

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДНО-ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ /  
WATER TREATMENT AND WATER-CHEMICAL REGIME OF POWER ENTERPRISES»**

---

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

---

Технологии и инжиниринг в теплоэнергетике

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Водоподготовка и водно-химический режим энергопредприятий» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность к организации метрологического обеспечения, экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий технологических процессов	ПКС-2.2
ПКС-4 Способность к контролю технического состояния, организации профилактических осмотров и ремонтов технологического оборудования	ПКС-4.1

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.2	Способен самостоятельно или в коллективе контролировать соблюдение экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий в процессе подготовки воды и поддержания водно-химического режима оборудования энергопредприятий	<p><b>Знать</b> эффективные энерго- и ресурсосберегающие методы подготовки воды и поддержания водно-химического режима оборудования энергопредприятий с учетом требований экологической безопасности.</p> <p><b>Уметь</b> выбирать водоподготовительное оборудование с учетом экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий, применять методики расчета водоподготовительных установок на ТЭС; анализировать качество теплоносителя и влияние параметров рабочего тела на надежность работы теплоэнергетического оборудования; предлагать методы борьбы с различными видами отложений и коррозией оборудования</p> <p><b>Владеть</b> навыками выполнения химических анализов для определения качества теплоносителя на энергообъектах; навыками использования «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».</p>

ПКС-4.1	Знает методы поддержания водно-химического режима технологического оборудования, позволяющие контролировать его техническое состояние	<b>Знать</b> методы поддержания водно-химического режима технологического оборудования, позволяющие контролировать его техническое состояние <b>Уметь</b> ставить и решать задачи по выбору технологических процессов по поддержанию водно-химического режима на энергопредприятиях; оценивать состояние оборудования с учетом водно-химического режима <b>Владеть</b> методикой организации профилактических осмотров и контроля за состоянием тепломеханического оборудования.
---------	---	--

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Водоподготовка и водно-химический режим энергопредприятий» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Химия», «Физика», «Введение в профессиональную деятельность», «Альтернативные и возобновляемые источники энергии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Парогенераторы», «Оборудование ТЭС», «Природоохранные технологии в теплоэнергетике»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:		
лекции	32	32
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект	Экзамен, Курсовой проект

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общая характеристика природных вод, используемых в системах водоснабжения (разминка).	1	4	1	4	1	3	2, 4	20	Устный опрос
2	Обращение воды в цикле ТЭС. Нормы качества воды и пара на ТЭС. Анализ современных методов подготовки воды на ТЭС (видеофильм)	2	4	2, 3	4	2	2	3, 4	13	Устный опрос
3	Барабан котла. Повышение качества пара в барабане котла.	3	3			3, 4	4			Устный опрос
4	Предварительная очистка воды. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы подготовки воды	4	4	4	4			3, 4	12	Устный опрос
5	Образование отложений в пароводяном тракте. Химические промывки энергетического оборудования (разминка).	5	3							Устный опрос
6	Удаление из воды коррозионно-агрессивных газов. Способы защиты энергетического оборудования от коррозии. Консервация (проблемное обучение)	6	8	5	4	5, 6	4	3, 4	13	Устный опрос
7	Водно-	7	6			7	3	1	22	Устный

