

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета инженерных систем и
сооружений



С.А. Яременко/

21.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологические системы водоподготовки и очистки воды»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Технологические системы водоснабжения и водоочистки
АЭС и промышленных предприятий

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

А.В. Бахметьев

И.о. заведующего кафедрой
Гидравлики, водоснабжения
и водоотведения

И.В. Журавлева

Руководитель ОПОП

С.В. Григорьев

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

рассмотреть существующие технологические системы, обеспечивающих водоочистку и водоснабжение атомных станций и промышленных предприятий(далее – ПП)

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить терминологию, основные понятия, методы расчета систем водоподготовки и водоочистки;

- изучить нормативно-техническую и организационную основу обеспечения бесперебойных процессов ведения технологического контроля процессов водоподготовки, в системах водоснабжения и водоочистки АЭС и ПП;

- приобрести навыки проектирования, и выполнения компоновочных решений технологических систем водоподготовки и водоочистки ПП, с учетом безопасности работы АЭС и ПП. А так же технико-экономического обоснования принимаемых решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технологические системы водоподготовки и очистки воды» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технологические системы водоподготовки и очистки воды» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен применять нормативную базу в области инженерных изысканий, оценки качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки АЭС и промышленных предприятий

ПК-2 - Способен разрабатывать технологические решения при проектировании систем спецводоочистки, поддержания водно-химического режима (далее - ВХР) и химического контроля, обращения с жидкими радиоактивными отходами (далее - ЖРО)

ПК-8 - Способен использовать технологии, методы доводки и корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать нормативную и справочную литературу, необходимую для инженерных изысканий, оценки качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки АЭС и промышленных предприятий
	Уметь пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией при проектирования технологических

	<p>процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий.</p> <p>Владеть навыками поиска и обработки нормативной информации для оценки безопасности работы систем водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий. А так же оценивать качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий</p>
ПК-2	<p>Знать назначение систем спецводоочистки, цели поддержания водно-химического режима и химического контроля и принципы обращения с жидкими радиоактивными отходами.</p> <p>Уметь разрабатывать технологические решения систем водоподготовки и спецводоочистки АЭС и ПП</p> <p>Владеть навыками проектирования систем водоподготовки и водоочистки, поддержания водно-химического режима и химического контроля на АЭС и ПП.</p>
ПК-8	<p>Знать методы доводки и корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП</p> <p>Уметь использовать технологии при принятии решений для поддержания водно-химического режима и химического контроля на АЭС и ПП.</p> <p>Владеть навыками корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологические системы водоподготовки и очистки воды» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	70	70
В том числе:		
Лекции	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	74	74
Курсовой проект	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:	144	144
академические часы	4	4

