

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИСиС



С.А. Яременко

28.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Процессы и аппараты в технологических операциях АЭС и ПП»

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

Т.В. Степанова

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

Изучение закономерностей изменения технического состояния теплоэнергетических установок и систем в процессе их эксплуатации, направленных на поддержание теплоэнергетических установок и систем в исправном состоянии при экономном использовании всех видов ресурсов и обеспечении промышленной и экологической безопасности. Использовать технологии, методы доводки и корректировки параметров технологических процессов водоподготовки АЭС и ПП.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучить основы обеспечения работоспособности теплоэнергетических установок;
- изучить методы определения нормативов технической эксплуатации оценки изменения технического состояния;
- изучить организацию и технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления технического состояния тепловых энергоустановок и систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Процессы и аппараты в технологических операциях АЭС и ПП» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Процессы и аппараты в технологических операциях АЭС и ПП» направлен на формирование следующих компетенций:

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие Сформированность компетенции
ПК-8	Знать технологическое оборудование в соответствующей области деятельности и правила его эксплуатации; технические характеристики вновь вводимого технологического оборудования и правила его эксплуатации
	Уметь пользоваться технической документацией; производить надзор за работой оборудования
	Владеть базовыми знаниями для понимания принципов действия оборудования и готовностью их применить для регламентной эксплуатации нового оборудования

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Процессы и аппараты в технологических операциях АЭС и ПП» составляет 5з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	66	66
В том числе:		
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	78	78
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

#### 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 схемы водоподготовки на ТЭС. Примеси содержащиеся в природной воде. Классификация природной воды. Назначение воды на ТЭС. Потери пара и конденсата на ТЭС. Способы восполнения потерь. Качество обработанных вод. Источники загрязнения теплоносителя на ТЭС. Загрязнение природных водоемов стоками промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий. Производительность водоподготовительных установок. Три основные системы технического водоснабжения на ТЭС. Основные показатели качества воды. Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод.	6	2	4	12	24
2	В данном разделе представлены следующие методики проектирования	– традиционная ВПУ с использованием методов осаждения на стадии предочистки и	6	2	4	12	24

	ВПУ для ТЭС и АЭС:	параллельно-точного ионирования на ионообменных фильтрах;					
3	. ВХР барабанных котлов	Гидразинно-аммиачный ВХР При реализации гидразинно-аммиачного режима в питательную воду на всас питательных насосов дозируют аммиак и гидразин. Амминирование питательной воды проводится для связывания свободной углекислоты, с целью предупреждения углекислотной коррозии, и коррекции величины рН. Гидразинная обработка питательной воды в сочетании с термической деаэрацией является радикальной мерой предупреждения кислородной коррозии металла питательного тракта, пассивации латуни трубной системы подогревателей, снижения содержания продуктов коррозии в пароводяном тракте	6	2	2	12	22
4	3. Водно-химический режим	– целостность защитных барьеров (оболочек тепловыделяющих элементов, границ контура теплоносителя, герметичных ограждений локализирующих систем безопасности); – коррозионную стойкость конструкционных материалов оборудования и трубопроводов в течение срока эксплуатации АЭС; – минимальное количество отложений на теплопередающих поверхностях оборудования и трубопроводов; – радиационную безопасность персонала АЭС (ВХР АЭС должен быть направлен на улучшение радиационной обстановки, формирующейся при росте отложений активированных продуктов коррозии).	6	2	2	14	24
5	. Водно-химические режимы АЭС . Водно-химический режим одноконтурных АЭС	На одноконтурных АЭС предъявляются высокие требования к водно-химическому режиму. Одной из причин этого является непрерывная подача в реактор питательной воды, содержащей примеси. Реакторы РБМК работают при средних давлениях (7,0 МПа), но требования к организации их водно-химического режима более высокие, чем требования к водно-химическому режиму энергоблоков сверхвысоких параметров. Необходимость высокой чистоты питательной воды связана с качеством реакторной воды, в которой содержатся минеральные примеси, поступающие с питательной водой, продукты коррозии конструкционных материалов, продукты радиолиза воды, благородные газообразные продукты деления ядерного топлива. Надежность работы реакторов одноконтурных АЭС в значительной степени зависит от наличия отложений на тепловыделяющих элементах (ТВЭлах), которые могут	6	4	2	14	26

