



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

---

«29» июня 2021 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Водоподготовка котельных и тепловых электростанций

направление подготовки/специальность 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Энергообеспечение  
предприятий

Форма обучения очная

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются подготовка специалиста в области проектирования, строительства и эксплуатации систем подготовки воды для отопительно-производственных котельных и ТЭЦ которые являются основными теплогенерирующими источниками для систем теплоснабжения жилищно-коммунального сектора (ЖКС), промышленных предприятий и других объектов различного назначения.

Задачами освоения дисциплины являются передача студенту комплекса необходимых знаний по проектированию и эксплуатации систем подготовки воды; выборе и расчёте принципиальных схем, определению характеристик оборудования, требуемых для эффективной и безопасной выработки тепловой энергии; расчету основного и вспомогательного оборудования котельных; условий безопасной и эффективной эксплуатации оборудования.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПКР-1 Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	ПКР-1.1 Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	<b>знает</b> нормативные документы в области проектирования основного и вспомогательного оборудования систем подготовки воды <b>умеет</b> разрабатывать энергоэффективные схемы подготовки воды; подбирать основное и вспомогательное оборудование схем <b>владеет навыками</b> участия в сборе и анализе исходных данных для проектирования систем подготовки воды в соответствии с нормативной документацией
ПКР-1 Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	ПКР-1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	<b>знает</b> правила эксплуатации систем подготовки воды <b>умеет</b> разрабатывать эксплуатационную документацию, оформлять отчетные документы <b>владеет навыками</b> участия в эксплуатации систем подготовки воды котельных и ТЭЦ

<p>ПКС-1 Способен к участию в сборе и анализе исходных данных для расчета и проектирования ОПД</p>	<p>ПКС-1.1 Участвует в сборе исходных данных для расчета и проектирования ОПД</p>	<p><b>знает</b>          типовые методики расчета систем подготовки воды, гидравлического и теплового расчёта оборудования систем подачи воды  <b>умеет</b>          пользоваться типовыми методиками, провести расчеты систем подачи воды на фильтрацию, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием  <b>владеет навыками</b>          проектирования технологического оборудования систем подачи воды с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>
<p>ПКС-1 Способен к участию в сборе и анализе исходных данных для расчета и проектирования ОПД</p>	<p>ПКС-1.2 Участвует в анализе исходных данных для расчета и проектирования ОПД</p>	<p><b>знает</b>          правила проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок по стандартным методикам  <b>умеет</b>          разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы  <b>владеет навыками</b>          участия в проведении предвари-тельного технико-экономического обоснования проектных разработок систем подготовки воды котельных и ТЭЦ, их элементов по стандартным методикам</p>

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.01 основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Основы теплоэнергетики	ПКС-1.1, ПКС-1.2
2	Теплофизика и энергосбережение	ПКС-2.1, ПКС-2.2
3	Гидрогазодинамика	ОПК-3.1, ОПК-3.2
4	Компьютерная графика	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
5	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК- 1.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
6	Физика	ОПК-2.2, УК-1.1, УК-1.2
7	Химия	ОПК-2.3
8	Материаловедение и технологии конструкционных материалов	ОПК-2.2

Основы теплоэнергетики:

Тепловой баланс,

Типы тепловых электростанций и принцип их работы,

Система теплоснабжения городов

Теплофизика и энергосбережение:

Оценка эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий,

Энергосбережение на тепловых электростанциях и в котельных установках

Гидрогазодинамика:

Истечение жидкости,

Расчет трубопровода

Компьютерная графика:

Правила оформления чертежей и схем на компьютере

Информационные технологии:

Использование системы автоматизированного проектирования

Физика:

Физические свойства воды и газов,

Теплоемкость,

Теплопроводность

Химия:

Химические свойства воды и газов,

Строение молекулы воды,

Растворимость веществ в воде

Материаловедение и технологии конструкционных материалов:

Металлические конструкционные материалы,

Классификация свойств конструкционных материалов

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Источники и системы теплоснабжения	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2
2	Энергосбережение в теплотехнике и теплотехнологии	ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКР-4.1, ПКР-4.2

