

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«Физико-химические основы водоподготовки»

Направление подготовки 13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И
ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

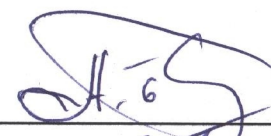
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

 _____ /Прутских Д.А./

Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
теплоэнергетики

 _____ /Бараков А.В./

Руководитель ОПОП

 _____ /Кожухов Н.Н./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины – вооружение студентов знаниями по современным и перспективным методам физико-химической очистки водного бассейна от образующихся в процессе работы теплоэнергетических систем загрязняющих отходов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Для достижения цели ставятся задачи:

- ознакомление бакалавров с подходами к созданию систем защиты водного бассейна от выбросов энергоустановок;
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию при разработке физико-химической очистки воды в установках энергетики и промышленности;
- приобретение навыков разработки систем очистки воды, технико-экономического обоснования выбранной системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химические основы водоподготовки» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-4 - способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать устройство современной физической картины мира, пространственно-временные закономерности, физическое и химическое строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.
	Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания.

	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ПК-4	Знать актуальную информацию о новых методиках и подходах к решению применительно к конкретным условиям поставленной задачи.
	Уметь критически оценивать известные методики, с учетом индивидуальных особенностей конкретной задачи, проводить вычислительные эксперименты.
	Владеть навыками применения программно-расчетных пакетов для проведения теоретических и экспериментальных исследований.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	126	126
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	216 6	216 6

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	30	30
В том числе:		
Лекции	10	10
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	10	10
Самостоятельная работа	177	177
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	9	9

Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	0	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общая характеристика воды и водоподготовка. Основные показатели качества воды.	Жёсткость, щёлочность, pH, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, проклеванный остаток. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Загрязнение природных водоёмов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий	4	2	4	20	30
2	Методы предварительной очистки воды.	Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод. Физико-химические основы коагуляции природной воды. Изменение химического состава воды при коагуляции. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Применяемые реагенты. Процесс известкования. Расчет дозы известки. Принцип работы осветлителя. Поведение взвешенного слоя в осветлителе. Пленочное и объемное фильтрование, механизм задержания грубодисперсных примесей. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.	4	2	4	20	30
3	Обработка воды методом ионного обмена	Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена. Технология катионирования. Na-катионирование. H-катионирование. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного H-OH-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного H-OH-ионирования. Процесс совместного H-OH-ионирования воды. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса	4	2	4	20	30

		фильтра.					
4	Термическое обессоливание воды	Технология дистилляции воды в испарителях различных типов. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. Зависимость качества пара от продувки испарителей.	2	4	2	22	30
5	Водно-химический режим тепло-технического оборудования	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. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.	2	4	2	22	30
6	Промышленные сточные воды	Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов. Методы обработки вод после консервации оборудования и кислотной очистки.	2	4	2	22	30
Итого			18	18	18	126	180

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Общая характеристика воды и водоподготовка. Основные показатели качества воды.	Жёсткость, щёлочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокалённый остаток. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Загрязнение природных водоёмов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий	2	-	2	28	32
2	Методы предварительной очистки воды.	Удаление грубодисперсных и коллоидных примесей из природных вод. Физико-химические основы коагуляции природной воды. Изменение химического состава воды при коагуляции. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Применяемые реагенты. Процесс известкования. Расчет дозы извести. Принцип работы осветлителя. Поведение взвешенного слоя в осветлителе. Пленочное и объемное фильтрование, механизм задержания грубодисперсных примесей. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.	2	2	2	30	36
3	Обработка воды методом ионного обмена	Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных	2	2	2	30	36

		установках. Основные закономерности ионного обмена. Технология катионирования. Na-катионирование. H-катионирование. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного H-OH-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного H-OH-ионирования. Процесс совместного H-OH-ионирования воды. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра.					
4	Термическое обессоливание воды	Технология дистилляции воды в испарителях различных типов. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. Зависимость качества пара от продувки испарителей.	2	2	2	30	36
5	Водно-химический режим теплотехнического оборудования	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. Система химико-технологического мониторинга для теплоэнергетических объектов.	2	2	2	30	36
6	Промышленные сточные воды	Классификация промышленных сточных вод. Особенности их очистки. Методы очистки промышленных стоков от нефтепродуктов. Методы обработки вод после консервации оборудования и кислотной очистки.	-	2	-	29	31
Итого			10	10	10	177	207

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение значений мутности и цветности для вод из поверхностного источника.
2. Экспериментальное определение доз реагентов при обработке маломутных, мутных и цветных вод.
3. Определение содержания общего железа в природной воде колориметрическим методом.
4. Определение сульфатов в природной воде колориметрическим методом.
5. Определение фракционного состава фильтрующей загрузки.
6. Определение работы скорого фильтра.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	Знать устройство современной физической картины мира, пространственно-временные закономерности, физическое и химическое строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать актуальную информацию о новых методиках и подходах к решению применительно к конкретным условиям поставленной задачи.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь критически оценивать известные методики, с учетом индивидуальных особенностей конкретной задачи, проводить вычислительные эксперименты.	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками применения программно-расчетных пакетов для проведения теоретических и экспериментальных исследований.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;
«хорошо»;
«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно».

