

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

11.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.6 Физическая химия. Основы водоподготовки

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3, 4

Семестр 5, 6, 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	216 / 6	часов/зачетных единиц
Лекции	10	часов
Лабораторные работы	6	часов
Практические занятия	10	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	26	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	154	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	Е.В. Егошин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

	(наименование кафедры)	
24.01.2024	протокол №	5
(дата)		
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	П.Н. Анисимов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2024 г.
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией производства	ПК - 1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	знания: Знает схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства умения: Умеет разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства навыки: Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией
	ПК - 1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности	знания: Знает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности умения: Умеет применять правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности навыки: Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности
2. ПК-4 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-4.1 Участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования	знания: Знает принципы сбора и анализа информационных исходных данных для проектирования умения: Умеет проводить сбор и анализ информационных исходных данных для проектирования навыки: Участвует в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования
	ПК-4.2 Расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	знания: Знает принципы расчета и проектирования деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования умения: умеет производить расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования навыки: Выполняет расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования

	ПК-4.3 Участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений	знания: Знает принципы проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений умения: Умеет проводить предварительного технико-экономического обоснования проектных решений навыки: Принимает участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений
--	---	---

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-1), Учебная практика. Профилирующая практика (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Котельные установки и парогенераторы (ПК-1), Источники и системы теплоснабжения (ПК-1), Электроснабжение предприятий и электрооборудование (ПК-1), Электроснабжение предприятий (ПК-1), Тепломассообменное оборудование предприятий (ПК-4), Технологические энергоносители предприятий (ПК-4), Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем (ПК-4), Нагнетатели и тепловые двигатели (ПК-4), Конструирование теплотехнического оборудования (ПК-4), Теория горения топлива (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-1), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Технологии водоподготовки	72	ПК-1, ПК-4
Лекция. Дегазация воды. Общие положения очистки воды от растворенных газов. Физические методы дегазации. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Удаление газов	6	

в деаэраторах. Виды деаэраторов. Обезжелезивание воды. Источники загрязнения воды тепловых сетей окислами железа. Методы обезжелезивания воды. Обезжелезивание конденсата ТЭС. Коррозия теплофикационного оборудования. Противокоррозионная обработка воды. Общие сведения о коррозии и ее видах. Методы антикоррозионной защиты. Обработка воды для снижения интенсивности коррозии. Противокоррозионная обработка подпиточной воды. Консервация оборудования подпиточного тракта и теплосетей. Новые технологии в водоподготовке. Деаэраторы вихревого типа. Применение комплексонов в водоподготовке.		
Практическое занятие. Очистка воды от растворенных газов. Расчет деаэратора. Обработка воды методами ионного обмена. Работа ионитного фильтра. Расход реагентов ионитного фильтра.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Расчет ВПУ. Водно-химический режим тепловых сетей. Выбор схемы водоподготовки. Общие требования к водно-химическому режиму теплосетей. Основные положения и задачи.	64	
Иная контактная работа:	0	

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Влияние качества воды	36	ПК-1, ПК-4
Практическое занятие. Повышение экологичности водоподготовительных установок. Концепция создания бессточной ТЭЦ. Принципы создания бессточной ТЭЦ.	4	
Лекция. Повышение надежности водно-химического режима теплосетей. Особенности водно-химического режима при эксплуатации водогрейных котлов, сжигающих мазутное топливо. Общие положения выбора схем водоподготовки.	4	
Лабораторная работа. Определение реакции водной среды. Метод рН-метрии. Определение органолептических показателей качества воды. Определение жесткости воды. Общая, карбонатная и некарбонатная жесткость. Определение щелочности воды.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР Влияние качества воды систем горячего водоснабжения на выбор типа системы теплоснабжения.	26	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Химический анализ в теплоэнергетике	72	ПК-1, ПК-4

Практическое занятие. Коагуляция коллоидных примесей воды. Определение оптимальной дозы коагулянта. Расчет скорых фильтров. Расчет вертикальных отстойников с контактной камерой хлопьеобразования. Стабилизационная обработка воды, обработка ингибиторами для устранения коррозии стальных и чугунных труб	4	
Лабораторная работа. Определение концентрации остаточного хлора в водопроводной воде. Определение концентрации растворенного кислорода в воде.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
Расчет качества воды по ступеням очистки	64	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины Физическая химия. Основы водоподготовки рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине Физическая химия. Основы водоподготовки, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического (лабораторного)** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины Физическая химия. Основы водоподготовки. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины Физическая химия. Основы водоподготовки, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины Физическая химия. Основы водоподготовки, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины **Физическая химия. Основы водоподготовки** включает выполнение **расчётно-графической работы, лабораторной работы.** Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине Физическая химия. Основы водоподготовки является **балльно-рейтинговый контроль, экзамен.**

