



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП


Дорогов Е.Ю.
(подпись)
«07» сентября 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Теплоэнергетики и теплотехники


Штым А.Н.
(подпись)
«07» сентября 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Водоподготовка»**

**Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Тепловые электрические станции»
Форма подготовки – очная**

курс 4 семестр 7
лекции 36 час.
практические занятия 18 час.
лабораторные работы 18 час.
в том числе с использованием МАО лек.12 /пр. 8 /лаб. - час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект - семестр
зачет - семестр
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного решением Ученого совета ДВФУ, протокол №06-15 от 04.06.2015, и утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, протокол № 1 от «07» сентября 2019 г.

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Штым К.А.
Составитель: старший преподаватель Соловьёва Т. А.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины «Водоподготовка»

Рабочая программа учебной дисциплины «Водоподготовка», разработана для студентов 4 курса бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Тепловые электрические станции» (Б1.В.08).

Общая трудоёмкость освоения дисциплины «Водоподготовка», составляет 4 зачётные единицы, 144 часа. Учебным планом предусматриваются лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов), самостоятельная работа студентов (36 часов), контроль (36 часов). Дисциплина реализуется на 4 курсе бакалавриата в 7-м семестре.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: использование воды в теплоэнергетике; типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ; загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭЦ и котельных; основные задачи рациональной организации водоподготовки и водного режима теплоэнергетического оборудования; примеры состава воды и содержания примесей в воде; требования к качеству воды для различных элементов ТЭУ; причины загрязнения воды, циркулирующей в теплоэнергетических установках; поступление примесей в воду; классификация и характеристика примесей природных вод; характеристика качества контурных вод; показатели качества воды; жёсткость воды; щёлочность воды; безреагентные методы обработки воды; механическая очистка воды; оборудование ионитной части водоподготовительных установок; технологические схемы ионитных установок; эксплуатация ионитных фильтров; расчёты ионообменной технологии; малосточные схемы ионитных установок водоподготовки; деаэрация; реагентные методы обработки воды; обессоливание; коррозионные процессы энергетического оборудования; автоматизация водоподготовительных установок.

Дисциплина «Водоподготовка» логически и содержательно связана с такими курсами как: «Химия», «Безопасность жизнедеятельности», «Природоохранные технологии на теплоэлектростанции».

В процессе изучения данных дисциплин сформировались знания и умения, которые необходимо объединить в соответствии с современными подходами к решению возникающих задач, что служит практической основой для специальных дисциплин.

Цель освоения дисциплины «Водоподготовка» – изучение технологий очистки воды и обеспечение оптимального водно-химического режима на

ТЭС. Формирование у студентов навыков выбора и расчёта комплекса водоподготовительных мероприятий и методов определения параметров воды, поступающей и используемой в технологическом тракте ТЭС.

Основные задачи курса:

– изучить факторы, лежащие в основе процессов реагентных и безреагентных методов обработки воды, поступающей в технологический тракт ТЭС для обеспечения необходимого качества исходной воды.

- рассмотреть системы водоподготовки и очистки сточных вод;

- сформировать навыки проведения гидрохимического анализа качества воды; проектирования систем водоподготовки и очистки сточных вод; разработки природно- и водоохранных мероприятий.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции (элементы компетенций).

ПК-9. Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.	Знает	1. требования, предъявляемые к качеству воды, основные понятия по использованию воды в теплоэнергетике, типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ, причины загрязнения водного теплоносителя в трактах ТЭЦ, котельных и тепловых сетей, последствия образования и отложений накипи на поверхностях нагрева теплоэнергетического оборудования, основные задачи рациональной организации водоподготовки и водного режима теплоэнергетического оборудования; 2. требования к качеству воды для различных элементов ТЭУ, причины загрязнения воды, циркулирующей в теплоэнергетических установках, причины поступления примесей в воду, представлять классификацию и характеристики примесей природных вод, характеристики и показатели качества воды.
	Умеет	учитывать состояние воды (состав и концентрация примесей в зависимости от типа водоисточника), поступающей в котельную, для правильного выбора методов и систем очистки.
	Владеет	методами, принципами, технологиями подготовки и очистки воды, поддержания водно-химического режима в энергетическом оборудовании.
ПК-11. Способность к обеспечению грамотной эксплуатации,	Знает	и понимает работу всего водоподготовительного оборудования на теплоисточнике, значение подготовки воды для водогрейных и паровых котлов, значение подготовки питательной и сетевой воды, методики

ремонт, обслуживанию технологического и теплоэнергетического оборудования.		определения жесткости и щелочности воды методом титрования.
	Умеет	1. производить определение жёсткости и щёлочности воды, расчёты производительности водоподготовительной установки, определять необходимую площадь фильтрования и по ней производить выбор фильтра из стандартного ряда, производить расчёты режимов работы и пропускной способности фильтров в зависимости от условий и качества воды, рассчитывать время межрегенерационного периода и расход соли на проведение регенерации; 2. различать схемы водоподготовки для отопительных и производственных котельных, подбирать необходимое оборудование для водоподготовки котельных, тепловых сетей и тепловых электростанций.
	Владеет	1. основными принципами эксплуатации основного оборудования на различных режимах; 2. готовностью к организации работы персонала по обслуживанию технологического оборудования; 3. готовностью к приемке и освоению вводимого оборудования.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел I. Особенности использования воды на энергетических предприятиях. Основные показатели качества воды (4 час.) с использованием интерактивного метода "Групповое обсуждение"