зач.ед.		
---------	--	--

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	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Показатели качества и технологии обработки воды	Основные положения. Номенклатура типов используемых вод на АЭС и ТЭС. Нормативные показатели воды АЭС и ПП. Основные требования к качеству контурных и добавочных вод парогенерирующих и охлаждающих систем. Источники поступления примесей. Схемы установок водоподготовки и правила ее эксплуатации.	6	4	8	18
2	Классификация основных технологических процессов обработки вод. Термическая водоподготовка. Общие положения.	Конструкция испарителей. Жесткость воды (виды, способы определения). Углекислотное равновесие. Термическое умягчение – назначение метода, его основы. Организация водно-химического режима энергоустановок с целью обеспечения надежной работы, не допускающей образование накипи.	6	4	8	18
3	Очистка воды от растворённых газов.	Виды и способы поступления газов в воду, используемую на ТЭС. Удаление газов из воды десорбцией и химическим связыванием. Технология удаления диоксида углерода в декарбонизаторе. Технология удаления газов в деаэраторах.	6	4	10	20
4	Предочистка воды. Технология и аппараты предварительной очистки воды.	Реагенты для коррекционной обработки подпиточной и сетевой воды, используемые в процессе водоподготовки. Предотвращение образования минеральных отложений и биологического обрастания Реагентные методы обработки воды: известкование и фосфатный методы умягчения. Назначение и особенности методов. Способы интенсификации процессов реагентного умягчения.	6	2	10	18
5	Сорбционная очистка воды методом ионного обмена на ионитах. Основы метода. Электродиализ. Основы метода. Назначение в цикле водочистки на ТЭС Баромембранные методы очистки.	Закономерности ионного обмена. Классификация ионитов. Подробное рассмотрение методов катионирования и анионирования. Глубокое обессоливание. Фильтры смешанного действия. Регенерация ионитных фильтров. Обменная ёмкость ионитов. Факторы, влияющие на обменную ёмкость ионитов. Принцип обратного осмоса. Свойства мембран и их характеристика. Схемы обратно-осмотических аппаратов и требования к качеству исходной воды. Процессы, протекающие при электродиализе с ионитными мембранами. Характеристики мембран. Схемы электродиализных установок.	6	2	10	18
6	Виды стоков. Сточные воды АЭС, ТЭС и ПП.	Общие положения. Нормируемые показатели качества сточных вод ТЭС. Сточные воды систем охлаждения. Сточные воды водоподготовительных установок, систем гидрозолоудаления, загрязнение стоков нефтепродуктами, стоки от консервации оборудования.	4	2	10	16
Итого			34	18	56	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение жесткости и термическое умягчение воды. Техника безопасности работы в лаборатории.
2. Известково-содовый метод умягчения воды.
3. Подбор оптимальной дозы коагулянта и очистка воды
4. Сорбционная очистка воды от железа
5. Определение динамической обменной ёмкости ионита и умягчение воды.
6. Осветление воды отстаиванием.
7. Осветление воды фильтрованием.
8. Осветление воды в поле центробежных сил.
9. Обратный осмос.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 6 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Технологические системы водоподготовки ПП»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Системы водоподготовки ПП
- Системы обработки сточных вод ПП
- Графическая визуализация выбранных решений

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

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
ПК-1	Знать нормативную и справочную литературу, необходимую для инженерных изысканий, оценки качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки АЭС и промыш-	Найти нормативную и справочную литературу для дальнейших изысканий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	ленных предприятий			
	Уметь пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией при проектировании технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий.	Правильно сформулировать техническое задание и оформить проектную документацию	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками поиска и обработки нормативной информации для оценки безопасности работы систем водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий. А так же оценивать качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий	Для оценки безопасности работы систем водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий, а так же проектирования технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и ПП проанализировать, найденные в нормативной документации сведения	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать назначение систем спецводоочистки, цели поддержания водно-химического режима и химического контроля и принципы обращения с жидкими радиоактивными отходами.	Выбрать необходимые методы спецводоочистки для поддержания водно-химического режима ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать технологические решения систем водоподготовки и спецводоочистки АЭС и ПП	Разработать систему водоподготовки и спецводоочистки АЭС и ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проектирования систем водоподготовки и водоочистки, поддержания водно-химического режима и химического контроля на АЭС и ПП.	Запроектировать водоснабжение и водоотведение АЭС и ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	Знать методы доводки и корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	Выбрать необходимые методы корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь использовать технологии при принятии решений для поддержания водно-химического режима и химического контроля на использовать технологии при принятии решений для поддержания водно-химического режима.	Использовать имеющиеся технологии для поддержания водно - химического режима АЭС и ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	Откорректировать параметры технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	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 6 семестре