3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.1, УК-2.2, УК-3.1, УК-3.2, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-7.1, УК-7.2, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК- 1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-2.5, ОПК- 2.6, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-3.6, ОПК- 3.7, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС -2.1, ПКС-2.2, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-4.1, ПКС-4.2, ПКС-5.1, ПКС- 5.2, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-2.1, ПКР-2.2, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКР- 4.1, ПКР-4.2
4	Тепломассообменное оборудование предприятий	ПКР-2.1, ПКР-2.2, ПКР-4.1, ПКР- 4.2, ПКС-5.1, ПКС-5.2

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			4	5
<b>Контактная работа</b>	80		32	48
Лекционные занятия (Лек)	32	0	16	16
Практические занятия (Пр)	48	0	16	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,5		0,1	0,4
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4			0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5		0,1	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача				
<b>Часы на контроль</b>	4		0	4
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	131,1		75,9	55,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		108	108
<b>зачетные единицы:</b>	6		3	3

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Тематический план дисциплины (модуля)**



3.1.	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена	4	4		2				18	24	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
3.2.	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием	4	4		4				18	26	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
4.	4 раздел. Контроль (4 семестр)										
4.1.	Зачет	4								0,1	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
5.	5 раздел. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ										
5.1.	Основные показатели для выбора схемы обработки воды Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды	5	3		4				10	17	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
5.2.	Фильтры для обработки воды ионным обменом Солеобразователи, бункера мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A»	5	2		4				9,2	15,2	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
5.3.	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды	5	2		4				6	12	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
5.4.	Продувка и использование ее теплоты	5	2		6				6	14	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
6.	6 раздел. БЕЗРЕАГЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ										
6.1.	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексодами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды	5	2		4				6	12	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2

6.2.	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду.	5	2	2				6	10	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
6.3.	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа.	5	1	4				6	11	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
6.4.	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии	5	2	4				6	12	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
7.	7 раздел. Контроль (5 семестр)									
7.1.	Контрольная работа	5							0,8	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2
7.2.	Зачет	5							4	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод	Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод Физико-химические показатели качества природных вод Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Дисперсные системы. Системы классификации. Артезианские, речные, озерные, питательные, котловые, сетевые. Растворенные газы (кислород, азот, углекислота и прочие), минеральные соли и некоторые органические вещества. Физико-химические показатели качества природных вод. Сухой остаток, общая жесткость, общая щелочность, концентрация водородных ионов рН, растворенные газы. Качество природных вод характеризуемое показателями, определяемыми на основе физико-химического анализа воды в зависимости от предъявляемых к ней требований
2	Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей Очистка	Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей Очистка конденсата от масел Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей. Очистка конденсата от масел. Мутные и цветные воды. Прозрачность воды. Цвет воды. Коагуляция. Очистка исходной воды



	конденсата от масел	из артезианских скважин или поверхностных источников (рек, озер) перед умягчением, снижением щелочности и дегазации от механических загрязнений (твердых частиц) и коллоидных примесей
3	Химическая и физическая термическая дегазация	Химическая и физическая термическая дегазация Химическая дегазация. Металлическая стружка. Сульфит натрия. Особенности СДР-5 Для удаления газов из питательной и сетевой воды применяется термическая и химическая деаэрация. Термическая дегазация. Закон Дальтона Генри. Термический деаэратор. Классификация. Схема установки
4	Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов	Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов Нормативы качества воды. Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. Показатели качества пара и питательной воды паровых котлов соответствующие требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" Ростехнадзора и ГОСТ "Котлы паровые стационарные давлением до 4 МПа. Показателя качества питательной воды и пара". Вода для подпитки тепловых сетей открытых систем теплоснабжения требованиям ГОСТ "Вода питьевая"
5	Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов	Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов. Химическая лаборатория в котельной осуществляет контроль и руководство работой водоподготовительной установки и контролирует водно-химический режим котельной
6	План размещения оборудования. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение	План размещения оборудования. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение План размещения оборудования. Экспликация оборудования водообработки. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение
7	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена Способы докотловой обработки воды. Метод умягчения воды путем ионного обмена. Схемы докотловой обработки воды. Метод основанный на ионном обмене с растворенными в воде солями. Сорбирование на поверхности материала ионов в эквивалентном количестве
8	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования.	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием Сущность метода натрий-катионирования. Особенности натрий-катионирования и регенерации катионита. Критерии применимости метода. Карбонатная жесткость исходной воды. Относительная

