

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Водно-химический режим на АЭС и ПП»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и
промышленных предприятий

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

Заведующий кафедрой
Жилищно-коммунального
хозяйства

Руководитель ОПОП

Е.В. Калач

Н.А. Драпалюк

О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- изучение основных сведений по подготовке воды для атомных, тепловых электростанций и котельных промышленных предприятий.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- получение студентами знаний о формировании загрязняющих примесей в исходных (природных), сточных водах и возвращаемом с производства конденсата, об использовании для этих технологических процессов с их аппаратурным и схемным оформлением.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Водно-химический режим на АЭС и ПП» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Водно-химический режим на АЭС и ПП» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7 - Способен разрабатывать технологические решения при проектировании систем спецводоочистки, поддержания водно-химического режима и химического контроля, обращения с жидкими радиоактивными отходами объектов использования атомной энергии

ПК-10 - Способен организовывать эксплуатацию водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод и контроль за эксплуатацией

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-7	Знать основы ведения водно-химического режима
	уметь полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на АЭС и ПП
ПК-10	Знать основы технологии подготовки воды-теплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий;
	Уметь практически использовать эти знания при эксплуатации оборудования
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на экономичность эксплуатации и на надежность работы оборудования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Водно-химический режим на АЭС и ПП» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	180	90	90
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	45	18	27
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

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	Физико-химические характеристики внутри котловых процессов	Рабочая среда и термическая усталость металла. Режим кипения и теплообмен в экранных трубах. Влияние накипи на теплообмен поверхностей нагрева. Влияние солевых отложений на металл проточной части турбины. Тепловая схема котельной. Тепловая схема ТЭС. Поступление примесей с добавочной водой. Процессы накипеобразования. Отложения в проточной части турбин.	12	12	6	6	36
2	Водно-химический режим барабанных котлов	Образование паровых растворов. Капельный унос влаги. Ступенчатое испарение и продувка котлов. Промывка пара. Фосфатирование котловой воды.	12	12	6	8	38

		Комплексонная обработка котловой воды ТЭС. Нитрирование котловой воды. Подщелачивание котловой воды. Водно-химические режимы АЭС					
3	Водно-химический режим прямоточных котлов	Водно-химические режимы прямоточных котлов. Общие положения. Гидразино-аммиачный ВХР, нейтрально – кислородный ВХР, комплексонный ВХР, нейтральный ВХР с дозировкой окислителей. Ускорение отмывки энергоблоков при пуске из холодного состояния	12	12	6	8	38
4	Водно-химический режим турбин и конденсатнопитательного тракта	Водно-химический режим турбин. Водно-химический режим конденсатно-питательного тракта: гидразинно - аммиачный, комплексонный, нейтральный гидразинный. Оксидирование латунных трубок оборудования конденсатно-питательного тракта. Водно-химический режим испарителей и паропреобразователей. Дегазация и обескислороживание воды. Эксплуатация деаэрационной установки атмосферного, вакуумного типа. Расчет установки химического обескислороживания питательной воды	12	12	6	8	38
5	Водно-химические режимы тепловых сетей	Водно-химические режимы тепловых сетей. Качество подпиточной и сетевой воды. Коррозия и контроль за коррозией в тепловых сетях в период работы и простоя. Пуски тепловых сетей в работу в осенний период, мероприятия по предотвращению коррозии тепловых сетей в летний период. Добавки химических реагентов в воду теплосетей при эксплуатации.	12	12	6	8	38

6	Химический контроль на промышленной котельной и АЭС	Отбор представительной пробы. Автоматический химический контроль на промышленной котельной и ТЭС. Пределы измерения примесей в рабочем теле различными методами химконтроля. Ошибки измерения	12	12	6	7	37
Итого			72	72	36	45	225

5.2 Перечень лабораторных работ

Определение концентрации известкового молока

Определение содержания хлорида железа в коагулянте

Определение обменной емкости катионита

Определение массовой доли гидроксида калия

Обеззараживание воды

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: «_____»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

-
-
-

Курсовой проект включают 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-7	Знать основы ведения водно-химического режима	Знает основы ведения водно-химического режима	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