		привести к перегреву оболочек твэлов, их аварийному разрушению и активации реакторной воды и образующегося пара, что отрицательно отразится на условиях эксплуатации АЭС. Под действием различных видов реакторного излучения в реакторной воде протекает радиолиз, в результате которого происходит образование газообразных H <sub>2</sub> и O <sub>2</sub> :					
6	ВХР двухконтурных АЭС	Второй уровень действий соответствует допустимой продолжительности работы энергоблока на энергетических режимах при отклонении нормируемых показателей в пределах второго уровня, продолжительность работы не должна превышать 24 ч с момента регистрации отклонения. При невозможности в течение 24 ч выявить причины и устранить отклонения нормируемых показателей необходимо планомерно перевести энергоблок в состояние «реактор на минимально контролируемом уровне мощности».	4	4	2	14	24
<b>Итого</b>			<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>78</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Правила поведения и техника безопасности.
2. Физические свойства жидкостей и газов.  
Измерение вязкости жидкости.
3. Изучить процесс выпаривания жидкости в условиях естественной циркуляции (визуальное наблюдение).
4. Определить коэффициент теплоотдачи.
5. Определить потери тепла в окружающую среду
6. Исследование алгоритма работы теплогенератора кавитационного типа.
7. Кавитация.  
Влияние кавитации на температуру жидкости.
8. Измерение избыточного и вакуумметрического давления.
9. Изучение законов гидравлического сопротивления.
10. Гидроцилиндры.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет системы водоподготовки АЭС и промпредприятий»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- подготовки и водно-химического режима.

1. Выбор источника водоснабжения ТЭС и АЭС, анализ показателей

качества исходной воды;

2. Определение производительности водоподготовительных установок для подпитки котлов ТЭС, тепловых сетей и парогенераторов АЭС.

3. Обоснование метода и выбора схемы подготовки подпиточной воды котлов ТЭС или парогенераторов АЭС;

4. Эскиз выбранной схемы ВПУ, ее описание и пересчет изменения показателей качества воды по отдельным стадиям обработки;

5. Методика расчета водоподготовительной установки:

5.1. Расчет обессоливающей части ВПУ;

5.2. Расчет схемы подпитки теплосети;

5.3. Расчет схемы предочистки;

5.4. Анализ результатов расчета;

5.5. Компоновка оборудования ВПУ.

- 
- 

Курсовая работа 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»;

«неаттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Неаттестован</b>
ПК-8	Знать технологическое оборудование в соответствующей области деятельности и правила его эксплуатации;	Знает технологическое оборудование АЭС и ПП и правила его эксплуатации	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться технической документацией; производить надзор за работой оборудования	Умеет пользоваться технической документацией; производить надзор за работой оборудования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть базовыми знаниями для понимания принципов действия оборудования и готовностью их применить для регламентной эксплуатации нового оборудования	Владеет пониманием принципов действия оборудования и готовностью их применить для регламентной эксплуатации нового 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 7 семестре для очной формы обучения по четырех балльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-8	знать технологическое оборудование в соответствующей области деятельности и правила его эксплуатации;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь пользоваться технической документацией; производить надзор за работой 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	Задачине решены
	владеть базовыми знаниями для понимания принципов действия оборудования и готовностью их применить для регламентной эксплуатации нового 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	Задачине 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. Функции локальных систем автоматизации технологических процессов это:

1) автоматический контроль и сигнализация;

2) автоматическое регулирование;

3) автоматический пуск и остановка;

4) автоматическая защита;

5) все перечисленное выше.

2. Что включает в себя автоматический контроль?

А. Автоматический замер, сортировки и сбор информации

В. Автоматический контроль, автоматическую защиту, автоматическое и дистанционное управление

С. Автоматическую сигнализацию, измерение, сортировки и сбор информации.

3. Для чего предназначена автоматическая сигнализация?

А. Для сообщения обслуживающего персонала о предельных или аварийных значениях каких-либо физических параметров, о месте и характере нарушений технологического процесса

В. Позволяет измерять и передавать на специальные указательные приборы значение, что регистрируются или физических величин, характеризующих технологический процесс.

С. Для получения информации о ходе технологического процесса, качество и количество продукции, которая выпускается, и для дальнейшей обработки.

4. Для чего используется автоматическое измерение?

А. Для оповещение обслуживающего персонала о предельных или аварийных значениях каких-либо физических параметров.

В. Позволяет измерять и передавать на специальные указательные приборы значение, что регистрируются или физических величин, характеризующих технологический процесс или работу машин

С. для получения информации о ходе технологического процесса и выдачи информации обслуживающему персоналу.

5. Для чего предназначено автоматическая сортировка?

А. Позволяет измерять и передавать на специальные указательные приборы значение, что регистрируются.