	Деминерализация воды ионированием	щелочность котловой воды. Пределы жесткости воды после натрий-катионирования. Соли кальция и магния фильтрование через катионитовый материал, обмен на Na. Натриевые соли с большой растворимостью
10	Основные показатели для выбора схемы обработки воды Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды	Основные показатели для выбора схемы обработки воды Технологии противоточного ионирования. Расчет производительности системы водоподготовки. Расчет потребления воды. Восполнение расходов и потерь воды котельной комплексом оборудования водоподготовки. Выбор оборудования для водообработки в котельных, определение производительности водообработки
11	Фильтры для обработки воды ионным обменом Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A»	Фильтры для обработки воды ионным обменом Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A» Фильтры для обработки воды ионным обменом. Режимы работы фильтров. Размеры катионитовых фильтров. Объем катионита в фильтре. Расход хлорида натрия для регенерации катионита. Объем умягченной воды. Фильтры ионного обмена в периодическом режиме, резервирование их. Режимы работы фильтров. Солерастворители, бункер мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Характеристика баков-мерников. Типовые решения
12	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды Подогреватели «сырой» воды. Расход теплоты. Требуемая поверхность нагрева. Насосы «сырой» воды. Производительность. Суммарные потери напора. Химические насосы и эжекторы соли. Бак отмывочной воды. Емкость
13	Продувка и использование ее теплоты	Продувка и использование ее теплоты Продувка и использование ее теплоты. Непрерывная. Периодическая. Схемы. Величины. Удаление из водяного объем паровых котлов солей и шлама осуществляют продувку. Непрерывная продувка из участков верхнего барабана; периодическая продувку из нижнего барабана и с нижних коллекторов
14	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды. Способ внутрикотловой обработки воды основан на вводе в водяной объем парового или водогрейного котла веществ, которые с солями жесткости образуют малорастворимые соединения шлам, непрерывно укладываемый из водяного объема. Комплексные соединения фосфоновые группировки PO(OH) <sub>2</sub>
15	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов.

	<p>аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду.</p>	<p>Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду. Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду. Схемы подключения противонакипных магнитных устройств (ПМУ)</p>
16	<p>Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа.</p>	<p>Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа. Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа.</p>
17	<p>Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии</p>	<p>Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии. Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии. Внутренняя коррозия поверхностей нагрева взаимодействием химических соединений и газов растворенных в воде</p>

## 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	<p>Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод</p>	<p>Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод. Растворимость газов в воде, соли и органические вещества. Физико-химические показатели качества природных вод. Сухой остаток, общая жесткость, общая щелочность, концентрация водородных ионов pH, растворенные газы.</p>
2	<p>Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей. Очистка конденсата от масел</p>	<p>Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей. Очистка конденсата от масел. Очистка воды от механических примесей. Осветление воды. Мутные и цветные воды. Прозрачность воды. Коагуляция.</p>
3	<p>Химическая и физическая термическая дегазация</p>	<p>Химическая и физическая термическая дегазация. Удаление газов из питательной и сетевой вод. Химическая дегазация. СДР-5.</p>
4	<p>Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного</p>	<p>Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения. Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения.</p>

	водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов	
5	Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов	Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов. Анализы качества воды.
6	План размещения оборудования. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение	План размещения оборудования. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение. Химический контроль в котельных. Экспликация оборудования водообработки.
7	Докотловая обработка воды. Метод умягчения воды путем ионного обмена	Докотловая обработка воды. Метод умягчения воды путем ионного обмена. Схемы докотловой обработки воды. Метод умягчения воды путем ионного обмена.
8	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием. Фильтрация через катионитовый материал. Особенности натрий-катионирования и регенерации катионита. Критерии применимости метода.
10	Основные показатели для выбора схемы обработки воды. Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды	Основные показатели для выбора схемы обработки воды. Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды. Расчет производительности системы водоподготовки. Расчет потребления воды. Восполнение расходов и потерь воды котельной комплексом оборудования водоподготовки.
11	Фильтры для обработки воды ионным обменом. Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента. Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы	Фильтры для обработки воды ионным обменом. Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента. Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы. Вспомогательное оборудование. Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A». Размеры катионитовых фильтров. Режимы работы фильтров. Объем катионита в фильтре.

	Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A»	
12	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды Подбор подогревателей «сырой» воды. Расход теплоты. Требуемая поверхность нагрева. Подбор насосов «сырой» воды. Производительность.
13	Продувка и использование ее теплоты	Продувка и использование ее теплоты Расчет непрерывной и периодической продувки. Продувка и использование ее теплоты.
14	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексонами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексонами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды Обработка воды комплексонами. Внутрикотловая химическая обработка воды. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды.
15	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду.	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду. Электрохимические методы обработки воды. Мембранные аппараты и установки.
16	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа.	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа. Расчет устройств обезжелезивания воды.
17	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии Коррозия. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии. Внутренняя коррозия и накипеобразование.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод	Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
2	Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей Очистка конденсата от масел	Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей Очистка конденсата от масел Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
7	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
8	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
10	Основные показатели для выбора схемы обработки воды Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды	Основные показатели для выбора схемы обработки воды Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
11	Фильтры для обработки воды ионным обменом Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A»	Фильтры для обработки воды ионным обменом Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы Вспомогательное оборудование Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A» Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование

12	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды	Подогреватели «сырой» воды Насосы «сырой» воды Химические насосы и эжекторы соли Бак отмывочной воды Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
13	Продувка и использование ее теплоты	Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
14	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексонами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексонами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
15	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду.	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду. Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
16	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа.	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа. Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование
17	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии Проработка теоретического материала. Подготовка к практическому занятию. Тестирование

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных и практических занятий, на которых дается основной систематизированный материал, а также предполагается закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету и экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных, практических и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, реализации индивидуальных заданий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим и лабораторным занятиям.

При подготовке к практическим и лабораторным занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины в 4 семестре является зачет. Зачет проводится по расписанию. Форма проведения зачета – компьютерное тестирование в moodle. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Итогом изучения дисциплины в 5 семестре является защита контрольной работы и зачет. Зачет и защита контрольной работы проводится по расписанию. Форма проведения зачета – компьютерное тестирование в moodle. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Классификация природных вод. Характеристика природных вод. Физико-химические показатели качества природных вод	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной



			аттестации. Тестирование.
2	Осветление воды фильтрованием. Очистка воды от механических примесей Очистка конденсата от масел	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
3	Химическая и физическая термическая дегазация	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
4	Нормативы качества воды для систем хозяйственно-питьевого, коммунально-бытового и промышленного водоснабжения. Нормативы качества воды для систем теплоснабжения, горячего водоснабжения, паровых и водогрейных котлов	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
5	Анализы качества воды. Контроль качества воды. Обеспечение правильности анализов	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
6	План размещения оборудования. Химический контроль в котельных. Требования к химической лаборатории. Оборудование химической лаборатории и его размещение	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
7	Докотловая обработка воды Метод умягчения воды путем ионного обмена	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной

			аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
8	Натрий-катионирование. Критерии применимости метода. Жесткость воды после натрий-катионирования. Деминерализация воды ионированием	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
9	Зачет	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
10	Основные показатели для выбора схемы обработки воды. Технологии противоточного ионирования. Расчет потребления воды	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
11	Фильтры для обработки воды ионным обменом. Солерастворители, бункера мокрого хранения реагента. Бак-мерник регенерационного раствора. Декарбонизаторы. Вспомогательное оборудование. Установки умягчения непрерывного действия серии «SF-A»	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
12	Подогреватели «сырой» воды. Насосы «сырой» воды. Химические насосы и эжекторы соли. Бак отмывочной воды	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
13	Продувка и использование ее теплоты	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной

			аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
14	Внутрикотловая химическая обработка воды. Обработка воды комплексонами. Внутрикотловые безреагентные методы обработки воды	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
15	Баромембранные методы водоподготовки. Мембранные аппараты и установки. Электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Материалы и конструкции электродов. Магнитная обработка. Технология проведения и условия применения метода. Электромагнитное воздействие на воду.	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
16	Обезжелезивание воды. Химизм процессов в воде с участием железа. Химизм процессов в воде с участием железа.	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
17	Внутренняя коррозия и накипеобразование. Виды коррозии. Стабилизационная обработка воды. Ингибиторы коррозии	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Практические задания для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.
18	Контрольная работа	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	
19	Зачет	ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2	Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации. Тестирование.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКС-1.1, ПКС-1.2)

Тестовые задания размещены по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=916> // кафедра ТГВ /дисциплина Водоподготовка котельных и ТЭЦ)

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
-------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи</p> <p>навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

##### Раздел 1

Наличие каких веществ в воде вызывает образование накипи на внутренних стенках теплообменных труб оборудования?