	химический режим тепловых сетей.									опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		32		16		16		116	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Общая характеристика природных вод, используемых в системах водоснабжения (разминка).	Поверхностные и подземные воды. Характеристика природных вод. Количество и вид примесей в различных водах. Классификация примесей.
2	Обращение воды в цикле ТЭС. Нормы качества воды и пара на ТЭС. Анализ современных методов подготовки воды на ТЭС (видеофильм)	Схема обращения воды в цикле ТЭС, КЭС. Основные потоки воды. Внутристанционные потери воды и пара. Внешние потери воды и пара. Показатели качества воды. Правила технической эксплуатации. Сравнение показателей качества воды различных потоков воды и пара на ТЭС. Зависимость норм качества воды и пара от вида оборудования, давления, вида топлива. Методы предварительной очистки воды. Технология ионного обмена. Мембранные методы водоподготовки. Термическое обессоливание. Деаэрация. Декарбонизация.
3	Барабан котла. Повышение качества пара в барабане котла.	Конструкция барабана. Ступенчатое испарение. Фосфатирование котловой воды. Непрерывные и периодические продувки. Паропромывочный лист. Выносные циклоны.
4	Предварительная очистка воды. Обработка воды методом ионного обмена. Безреагентные методы подготовки воды	Технологический процесс предочистки воды. Оборудование предочистки. Конструкционные особенности осветлительных механических фильтров, осветлителей, систем мембранный ультрафильтрации. Схемы предварительной очистки воды. Технология ионного обмена. Виды ионитов. H, Na-катионирование. OH - анионирование. Фильтры смешанного действия. Регенерация ионитов. Конструкционные особенности ионитных фильтров. Схемы ионного обмена. Мембранные методы подготовки воды. Электродиализ. Ультрафильтрация. Особенности использования баромембранных процессов на ТЭС. Термическое обессоливание. Испарители. Снижение количества сточных вод.
5	Образование отложений в пароводяном тракте.	Причины образования отложений. Влияние отложений на работу котельного оборудования. Влияние отложений на работу турбинного

	Химические промывки энергетического оборудования (разминка).	оборудования. Удельная загрязненность оборудования. Методы контроля за образованием отложений. Виды химических промывок. Реагенты химических промывок. Регламент проведения
6	Удаление из воды коррозионно-агрессивных газов. Способы защиты энергетического оборудования от коррозии. Консервация (проблемное обучение)	Влияние коррозионно-агрессивных газов на оборудование. Виды коррозионных процессов. Термические методы уменьшения газов. Деаэрация. Физические методы снижения газов. Декарбонизация. Химические методы обескислороживания. Консервация.
7	Водно-химический режим тепловых сетей.	Методы поддержания водно-химического режима в тепловых сетях. Системы теплоснабжения. Нормы качества воды в тепловых сетях. Карбонатный индекс. Методы и схемы подготовки подпиточной воды.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение жесткости воды	4
2	Определение щелочности воды	2
3	Определение перманганатной окисляемости воды.	2
4	Удаление из воды примесей методом ионного обмена	4
5	Изучение водоподготовительного оборудования Ново-Иркутской ТЭЦ. Расчет схемы обессоливания добавочной воды.	4

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Изучение и анализ норм качества воды и пара согласно ПТЭ.	3
2	Разбор сценариев аварийных ситуаций, связанных с некачественной подготовкой воды	2
3	Изучение устройства барабана котла	2
4	Изучение схемы подготовки и ввода фосфатов в барабан котла	2
5	Изучение схемы подготовки и ввода гидразина в питательную воду	2
6	Изучение способов консервации оборудования барабанных котлов	2
7	Расчет элементов ВПУ	3

## **4.5 Самостоятельная работа**

### **Семестр № 4**

<b>№</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Кол-во академических часов</b>
1	Написание курсового проекта (работы)	22
2	Написание реферата	9
3	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	43

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

### **5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:**

1. Водоснабжение и водоподготовка [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению СРС и контрольных работ по дисциплине для студентов всех форм обучения по специальностям теплоэнергетического направления / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 28.
2. Кострикин Юрий Максимович. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления : справочник / Юрий Максимович Кострикин, Никита Алексеевич Мещерский, Ольга Васильевна Коровина, 1990. - 251.
3. Самаркина Е. В. Подготовка воды в энергетике : учеб. пособие для теплоэнергет. специальностей дневной и заоч. форм обучения / Е. В. Самаркина, 2007. – 183

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=6867>

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Задание на практическое занятие заключается в изучении вопросов поддержания водно-химических режимов на объектах теплоэнергетики в России и за рубежом. Кроме этого на практических занятиях решаются задачи, связанные с использованием реагентов для поддержания водно-химического режима.

Практические занятия предназначены для закрепления теоретических знаний по дисциплине; для приобретения навыков в расчетах, связанных с уменьшением негативного

воздействия процессов образования отложений и коррозии на теплоэнергетическом оборудовании.

Отчетные материалы должны быть оформлены в соответствии с СТО ИрНИТУ в тетрадях для выполнения практических занятий.