В. Осуществляет контроль и раздел продукции по размеру, весу, твердости, вязкости и другим показателям

С. Для оповещение обслуживающего персонала о предельных или аварийных значениях любых физических параметров

6. Для чего предназначен автоматический сбор информации? А. Для получения информации о ходе технологического процесса, качество и количество продукции, которая выпускается, и для дальнейшей обработки, хранения и выдачи информации обслуживающему персоналу. В. Осуществляет контроль и раздел продукции по размеру, весу, твердости, вязкости и другим показателям. С. Позволяет измерять и передавать на специальные указательные приборы значение, характеризующих технологический процесс или работу машин.

7. Все устройства, входящие в ГСП, по назначению делятся на четыре основные группы, укажите какое устройство не входит в это число:

- 1) для получения нормированной информации о состоянии процессов;
- 2) для приема, преобразования и передачи информации по каналам связи;
- 3) для воспроизводства и хранения единиц измерения;
- 4) для преобразования, хранения и формирования команд управления, устройства памяти, регистрации;
- 5) для использования командной информации в процессе воздействия на процесс или представление ее оператору.

8. Что обозначает уравнение?

- 1) относительную погрешность;
- 2) абсолютную погрешность;
- 3) случайную погрешность;
- 4) систематическую погрешность;
- 5) вариацию.

9. Укажите какому типу термометров соответствует предел измерения от - 2000С до + 7500С:

- 1) термометры расширения;
- 2) манометрические термометры;
- 3) электрические термометры сопротивления;
- 4) термоэлектрические термометры;
- 5) пирометры излучения.

10. В зависимости от заполнителя различают следующие типы манометрических термометров:

- 1) газовые,
- 2) жидкостные,
- 3) ртутные,
- 4) конденсаторные,
- 5) со специальным заполнителем. Какой из перечисленных типов является неверным.

1); 2); 3); 4); 5).

11. Наибольшее распространение в практике измерения расходов жидкостей, паров и газов получили следующие расходомеры (указать неверный ответ).

- 1) переменного перепада давления,
- 2) обтекания,
- 3) электромагнитные,
- 4) крыльчатые,
- 5) тепловые.

12. Указать нужную формулу.

Абсолютный внутренний КПД турбоустановки:

$$\eta_t = \frac{L}{q_1} = \frac{(h_0 - h_{kt}) - (h_{п.в.} - h'_k)}{h_0 - h_{п.в.}}$$

$$\eta_{oi} = H_i / H_0$$

$$\eta_i = \frac{H_i}{q_i} = \frac{H_i}{h_0 - h'_k} = \frac{H_0 H_i}{(h_0 - h'_k) H_0} = \eta_t \eta_{oi}$$

$$\eta_i = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

**1 'Предохранительные клапана на АЭС устанавливаются из расчета, чтобы давление не поднималось',**

- 'Выше 110 % рабочего',
- 'Ниже 100 % рабочего',
- '115 % рабочего',
- 'Выше 120 % рабочего',

**2. 'Какая арматура относится к защитной',**

- 'Обратные клапана',
- 'Вентили',
- 'Проходная арматура',
- 'Регулирующая арматура',

**3. 'Обратные клапаны предназначены для',**

- 'Для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям',
- 'Для предотвращения аварийного повышения давления в системе',
- 'Для автоматического разделения различных фаз рабочей среды',
- 'Для предотвращения обратного потока рабочей среды',

**4. 'К фазоразделительной арматуре относятся',**

- 'Пароотводчики',
- 'Фазоотводчики',
- 'Конденсатоотводчики',
- 'Маслоотводчики',

**5. 'Фазоразделительная арматура предназначена',**

- 'Для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям',
- 'Для регулирования параметров рабочей среды',
- 'Для автоматического разделения различных фаз рабочей среды',
- 'Для предотвращения обратного потока рабочей среды',

**6. 'Распределительная арматура предназначена',**

- 'Для распределения потока рабочей среды по определенным направлениям',
- 'Для регулирования параметров рабочей среды',
- 'Для автоматического разделения различных фаз рабочей среды',
- 'Для предотвращения аварийного повышения давления в системе',

**7. 'Запорная арматура предназначена для',**

- 'Перекрытия канала трубопровода',
- 'Обеспечения движения жидкости по трубопроводу в обоих направлениях',
- 'Пропуска среды только в одном направлении',
- 'Перекрытия канала трубопровода и обеспечения движения жидкости по трубопроводу в обоих направлениях',

**8. 'Невозвратные клапана',**

- 'Пропускают рабочую среду только в одном направлении',
- 'Перекрывают канал трубопровода',