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания. Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед студентами ставится проблема связанная с особенностями использования воды на энергетических предприятиях и какие основные показатели качества воды. Студенты делятся на три подгруппы и каждой подгруппе выделяется учебный материал и определенное время (20-30 минут), в течение которого студенты должны подготовить аргументированный развернутый ответ. Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения. На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем.

Тематики для группового обсуждения:

Значение воды в цикле станции. Распределение потоков теплоносителя в цикле станции. Чем отличается состав поверхностных и подземных вод. Показатели контролируемые на теплоисточниках. Какой поток теплоносителя имеет максимальное солесодержание. Назначение водоподготовки на теплоисточнике. Требования к качеству питательной воды водогрейных и паровых котлами различных типов. Причины потерь воды в тепловых сетях и их восполнение.

Тема 1. Вода как основной теплоноситель (0,8 час.)

Роль воды в цикле станции. Распределение потоков теплоносителя в цикле станции.

Тема 2. Источники загрязнения воды на энергетических предприятиях (0,8 час.)

Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Загрязнение природных водоёмов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий.

Тема 3. Характеристика примесей природных вод (0,8 час.)

Поверхностные и подземные воды. Классификация природных вод. Количественный и качественный состав примесей рек и водоёмов.

Тема 4. Показатели качества воды (0,8 час.)

Основные показатели, контролируемые на теплоисточниках. Жёсткость, щёлочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокалённый остаток.

Тема 5. Нормы качества теплоносителя на энергетических предприятиях (0,8 час.)

Задача водоподготовки на теплоисточнике. Требования к качеству питательной воды водогрейных и паровых котлами различных типов. Потери воды в тепловых сетях и их подпитка. Требования к качеству подпиточной воды для тепловых сетей. Использование в качестве подпиточной воды природных вод и паровых конденсатов.

Раздел II. Предварительная очистка воды (4 час.)

Темы 1. Общая оценка основных процессов предварительной очистки воды

Основные методы предварительной очистки воды, их особенности. Грубодисперсные и коллоидные примеси в воде. Способы их удаления – отстаивание, коагуляция и фильтрование, их применение в схемах водоподготовки на энергопредприятиях.

Тема 2. Коагуляция и обработка воды в осветлителях

Коагуляция коллоидных примесей, физико-химические основы метода, коагулянты, применяемые в практике водоподготовки. Способы коагуляции: объемная коагуляция, контактная коагуляция, коагуляция в слое взвешенного осадка, электрокоагуляция. Оборудование для проведения этих процессов. Осветлители со слоем взвешенного осадка, их конструкция и принцип работы. Интенсификация процессов очистки воды от коллоидных примесей путем совместной обработки воды коагулянтом и флокулянтом.

Тема 3 Известкование воды и специальные методы предварительной очистки

Основное назначение известкования. Физический и химический принцип известкования. Условия и факторы влияющие на качество умягчения воды методом известкования. Типы осветлителей для известкования.

Тема 4 Очистка воды на осветлительных механических фильтрах

Плёночное и объёмное фильтрование, механизм задержания грубодисперсных примесей. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.

Раздел III. Обработка воды методом ионного обмена (24 час.)

Темы 1. Физико-химические основы ионного обмена

Физико-химические основы ионного обмена. Строение ионитов, их классификация, марки, технологические характеристики. Требования к ионитам, эквивалентность и обратимость ионного обмена. Селективность и селективные ряды. Полная и рабочая обменные ёмкости катионитовых фильтров.

Тема 2. Технологические процессы ионного обмена

Натрий- и водород катионирование воды. Реакции, протекающие при натрий- водород катионировании. Выходные кривые катионитовых фильтров. Регенерация отработанного катионита, реакции, протекающие при регенерации, регенерационные растворы. Способы регенерации. Водород катионирование с голодной регенерацией фильтра. Схемы регенерации. Влияние качества исходной воды и режима регенерации на эффект умягчения. Параллельное и последовательное водород-натрий катионирование. Химическое обессоливание воды. Комбинированное Н-катионирование и ОН-анионирование воды. Реакции, протекающие при анионировании. Обменная емкость анионитов. Регенерация анионитных фильтров. Повышение экономичности химического обессоливания воды. Применение противоточного и ступенчато-противоточного Н-

катионирования и ОН-анионирования. Совместное Н- и ОН-ионирование в фильтрах смешанного действия (ФСД) с выносной и внутренней регенерацией. Технология регенерации ФСД. Особенности и область применения ФСД. Эксплуатация ионнообменных установок. Схемы ионнообменных установок для приготовления добавочной питательной воды, для химического-го обессоливания, обескремнивания и обезжелезивания конденсатов.