Практическое занятие № 1 - Изучение и анализ норм качества воды и пара согласно ПТЭ (раздел 1)

Цель занятия

Изучить основные нормы качества различных потоков воды и пара, согласно правилам

технической эксплуатации.

#### Задание

Выполнить анализ норм воды и пара для различных потоков теплоносителя на ТЭС.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

В результате анализа отдельных показателей студент должен дать рекомендации по способам улучшения качества того или иного показателя с целью повышения эффективности

существующего водно-химического режима.

Практическое занятие № 2 - Разбор сценариев аварийных ситуаций, связанных с некачественной подготовкой воды.

#### Цель занятия

Научиться давать оценку неблагоприятного воздействия нарушения водно-химических режимов на работу теплоэнергетического оборудования.

#### Задание

Выполнить анализ выявленного нарушения водно-химического режима в соответствии со следующей ситуацией...

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

При выполнении анализа ситуации необходимо учесть тип оборудования данного объекта теплоэнергетики, способы подготовки воды и способы поддержания водно-химического режима. При выполнении практической работы используется образовательная

технология с использованием проблемного обучения, разбор конкретных ситуаций, которые

призваны активизировать творческую деятельность обучающихся посредством представления

проблемно сформулированных заданий. Такими заданиями являются работы, нацеленные на

решение конкретной задачи для решения определенных проблем, связанных с вопросами выполнения оценки действия персонала в конкретной аварийной ситуации. Выполнение таких

задач хотя и основано на использовании уже разработанных подходов и нормативной документации, однако требует творческого отношения, так как предполагает комплексную

оценку всех имеющих факторов, выбор и согласование различных технических решений.

Также

используется образовательная технология – работа в команде, позволяющая научиться ребятам

слаженно и согласованно работать в команде при возникновении аварийных ситуаций.

Практическое занятие № 3 - Изучение устройства барабана котла

#### Цель занятия

Понять, каким образом барабан котла позволяет повысить качество пара до норм ПТЭ.

#### Задание

Изучить конструкцию барабана, назначение внутрибарабанных устройств, ступенчатое испарение, виды продувок, способы повышения качества пара в барабане. Перед началом работы необходимо провести разминку (образовательная технология).

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

При выполнении работы студенты используют слайд материалы, позволяющие, работая в команде отработать и понять все процессы, протекающие в барабане котла, позволяющие

повысить эффективность поддержания водно-химического режима

Практическое занятие № 4 - Изучение схемы подготовки и ввода фосфатов в барабан

котла

**Цель занятия**

Научиться проводить коррекционную обработку котловой воды.

**Задание**

В соответствии с полученным заданием изучить схему приготовления фосфатов в химическом цехе, а также схему ввода фосфатов в барабан котла в котельном цехе.

**Рассчитать**

дозу фосфатов, необходимую для проведения коррекционной подготовки котловой воды.

**Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий**

Изучить инструкции по проведению коррекционной обработке котловой воды. Изучить методику выполнения расчета дозы реагентов для проведения коррекционной подготовки котловой воды. Выработать рекомендации по проведению операций приготовления фосфатных

растворов в химическом цехе, а также введению фосфатов в барабан котла.

**Практическое занятие № 5 - Изучение схемы подготовки и ввода гидразина в питательную воду**

**Цель занятия**

Научиться проводить коррекционную обработку питательной воды для поддержания оптимального водно-химического режима теплоэнергетического оборудования и снижения

скорости коррозионных процессов.

**Задание**

Начать занятие необходимо с использованием образовательной технологии – разминка.

В соответствии с полученным заданием изучить схему приготовления гидразино-аммиачного

раствора в химическом цехе, а также схему ввода реагента в питательную воду.

**Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий**

Изучить инструкции по проведению коррекционной обработке питательной воды.

Изучить методику выполнения расчета дозы реагентов для проведения коррекционной подготовки питательной воды. Выработать рекомендации по проведению операций приготовления гидразино-аммиачного растворов в химическом цехе, а также введению полученного реагента в питательную воду.

**Практическое занятие № 6 - Изучение способов консервации оборудования барабанных котлов**

**Цель занятия**

Изучить способы консервации оборудования в зависимости от срока и целей проводимых работ.

**Задание**

В соответствии с полученным заданием рекомендовать способ консервации, а также основной технологический регламент операции.

**Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий**

Изучить инструкции по проведению консерваций оборудования. Выработать рекомендаций по проведению операций приготовления консервирующих растворов в химическом цехе, а также технологии проведения процесса консервации того или иного оборудования.

При выполнении практической работы используется образовательная технология с использованием проблемного обучения, которое призвано активизировать творческую деятельность обучающихся посредством представления проблемно сформулированных заданий. Такими заданиями являются работы, нацеленные на решение конкретной задачи для

решения определенных проблем, связанных с вопросами выбора способа консервации.

## Практическое занятие № 7 – Расчет элементов ВПУ

### Цель занятия

Научиться выполнять технологические расчеты элементов ВПУ на объектах теплоэнергетики, которые необходимых для поддержания качества добавочной воды согласно нормам правил технической эксплуатации.

### Задание

Выполнить расчет ряда показателей согласно представленному в методических указаниях заданию. Начать работу необходимо с использованием образовательной технологии

– разминка.

Ход занятия, основные рекомендации по выполнению заданий

Изучить методику расчета элементов ВПУ. Изучить справочные материалы, необходимые для выполнения расчетов. Выполнить расчет согласно заданию. Дать рекомендации по оптимизации систем подготовки воды с целью улучшения поддержания водно-химического режима на предприятии

### 5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Перед выполнением работ необходимо изучить основные теоретические положения, ознакомиться с лабораторными стендами, записать метрологические характеристики используемых средств измерений, диапазон измерения, цену деления и допускаемую погрешность бюреток, мерных стаканов и колб.

После завершения лабораторных работ каждый студент должен составить отчет, в котором приводятся основные теоретические положения, рисунок лабораторной установки, по

результатам опытов следует выполнить расчеты и сопроводить их необходимыми пояснениями, дать оценку погрешности измерения каждого параметра, а численные значения

погрешностей занести в таблицы для записи результатов измерений и расчетов. Отчет завершается аргументированным выводом. Методы оценки результатов измерений и расчетов

приведены в описании работ.

Отчет представляется студентом при защите работ по данной дисциплине.

Приведенные в лабораторных работах методики, могут использоваться при оценке показателей качества воды для следующих целей водопользования; для хозяйствственно-питьевого водоснабжения; при подготовке добавочной воды для электростанций, работающих

на органическом топливе; при подготовке добавочной воды для электростанций, работающих

на ядерном топливе; при подготовке добавочной воды для паровых котлов различного назначения, для подпитки тепловых сетей.

Выполнение лабораторных работ и обработка результатов опытов позволяют оценить качество воды. В реальных условиях эксплуатации знание характеристик используемой воды,

необходимо для организации оптимальных режимов работы теплоэнергетического оборудования. При анализе результатов лабораторных опытов целесообразно отметить:

1. К какому типу водопользования следует отнести анализируемую пробу воды.
2. Влияние исследуемой воды, учитывая полученные в опытах характеристики, на работу теплоэнергетического оборудования (образование накипи, шлама, коррозии);
3. Рекомендации по обработке исходной воды для получения воды с нормированными характеристиками.

Вместо лабораторных работ, предложенных в данных указаниях, студенты могут выполнить работы исследовательского характера, связанные с подготовкой и использованием воды в условиях своего предприятия, направленные на совершенствование работы водоподготовительного оборудования и оборудования котельного цеха (котельная установка, деаэраторы, различного типа подогреватели). Содержанием этих исследовательских работ может быть:

- а) определение характеристик воды (солесодержания, кремнесодержания, содержания свободной углекислоты, хлоридов, сульфатов, кислотности, общей жесткости и др.);
- б) рассмотрение технологии обессоливания воды (химического, термического, электроионитного и др.); влияние существующей подготовки воды на работу котельной установки;
- в) теплохимические испытания котельной установки и др.

К работе на лабораторных установках допускаются студенты, имеющие теоретическую подготовку по дисциплине, прошедшие инструктаж по технике безопасности и расписавшиеся в соответствующем журнале.