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Копылов, Анатолий Сергеевич. Водоподготовка в энергетике [Текст] : [учеб. пособие для вузов по специальностям "Тепловые электр. станции" и "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электр. станциях" направления подгот. дипломир. специалистов "Теплоэнергетика"] / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 309 с. ISBN 5-7046-0922-8. Экземпляры: всего 17.	17
2.	Химический анализ в теплоэнергетике [Текст] : титриметрический и гравиметрический методы анализа / В. Н. Кулешов [и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Очкова. М.: МЭИ, 2004. - 124 с. ISBN 5-7046-1171-0. Экземпляры: всего 19.	19
3.	Копылов, Анатолий Сергеевич. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по специальности "Технология воды и топлива на тепловых и атомных электр. станциях" направления подгот. "Теплоэнергетика"] / А. С. Копылов, В. Ф. Очков, Ю. В. Чудова. М.: МЭИ, 2009. - 220, [1] с. ISBN 978-5-383-00223-0. Экземпляры: всего 3.	3
4.	Очков, В. Ф. Math CAD и Python: обучение по технологии STEM [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Очков В. Ф., Тихонов А. И.; Тихонов А. И. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 472 с. ISBN 978-5-	https://e.lanbook.com/book/356012
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
3.	ГОСТ Р 55682.12-2013/ЕН 12952-12:2003 Котлы водотрубные и котельно-вспомогательное оборудование. Часть 12. Требования к качеству питательной и котельной воды	http://docs.cntd.ru/document/1200107478
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	http://www.consultant.ru
2.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	<p>Автоматизир.система учета АСУРТВ (1), Ампервольтметр Щ-387 (1), Дискретный ввод (счетчики) 8каналов (1), Дискретный выход с ШИМ 8каналов (1), Клапан ДУ 50 (1), КОМПЛЕКС Д/ИЗМ ДАВЛ (3), Лабораторная установка "Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе" АК-01-2 (1), Лабораторная установка "Автоматизированный тепловой пункт" (1), Лабораторный стенд-тренажер "Тепловой насос (1), Лабораторный стенд-тренажер "Холодильник-1" (1), ЛОМИКОНТ (1), Макет мобильной газотурбинной электростанции в масштабе 1:87 (1), Макет тепловой электростанции с турбогенераторами (1), Модуль аналогового ввода 16разрядный 16каналов (2), Модуль аналогового ввода 16разрядный 8каналов (1), Накладные датчики КУРСВ-010М (2), Низкотемпературный прилавок ПХН-0,28 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT VA2216W-4 (1), Плоттер HP Design Jet 430 (1), ПРИБОР ИТВ-3М (1), ПРИБОР ФЩЛ 501-13 (1), Принтер Canon LBP 1120 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Расходомер ЭРСВ410 Ду=32 (2), Релейный выход 8каналов (1), Сенсорный управляющий экран ТРС-2006 (1), Система автоматизации реального времени (1), Сканер Epson 2400 (1), Соединительный узел с FP-СВ-11/778618-11 (7), Стеллаж 1420*950*500 (1), Тепловычислитель ТРСВ-030 (1), Терморегулятор С5М1 "Электроника" (1), Типовой</p>	<p>Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, LABVIEW, КОМПАС-3D V19, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)</p>

		комплект учебного оборудования "Автоматика систем теплоснабжения и вентиляции" АТГСВ-16-11ЛР-01 (1), Типовой комплект учебного оборудования "Автономная автоматизированная система отопления" АСО-05 (1), Ультразвуковой расходомер УРСВ-010 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Шкаф ШХ-0.40МС (1), Экран на треноге 150*150 (2), Экран на штативе 180x180 MW (1), Элеватор ЭГО 01 (1), Комплект учебной мебели (1)	
2.	255 (I)	Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19, LABVIEW, КОМПАС-3D V19, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)
3.	121 (I)	Ампервольтметр Ф-30 (1), Газоанализатор АНКAT 7664 (1), Заправочное устройство КФПТ 1-10 (1), Комплект пирометриста Шанс-01 (1), Комплект расходомериста Лебедь КР-01 (1), Комплект расходомериста Лебедь КР-02 (1), Компл-т кодотанспор.по тех термод (1), Компьютер RAMEC GALE Custom i3-3200/4ГБ/ монитор LCD 21.5", клавиат.,мышь (15), МФУ Canon MF -4410 (1), Ноутбук Easynote TE 11 HC (1), ПК(сист.бл,клав,мышь опт,ковр,монит22" View Sonic TFT	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, КОМПАС-3D V19,