Раздел IV. Термическое обессоливание воды (10 час.)

Технология дистилляции воды в испарителях различных типов. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. Зависимость качества пара от продувки испарителей. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.

Раздел V. Мембранные методы очистки воды (18 час.)

Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Диализ. Обратный осмос. Процессы, протекающие в установках. Характеристики мембран. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами.

Раздел VI. Удаление из воды растворённых газов (4 час.)

Процессы абсорбции и десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды. Химические методы удаления из воды коррозионно-агрессивных газов.

Раздел VII. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами (30 час.)

Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами. Магнитный метод обработки воды. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

Раздел VIII. Водно-химический режим теплотехнического оборудования (10 час.)

Воднохимические режимы (ВХР) теплотехнических объектов. Основные задачи ВХР. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки. Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте. Нормы качества технологических вод: добавочной (обработанной) воды, прямой и обратной воды теплосети, котловой воды и пара паровых котлов. Методы поддержания ВХР. Химический контроль рабочей среды технологических контуров. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.

Раздел IX. Процессы коррозии металлов (6 час.)

Виды коррозионных процессов. Химическая и электрохимическая коррозия. Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов. Характеристика основных методов защиты металла при эксплуатации и простоях оборудования, выбор типа водно-химического режима. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций (РТС) и квартальных котельных. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы. Воднохимические режимы систем охлаждения конденсаторов.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Методы предварительной очистки воды (4 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»

Мастер–класс – это главное средство передачи концептуальной новой идеи своей (авторской) педагогической системы. Преподаватель как профессионал на протяжении ряда лет вырабатывает индивидуальную (авторскую) методическую систему, включающую целеполагание, проектирование, использование последовательности ряда известных дидактических и воспитательных методик, занятий, мероприятий, собственные «ноу-хау», учитывает реальные условия работы с различными категориями учащихся и т.п.

Мастер-класс как локальная технология трансляции педагогического опыта демонстрирует конкретный методический прием или метод, методику преподавания, технологию обучения и воспитания. Он состоит из заданий, которые направляют деятельности участников для решения поставленной педагогической проблемы, но внутри каждого задания участники абсолютно свободны: им необходимо осуществить выбор пути исследования, выбор средств для достижения цели, выбор темпа работы. Мастер-класс должен всегда начинаться с актуализации знаний каждого по предлагаемой проблеме, что позволит расширить свои знания.

Основные преимущества мастер-класса — это уникальное сочетание короткой теоретической части и индивидуальной работы, направленной на приобретение и закрепление практических знаний и навыков

Вступление Преподавателем показываются и объясняются основные принципы расчёта с использованием учебной доски и электронного аналога.

Основная часть Преподаватель последовательно выполняет расчёт осветлительного фильтра на учебной доске и в электронном виде на компьютере, акцентируя внимание на возможных сложностях и этапах, где возможно совершение ошибок. После этого студентами индивидуально по вариантам выполняется аналогичный расчёт. Преподаватель выполняет роль консультанта, организует самостоятельную работу студентов и управляет ею, проводит обсуждение получившихся результатов.

Выводы Проводится дискуссия по результатам совместной деятельности преподавателя и студентов.

Тема проведения мастер-класса - “Расчёт процесса очистки воды коагуляцией и осветлением в осветлителях”

1. Расчёт параметров фильтрующего оборудования осветлительного фильтра.

2. Расчёт габаритов осветительного фильтра.
3. Расчет скорости коагуляции.
4. Длительность фильтроцикла.
5. Расчет объёма сорбционной ёмкости.

Занятие 2. Обработка воды методом ионного обмена (4 час.) с использованием метода интерактивного обучения «Мастер-класс»

Тема проведения мастер-класса - “Расчёт фильтроцикла натрий-катионитовых ионообменных фильтров”

1. Расчёт параметров фильтрующего оборудования.
2. Расчёт габаритов фильтров.
3. Расчёт скорости фильтрации.
4. Длительность фильтроцикла.
5. Расчет объёма фильтрующей загрузки.
6. Тип ионита, ионообменная ёмкость, длительность регенерации.

Занятие 3. Мембранные методы очистки воды (4 час.)

1. Расчёт мембранных элементов.

Занятие 4. Удаление из воды растворённых газов (4 час.)

1. Расчёт абсорберов.

Занятие 5. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами (2 час.)

1. Расчёт количеств реагентов для обеспечения необходимого качества очистки.

Лабораторные работы (18 час.)

Лабораторная работа №1. Определение показателей качества воды. (4 час.)

Лабораторная работа №2. Исследование процесса фильтрации воды через механический фильтр. (4 час.)

Лабораторная работа №3. Исследование процесса фильтрации воды через ионообменные фильтры. (4 час.)

Лабораторная работа №4. Исследование процесса ультрафильтрации. (2 час.)