			программах	программах
	уметь полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов	умеет полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на АЭС и ПП	Владеет знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на АЭС и ПП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-10	Знать основы технологии подготовки воды теплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий;	Знает основы технологии подготовки воды теплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий;	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь практически использовать эти знания при эксплуатации оборудования	Умеет практически использовать эти знания при эксплуатации оборудования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на экономичность эксплуатации и на надежность работы оборудования	Владеет знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на экономичность эксплуатации и на надежность работы оборудования	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 5, 6 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-7	Знать основы ведения водно-химического режима	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	процессов и аппаратов			
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на АЭС и ПП	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-10	Знать основы технологии подготовки водотеплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь практически использовать эти знания при эксплуатации оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на экономичность эксплуатации и на надежность работы оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-7	Знать основы ведения водно-химического режима	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь полученные теоретические знания применить при выполнении технологических расчетов отдельных процессов и аппаратов	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 знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	режима на АЭС и ПП	предметной области	получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
ПК-10	Знать основы технологии подготовки водотеплоносителя для использования в контурах теплоэнергетического и промтеплоэнергетического оборудования предприятий;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь практически использовать эти знания при эксплуатации оборудования	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 знаниями и умениями при оценке влияния водно-химического режима на экономичность эксплуатации и на надежность работы оборудования	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 подготовки к тестированию

1. Жесткостью воды называется:

А - сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}

В- общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-

С- загрязненность воды органическими веществами

Д- суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

Е - концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

2. Щелочностью воды называется:

А - сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}

В- общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-

С- загрязненность воды органическими веществами

Д- суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

Е - концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

3. Сухим остатком называется:

А - сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}

В - общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-

С - загрязненность воды органическими веществами

Д - суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

Е - концентрация кремниевой кислоты в пересчете на двуокись кремния, находящуюся в исходной воде

4. Щелочные природные воды характеризуются:

А - $\text{Ж}_0 > \text{I}_0$

В - $\text{Ж}_0 < \text{Щ}_0$

С - $\text{Ж}_0 = \text{Щ}_0$

Д - $\text{Жк} = \text{Ж}_0$

Е - $\text{pH} < 7,0$

5. Накипью называют:

А - концентрацию кремниевой кислоты, находящейся в исходной воде

В - плотные отложения, возникающие на поверхности нагрева или охлаждения

С - рыхлые отложения

Д - количество вещества, содержащееся в определенном объеме

Е - суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии

6. Образование щелочноземельных отложений в котельном агрегате

А - высокой концентрации труднорастворимых соединений

В - окислов железа или фосфатов железа

С - соединений меди

Д - агрессивных газов

Е - щелочи

7. Способы удаления образовавшихся отложений:

А - деаэрация питательной воды

В - щелочение котловой воды

С - механические и химические

Д - обработка воды комплексонами

Е - химическое обессоливание воды

8. Периодическая продувка предназначена для:

А - поддержания определенной концентрации котловой воды

В - снижения общей жесткости

- С- удаления агрессивных газов
- D - снижения рН воды
- Е - удаления из котельного агрегата шлама

9. Вывод из котельного агрегата части котловой воды и замена ее питательной называется:

- А- продувкой
- В- сепарацией
- С- испарением
- D - обессоливанием
- Е- регенерацией

10. Разрушение металла под воздействием окружающей среды называется:

- А- продувкой
- В- окислением
- С- деаэрацией
- D - катионированием
- Е - коррозией

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Для предохранения котельного агрегата от стояночной коррозии производят:

- А- периодическую продувку
- В- умягчение котловой воды
- С- деаэрацию
- D - консервацию
- Е - опрессовку

2. Главным условием возникновения межкристаллитной коррозии является:

- А- наличие в котловой воде кислорода
- В- возникновение высоких растягивающих напряжений в металле
- С- высокое содержание накипеобразователей
- D - присосы охлаждающей воды в конденсаторе
- Е - высокая температура

3. Пароводяная коррозия обусловлена:

- А - высоким давлением и температурой теплоносителя
- В- наличием в воде растворенных газов
- С- наличием в воде взвешенных веществ
- D - высоких растягивающих напряжений в металле
- Е - разрушением металла в результате химического взаимодействия с водяными парами

4. Водно-химический режим, при котором в водоконденсатный тракт энергоблока вводится только газообразный кислород называется:

А- высокощелочной

В- комплексонный

С - щелочной

Д - нейтральный

Е - газовый

5. Удаление из воды растворенных агрессивных газов называется:

А- умягчением

В- деаэрацией

С- известкованием

Д - коагуляцией

Е - регенерацией

6. Осветлением называется:

А- процесс удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей

В- процесс укрупнения коллоидных частиц

С- процесс обмена катионов

Д - процесс непрерывной продувки шлама

Е - процесс сепарации пара

7. Процесс укрупнения коллоидных частиц, завершающийся выпадением вещества в осадок, называется:

А- осветлением

В- Na- катионированием

С - обескислороживанием

Д - фосфатированием

Е - коагуляцией

8. Аммонированием называется процесс:

А- обмена катионов между электролитом и твердым зернистым материалом

В- обмена анионов между растворенным в воде электролитом и твердым зернистым материалом

С- обескислороживания питательной воды

Д - укрупнения коллоидных частиц с выпадением вещества в осадок

Е - ввода аммиака в водоконденсатный тракт

9. По солесодержанию природные воды бывают:

А- грубодисперсные и коллоидно-дисперсные

В- минеральные и органические

С- пресные и соленые

Д - атмосферные, поверхностные

Е - грунтовые и технические

10. Методом шрифта и креста определяют показатель воды:

А- сухой остаток

В- окисляемость

С- прозрачность

Д - рН воды

Е - содержание кислорода

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Удаление грубодисперсных загрязнений осуществляется:

А- химическим обессоливанием

В- умягчением

С- катионированием

Д - анионированием

Е - осаждением и фильтрованием

2. Вакуумная деаэрация воды применяется:

А - при $t > 373\text{K}$

В- при $t < 373\text{K}$

С- рН $> 9,0$

Д – $J_{\text{пв}} < 10$ мкг-экв/КГ

Е - при любых условиях

3. По давлению различают деаэраторы:

А- пленочные, струйные, капельные

В- смешивающего типа и перегретого пара

С- непрерывного и периодического действия

Д - вакуумные, атмосферные и повышенного давления

Е - водоструйные и пароструйные

4. Фильтрованием называют:

А- процесс осветления воды путем пропуска ее через пористый материал

В- процесс удаления агрессивных газов

С- процесс обработки воды комплексонами

Д - снижение жесткости исходной воды

Е - снижение щелочности исходной воды

5. Коагулянтами называются:

А- вещества, применяемые для приготовления известкового молока

В- химические реагенты, применяемые для регенерации фильтрующего материала

С- вещества, применяемые для очистки фильтрата

Д - вещества, применяемые для обезжелезивания конденсата

Е- реагенты, способные при введении в воду вызывать укрупнение природных коллоидов

6. Результатом коагуляции воды являются:

А - увеличение прозрачности и снижение окисляемости

В- снижение жесткости воды

С- повышение щелочности воды

Д - снижение электропроводности воды

Е- снижение электропроводности и снижение окисляемости воды

7. В качестве коагулянтов применяются:

А - аммиак и гидразин

В- сернокислое железо, сернокислый алюминий, хлорное железо

С- комплексоны

Д - хлористый кальций

Е- свободный кислород и азот

8. Количество грамм-эквивалентов катионов, поглощаемых 1 м³ катионита, называется:

А- рабочей обменной емкостью

В- коэффициентом набухания катионита

С- насыпной массой катионита

Д- влажностью товарного катионита

Е- термостойкостью

9. Регенерация Na-катионита производится:

А- раствором щелочи

В- раствором поваренной соли

С- сульфатом аммония

Д - раствором серной кислоты

Е- воздухом

10. Первой технологической операцией при регенерации ионитных фильтров является:

А- промывка катионита раствором кислоты

В- дренирование фильтра

С- отмывка фильтра

Д - пропуск реагента

Е- взрыхление

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Рабочая среда и термическая усталость металла.
2. Режим кипения и теплообмен в экранных трубах.
3. Влияние накипи на теплообмен поверхностей нагрева.
4. Влияние солевых отложений на металл проточной части турбины.
5. Тепловая схема котельной.
6. Тепловая схема ТЭС.
7. Поступление примесей с добавочной водой.
8. Процессы накипеобразования.