При проведении лабораторных работ необходимо строго выполнять следующие правила:

1. Запрещается заливать воду в емкости, содержащие концентрированный раствор серной кислоты.
2. При попадании кислоты высокой концентрации на открытые участки тела необходимо удалить сухой тряпкой или ватой кислоту с пораженного участка, промыть место ожога 2% раствором бикарбоната натрия или водой, срочно обратиться в пункт медицинской помощи. Если кислота попала на слизистую оболочку глаза, его необходимо промыть большим количеством воды, затем 0,5% раствором бикарбоната натрия и срочно обратиться в пункт медицинской помощи.
3. В случае попадания щелочи на открытые участки тела или в глаза для промывания можно использовать соответственно 1% раствор уксусной кислоты и 2% раствор борной кислоты.
4. Запрещается использовать лабораторную посуду не по назначению.
5. Запрещается исследовать реактивы на вкус.
6. При определении запаха следует воздух с парами веществ подгонять к носу взмахами ладони.
7. Во время работы с огнеопасными веществами необходимо следить, чтобы поблизости не было открытого огня или сильно нагретых предметов.
8. При ожогах пораженные участки нельзя промывать водой и скрывать волдыри. По окончании лабораторных работ необходимо привести в порядок рабочее место. Студенты, не выполняющие правила техники безопасности, отстраняются от проведения лабораторных работ.

1. Самаркина Е.В. Водоподготовка. Лабораторный практикум для студентов специальности 140101 «Тепловые электрические станции», 140104 - «Промышленная теплоэнергетика». – Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2007. - 31 с.

#### **5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=6867>

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 4 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Обучающиеся отвечают на вопросы, поставленные преподавателем. Отвечать может любой обучающийся или преподаватель проводит выборочный опрос по фамилиям.

##### **Критерии оценивания.**

знания считаются удовлетворительными, если правильных ответов более 50%. При этом оценивается:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного.

При ответе в полном объеме, студент оценивается как «хорошо», при частичном (50% ответа)

– «удовлетворительно», при отсутствии правильных ответов – «неудовлетворительно».

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКС-2.2	Демонстрирует способность выбора методов подготовки воды и поддержания водно-химического режима оборудования энергопредприятий с учетом норм ПТЭ и соблюдения экозащитных, энерго- и ресурсосберегающих мероприятий	Защита лабораторных работ, тестирование, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменацонным вопросам
ПКС-4.1	Демонстрирует понимание основных методов поддержания водно-химического режима оборудования ТЭС и методов контроля технического состояния тепло-механического оборудования	Тестирование, выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование или письменные ответы по экзаменацонным вопросам

## **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

### **6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине**

#### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Экзамен проходит в форме устного опроса по билетам. Экзаменационный билет включает три теоретических вопроса. Для подготовки ответа дается 15-20 минут.

Пример задания:

Вопросы к экзамену

1. Как используется вода в цикле ТЭЦ, тепловых сетях?
2. Классификация примесей в природной воде
3. Как ведут себя примеси при попадании в цикл?
4. Основные показатели качества воды.
5. Какие факторы следует учитывать при выборе водоисточника?
6. Отчего зависят основные нормативы показателей качества воды?
7. Почему жесткость воды является одним из важнейших показателей её качества в энергетике?
8. Для каких целей используется вода на предприятиях?
9. Назовите основные потоки воды и пара в цикле ТЭС?
10. Какой поток теплоносителя на ТЭС обладает наиболее низким солесодержанием?
11. Какой поток воды используется для восполнения потерь воды в тепловых сетях?
12. Почему на ТЭЦ производительность ВПУ значительно выше, чем на КЭС?
13. Какой поток теплоносителя составляет большую часть расхода питательной воды?
14. Какой поток теплоносителя на ТЭС имеет максимальное солесодержание?
15. Охарактеризуйте назначение различных потоков воды в рабочих циклах ТЭС.
16. Почему стадия предочистки является обязательной в схемах подготовки воды?
17. Какие примеси позволяет удалить предварительная очистка воды?
18. Назовите причины, обуславливающие необходимость тщательной подготовки воды перед ее использованием?
19. Какие реагенты чаще применяются в качестве коагулянтов?
20. Какие аппараты используют в процессах предочистки воды?
21. В чем заключается сущность ионного обмена?
22. Строение ионитов.
23. Каким правилам подчиняются реакции ионного обмена?
24. Что такое обменная емкость ионита?
25. Для чего необходимо регенерировать ионообменные материалы?
26. Какие существуют способы регенерации ионообменных материалов?
27. Какую предварительную обработку должна пройти вода, чтобы исключить возможность образования накипи на греющих элементах?
28. Области применения безреагентных методов?
29. Какими преимуществами обладают безреагентные методы в сравнении с реагентными?
30. В чем заключается сущность метода обратного осмоса?
31. Чем отличается метод обратного осмоса от фильтрования?