Лабораторная работа №5. Исследование процесса коагуляции грубодисперсных примесей в воде. (4 час.)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Водоподготовка» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Особенности использования воды на энергетических предприятиях. Основные показатели качества воды	ПК-9	знает	УО-1	1-5
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
2	Раздел 2. Методы предварительной очистки воды	ПК-9	знает	УО-1	6-10
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
3	Раздел 3. Обработка воды методом ионного обмена	ПК-9	знает	УО-1	11
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
4	Раздел 4. Термическое обессоливание воды	ПК-9	знает	УО-1	12
			умеет		
			владеет		

		ПК-11	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
5	Раздел 5. Мембранные методы очистки воды	ПК-9	знает	УО-1	13-15
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
6	Раздел 6. Удаление из воды растворённых газов	ПК-9	знает	УО-1	17-20
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
7	Раздел 7. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами	ПК-9	знает	УО-1	16
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
8	Раздел 8. Водно-химический режим теплотехнического оборудования	ПК-9	знает	УО-1	21, 22
			умеет		
			владеет		
		ПК-11	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
9	Раздел 9. Процессы коррозии металлов	ПК-9	знает	УО-1	23, 24
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Воронов В. Н., Петрова Т. И. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС //М.: Издательский дом МЭИ. – 2009.

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383001455.html>

Дополнительная литература

1. Любимова, Л.Л. Инженерные расчеты в водоподготовке паровых и водогрейных котлов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.Л. Любимова, А.С. Заворин, А.А. Ташлыков. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2009. — 133 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/45148>. — Загл. с экрана.

https://e.lanbook.com/book/45148#book_name

2. Белан Ф. И., Водоподготовка: расчеты, примеры, задачи. - Москва : Энергия, 1980. 256 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:686825&theme=FEFU>

3. Беликов С. Е. Водоподготовка: справочник для профессионалов //М.: Аква-Терм. — 2007.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:358899&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. «КиберЛенинка» – научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

<http://cyberleninka.ru/article/n/ekotehnologiya-vodopodgotovki>

2. «BWT» – ресурс производителя средств водоподготовки. http://www.bwt.ru/useful-info/?ELEMENT_ID=848

3. «OSMOS» – ресурс производителя мембранного водоочистного оборудования.

http://www.osmos.ru/prom/vodopodgotovka_info/statji.html

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При чтении лекций по всем темам активно используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения Microsoft Power Point и Adobe Reader. Для показа видеофильмов по тематике изучаемой дисциплины используется VLC media player, — бесплатный и свободный кросс-платформенный медиаплеер и медиаплатформа с открытым исходным кодом.

На практических занятиях студенты выполняют расчёты в приложении Microsoft Excel и готовят отчеты по практическим работам с помощью программного приложения Microsoft Word. Для решения ряда практических задач студентами используется сертифицированный набор программ для вычислений свойств воды/водяного пара, газов и смесей газов "WaterSteamPro"TM.

Для самостоятельного изучения учебных пособий студентами используются приложения: Adobe Reader, WinDjView.

Для графического оформления схем и чертежей студентами используются системы автоматизированного проектирования КОМПАС или AutoCAD.

Для проверки знаний по различным темам и разделам изученных в ходе аудиторных занятий, а так же в процессе самостоятельной работы используется система программ для создания и проведения компьютерного тестирования, сбора и анализа их результатов MyTestX.

Для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем используется электронная почта, технология и предоставляемые ею услуги по пересылке и получению электронных сообщений, называемых «письма» или «электронные письма», по распределённой, в том числе глобальной, компьютерной сети, преподавателя и обучающихся.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие студента на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. *Общие рекомендации:* изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы и разработок, указанных в программе, особое внимание уделяется целям, задачам, структуре и содержанию курса. *Работа с конспектом лекций.* Просмотрите конспект сразу после занятий. Пометьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Каждую неделю рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Важно проводить дополнительную работу с текстом конспекта: внимательно прочитать его; дополнить записи материалами из других источников, рекомендованных преподавателем; выделить все незнакомые понятия и термины и в дальнейшем поместить их в словарь. Наличие словаря определяет степень готовности студента к экзамену и работает как допуск к заключительному этапу аттестации. Необходимо систематически готовиться к практическим занятиям, изучать рекомендованные к прочтению статьи и другие материалы. Методический материал, обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы студентов на основе систематизированной информации по темам занятий курса.

Практика – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы практика – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, ведущего научные исследования по тематике практики и являющегося знатоком данной проблемы или отрасли научного знания. Практика предназначается для углубленного изучения той или иной дисциплины и овладения методологией применительно к особенностям изучаемой отрасли науки. Можно отметить, однако, что при изучении дисциплины в вузе практика является не просто видом практических занятий, а, наряду с лекцией, основной формой учебного процесса. Ведущей дидактической целью практических занятий является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умений работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием практических занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы ведения занятия является совместная работа преподавателя и студентов над решением практических задач, а сам поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности. Оценка производится через механизм совместного обсуждения, сопоставления предложенных вариантов ответов с теоретическими и эмпирическими научными знаниями, относящимися к данной предметной области. Это ведет к возрастанию возможностей осуществления самооценки собственных знаний, умений и навыков, выявлению студентами «белых пятен» в системе своих знаний, повышению познавательной активности.