- 'Производят снижение давления за клапаном',
- 'Автоматически поддерживают давление среды за клапаном',
- **9. 'Невозвратно – запорные клапана'**,
- 'Перекрывают канал трубопровода и обеспечивают движение жидкости по трубопроводу в обоих направлениях',
- 'Перекрывают канал трубопровода',
- 'Пропускают рабочую среду в одном направлении и переключают канал трубопровода',
- 'Производят снижение давления за клапаном',
- **10. 'Невозвратно – управляемые клапана'**,
- 'Перекрывают канал трубопровода',
- 'Пропускают рабочую среду в одном направлении и переключают канал трубопровода',
- 'Производят снижение давления за клапаном',
- 'Пропускают рабочую среду только в одном или в обоих направлениях и переключают канал трубопровода',
- **11. 'Дроссельные клапана'**,
- 'Перекрывают канал трубопровода',
- 'Пропускают рабочую среду в одном направлении и переключают канал трубопровода',
- 'Производят снижение давления за клапаном',
- 'Предназначены для снижения давления в трубопроводе',
- **12. 'Редукционные клапана'**,
- 'Перекрывают канал трубопровода',
- 'Пропускают рабочую среду в одном направлении и переключают канал трубопровода',
- 'Производят снижение давления за клапаном',
- 'Понижают и автоматически поддерживают заданное давление среды за клапаном',
- **13. 'Кран'**,
- 'Переключает канал трубопровода, пропускает среду в обоих направлениях и выполняет функцию манипулятора',
- 'Производят снижение давления за клапаном',
- 'Перекрывают канал трубопровода',
- 'Понижают и автоматически поддерживают заданное давление среды за клапаном',
- **14. 'Достоинством фланцевого соединения крышки арматуры с корпусом является'**,
- 'Простота сборки и разборки данного узла',
- 'Возможность длительной работы без разборки арматуры',
- 'Возможность непрерывной работы циклами по 2000 часов',
- 'Увеличение металлоемкости и габаритов арматуры',
- **15. 'Недостатком фланцевого соединения крышки арматуры с корпусом является'**,
- 'Увеличение металлоемкости и габаритов арматуры',

- 'Сложность сборки и разборки данного узла',
- 'Возможность длительной работы без разборки арматуры',
- 'Возможность непрерывной работы циклами по 2000 часов',

**16. 'Укажите какая из указанных систем относится к классификации систем по их построению',**

- 'Централизованная',
- 'Газовыпускная',
- 'Вытяжная',
- 'Обводная',

**17. 'Гайки и шпильки арматуры должны иметь',**

- 'Одинаковую твердость металла',
- 'Твердость гайки выше шпильки на HB = 20-30',
- 'Твердость шпильки выше гайки на HB = 30-40',
- 'Твердость шпильки выше гайки на HB = 20-30',

**18. 'Мембранное сварное уплотнение – сваркой «на ус» применяется',**

- 'В арматуре с высокими требованиями герметичности среды',
- 'В арматуре с невысокими требованиями герметичности среды',
- 'В арматуре с высокими требованиями температуры среды',
- 'В арматуре низкими требованиями герметичности среды',

**19. 'Торроидальные соединения применяются',**

- 'Для высоких давлений и больших размеров уплотняемого соединения арматуры',
- 'Для низких давлений и больших размеров уплотняемого соединения арматуры',
- 'Для высоких давлений и небольших размеров уплотняемого соединения арматуры',
- 'Для высоких давлений и малых размеров уплотняемого соединения арматуры',

**20. 'Преимущество бесфланцевого соединения крышки арматуры с корпусом заключается в',**

- 'Прочности соединения',
- 'Легкости монтажа',
- 'Меньшей металлоемкости',
- 'Фиксированности крышки по высоте корпуса',

**21. 'Бесфланцевое соединение крышки арматуры с ее корпусом основано на',**

- 'Применении принципа маноконтролера рабочей среды',
- 'Применении принципа термоконтроля рабочей среды',
- 'Применении принципа термостата рабочей среды',
- 'Применении принципа самоуплотнения рабочей средой',

**22. Преимущество сварного соединения корпуса арматуры с трубопроводом заключается',**

- 'В сложности изготовления',

- 'В простоте контроля качества',
- 'В надежности при эксплуатации',
- 'В увеличении массогабаритных показателей',

**23. 'Недостаток сварного соединения корпуса арматуры с трубопроводом заключается',**

- 'В простоте изготовления',
- 'В ненадежности при эксплуатации',
- 'В ненадежности при ремонте',
- 'В увеличении стоимости',