32. Что является движущей силой процесса самопроизвольного перехода воды (осмоса)?
33. С какой целью проводят коррекционную обработку воды?
36. Каким образом фосфатный режим позволяет предотвратить образование накипи?
37. Каких проблем можно избежать при использовании коррекционной обработки воды?
38. Какие газы являются агрессивными и подлежат удалению из воды?
39. Согласно какому закону происходит деаэрация?
40. Какие существуют типы деаэраторов?
41. Конструкция, принцип действия деаэратора?
42. Какие химические методы удаления газов существуют?
43. Какие реагенты используют для химического связывания кислорода?
44. Какой показатель дает представление об общем солесодержании?
45. Назовите технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках, в которых используется природная вода?
46. Охарактеризуйте назначение различных потоков воды в различных циклах ТЭС?
47. Какие примеси и за счет чего поступают в тракт ТЭС и котельной?
48. Укажите влияние примесей воды на надежность и безаварийность работы теплоэнергетического оборудования?
49. Задачи автоматизации ВПУ и ВХР.
50. Представьте схемы подготовки воды котлоагрегатов.
51. В чем состоят преимущества мембранных методов перед ионообменной технологией очистки высокоминерализованных вод?
52. Какими методами удаляются основные растворенные газы (O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>)?
53. Принцип работы и устройства декарбонизатора.
54. Дайте краткое описание и принцип работы деаэратора.
55. Можно ли на современном уровне спроектировать бессточную ТЭС.
56. Перечислите способы организации ВХР.
57. Для чего необходима коррекционная обработка воды?
58. Задачи ВХР на энергетических объектах.
59. Назначение химического контроля на ТЭЦ или котельной?
60. Виды коррозионных процессов, влияние внешних и внутренних факторов на коррозию металла.
61. Цель консервации теплоэнергетического оборудования.
62. Основные способы консервации котлов, турбин.
63. Основные физико-химические процессы, протекающие в воде котлоагрегатов.
64. Выделение твердой фазы в форме накипи и шлама.
65. Состав, структура и физические свойства отложений в парогенераторах.
66. Условия образования твердой фазы из солевых растворов.
67. В чем заключается сущность химических очисток теплоэнергетического оборудования?
68. Цель и задачи предпусковой очистки.
69. Когда производится эксплуатационная очистка?
70. Перечислите важнейшие реагенты для удаления отложений в теплоэнергетическом оборудовании.
71. Перечислите условия процессов образования отложений в котлах и влияние на них ВХР.
72. Для чего производится аминирование и гидразинная обработка питательной воды?
73. Причины загрязнения пара и способы их удаления.
74. Для чего применяется продувка котлов, виды продувок?
75. Как вы понимаете ступенчатое испарение и промывку пара?

76. Укажите основные задачи ВХР тепловых сетей.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения знаниями по основным требованиям к системе контроля и управления теплоэнергетическими процессами в области вопросов поддержания водно-химического режима. Владение способностью использования специализированных знаний анализа экологической безопасности работы водоподготовительного оборудования	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения.	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения.	Результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена

#### 6.2.2.2 Семестр 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

##### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Задача курсового проекта проходит в форме доклада обучающегося с пояснением цели курсового проекта и методов достижения данной цели. Далее обучающийся отвечает на вопросы по курсовому проекту

Пример задания:

- Нарисовать принципиальную схему подготовки воды методом ионного обмена (химическое обессоливание). Написать протекающие химические реакции.
- Нарисовать принципиальную схему подготовки добавочной воды на ТЭС.
- Нарисовать принципиальную схему ТЭС, показать и описать основные потоки

воды и пара.