Университет обеспечивает учебно-методическую и материально-техническую базу для организации самостоятельной работы студентов.

Библиотека университета обеспечивает:

- учебный процесс необходимой литературой и информацией (комплектует библиотечный фонд учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с учебными планами и программами, в том числе на электронных носителях);
- доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

Кафедра:

- обеспечивает доступность всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- разрабатывает: учебно-методические комплексы, программы, пособия, материалы по учебным дисциплинам в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами;
- методические рекомендации, пособия по организации самостоятельной работы студентов;
- задания для самостоятельной работы;
- темы рефератов и докладов;
- вопросы к экзаменам и зачетам.

Изучение дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены. Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Первоначально следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует

обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В ходе обучения по курсу «Водоподготовка» используются следующие средства:

а) мультимедийные аудитории оснащенные проектором и динамиками для проведения аудиовизуальных презентаций;

б) аудитории оснащенные компьютерами для проведения практических занятий.

в) для проведения лабораторных работ имеются установки:

1. Установка пропорционального дозирования реагентов, включающая импульсный водомер «Эльстер» M120, импульсный водомер «Эльстер» S100, насос-дозатор СЕКО 601, насос-дозатор Prominent, ёмкости для подготовки дозируемых растворов.

2. Фильтр контактной коагуляции, включающий фильтровальную колонну 1354 и блок управления F7700.

3. Фильтр ионитного умягчения, включающий фильтровальную колонну 1354 и блок управления F7700.

4. Фильтр сорбционной очистки, включающий фильтровальную колонну 1054 и блок управления F5600.

5. Установка проточного ультрафиолетового обеззараживания «AquaPro» SS316 60PM.

6. Установка обратноосмотическая ARO-3000.

7. Насосная станция «Speroni» RSM-5.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Компьютерный класс, Ауд. Е559 г	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty
Компьютерный класс, Ауд. Е559 а	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty

<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>
<p>Мультимедийная аудитория E933, E934, E433</p>	<p>проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF AVervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Водоподготовка»**

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки: Тепловые электрические станции

Образовательная программа «Теплоэнергетика и теплотехника»

Форма подготовки: очная

**Владивосток
2019**

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	7 семестр	подготовка к лабораторным работам №1÷5	12	УО-2
2	7 семестр	подготовка отчетов по проведенным лабораторным работам №1÷5	12	ПР1
3	7 семестр	Подготовка к защите отчетов по проведенным лабораторным работам №1÷5	12	УО-2,ПР-1
4	7 семестр	Подготовка к экзамену	36	Экзамен Вопросы 1-112

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Задание №1 (п.1). Подготовка к лабораторным работам №1÷5.

Студенты самостоятельно изучают методические рекомендации по проведению лабораторных работ и готовятся к устной защите по порядку выполнения лабораторных работ, согласно вопросов приведенных в приложении 2. В ходе организации самостоятельного изучения студентами решаются следующие задачи:

- формируются знания необходимые для выполнения лабораторных работ;
- углубляются и расширяются профессиональные знания студентов;
- формируется интерес к учебно-познавательной деятельности;
- студент учится овладевать приемами процесса познания;
- у студентов развиваются самостоятельность, активность, ответственность;
- развиваются познавательные способности будущих специалистов.

Задание № 2 (п.2). Подготовка отчетов по проведенным лабораторным работам № 1÷5.

Студентами самостоятельно выполняется отчет по выполненным лабораторным работам № 1÷5. Производится расчет подачи, мощности и КПД лопастной машины. Строятся графики зависимости подачи, мощности и КПД от напора лопастной машины.

Задание № 3 (п.3). Подготовка к защите отчетов по проведенным лабораторным работам № 1÷5. Студенты самостоятельно изучают методические материалы по теме работы и готовятся к устной защите выполненных лабораторных работ, согласно вопросов, приведенных в приложении 2.

Задание № 4. Подготовка к экзамену. Студенты самостоятельно готовятся к экзамену по приведенным вопросам (приложение 2).

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Задания № 1, 3. Задания готовятся устно и представляются в виде ответов при проведении собеседования. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля УО-2 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание № 2. Выполняется в виде пояснительной записки в объеме приведенном в требованиях к ПР-1 ФОС (приложение 2). Оформление производится согласно "ПРОЦЕДУРА Требования к оформлению письменных работ, выполняемых студентами и слушателями ДВФУ", г. Владивосток, 2011 год. Для контроля используются оценочные средства текущего контроля ПР-1 приведенные в ФОС (приложение 2).

Задание № 4. Выполняется письменно в виде ответов на вопросы при проведении зачетов или экзамена, форма оформления свободная. Для контроля используются оценочные средства промежуточной аттестации в виде вопросов приведенных в ФОС (приложение 2).