для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать нормативную и справочную литературу, необходимую для инженерных изысканий, оценки качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки АЭС и промышленных предприятий	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь пользоваться конструкторской, технической, производственно-технологической и нормативной документацией при проектировании технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками поиска и обработки нормативной информации для оценки безопасности работы систем водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий. А так же оценивать качества материалов, проектирования технологических процессов водоподготовки и водоочистки АЭС и промышленных предприятий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать назначение систем спецводоочистки, цели поддержания водно-химического режима и химического контроля и принципы обращения с жидкими радиоактивными отходами.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать технологические решения систем водоподготовки и спецводоочистки АЭС и ПП	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками проектирования систем водоподготовки и водоочистки, поддержания водно-химического режима и химического контроля на АЭС и ПП.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-8	Знать методы доводки и корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь использовать технологии при принятии решений для поддержания водно-химического режима и химического контроля на использовать технологии при принятии решений для поддержания водно-химического режима.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 подготовки к тестированию

1. В качестве загрузки механического осветлительного фильтра **не** использую:
 - а) кварцевый песок
 - б) пенополистерол
 - в) песчано-гравийную загрузку
 - г) антропоцит
 - д) активированный уголь

2. Для ускорения процесса коагуляции нет необходимости в:
 - а) перемешивание воды
 - б) предварительный нагрев коагулируемой воды
 - в) предварительное охлаждение коагулируемой воды
 - г) увеличение дозы коагулянта

2. Известкование проводят совместно с коагуляцией:
 - а) для уменьшения некарбонатной жесткости
 - б) для уменьшения карбонатной жесткости
 - в) для снижения окисляемости воды
 - г) для улучшения процесса коагуляции

4. В результате предочистки из воды удаляются:
 - а) коллоидные вещества
 - б) грубодисперсные вещества
 - в) железо и марганец
 - г) растворенные газы

5. Органические вещества находятся в природных водах:
 - а) в коллоиднодисперсном состоянии
 - б) в растворенном состоянии
 - в) в газообразном состоянии
 - г) в твердом состоянии

6. Для известкования воды применяют реагент:
 - а) $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 - б) $\text{Fe}(\text{OH})_2$
 - в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - г) $\text{Al}_2(\text{OH})_3$

7. При загрязнении фильтрующего слоя при работе фильтра не наблюдается:

- а) увеличение потери напора в фильтре
- б) уменьшение скорости фильтрования
- в) увеличение скорости фильтрования
- г) ухудшение качества воды

8. Коли-индекс — это:

- а) количество бактерий группы кишечной палочки в литре воды
- б) количество цист в литре воды
- в) количество бактерий группы кишечной палочки в 100 л воды
- г) количество бактерий группы кишечной палочки в 10 л воды

9. Выбор технологической схемы водоподготовки НЕ зависит:

- а) от качества воды
- б) от производительности очистных сооружений
- в) от качества полученной воды
- г) от вместимости Р Ч В

10. Минимальное количество растворенных в воде солей наблюдается

- а) весной в паводковый период
- б) зимой в период намораживания льда
- в) летом в период максимальных температур
- г) осенью в период заморозков

11. Пресная вода имеет солесодержание

- а) менее 1 г/л
- б) более 2 г/л
- в) от 1 до 10 г/л
- г) более 10 г/л

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. К физическим показателям качества воды НЕ относятся:

- а) мутность
- б) цветность
- в) температура
- г) привкусы и запахи
- д) жесткость

2. Для полного осветления воды не встречаются:
 - а) безреагентные одноступенчатые схемы
 - б) реагентные одноступенчатые схемы
 - в) реагентные двухступенчатые схемы
 - г) реагентные четырехступенчатые схемы

3. В зависимости от производительности станции водоподготовки, в реагентном хозяйстве применяют:
 - а) горячее или холодное хранение реагентов
 - б) открытое или закрытое хранение реагентов
 - в) сухое или мокрое хранение реагентов
 - г) краткосрочное или длительное хранение реагентов

4. камеры хлопьеобразования не устраиваются:
 - а) перед вертикальными отстойниками
 - б) перед горизонтальными отстойниками
 - в) перед осветлителями со слоем взвешенного осадка
 - г) перед флотаторами

5. Среди используемых в практике водоподготовки отстойников НЕ встречаются:
 - а) вертикальные отстойники
 - б) горизонтальные отстойники
 - в) радиальные отстойники
 - г) тангенциальные отстойники