**24. 'Преимущество фланцевого соединения корпуса арматуры с трубопроводом заключается',**

- 'В возможности быстрой замены неисправной арматуры',
- 'В ненадежности при эксплуатации',
- 'В увеличении массогабаритных показателей',
- 'В сложности контроля соединения',

**25. 'Фланцевое соединение корпуса арматуры с трубопроводом наиболее часто применяется в',**

- 'В запорной арматуре',
- 'В фазоразделительной арматуре',
- 'В распределительной арматуре',
- 'В предохранительной арматуре',

**26. 'Фланцевое соединение корпуса арматуры с трубопроводом наиболее часто применяется в',**

- 'В запорной арматуре',
- 'В распределительной арматуре',
- 'В фазоразделительной арматуре',
- 'В регулирующей арматуре',

**27. 'Фланцевое соединение корпуса арматуры с трубопроводом целесообразно применять',**

- 'При высоких параметрах среды',
- 'При низких параметрах среды',
- 'При небольших размерах фланца',
- 'При небольшой толщине стенки трубы',

**28. 'Фланцевое соединение корпуса арматуры с трубопроводом целесообразно применять',**

- 'При высоких параметрах среды',
- 'При больших размерах фланца',
- 'При небольших размерах фланца',
- 'При небольшой толщине стенки трубы',

**29. 'Утечка среды через сальниковое уплотнение арматуры снижается при',**

- 'Уменьшении осевого давления в уплотнении',
- 'Увеличении осевого давления в уплотнении',
- 'Уменьшении радиального давления в уплотнении',

- 'Увеличении радиального давления в уплотнении',
- 30. 'Если в арматуре в сальнике, состоящем из восьми колец давление на верхнем кольце, например, составляет 700 кгс/см<sup>2</sup>, то давление в нижнем кольце будет',**
- '200 кгс/см<sup>2</sup>,
  - '100 кгс/ см<sup>2</sup>,
  - '140 кгс/ см<sup>2</sup>,
  - '180 кгс/ см<sup>2</sup>,
- 31. 'Для поддержания постоянного давления в сальниковой набивке арматуры применяют',**
- 'Пластинчатые пружины',
  - 'Витые пружины',
  - 'Тарельчатые пружины',
  - 'Спиральные пружины',
- 32. 'Одним из факторов влияющих на герметичность сальника в арматуре является',**
- 'Коррозия поверхности корпуса сальника',
  - 'Коррозия поверхности шпинделя',
  - 'Коррозия поверхности грундбуксы',
  - 'Коррозия поверхности гаек',
- 33. 'Существенным недостатком сильфонов для арматуры является',**
- 'Большая гибкость при эксплуатации',
  - 'Сложность изготовления',
  - 'Хрупкость при нейтронном облучении',
  - 'Нерациональность применения углеродистой стали',
- 34. 'Запорный орган арматуры состоит из',**
- 'Шпинделя и шпилек',
  - 'Штока и седла',
  - 'Затвора и седла',
  - 'Клина и диска',

*(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)*

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

*(минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)*

#### **1 Составная ходовая гайка ходового узла состоит из следующих элементов',**

- 'стальной гильзы, седла, штока, подшипников, фетровых уплотнений',
- 'стальной гильзы, седла, штока, бронзового вкладыша, фетровых уплотнений',
- 'стальной гильзы, штока, подшипников, фетровых уплотнений',
- 'стальной гильзы, бронзового вкладыша, штока, подшипников, фетровых уплотнений',

**2. 'Простая ходовая гайка ходового узла имеет резьбы',**

- 'наружную трапецеидальную',
- 'внутреннюю трапецеидальную',
- 'внутреннюю трапецеидальную, наружную метрическую',
- 'внутреннюю циклоидальную, наружную метрическую',

**3. 'Трубопроводы на АЭС предназначены для',**

- 'перекачки жидкости',
- 'переноски рабочих тел',
- 'транспортировки рабочей среды',
- 'перевозки сухих веществ',

**4. 'Трубопроводной арматурой называется',**

- 'группа устройств, предназначенных для регулирования потоками среды',
- 'устройства, предназначенных для регулирования потоками среды',
- 'группа устройств, предназначенных для управления потоками среды',
- 'группа устройств, предназначенных для регистрации потоков среды',

**5. 'Аббревиатура ПК ИПУ расшифровывается',**

- 'первый клапан исполнительного устройства',
- 'правый клапан импульсного предохранительного устройства',
- 'предохранительный клапан с импульсным предохранительным устройством',
- 'предохранительный клапан с интенсивным предохранительным устройством',