Компe- тeнция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать устройство современной физической картины мира, пространственно-временные закономерности, физическое и химическое строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	Знать актуальную информацию о новых методиках и подходах к решению применительно к конкретным условиям поставленной задачи.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь критически оценивать известные методики, с учетом индивидуальных особенностей конкретной задачи, проводить вычислительные эксперименты.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками применения программно-расчетных пакетов для проведения теоретических и экспериментальных исследований.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Выбрать циклон и определить его гидравлическое сопротивление, эффективность работы, а также объем бункера для сбора пыли для следующих условий: расход газа при нормальных условиях $1350 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа при нормальных условиях $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газа $140 \text{ }^\circ\text{C}$, барометрическое давление 101 кПа , разрежение в циклоне 10 кПа , начальная концентрация пыли $80 \text{ г}/\text{м}^3$, плотность пыли $2500 \text{ кг}/\text{м}^3$. Циклон должен работать без дополнительных устройств в сети, на выхлоп. Время заполнения бункера для сбора пыли 24 ч .

2. Выбрать циклон и определить его гидравлическое сопротивление, эффективность работы, а также объем бункера для сбора пыли для следующих условий: расход газа при нормальных условиях $3500 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа при нормальных условиях $1,31 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газа $35 \text{ }^\circ\text{C}$, барометрическое давление 101 кПа , избыточное давление в циклоне 7 кПа , начальная концентрация пыли $120 \text{ г}/\text{м}^3$, плотность пыли $2950 \text{ кг}/\text{м}^3$. Циклон с тангенциальным вводом газовой смеси работает на выхлоп. Время заполнения бункера для сбора пыли 24 ч .

3. Выбрать батарейный циклон для очистки газов и определить его гидравлическое сопротивление для следующих условий: расход газа при нормальных условиях $60\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа при нормальных условиях $1,30 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газа $40 \text{ }^\circ\text{C}$, барометрическое давление $101,4 \text{ кПа}$, избыточное давление в циклоне 10 кПа , начальная концентрация пыли $10 \text{ г}/\text{м}^3$, плотность пыли $2800 \text{ кг}/\text{м}^3$.

4. Выбрать батарейный циклон для очистки газов и определить его гидравлическое сопротивление для следующих условий: расход газа при нормальных условиях $82\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа при нормальных условиях $1,27 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газа $55 \text{ }^\circ\text{C}$, барометрическое давление $101,3 \text{ кПа}$, разрежение в циклоне 10 кПа , начальная концентрация пыли $20 \text{ г}/\text{м}^3$, плотность пыли $3200 \text{ кг}/\text{м}^3$.

5. Выбрать электрофильтр для очистки уходящих газов, если известно, что расход газа при нормальных условиях $64\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа $1,32 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газов $150 \text{ }^\circ\text{C}$, разрежение в системе 2 кПа , рабочее напряжение 82 кВ , атмосферное давление $101,3 \text{ кПа}$, средний размер частиц $0,9 \text{ мкм}$, состав газов близок к атмосферному.

6. Выбрать электрофильтр для очистки уходящих газов, если известно, что расход газа при нормальных условиях $90\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$, плотность газа $1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$, температура газов $145 \text{ }^\circ\text{C}$, давление в системе 3 кПа , рабочее напряжение 75 кВ , атмосферное давление $101,2 \text{ кПа}$, средний размер частиц $0,95 \text{ мкм}$, состав газов близок к атмосферному.

7. Рассчитать одиночную решетку с механической очисткой, устанавливаемую в водоем с глубиной $H_1 = 0,8 \text{ м}$. Расход сточных вод $1,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

8. Рассчитать одиночную решетку с механической очисткой, устанавливаемую в водоем с глубиной $H_1 = 0,8 \text{ м}$. Расход сточных вод $1,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$.

ливаемую в водоем с глубиной $H_1 = 1,1$ м. Расход сточных вод $1,5 \cdot 10^3$ м³/ч.

9. Произвести расчет вертикального тонкослойного отстойника. Качество исходной воды следующее: цветность - 100 град; содержание взвеси - 150 мг/л; доза коагулянта - 110 мг/л по безводному продукту; расчетная скорость осаждения взвеси — 0,3 мм/с. Тонкослойные элементы прямоугольного сечения имеют размеры в плане 0,02×0,05 м (высота × ширина) и угол наклона 50°.

10. Произвести расчет вертикального тонкослойного отстойника. Качество исходной воды следующее: цветность - 100 град; содержание взвеси - 2000 мг/л; доза коагулянта - 1000 мг/л по безводному продукту; расчетная скорость осаждения взвеси — 0,38 мм/с. Тонкослойные элементы прямоугольного сечения имеют размеры в плане 0,03×0,04 м (высота × ширина) и угол наклона 50°.

7.2.2 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом.