	VA2216W-4 (3), Плата аналого-цифрового преобразования USB-6008 12-bit (3), Прибор расходомер ультразвуковой "Взлет ПР" с толщиномером "Взлет УТ" (1), Принтер HP LaserJet Pro 400 M401a (1), Принтер Samsung ML-1615 (1), Принтер цветной Canon I-Sensys LBP7100Cn (1), Проектор Acer P1220 DLP 3 D 2700 LUMENS XGA 3000 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Сварочный аппарат Brima Mars 205 (1), Сварочный аппарат Telwin Digital Modular 230 (1), Сварочный аппарат ТОРУС 255 (1), Стенд рекламно-информационный 100x100 (3), Термометр электронный ТЭН-5 (2), УСТАНОВКА ИЗ ТЕПЛОПР (1), УСТАНОВКА ИЗУЧ.ТЕПЛ. (1), УСТАНОВКА ТП-003 (1), УСТАНОВКА ТП-005 (1), УСТАНОВКА ТП-011 (1), Установка ФПТ 1-3 (1), Установка ФНТ 1-1 (1), Установка ФПТ 1-10 (1), Установка ФПТ 1-8 (1), Установка ФПТ-12 (1), Циркуляционный термостат ЛАБ-ТЖ-ТС 01/26-100 (1), Комплект учебной мебели (1)	LABVIEW, КОМПАС-3D V19, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, Платформа nanoCAD, nanoCAD Инженерный BIM, КОМПАС-3D v22 КТПП (MCAD)
--	---	---

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый	Обучающийся твердо знает программный материал,	хорошо

уровень	излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Экзаменационный билет №0

1. Определение щелочности и жесткости воды. Сухой и плотный остаток
2. Расход реагентов ионитного фильтра.
3. Определение производительности ВПУ

Экзаменационный билет №1

1. Водно-химический режим производственно-отопительной котельной и ТЭС.
2. Поступление примесей в воду.
3. Показатели качества воды.

Экзаменационный билет №2

1. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения
2. Осветление воды методами фильтрования
3. Щелочность воды. Жесткость воды.

Экзаменационный билет №3

1. Ионное произведение воды и водородный показатель.
2. Органолептическое определение запаха и прозрачности воды.
3. Определение щелочности и жесткости воды. Сухой и плотный остаток.

Экзаменационный билет №4

1. Расход реагентов и показатели качества воды
2. Обработка воды методами ионного обмена
3. Мембранная технология водоподготовки

Экзаменационный билет №5

1. Очистка воды от растворенных газов
2. Исследование методов ионного обмена.
3. Работа ионитного фильтра.

Экзаменационный билет №6

1. Расчет мембранной технологии.
2. Расчет деаэратора
3. Расчет ионообменной технологии.

Экзаменационный билет №7

1. Расход реагентов ионитного фильтра.
2. Общие положения выбора схем водоподготовки.
3. Технологическая схема ВПУ

Экзаменационный билет №8

1. Водно-химический режим тепловых сетей и котельных.
2. Общие требования к водно-химическому режиму тепловых сетей и котельных.
3. Расчет вспомогательного оборудования ВПУ

Экзаменационный билет №9

1. Решение задач по эксплуатации ВПУ
2. Выбор схем водоподготовки.
3. Определение производительности ВПУ.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену (бсеместр)

1. Водно-химический режим производственно-отопительной котельной и ТЭС.
2. Поступление примесей в воду.
3. Показатели качества воды.
4. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения
5. Осветление воды методами фильтрования
6. Щелочность воды. Жесткость воды.
7. Ионное произведение воды и водородный показатель.