4. Показать на тепловой схеме ТЭС оборудование, относящееся к процессу подготовки подпиточной и добавочной воды.
  5. Показать конкретное оборудование на схеме подготовки воды и объяснить его назначение.
  6. Цель и задачи поддержания ВХР.
  7. Методы поддержания ВХР.
  8. Перечислите способы организации ВХР
  9. Перечислите основные физико-химические процессы, протекающие в воде котлоагрегатов.
  10. Какие реагенты добавляются в схеме при коррекционной обработке котловой воды.
  11. Какие реагенты добавляются в схеме при коррекционной обработке питательной воды.
  12. Назначение консервации.
  13. Методы проведения консервации.
  14. Как влияют отложения на работу оборудования ТЭС.
  15. Методы снижения коррозионно-агрессивных газов.
  16. Схема проведения химической очистки.
  17. Конструкция и принцип работы деаэратора.
- 

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
1.Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны в области водоподготовки и водно-химического режима оборудования ТЭС. 2. Студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы.	Исследование выполнено самостоятельно, имеет научно-практический характер, содержит элементы новизны. 2. Студент показал знание теоретического материала по рассматриваемой проблеме, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения.	1. Исследование не содержит элементы новизны. 2. Студент не в полной мере владеет теоретическим материалом по рассматриваемой проблеме, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения. 3. Материал не всегда излагается логично, последовательно. 4. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы. 5. Во время защиты студент затрудняется в представлении результатов исследования и	Выполнено менее 50% требований к курсовой работе (см.оценку «5») и студент не допущен к защите.

<p>излагается грамотно, логично, последовательно.</p> <p>4. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта. 5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, адекватно отвечать на поставленные вопросы.</p>	<p>ательно. 4. Имеются недочеты в оформлении курсовой работы.</p> <p>5. Во время защиты студент показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты исследования, однако затруднялся отвечать на поставленные вопросы.</p>	<p>ответах на поставленные вопросы</p>	
---	--	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Костриkin Юрий Максимович. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления : справочник / Юрий Максимович Кострикин, Никита Алексеевич Мещерский, Ольга Васильевна Коровина, 1990. - 251.
2. Громогласов А. А. Водоподготовка: процессы и аппараты : учеб. пособие для вузов по специальности "Технология воды и топлива на тепловых электростанциях" / А. А. Громогласов, А. С. Копылов, А. П. Пильщиков, 1990. - 271, [1 ].
3. Водоснабжение и водоподготовка [Электронный ресурс] : краткий конспект лекций для студентов всех форм обучения по специальности 140104 "Промышленная теплоэнергетика" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2009. - 28.
4. Самаркина Е. В. Подготовка воды в энергетике : учеб. пособие для теплоэнергет. специальностей дневной и заоч. форм обучения / Е. В. Самаркина, 2007. - 183.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Белоконова Анна Федоровна. Водно-химические режимы тепловых электростанций / Анна Федоровна Белоконова, 1985. - 248.
2. Александров Алексей Александрович. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник: Табл. рассчитаны по уравнениям Междунар. ассоц. по свойствам воды и водяного пара и рек. Гос. службой стандарт. справ. данных: ГСССД Р-776-98 / Алексей Александрович Александров, Борис Афанасьевич Григорьев, 1999. - 158.
3. Александров А. А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник: Табл. рассчитаны по уравнениям Междунар. ассоц. по свойствам воды и водяного пара и рекомендован Гос. службой стандарт. справ. данных: ГСССД Р-776-98 / А. А. Александров, Б. А. Григорьев, 2003. - 158.

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
3. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Windows Professional 8 Russian
4. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
5. Свободно распространяемое программное обеспечение Microsoft Office Professional Plus ALNG LicSAPk MVL School A Faculty (79P- 03774)\_поставка 2010\_подписка 2011 и 2012 с/ф №284

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Проектор Epson EB-1770W
2. иономер И-160
3. Аквадистиллятор эл.ДЭ-4Ц 6612.00.000
4. экран Screen Media Champion 274\*206 с электроприводом
5. Весы лабораторные электронные ВЛТ-1500-П
6. 313446 Иономер лабораторный И-130
7. "Модель работы электрофильтра"
8. "Модель установки мембранный фильтрации"