9. Отложения в проточной части турбин.
10. Образование паровых растворов.
11. Капельный унос влаги.
12. Ступенчатое испарение и продувка котлов.
13. Промывка пара.
14. Фосфатирование котловой воды.
15. Комплексонная обработка котловой воды ТЭС.
16. Нитрирование котловой воды.
17. Подщелачивание котловой воды.
18. Водно-химические режимы АЭС.
19. Водно-химические режимы прямоточных котлов.
20. Общие положения.
21. Гидразино-аммиачный ВХР, нейтрально – кислородный ВХР, комплексонный ВХР, нейтральный ВХР с дозировкой окислителей.
22. Ускорение отмывки энергоблоков при пуске из холодного состояния.
23. Водно-химический режим турбин.
24. Водно-химический режим конденсатно-питательного тракта: гидразинно - аммиачный, комплексонный, нейтральный гидразинный.
25. Окисдирование латунных трубок оборудования конденсатно-питательного тракта.
26. Водно-химический режим испарителей и паропреобразователей. Дегазация и обескислороживание воды.
27. Эксплуатация деаэрационной установки атмосферного, вакуумного типа.
28. Расчет установки химического обескислороживания питательной воды.
29. Водно-химические режимы тепловых сетей.
30. Качество подпиточной и сетевой воды.
31. Коррозия и контроль за коррозией в тепловых сетях в период работы и простоя.
32. Пуски тепловых сетей в работу в осенний период, мероприятия по предотвращению коррозии тепловых сетей в летний период.
33. Добавки химических реагентов в воду теплосетей при эксплуатации.
34. Отбор представительной пробы.
35. Автоматический химический контроль на промышленной котельной и ТЭС.
36. Пределы измерения примесей в рабочем теле различными методами химконтроля.
37. Ошибки измерения

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных

баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Физико-химические характеристики внутри котловых процессов	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен
2	Водно-химический режим барабанных котлов	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен
3	Водно-химический режим прямоточных котлов	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен
4	Водно-химический режим турбин и конденсатнопитательного тракта	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен
5	Водно-химические режимы тепловых сетей	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен
6	Химический контроль на промышленной котельной и АЭС	ПК-7, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, защита КП, требования к курсовому проекту, экзамен

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 методике 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 методике 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 методике 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. Фрог Б.Н., Первов А.Г. Водоподготовка. Учеб. для вузов: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 512 с

2. Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия: в 4 кн. / под общ. ред. чл-корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

3. Водоподготовительное оборудование для АЭС: отраслевой каталог. – М., 1988.

4. Водоподготовительное оборудование для ТЭС и промышленной энергетики: отраслевой каталог. – М., 1988.

5. Копылов, А. С. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. – М.: Издательство МЭИ, 2003.

6. Чиж, В. А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебное пособие / В. А. Чиж, Н. Б. Карницкий, А. В. Нерезько. – Минск: Вышэйшая школа, 2010.

6. Водоподготовка: справочник / под ред. С. Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007.

7. Воронов, В. Н. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебное пособие / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова; под ред. А. П. Пильщикова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.

8. Воронов, В. Н. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами: учеб. пособие для вузов / В. Н. Воронов, Б. М. Ларин, В. А. Сенина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

9. Копылов, А. С. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты : учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. Ф. Очков, Ю. В. Чудова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 222 с.: ил.

10. Тепловые и электрические станции: учеб. для вузов / сост.: Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

11. Тевлин, С. А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: учебное пособие для вузов / С. А. Тевлин. – 2-е изд., доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

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 ПО LibreOffice

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/> Образовательный портал ВГТУ.

Информационная справочная система

<http://window.edu.ru>

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

Современные профессиональные базы данных Tehnari.ru.

Технический форум

Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

Старая техническая литература

Адрес ресурса: http://retrolib.narod.ru/book_e1.html Stroitel.club.

Корпорация Росатом Адрес ресурса: https://vk.com/academy_rosatom

<https://www.youtube.com/channel/UC63TKNKUkZoI-svs0EiOWXQm>

Телеграмм Корпорации Росатом Адрес ресурса:

<https://t.me/s/academyrosatom>

Виртуальное путешествие Росатом для студентов Адрес ресурса:

<https://rosatomtalents.team/students>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебно-лабораторное оборудование общего доступа

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» -ауд. 6421

2. Иономер Н-160 - ауд. 6421

3. Лабораторный рН-метр ЛПУ-01 - ауд. 6421

4. Шкаф с вытяжной вентиляцией - ауд. 6421

5. Лабораторная химическая посуда - ауд. 6421

6. Аквадистиллятор - ауд. 6422

7. Полевой комплектной экспресс-лаборатории контроля воды НКВ-12

Технические средства обучения кафедры ЖКХ и - отдела организации и обеспечения учебного процесса

1. Ноутбук

2. Медиапроектор программ

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

По дисциплине «Водно-химический режим на АЭС и ПП» 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 реагентов. 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 учебно-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, 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