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Критерии оценки при ответе (письменный ответ) на
зачетные/экзаменационные вопросы**

✓ 100-86 баллов (отлично) - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов (хорошо) - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно) – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Водоподготовка»
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль подготовки: Тепловые электрические станции
Образовательная программа «Теплоэнергетика и теплотехника»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2019

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Водоподготовка»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ПК-9. Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.</p>	Знает	<p>1. требования, предъявляемые к качеству воды, основные понятия по использованию воды в теплоэнергетике, типичные схемы обращения воды в котельных и на ТЭЦ, причины загрязнения водного теплоносителя в трактах ТЭЦ, котельных и тепловых сетей, последствия образования и отложений накипи на поверхностях нагрева теплоэнергетического оборудования, основные задачи рациональной организации водоподготовки и водного режима теплоэнергетического оборудования;</p> <p>2. требования к качеству воды для различных элементов ТЭУ, причины загрязнения воды, циркулирующей в теплоэнергетических установках, причины поступления примесей в воду, представлять классификацию и характеристики примесей природных вод, характеристики и показатели качества воды.</p>
	Умеет	<p>учитывать состояние воды (состав и концентрация примесей в зависимости от типа вод источника), поступающей в котельную, для правильного выбора методов и систем очистки.</p>
	Владеет	<p>методами, принципами, технологиями подготовки и очистки воды, поддержания водно-химического режима в энергетическом оборудовании.</p>
<p>ПК-11. Способность к обеспечению грамотной эксплуатации, ремонту, обслуживанию технологического и теплоэнергетического оборудования.</p>	Знает	<p>и понимает работу всего водоподготовительного оборудования на теплоисточнике, значение подготовки воды для водогрейных и паровых котлов, значение подготовки питательной и сетевой воды, методики определения жесткости и щелочности воды методом титрования.</p>
	Умеет	<p>1. производить определение жёсткости и щёлочности воды, расчёты производительности водоподготовительной установки, определять необходимую площадь фильтрования и по ней производить выбор фильтра из стандартного ряда, производить расчёты режимов работы и пропускной способности фильтров в зависимости от условий и</p>

		<p>качества воды, рассчитывать время межрегенерационного периода и расход соли на проведение регенерации;</p> <p>2. различать схемы водоподготовки для отопительных и производственных котельных, подбирать необходимое оборудование для водоподготовки котельных, тепловых сетей и тепловых электростанций.</p>
	Владеет	<p>1. основными принципами эксплуатации основного оборудования на различных режимах;</p> <p>2. готовностью к организации работы персонала по обслуживанию технологического оборудования;</p> <p>3. готовностью к приемке и освоению вводимого оборудования.</p>

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Особенности использования воды на энергетических предприятиях. Основные показатели качества воды	ПК-9	знает	УО-1	1-5
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
2	Раздел 2. Методы предварительной очистки воды	ПК-9	знает	УО-1	6-10
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
3	Раздел 3. Обработка воды методом ионного обмена	ПК-9	знает	УО-1	11
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
4	Раздел 4. Термическое	ПК-9	знает	УО-1	12
			умеет		

	обессоливание воды		владеет		
		ПК-11	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
5	Раздел 5. Мембранные методы очистки воды	ПК-9	знает	УО-1	13-15
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
6	Раздел 6. Удаление из воды растворённых газов	ПК-9	знает	УО-1	17-20
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
7	Раздел 7. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами	ПК-9	знает	УО-1	16
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
8	Раздел 8. Водно-химический режим теплотехнического оборудования	ПК-9	знает	УО-1	21, 22
			умеет		
			владеет		
		ПК-11	знает	УО-1	
			умеет		
			владеет		
9	Раздел 9. Процессы коррозии металлов	ПК-9	знает	УО-1	23, 24
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	
		ПК-11	знает	УО-2	
			умеет	ПР-1	
			владеет	ПР-1	

Зачетно-экзаменационные материалы

Список вопросов к экзамену

1. Виды потоков теплоносителя в пароводяном тракте ТЭС. Принципиальная схема обращения воды в тракте КЭС. Принципиальная схема обращения воды в тракте ТЭЦ.