6. Коли-титр — это:
 - а) количество бактерий группы кишечной палочки в литре воды
 - б) минимальный объем воды в л, в котором содержится одна кишечная палочка
 - в) минимальный объем воды в мл, в котором содержится одна кишечная палочка
 - г) количество бактерий группы кишечной палочки в 10 л воды

7. Осветлители со слоем взвешенного осадка НЕ классифицируются:
 - а) по конструкции
 - б) по расположению осадкауплотнителя
 - в) по рабочему давлению
 - г) по температуре подаваемой воды

8. Обрабатываемая вода подводится к гидроциклону:
 - а) в нижнюю часть вертикально
 - б) в среднюю часть горизонтально
 - в) в верхнюю часть радиально
 - г) в верхнюю часть тангенциально

9. В практике обработки воды флотацией НЕ встречается:
- а) пенная(безнапорная) флотация
 - б) напорная флотация
 - в) аэрофлотация
 - г) электрофлотация
10. В контактных осветлителях обрабатываемая вода движется:
- а) сверху – вниз
 - б) снизу-вверх
 - в) слева на право
 - г) справа на лево

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

В качестве загрузки механического осветлительного фильтра **не** используют:

- е) кварцевый песок
 - ж) пенополистерол
 - з) песчано-гравийную загрузку
 - и) антроцит
 - к) активированный уголь
2. Для ускорения процесса коагуляции нет необходимости в:
- д) перемешивание воды
 - е) предварительный нагрев коагулируемой воды
 - ж) предварительное охлаждение коагулируемой воды
 - з) увеличение дозы коагулянта
3. Известкование проводят совместно с коагуляцией:
- д) для уменьшения некарбонатной жесткости
 - е) для уменьшения карбонатной жесткости
 - ж) для снижения окисляемости воды
 - з) для улучшения процесса коагуляции
4. В результате предочистки из воды удаляются:
- д) коллоидные вещества
 - е) грубодисперсные вещества
 - ж) железо и марганец
 - з) растворенные газы

5. Органические вещества находятся в природных водах:

- д) в коллоиднодисперсном состоянии
- е) в растворенном состоянии
- ж) в газообразном состоянии
- з) в твердом состоянии

6. Для известкования воды применяют реагент:

- г) $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- д) $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- е) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- г) $\text{Al}_2(\text{OH})_3$

7. При загрязнении фильтрующего слоя при работе фильтра не наблюдается:

- д) увеличение потери напора в фильтре
- е) уменьшение скорости фильтрования
- ж) увеличение скорости фильтрования
- з) ухудшение качества воды

8. Коли-индекс — это:

- а) количество бактерий группы кишечной палочки в литре воды
- б) количество цист в литре воды
- в) количество бактерий группы кишечной палочки в 100 л воды
- г) количество бактерий группы кишечной палочки в 10 л воды

9. Выбор технологической схемы водоподготовки НЕ зависит:

- д) от качества воды
- е) от производительности очистных сооружений
- ж) от качества полученной воды
- з) от вместимости Р Ч В

10. Минимальное количество растворенных в воде солей наблюдается

- д) весной в паводковый период
- е) зимой в период намораживания льда
- ж) летом в период максимальных температур
- з) осенью в период заморозков

11. Пресная вода имеет солесодержание

- д) менее 1 г/л
- е) более 2 г/л
- ж) от 1 до 10 г/л
- з) более 10 г/л

12. К физическим показателям качества воды НЕ относятся:

- а) мутность
- б) цветность

- в) температура
- г) привкусы и запахи
- д) жесткость

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Физические, химические и санитарно-бактериологические показатели качества воды.
2. Документы, регламентирующие качество воды различным потребителям.
3. Технологические приемы и схемы обработки воды.
4. Физико-химические основы коагулирования примесей воды. Регулирование оптимальных условий коагуляции.
5. Реагенты, применяемые в водоподготовке.
6. Дозирование реагентов.
7. Интенсификация процессов коагулирования примесей воды/
8. Контактная коагуляция.
9. Электрохимическая коагуляция.
10. Смещение реагентов с водой, процесс хлопьеобразования.
11. Классификация и область применения смесительных устройств, при хлопьеобразовании.
12. Место камер хлопьеобразования в технологической схеме, их классификация и область применения.
13. Осветление воды осаждением.
14. Типы отстойников и область их применения.
15. Обработка воды флотацией. Типы флотаторов, конструкция и расчет
16. Обработка воды в поле центробежных сил.
17. Аппараты, применяемые для осветления воды в поле центробежных сил, достоинства и недостатки.
18. Обработка воды в слое взвешенного осадка. Типы осветлителей и область их применения.
19. Фильтрация воды. Сущность процесса, классификация фильтров.
20. Медленные фильтры, особенность устройства, расчета и работы
21. Сетчатые фильтры, особенность устройства, расчета и работы
22. Намывные фильтры, особенность устройства, расчета и работы.
23. Контактные осветлители, особенность устройства, расчета и работы.
24. Промывка фильтров и контактных осветлителей.
25. Осадки водопроводных станций.
26. Применение аэрации, для удаления различных соединений
27. Применение сильных окислителей и сорбентов для дезодорации воды и удаления токсичных органических и минеральных соединений.
28. Обезжелезивание и деманганация воды.
29. Безреагентные методы обезжелезивания и деманганации воды.
30. Реагентные методы обезжелезивания и деманганации воды
31. Биохимические методы водоподготовки.
32. Технология фторирования воды. Гигиенические нормативы содержания

- фтора в питьевой воде.
33. Технология обесфторирования воды.
 34. Умягчение воды, классификация методов.
 35. Реагентные методы умягчения воды.
 36. Термохимический метод умягчения воды.
 37. Умягчение воды ионным обменом,
 38. Магнитная обработка воды.
 39. Умягчение воды электролизом.
 40. Комбинированные методы умягчения воды.
 41. Классификация воды по содержанию солей.
 42. Методы опреснения и обессоливания воды, их классификация.
 43. Опреснение и обессоливание дистилляцией и замораживанием.
 44. Ионообменный метод опреснение и обессоливание воды .
 45. Опреснение воды электродиализом.
 46. Гиперфильтрация воды (обратный осмос).
 47. Газогидратное опреснение воды.
 48. Опреснение воды экстракцией.
 49. Обескремнивание воды сорбентами.
 50. Обескремнивание воды анионитами.
 51. Дегазация воды. Основы процесса дегазации воды.
 52. Классификация методов дегазации воды.
 53. Физические методы дегазации воды.
 54. Химические методы дегазации воды
 55. Биохимические методы дегазации воды.
 56. Показатели стабильности воды.
 57. Стабилизационная обработка для борьбы с зарастанием и коррозией.
 58. Магнитная и акустическая обработка воды.
 59. Стабилизационная обработка охлаждающей воды для предупреждения накипобразования,
 60. Стабилизационная обработка охлаждающей воды для борьбы с биологическими обрастаниями систем охлаждения промышленных предприятий.
 61. Очистка воды от синтетических поверхностноактивных веществ (СПАВ).
 62. Удаление цинка, меди, мышьяка.
 63. Радиационное улучшение качества воды.
 64. Очистка воды от радиоактивных веществ.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и выполняют одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут. Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Показатели качества и технологии обработки воды. Основные положения. Номенклатура типов используемых вод на АЭС и ТЭС. Нормативные показатели воды АЭС и ПП.	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.
2	Классификация основных технологических процессов обработки вод. Термическая водоподготовка. Общие положения.	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.
3	Очистка воды от растворённых газов. Удаление газов из воды десорбцией и химическим связыванием.. Технология удаления газов в деаэраторах.	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.
4	Предочистка воды. Технология и аппараты предварительной очистки воды. Реагенты для коррекционной обработки подпиточной и сетевой воды, используемые в процессе водоподготовки.	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.
5	Сорбционная очистка воды методом ионного обмена на ионитах. Основы метода. Электродиализ. Основы метода. Назначение в цикле водоочистки на ТЭС Баромембранные методы очистки.	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.
6	Виды стоков. Сточные воды АЭС, ТЭС и ПП. Нормируемые показатели качества сточных вод ТЭС. Сточные воды систем охлаждения	ПК-1, ПК-2, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, зачет.