Что называется грубыми механическими примесями?

Что называется котельным камнем?

Что представляет собой накипь?

Что представляет собой шлам?

Какая вода называется Исходной?

Какие источники водоснабжения относятся к поверхностным?

От чего зависят концентрации и состав примесей в воде поверхностного источника?

Что относится к коллоидно-растворённым примесям?

Что относится к истинно-растворённым примесям?

Как определяется содержание в воде взвешенных частиц?

##### Раздел 2

Что называется Сухим остатком?

Что такое жёсткость воды?

Что называется Эквивалентом вещества?

Какую жёсткость называют временной?

Какую жёсткость называют постоянной?

Какую жёсткость называют общей?

Наличие каких веществ в воде относятся к бикарбонатной жёсткости?

Наличие каких веществ в воде относятся к некарбонатной жёсткости?

Какие вещества являются коагулянтами?

Какие вещества используются для подготовки известкового молока при известковании?

Для чего предназначен диск Секки?

##### Раздел 3

Что называется щёлочностью воды?

Что называют щёлочностью воды?

Что называется общей щёлочностью воды?

Какая щёлочность не может одновременно входить в состав общей щёлочности воды?

Какое вещество используется в качестве эквивалента при определении величины относительной щёлочности?

В чём измеряется относительная щёлочность?

Что такое величина pH?

Величина pH является?

Чем измеряется величина pH?

Какая величина pH характеризует нейтральную среду?

Какое значение величины pH характеризует кислую среду?

Какое значение величины pH характеризует щелочную среду?

##### Раздел 4

Какой вид обработки воды предусматривает введение в подпиточную воду осадительных реагентов (сода, едкого натра)?

Как называется операция по удалению взвешенных примесей из воды?

Как называется процесс снижения жёсткости воды?

Как называется процесс удаления из воды коррозионно-агрессивных газов?

Для чего применяется осветление?

С каким размером частиц взвешенные примеси называются грубыми примесями?

С каким размером частиц взвешенные примеси называются тонкой взвесью?

С каким размером частиц взвешенные примеси относятся к мельчайшим коллоидным системам?

Для чего применяются методы осаждения?

Какие вещества используются в качестве коагулянтов?

От чего зависит необходимая для осветления воды доза коагулянта?

До какой температуры рекомендуется вести подогрев исходной воды в схемах с

известкованием?

Для чего применяется известкование воды?

В чём измеряется величина остаточной щёлочности воды?

Когда применяют известково-содовый метод?

Для чего применяют едконатровый метод осаждения?

Для какой цели применяется магнитный метод обработки воды?

Как называется обозначенный на рисунке элемент схемы магнитной обработки воды паровых систем теплоснабжения? (Приведена схема)

Как называется обозначенный на рисунке элемент схемы магнитной обработки воды для водяных систем теплоснабжения? (Приведена схема)

Раздел 5

На каком принципе основаны ионитные методы обработки воды?

На каком принципе основаны ионитные методы обработки воды?

Как называется промежуток времени в который ионитные фильтры находятся в режиме улавливания (анионов или катионов) из подаваемой в фильтр исходной воды?

Как называется промежуток времени в который ионитные фильтры находятся в режиме замещения ионов с целью восстановления их ионнообменной способности?

Как называется процесс улавливания ионов активным веществом ионитных фильтров?

Как называется процесс замещения отобранных активным веществом ионитных фильтров умягчаемой воды ионов солей жёсткости на ионы некипенеобразующих элементов в период регенерации?

Какие активные вещества в период фильтрации способны обменивать содержащиеся в них катионы натрия, водорода и аммония на катионы солей жёсткости  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ ?

Какие активные вещества в период фильтрации способны обменивать содержащиеся в них гидроксильные, карбонатные и хлористые ионы на ионы, содержащиеся в обрабатываемой воде?

Как называется процесс ионного обмена при котором вода в период фильтрации обменивается с активным веществом ионами  $Na^{2+}$ ?

Как называется процесс ионного обмена при котором вода в период фильтрации обменивается с активным веществом ионами  $H^{+}$ ?

Как называется процесс ионного обмена при котором вода в период фильтрации обменивается с активным веществом ионами  $NH_4^{+}$ ?