7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Задачи и содержание курса, связь с другими дисциплинами. Законодательство и контроль загрязнения атмосферы.
2. Взаимодействие промышленного производства, промышленной энергетики и окружающей среды.
3. Количественная и качественная характеристика вредных выбросов в окружающую среду
4. Влияние вредных выбросов теплоэнергосистем на организм человека и окружающую среду.
5. Предельно допустимые концентрации.
6. Классификация пылевых выбросов, физико-химические свойства пылей.
7. Основы теории пылеулавливания и газоочистки.
8. Аппараты сухой инерционной очистки газов и их расчет. Циклоны.
9. Батарейные циклоны и их расчет.
10. Ротационные и вихревые пылеуловители
11. Радиальные и жалюзийные пылеуловители.
12. Дисперсный состав углей и золы. Способы интенсификации работы пылеуловителей.
13. Принципы работы аппаратов мокрой очистки газа. Скрубберы Вентури.
14. Форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного типа.
15. Барботажно-пенные аппараты для очистки газа.
16. Туманоуловители
17. Физические принципы и особенность электронной очистки газов.

18. Конструкции электрофильтров, электрические туманоуловители.
19. Источники загрязнения водоемов.
20. Влияние загрязняющих веществ на качество воды и обитателей водоемов. Санитарно-экологические характеристики сточных вод.
21. Тепловое загрязнение водоемов.
22. Локальные оборотные системы водоснабжения
23. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Отстойники.
24. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Осветлители.
25. Аппараты для очистки сточных вод от механических примесей. Центрифуги и гидроциклоны. Фильтры.
26. Очистка сточных вод, содержащих маслопродукты. Отстойники и их расчет.
27. Очистка сточных вод флотацией
28. Очистка сточных вод, содержащих маслопродукты фильтрованием.
29. Очистка сточных вод от органических загрязнений. Аэротенки.
30. Устройство аэротенков. Виды систем аэрации.
31. Способы регенерации, утилизации и ликвидации осадков сточных вод.
32. Методы анализа сточных вод. Организация химического контроля за качеством очищенных стоков.
33. Масштабы воды при охлаждении промышленных печей, конденсаторов турбин и других аппаратов. Обратное водоснабжение и воздушное охлаждение.
34. Перспективы применения и технико-экономическое сравнение различных способов охлаждения. Конструкции и расчет брызгальный бассейнов, водохранилищ охладителей, сухих градирен.
35. Способы стабилизации качества воды
36. Источники радиоактивности на АЭС
37. Нормы радиационной безопасности
38. Очистка газов на АЭС
39. Отвод в атмосферу дымовых газов. Санитарно-защитные зоны и их расчет
40. Возможности снижения вредного воздействия на окружающую среду за счет совершенствования технологических процессов и установок.
41. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Биотопливо
42. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Геотермальная энергия
43. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии. Энергия ветра. Солнечная энергия.
44. Решение экологических проблем за счет использования возобновляемых источников энергии Малая гидроэнергетика. Энергия моря.

7.2.4. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам: для теоретической части каждый из них содержит 2 вопроса, для практической части одну стандартную задачу.

1. Оценка "Неудовлетворительно" ставится в случае, если студент не решил задачу или решил задачу, но не ответил на теоретические вопросы.

2. Оценка "Удовлетворительно" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов.

3. Оценка "Хорошо" ставится в случае, если студент правильно решил задачу и верно ответил на один из теоретических вопросов, а на второй вопрос дал не полный ответ.

4. Оценка "Отлично" ставится, если студент правильно решил задачу и верно ответил на два теоретических вопроса.

7.2.5 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Общая характеристика воды и водоподготовка. Основные показатели качества воды.	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен
2	Методы предварительной очистки воды.	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
3	Обработка воды методом ионного обмена	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ
4	Термическое обессоливание воды	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен
5	Водно-химический режим теплотехнического оборудования	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен
6	Промышленные сточные воды	ОПК-2, ПК-4	Устный опрос, экзамен, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Решение стандартной задачи осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задачи 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задачи экзаменатором и выдаётся билет на бумажном носителе с теоретическими вопросами. Время подготовки к ответу составляет 40 мин. Затем выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Коновалов Д.А. Защита окружающей среды от выбросов энергоустановок : Учеб. пособие / Д.А. Коновалов. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. - 147 с.

2. Фрог Б.Н. Водоподготовка : учебное пособие для вузов : допущено МО РФ / Б.Н. Фрог. - Москва : АСВ, 2007 (Киров : ОАО "Дом печати - ВЯТКА", 2007). - 655 с.

3. Белан Ф.И. Водоподготовка : Расчеты. Примеры. Задачи / Ф.И. Белан. - Москва : Энергия, 1980. - 256 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic (многопользовательская лицензия)
- ABBYY FineReader 9.0
- LibreOffice

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационные справочные системы:

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных:

Сайт теплотехника

Адрес ресурса: <http://teplokot.ru/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

Чертижи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированные лекционные аудитории кафедры «Теоретическая и промышленная теплоэнергетика», оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой. Лаборатории № 304, 306.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета оборудования для очистки воды. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	- работа над темами для самостоятельного изучения; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2017	
2	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2018	
3.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
4.	Актуализирован раздел 8.1. в части перечня учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины и раздел 8.2. в части состава используемого лицензионного программного обеспечения современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	