**6. 'В сальниковом уплотнении арматуры утечки жидкости',**

- 'необходимы',
- 'необратимы',
- 'не допускаются',
- 'не запрещаются',

**7. 'В сильфоном уплотнении арматуры утечки жидкости',**

- 'необходимы',
- 'необратимы',
- 'не допускаются',
- 'не запрещаются',

**8. 'Реальной жидкостью называется жидкость',**

- 'не существующая в природе',
- 'в которой присутствует внутреннее трение',
- 'находящаяся при реальных условиях',
- 'способная быстро испаряться',

**9. 'Идеальной жидкостью называется',**

- 'жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение',
- 'жидкость, подходящая для применения',
- 'жидкость, способная сжиматься',
- 'жидкость, существующая только в определенных условиях',

**10. 'Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:',**

- 'атмосферным',
- 'давление вакуума',
- 'избыточным',
- 'абсолютным',

**11. 'Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:',**

- 'абсолютным',
- 'атмосферным',
- 'избыточным',
- 'давление вакуума',

**12. 'Если давление ниже относительного нуля, то его называют:',**

- 'абсолютным',
- 'атмосферным',
- 'избыточным',
- 'давление вакуума',

**13. 'Какое давление обычно показывает манометр?',**

- 'абсолютное',
- 'избыточное',
- 'атмосферное',
- 'давление вакуума',

**14. 'Давление определяется',**

- 'отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия',
- 'произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия',
- 'отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость',
- 'отношением разности действующих усилий к площади воздействия',

**15. 'Массу жидкости заключенную в единице объема называют',**

- 'весом',
- 'удельным весом',
- 'удельной плотностью',
- 'плотностью',

**16. 'Вес жидкости в единице объема называют',**

- 'весом',
- 'удельным весом',
- 'удельной плотностью',
- 'плотностью',

**17. 'При увеличении температуры удельный вес жидкости',**

- 'уменьшается',
- 'увеличивается',
- 'сначала увеличивается, а затем уменьшается',
- 'не изменяется',

**18. 'Сжимаемость это свойство жидкости',**

- 'изменять свою форму под действием давления',
- 'изменять свой объем под действием давления',
- 'сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму',
- 'изменять свой объем без воздействия давления',

**19. 'Сжимаемость жидкости характеризуется',**

- 'коэффициентом Генри',
- 'коэффициентом температурного сжатия',
- 'коэффициентом поджатия',
- 'коэффициентом объемного сжатия',

**20. 'Вязкость жидкости это',**

- 'способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости',
- 'способность преодолевать внутреннее трение жидкости',
- 'способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками',
- 'способность перетекать по поверхности за минимальное время',

**21. 'Текучестью жидкости называется',**

- 'величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости',
- 'величина обратная динамическому коэффициенту вязкости',
- 'величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости',
- 'величина пропорциональная градусам Энглера',

**22. 'Вязкость жидкости не характеризуется',**

- 'кинематическим коэффициентом вязкости',
- 'динамическим коэффициентом вязкости',
- 'градусами Энглера',
- 'статическим коэффициентом вязкости',

**23. 'Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой',**

- 'мю',
- 'ню',
- 'тау',
- 'этта',

**24. 'Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой ',**

- 'мю',
- 'ню',
- 'тау',
- 'этта',

**25. 'Гидростатическое давление - это давление присутствующее',**

- 'в движущейся жидкости',
- 'в покоящейся жидкости',
- 'в жидкости, находящейся под избыточным давлением',
- 'в жидкости, помещенной в резервуар',

**26. 'Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?'**

- 'находящиеся на дне резервуара',
- 'находящиеся на свободной поверхности',
- 'находящиеся у боковых стенок резервуара',
- 'находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости',

**27. 'Первое свойство гидростатического давления гласит',**

- 'в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема',
- 'в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема',
- 'в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно',
- 'гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему',

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Что представляет собой паротурбинный агрегат?
2. Назовите принципы и требования обеспечения безопасности при эксплуатации турбин АЭС.
3. Графики электрических нагрузок и режимы работы АЭС в энергосистемах.