2. Наиболее существенные нарушения режима эксплуатации оборудования ТЭС, вызванные низким качеством подпиточной воды.
3. Источники загрязнения воды на энергетических предприятиях.
4. Классификация примесей природных вод (по хим. составу, по степени дисперсности, по происхождению).
5. Показатели качества воды (физико-химические, химико-технологические).
6. Осветление. Осветлители. Основные показатели работы осветлителя.
7. Коагуляция. Коагулянты. Наиболее благоприятные условия для коагуляции, недостатки использования реагентных схем коагуляции. Флокулянты.
8. Известкование воды.
9. Магнезиальное обескремнивание воды.
10. Очистка воды на осветлительных механических фильтрах. Основные параметры фильтра. Фильтрующие материалы, применяемые в фильтрах. Классификация осветлительных фильтров. Фильтроцикл.
11. Ионный обмен. Иониты. Показатели качества ионитов. Регенерация ионитных фильтров. На-катионирование. Н-катионирование. Анионирование. Ионитные фильтры. Фильтры смешанного действия (ФСД). Принципиальные схемы ионообменных установок.
12. Термическое обессоливание воды. Испарительные установки кипящего типа. Испарительные установки мгновенного вскипания.
13. Мембранные методы водоподготовки. Мембраны. Преимущества и недостатки мембранных методов.
14. Обратный осмос. Принципиальная схема прямого и обратного осмоса. Ультрафильтрация.
15. Электродиализ. Принципиальная схема многокамерного электродиализатора. Преимущества и недостатки электродиализного метода.
16. Магнитная обработка воды. Особенности конструкции магнитного фильтра. Преимущества и недостатки магнитного метода.
17. Классификация растворённых в воде газов. Растворимость газов, закон Генри. Пути снижения концентрации газа в воде.
18. Термическая деаэрация воды. Принцип работы термического деаэратора.
19. Декарбонизация воды. Принцип работы декарбонизатора.
20. Химические методы удаления газов из воды. Классификация методов.
21. Водно-химический режим котлов. Технологические требования для нормальной эксплуатации паровых котлов.

22. Коррекционная обработка котловой воды.
23. Коррозия энергетического оборудования (виды коррозии, показатели коррозии, методы борьбы с коррозией).
24. Отложения на поверхностях нагрева оборудования (причины образования, влияние отложений на работу оборудования, методы борьбы с образованием отложений).

Комплект оценочных средств для текущей аттестации

УО-1 Собеседование

Вопросы по темам/разделам дисциплины

Раздел I. Особенности использования воды на энергетических предприятиях. Основные показатели качества воды

1. Вода как основной теплоноситель
2. Источники загрязнения воды на энергетических предприятиях
3. Характеристика примесей природных вод
4. Показатели качества воды
5. Нормы качества теплоносителя на энергетических предприятиях

Раздел II. Предварительная очистка воды

1. Общая оценка основных процессов предварительной очистки воды
2. Коагуляция и обработка воды в осветлителях
3. Известкование воды и специальные методы предварительной очистки
4. Очистка воды на осветлительных механических фильтрах

Раздел III. Обработка воды методом ионного обмена

1. Физико-химические основы ионного обмена
2. Технологические процессы ионного обмена

Раздел IV. Термическое обессоливание воды

1. Технология дистилляции воды в испарителях различных типов. Область применения термического обессоливания воды.
2. Принцип работы испарителей.
3. Зависимость качества пара от продувки испарителей.
4. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.

Раздел V. Мембранные методы очистки воды

1. Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах.
2. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Диализ.
3. Обратный осмос. Процессы, протекающие в установках. Характеристики мембран.

4. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами.

Раздел VI. Удаление из воды растворённых газов

1. Процессы абсорбции и десорбции газов.
2. Технология деаэрации воды.
3. Технология декарбонизации воды.
4. Химические методы удаления из воды коррозионно-агрессивных газов.

Раздел VII. Магнитные методы обработки воды и обработка воды реагентами

1. Обработка воды для получения неприкипающего шлама: обработка воды фосфатами, комплексообразующими веществами, антинакипинами.
2. Магнитный метод обработки воды.
3. Электромагнитные и магнитные фильтры для обезжелезивания воды.

Раздел VIII. Водно-химический режим теплотехнического оборудования

1. Воднохимические режимы (ВХР) теплотехнических объектов.
2. Основные задачи ВХР.
3. Пути поступления примесей в циклы паротурбинной установки.
4. Поведение примесей водного теплоносителя в пароводяном тракте.
5. Нормы качества технологических вод: добавочной (обработанной) воды, прямой и обратной воды теплосети, котловой воды и пара паровых котлов.
6. Методы поддержания ВХР.
7. Химический контроль рабочей среды технологических контуров.
8. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.

Раздел IX. Процессы коррозии металлов

1. Виды коррозионных процессов.
2. Химическая и электрохимическая коррозия.
3. Образование защитных оксидных пленок как решающий фактор пассивации металлов.
4. Виды коррозионных повреждений различных сталей и сплавов.
5. Характеристика основных методов защиты металла при эксплуатации и простоях оборудования, выбор типа водно-химического режима.
6. Основы коррозионных процессов на оборудовании районных тепловых станций (РТС) и квартальных котельных.
7. Химическая защита теплоэнергетического оборудования. Условия применения. Химические материалы.

8. Воднохимические режимы систем охлаждения конденсаторов.