Как называется процесс ионного обмена при котором вода в период фильтрации обменивается с активным веществом ионами  $H^{+}$ ?

Как называется процесс ионного обмена при котором вода в период фильтрации обменивается с активным веществом ионами  $Na^{+}$ ?

Какое вещество используется для приготовления регенерационного раствора в целях восстановления ионнообменной способности катионита при натрий-катионировании?

Какое вещество используется для приготовления регенерационного раствора в целях восстановления ионнообменной способности катионита при водород-катионировании?

Какое вещество используется для приготовления регенерационного раствора в целях восстановления ионнообменной способности катионита при аммоний-катионировании?

Как называется обозначенный элемент на схеме очистки конденсата от масел (нефтепродуктов)? (Представлена схема с элементом)

Раздел 6

Что называют деаэрацией воды?

Какие факторы приводят к интенсификации процессов деаэрирования?

Какие деаэраторы позволяют эффективно производить процессы деаэрации воды при температуре ниже 100 оС?

Какова основная роль деаэрационной колонки в колонковых атмосферных деаэраторах?

При какой температуре воды процессы деаэрации будут происходить с максимальной интенсивностью?

Назовите элемент указанный на схеме бесколлекторного барботажного деаэратора атмосферного давления? (Представлена схема с элементом)

Для каких целей производится периодическая продувка паровых котлоагрегатов?

Из какого места производится периодическая продувка паровых котлоагрегатов?

Из какого места производится непрерывная продувка паровых котлоагрегатов?

Для каких целей производится непрерывная продувка паровых котлоагрегатов?

Назовите элемент указанный на схеме колонкового барботажного деаэратора атмосферного давления? (Представлена схема с элементом)

Назовите элемент указанный на схеме системы периодической продувки? (Представлена схема с элементом)

Назовите элемент указанный на схеме системы непрерывной продувки?

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся размещены по адресу ЭИОС Moodle ( <https://moodle.spbgasu.ru/mod/page/view.php?id=10967> )

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет проводится в форме компьютерного тестирования в moodle. В зачетный тест включены теоретические вопросы и практические задания, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Продолжительность зачетного тестирования 90 минут.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутой». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка



знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
умения	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Белан Ф. И., Водоподготовка, М.: ГОСЭНЕРГОИЗДАТ, 1963	ЭБС
2	Кострикин Ю. М., Мещерский Н. А., Коровина О. В., Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления, Москва: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1990	ЭБС
3	Гурвич С. М., Водоподготовка, М.: ГОСЭНЕРГОИЗДАТ, 1961	ЭБС
4	Воликов А. Н., Шаврин В. И., Бируля В. Б., Водоподготовка котельных, СПб., 2010	ЭБС
5	Белан Ф. И., Сутоцкий Г. П., Водоподготовка промышленных котельных, М.: Энергия, 1969	ЭБС
6	Лифшиц О. В., Справочник по водоподготовке котельных установок, М.: Энергия, 1976	ЭБС

7	Белан Ф. И., Водоподготовка (расчеты, примеры, задачи), М.: Энергия, 1980	ЭБС
8	Вихрев В. Ф., Шкроб М. С., Водоподготовка, М.: Энергия, 1973	ЭБС
9	Фрог Б.Н., Первов А.Г., Водоподготовка, Москва: АСВ, 2015	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Громогласов А. А., Копылов А. С., Пильщиков А. П., Мартынова О. И., Водоподготовка: процессы и аппараты, М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1990	ЭБС
2	Белова Т. А., Гришин Б. М., Ишева Н. И., Примеры расчета установок водоподготовки для промышленного водоснабжения, Пенза: Пензенский гос. архитектур. -строит. ин-т, 1996	ЭБС
3	Вукалович М. П., Ривкин С. Л., Александров А. А., Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара, М.: Издательство стандартов, 1969	ЭБС
1	Воликов А. Н., Бриллиантова М. М., Теплогенерирующие установки, СПб., 1998	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Водоподготовка котельных и ТЭЦ	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=916">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=916</a>
Водоподготовка - Научно - технические статьи	<a href="https://www.rosteplo.ru/stat1.php?id=3">https://www.rosteplo.ru/stat1.php?id=3</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Univer-sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Univer-sitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</a>
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронная библиотека Иrbис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
--------------	---

Autodesk AutoCAD 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

#### 8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

##### Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
25. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
25. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
25. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.