4. Оперативно-диспетчерское управление производством и потреблением электрической энергии.
5. Работа основного и вспомогательного турбинного оборудования в стационарных максимальных режимах и на частичных стационарных нагрузках.
6. Перегрузочные возможности основного турбинного и генераторного оборудования.
7. Переключения в тепловых схемах АЭС и выполнение плановых операций по техническому обслуживанию долго работающего в стационаре оборудования.
8. Эксплуатация промежуточной сепарации и промперегрева пара.
9. Особенности работы турбинной установки на радиоактивном паре.
10. Показатели общей и тепловой экономичности турбоустановок АЭС.
11. Регулировочный диапазон энергоблоков АЭС и способы его расширения.
12. Особенности эксплуатации турбинного оборудования АЭС при участии в регулировании графиков электрической нагрузки.
13. Влияние начальных и конечных параметров при переменном режиме эксплуатации турбин АЭС разных типов (температура, давление, влажность) и паротурбинных установках на насыщенном и перегретом паре.
14. Способы вывода оборудования в резерв.
15. В чем разница в условиях работы регулирующей и последующих ступеней турбины?
16. Перечислите требования, предъявляемые к опорным подшипникам.
17. Что такое виброустойчивость и демпфирующая способность опорного подшипника?
18. Что такое гидроподъем роторов и для чего он используется?
19. Какова роль упорного подшипника в турбине?
20. Какова роль баббитовой заливки упорных сегментов упорного подшипника?
21. Чем определяется осевая сила, действующая на упорный сегмент?
22. Что такое разбег в подшипнике и из каких соображений он выбирается?
23. Что такое осевой сдвиг ротора и как его предупреждают?
24. Для чего необходимо валоповоротное устройство в турбине и когда оно используется?
25. Какие основные требования предъявляются к системам смазки паровых турбин?
26. Какие агрегаты обеспечивают надежную работу системы масло

снабжения?

27. Чем определяются размеры масляного бака?

28. С какой целью масляный бак снабжается эксгаустерами?

29. Почему в масляный бак сливают нагретое масло, а не охлаждают его предварительно в маслоохладителях?

30. Какие функции в системе смазки выполняет реле давления?

31. Для чего турбина снабжается системой автоматического регулирования?

32. Что изображает статическая характеристика системы регулирования?

33. Может ли статическая характеристика иметь горизонтальные участки?

Почему в областях малых и максимальных нагрузок ее делают более крутой?

34. Как должна работать система регулирования при отключении генератора от сети?

35. Какие требования предъявляются к регулирующим клапанам?

36. Зачем в турбине предусматриваются автоматические системы защиты?

37. Чем опасен осевой сдвиг ротора относительно статора?

38. Чем опасно возрастание давления в выходном патрубке?

39. Назовите основные функции конденсатора.

40. Назовите основные устройства конденсационной установки и их назначения.

41. Почему в конденсаторе образуется глубокий вакуум?

42. Чем вредны присосы воздуха в конденсатор?

43. Что такое переохлаждение конденсата и чем оно вредно?

44. Чем опасно попадание сырой воды в паровое пространство конденсатора?

45. Пусковые схемы и технология пусков турбоустановок из различных состояний.

46. Температурные напряжения в элементах турбинного оборудования переходных и пуско-остановочных режимах.

47. Реальные процессы применения турбинных масел в паротурбинных генераторных установках.

48. Электрогенератор и его основные тепломеханические системы (газоохлаждение и уплотнение вала генератора от выхода водорода).

49. Главный маслябак и процессы, протекающие в нем.

50. Система смазки и гидроподъема роторов.

51. Маслосистема регулирования.

52. Циклы и ступени маслоочистки.

Дополнительные вопросы на экзамен.

53. Назначение и состав конденсационной установки. Выбор вакуума в конденсаторе.

54. Удаление парогазовой смеси из конденсатора: назначение и схемы включения эжекторов.
  55. Деаэрация в конденсаторе.
  56. Методы борьбы с присосами охлаждающей воды в конденсаторы.
  57. Блочные обессоливающие установки.
  58. Режимы работы системы технического водоснабжения.
  59. Башенные градирни, градирни Геллера, брызгальные бассейны.
  60. Циркуляционные насосы, фильтры циркуляционной воды, рыбозаградители и рыбоотпугивающие устройства, борьба с ледяной шугой.
  61. Технологии очистки от отложений трубок конденсаторов.
  62. Предупреждение и ликвидация технологических нарушений в работе турбоустановок, борьба с перерастанием нарушений в аварии.
  63. Управление протеканием аварий и ликвидация последствий аварий.
  64. Возможные состояния оборудования на этапе «Эксплуатация».
- 16
65. Понятие об аномалии, критическом состоянии, работоспособном и неработоспособном состоянии оборудования.
  66. Исследования смонтированных систем маслоснабжения подшипников турбины, генератора и возбuditеля на пропускную и охлаждающую способность.
  67. Исследования смонтированных систем масло-водородных уплотнений.
  68. Настройка, исследования и снятие статической и динамической характеристик системы регулирования турбины.
  69. Настройка и исследования механизмов автомата безопасности турбины.
  70. Подконтрольная эксплуатация.
  71. Для чего необходимо валоповоротное устройство в турбине и когда
  73. Что изображает статическая характеристика системы регулирован

#### **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	Общая характеристика воды и водоподготовка.	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.
2	Краткая характеристика АЭС, значение водоподготовки и водно-химического режима	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.
3	. ВХР барабанных котлов	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.
4	Водно-химический режим. . Водно-химические режимы АЭС . Водно-химический режим одноконтурных АЭС	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.
5	Водно-химический режим одноконтурных АЭС	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.
6	ВХР двухконтурных АЭС	ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту, решение задач.