УО-2 Собеседование

Вопросы по темам/разделам дисциплины

1. Как классифицируют природные воды по жесткости?
2. Какова особенность солей карбонатной жесткости?
3. В чем опасность солей жесткости для работы котлов и теплообменных аппаратов?
4. Каковы нормы по жесткости для питательной воды котлов низкого, среднего и высокого давления, для подпиточной воды теплосетей?
5. Какие виды накипи могут образовываться в котлах и теплообменных аппаратах и каковы их коэффициенты теплопроводности?
6. Какими ионами обусловлена щелочность природных поверхностных вод?
7. Какими ионами обусловлена щелочность котловой воды?
8. Что такое относительная щелочность, для каких вод она нормируется?
9. Почему в паре появляется свободная углекислота и как она нормируется?
10. Что такое вспенивание и набухание котловой воды? Чем они вызываются и какова опасность, вызываемая этими процессами?
11. Что такое содержание хлоридов?
12. В чем опасность, вызываемая хлоридами?
13. Чем определяется общая щелочность? Как вычисляется содержание гидратов, карбонатов, бикарбонатов?
14. Как производится определение хлоридов?
15. Основные характеристики катионитных материалов.
16. Динамическая обменная емкость катионитного материала: полная, рабочая, лабораторная. В чем их отличие?
17. Как влияет на обменную ёмкость сульфогля:
 - а) жёсткость исходной воды?
 - б) щёлочность исходной воды?
 - в) фракционный состав катионита?
 - г) удельный расход регенерирующего реагента?
 - д) скорость фильтрования?
18. Почему снижается обменная ёмкость сульфогля в кислых растворах?

19. Какой материал имеет большую обменную ёмкость: КУ – 2 или сульфуголь и как это влияет на межрегенерационный период фильтра, загруженного одинаковыми объемами катионита?

20. Как изменяется остаточная жёсткость умягчённой воды в зависимости от удельного расхода регенерирующего реагента?

21. Сущность способа умягчения вода методом катионного обмена.

22. Какие соединения получаются в воде вместо солей жесткости в процессе Na -катионирования?

23. Область применения Na - катионитных установок.

24. Какие реагенты применяются для регенерации Na - и H -катионита?

25. Какие соединения получатся в воде вместо солей жесткости в процессе H-катионирования воды?

26. Какова должна быть концентрация серной кислоты в регенерационном растворе?

27. Чем вызывается необходимость применения комбинированных водород-натрий-катионитных установок?

28. От чего зависит удельный расход реагентов на регенерацию?

29. Каким образом может быть снижен удельный расход реагентов на регенерацию?

30. Что такое «голодная» регенерация водород-катионитного фильтра?

31. Область применения параллельных, последовательных и совместных комбинированных водород-натрий- катионитных установок.

32. Что такое декарбонизатор?

33. Как определяется доля воды, направляемая на водород-катионирование в комбинированных установках?

34. В чем сущность процессов умягчения воды методом осаждения? Какие реагенты при этом применяются?

35. Назначение фосфатирования котловой воды.

36. Каковы основные пути интенсификации процессов умягчения воды методом осаждения?

37. Почему нельзя сильно повышать избыток реагентов?

38. Расчет количества реагентов, применяемых при умягчении воды методами осаждения.

39. Способы дозирования реагентов.

40. Конструкция отстойников-осветлителей.

41. В чем заключается сущность процессов коагуляции природной воды?

42. Из чего состоит осадок, образующийся в воде при её коагуляции?

43. От каких видов загрязнения очищается вода при коагуляции?

44. В каких случаях вода при коагуляции подщелачивается и как рассчитать дозу извести (или другой щелочи)?

45. Как рассчитывается доза коагулянта для цветных и мутных вод?

46. Указать оптимальное значение величины рН при коагуляции?

47. От каких факторов зависит величина оптимальной дозы коагулянта?

48. Влияние температуры на коагуляцию.

49. Методика определения цветности. Что характеризует цветность воды?

50. Что характеризует величина окисляемости? Методика определения окисляемости.

51. Какие факторы влияют на оптимальную дозу коагулянта?

52.

ПР-1 Отчет по выполненной лабораторной работе

Отчет выполняется на писчей бумаге формата А4 размером 210х297мм, один на бригаду в который включаются все лабораторные работы. Титульный лист заполняется в соответствии с установленными правилами.

Отчет представляется в сброшюрованном виде и должен содержать:

1. Общую схему экспериментальной установки и ее описание.

2. Краткое описание каждой из выполняемых работ.

3. Сводной протокол экспериментальных данных по каждой работе (черновые протоколы по постам замеров хранятся у старшего по бригаде, до защиты отчета)

4. Обработка экспериментальных режимов (опытов) в каждой лабораторной работе.

5. Необходимые графические зависимости, выполненные в программе Excel.

Защита лабораторных работ проводится индивидуально после их выполнения и оформления отчета. К защите студент должен знать все касающиеся теории и практики выполняемых работ, а так же уметь отвечать на контрольные вопросы, приведенные в данном руководстве.

Критерии оценки (устный ответ) на собеседовании

✓ 100-85 баллов (отлично) - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и

последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов (хорошо)- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл (удовлетворительно) – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов (неудовлетворительно)– ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Водоподготовка»

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
----------------------------------	----------------------------------	---

100-86 баллов	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.