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

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. СП 31.13330.2012* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Нормы проектирования. Актуализированная версия СНиП 2.04.02-84*. - М.: Стройиздат, 1985г., 131с.
2. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная СНиП 2.04.01-85*. - М.: ГУП ЦПП, 1996., 60с.
3. Водоснабжение: в 2 т.: учебник : рек. УМО. Т. 1. Системы забора, подачи и распределения воды / М. А. Сомов. - М. : АСВ, 2010 (Курган : ООО ПК "Зауралье", 2008). - 260 с.
4. Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб: справ. пособие. - 8-е изд., перераб. и доп./ Ф.А. Шевелев - М.: Бастет, 2007. - 349с.
5. Водопроводные очистные сооружения: метод. указания к выполнению курсового проекта по очистке природных вод / Воронежский ГАСУ; сост.: Л.К. Бахметьева, А.В. Бахметьев. – Воронеж, 2021. - 23 с.
6. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие : в 3 т. : допущено МО РФ. Т. 3. Система распределения и подачи воды. - 3-е изд., доп. и перераб / М.Г. Журба.-М.: АСВ, 2010. - 407 с.
7. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие : в 3 т. : допущено МО РФ. Т. 1. Системы водоснабжения, водозаборные сооружения. - 3-е изд., доп. и перераб / М.Г. Журба - М. : АСВ, 2010. - 399 с.
8. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: учеб. пособие : в 3 т. : допущено МО РФ. Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод. - 3-е изд., доп. и перераб / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. - М.: АСВ, 2010. - 551 с.
9. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН №4630-88. http://www.standartov.ru/norma_doc/2/2845
10. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты / В.Ф. Кожинов, 4-е изд., репринт. – М. : Бастет, 2008. – 303с.
11. Водоподготовка: справочник [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97864&sr=1
12. Рошкеттаев Б. М. Водно-химический режим АЭС с реакторами ВВЭР-1000 и РБМК-1000: учебное пособие. - М.: МИФИ, 2010. - 131 с. - [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=author_red&id=80084
13. Общая энергетика: учебник: в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. - М. ; Берлин : Ди-

рект-Медиа, 2016. - Кн. 1. Альтернативные источники энергии. - 434 с. - [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693

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:

1. Образовательный портал ВГТУ
2. Mail.ru - электронная почта
3. eLIBRARY.ru – российская научная электронная библиотека
4. Microsoft Office – пакет, офисных программ.
5. Autodesk Revit - полнофункциональное решение, объединяющее в себе возможности архитектурного проектирования, проектирования инженерных систем и строительных конструкций, а также моделирования строительства (Autodesk Revit Architecture, Autodesk Revit MEP и Autodesk Revit Structure).
6. Информационная Система «СтройКонсультант»
7. Электронно-библиотечная система IPRbooks.
8. Система Консультант Плюс.

Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» - учебная и научная литература. Специальные условия сотрудничества для вузов . [Электронный ресурс]. - <http://www.knigafund.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; демонстрационные приборы:

Аудитория 6256 - проектор для проведения лекций и практических занятий.

Лаборатория 6038 – санитарно-техническое оборудование зданий, оборудование фильтров скважин.

Лаборатория 6042 – оборудование для изучения основ гидравлики.

Лаборатория 6041 – насосное оборудование, лаборатория 2118 – фильтры.

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

По дисциплине «Промышленное водоснабжение и водоочистка» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

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 сооружений промышленного водоснабжения и водоочистки. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Методика выполнения курсового проекта изложена в учеб-

но-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

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: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - 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 зачетом с оценкой 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
----------	-----------------------------	----------------------------	--