### 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 экзаменаторами 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 экзаменаторами 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. Громогласов, А. А. Водоподготовка: Процессы и аппараты: учеб. пособие для вузов / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.П. Пильщиков; под общ. ред. О.И. Мартыновой. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.

2. Кострикин, Ю. М. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления: справочник / Ю.М. Кострикин, Н.А. Мещерский, О.В. Коровина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.

3. Белевцев, А. Н. Процессы и аппараты очистки воды в металлургии : учебное пособие / А. Н. Белевцев, М. А. Белевцев, Л. А. Мирошкина. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2007. — 138 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/56107.html> (дата обращения: 02.11.2024).

4. Методические указания по предотвращению образования минеральных и органических отложений в конденсаторах турбин и их очистке: РД 34.22.501-87: утв. Главным научно-техническим управлением энергетики и электрификации 28.12.87: введ. в действие с 01.01.1988. –М.: СПО Союзтехэнерго, 1988.

5. Агеев, М. А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / М. А. Агеев, А. Н. Мракин. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 229 с. — ISBN 978-5-4486-0115-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/70284.html>

6. Водно-химические режимы АЭС, системы их поддержания и контроля / О.И. Мартынова, А.С. Копылов. – М.: Энергоатомиздат, 1983 – 98 с.

**7.Рябчиков Б. Е.** Процессы и аппараты современной водоподготовки ISBN: 978-5-6049252-1-8. Из-во Профессия, М.: 2023.-403 с.

8 Громогласов А.А. **Водоподготовка: процессы и аппараты:** учебное пособие для вузов / А. А. Громогласов, А. С. Копылов, А. П. Пильщиков.

9. Самыгин, В. Д. Процессы и аппараты очистки сточных вод: учебное пособие / В. Д. Самыгин, В. А. Игнаткина. — Москва: Издательский Дом МИСиС, 2009. — 223 с. — ISBN 978-5-87623-238-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97892.html>

*Дополнительная литература для углубленного изучения*

10 Гужель, Ю. А. Процессы и аппараты химической технологии. Ч.3. Массообменные процессы и аппараты: учебное пособие / Ю. А. Гужель. — Благовещенск: Амурский государственный университет, 2020. — 145 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103908.html>

11. Материалы педагогической диагностики по дисциплине «Процессы и аппараты»: учебное пособие / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, И. С. Наумченко [и др.]. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 341 с. — ISBN 978-5-00032-404-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88428.html>

12. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС : лабораторный практикум. Учебное пособие / В. А. Чиж, Н. Б. Карницкий, Е. Н. Криксина, А. В. Нерезько. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 159 с. — ISBN 978-985-06-2122-1. — Текст: электронный// Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20204.html>

13. Войтов, Е. Л. Водоподготовка: инновационные проектные решения: учебное пособие/ Е. Л. Войтов. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2021. — 75 с. — ISBN 978-5-7795-0928-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129323.html>

14. Долгунин, В. Н. Биотехнологические процессы и аппараты: учебное пособие / В. Н. Долгунин, В. А. Пронин. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2291-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115710.html>.

**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 информационных справочных систем:**

LibreOffice

<http://window.edu.ru>

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

CREDO-DAT. Tehnari.ru.

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

Корпорация Росатом Адрес ресурса:

[https://vk.com/academy\\_rosatom](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>

Сайт Российского фонда фундаментальных исследований:  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/>  
 Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс].  
 URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс].  
 URL: <https://www.ibooks.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс].  
 URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 ЭБС издательства «Лань» – Режим доступа <https://e.lanbook.com>  
 Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
<http://www.edu.ru/> Образовательный портал ВГТУ.  
 Информационная справочная система.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

9.1. Мультимедийный проектор, персональный компьютер, экран.  
 Лаборатории 6042, 6041, 2118 с лабораторным оборудованием гидравлики.

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

По дисциплине «Процессы и аппараты в технологических операциях АЭСиПП» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

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 16 ч. 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 курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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; - 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 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