционно в Интернете инженерные и научно-технические расчеты, в том числе и в области теплоэнергетики. – Режим доступа: www.vpu.ru/mas

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором.

Для практических занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором и имеющая доступ к проводному Интернету либо к *Wi-fi*.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point), Acrobat Reader, Internet Explorer, или других аналогичных.