8. Органолептическое определение запаха и прозрачности воды.
9. Определение щелочности и жесткости воды. Сухой и плотный остаток.
10. Расход реагентов и показатели качества воды
11. Обработка воды методами ионного обмена
12. Мембранная технология водоподготовки
13. Очистка воды от растворенных газов
14. Исследование методов ионного обмена.
15. Работа ионитного фильтра.
16. Расчет мембранной технологии.
17. Расчет деаэратора
18. Расчет ионообменной технологии.
19. Расход реагентов ионитного фильтра.
21. Общие положения выбора схем водоподготовки.
22. Технологическая схема ВПУ
23. Водно-химический режим тепловых сетей и котельных.
24. Общие требования к водно-химическому режиму тепловых сетей и котельных.
25. Расчет вспомогательного оборудования ВПУ
26. Решение задач по эксплуатации ВПУ
27. Выбор схем водоподготовки.
28. Определение производительности ВПУ.

Вопросы к БРК (7семестр)

1. Какие воды пригодны для использования в тепловых системах? Чем необходимо руководствоваться при выборе источника водоснабжения?
2. Что такое качество воды? Какие показатели качества вам известны?
3. Какой нормативный документ регламентирует качество питьевой воды?
4. Химические показатели качества воды. Какими методами они определяются? В каких единицах измеряются? Для чего необходимо их контролировать?
5. На какие группы подразделяются методы обработки воды? Приведите классификацию.
6. В чем сущность процесса коагуляции? Какие коагулянты вам известны? От чего зависит выбор коагулянта?
7. Какой процесс называют гетероадокоагуляцией? В чем заключается различие между гетероадокоагуляцией и контактной коагуляцией?
8. В чем заключается сущность метода электрокоагуляции? Его преимущества и недостатки.
9. Что такое жесткость воды? Какая вода считается жесткой и почему? Какой показатель

жесткости должен быть у воды, используемой в тепловых сетях и почему?

10. Какой показатель используется для оценки накипеобразующих свойств воды? Как при помощи этого показателя определить необходимость в противонакипной обработке воды перед нагреванием в подогревателе горячего водоснабжения?
11. Охарактеризуйте процессы накипеобразования в водогрейных котлах.
12. Что называют умягчением воды? Какие методы умягчения вам известны и в каких случаях применимы?
13. Охарактеризуйте группу реагентных методов умягчения воды. Опишите, в каких случаях применим каждый метод этой группы.
14. Как определить количество умягчаемой воды? От каких показателей оно зависит?
15. Охарактеризуйте методы ионного обмена. В каких случаях они применимы?
16. Для чего применяют фильтрование воды? Какие фильтры вам известны? Приведите классификацию. Обоснуйте принцип действия.
17. Приведите классификацию фильтров по виду фильтрующей среды. Зернистые фильтры. Намывные фильтры.
18. Опишите принцип действия медленных фильтров. Какие виды загрузки зернистых фильтров вам известны?
19. Как осуществляется промывка фильтровальных аппаратов?
20. Что такое осветление воды? Чем отличается процесс осветления от процесса обесцвечивания?
21. Как классифицируют технологические схемы осветления и обесцвечивания воды?
22. Аппараты, применяемые для осветления воды.
23. В каких случаях необходимо проводить обеззараживание воды? Какие методы обеззараживания вам известны?
24. Что понимают под хлоропоглощаемостью воды? Возможно ли введение аммиака при хлорировании воды?
25. Опишите процесс озонирования. Какие электролизные установки для обеззараживания воды вам известны?
26. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. Опишите установки.
27. Какие вам известны коррозионноактивные газы? Опишите методы дегазации.
28. Удаление газов в деаэраторах. Виды деаэрации. Виды деаэраторов.
29. Принцип вакуумной деаэрации. Деаэраторы АВАКС.
30. Химические методы дегазации воды.
31. Какое явление называют коррозией? Перечислите виды коррозии.
32. Что вызывает коррозию теплофикационного оборудования? Охарактеризуйте процесс коррозии. Какое содержание кислорода и свободной углекислоты допустимо, чтобы обеспечить бескоррозионное состояние воды?

33. Какие методы обезжелезивания воды вам известны?
34. От чего зависит выбор способа противокоррозионной обработки воды? Назовите меры борьбы с коррозией и методы ее предотвращения.
35. Что такое комплексоны? Для чего их применяют? Опишите принцип действия и эффект от применения.
36. Консервация оборудования подпиточного тракта и теплосетей.
37. Назовите общие требования к водно-химическому режиму тепловых сетей. Перечислите основные нормативные документы.
38. Каким образом можно повысить надежность водно-химического режима теплосетей?
39. Перечислите основные принципы создания бессточной ТЭЦ.