

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор В.А. Лебедев

---

**Проректор по образовательной дея-**  
**тельности доцент Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И**  
**ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА АЭС И ТЭС**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Технологии производства электрической и тепловой энергии
<b>Квалификация выпускника:</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доц. Андреев В.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратуры по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146.
- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) «Технологии производства электрической и тепловой энергии».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н. В.В. Андреев

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики от 27.01.2022 г., протокол № 8**

Заведующий кафедрой Теплотехники \_\_\_\_\_ к.т.н., проф В.А. Лебедев  
и теплоэнергетики

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.  
образовательного процесса

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

### Цель изучения дисциплины:

- изучение технологии производства электроэнергии и тепла на современных атомных и тепловых электростанциях;
- изучение энергетических схем атомных и тепловых электростанций;
- изучение рабочих процессов, протекающих в установках АЭС и ТЭС и показателей эффективности и экономичности их работы;
- приобретение знаний и умений в исследованиях процессов и циклов АЭС и ТЭС.

### Основные задачи дисциплины:

- формирование навыков расчетно-проектной, производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности в области теплоэнергетики; изучение методов расчета технологических характеристик электрических станций; формирование навыков квалифицированного изложения научно-технической информации о надежности и экономичности АЭС и ТЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника» направленность программы «Технологии производства электрической и тепловой энергии» и изучается в 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС» являются дисциплины бакалавриата «Тепловые электрические станции», «Техническая термодинамика», «Котельные установки и парогенераторы».

Знания, умения и компетенции, освоенные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин «Основы теории эксплуатации теплоэнергетических установок и систем», «Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС», в научно-исследовательской работе и при выполнении дипломного проектирования.

Обучение строится на принципе междисциплинарной интеграции, т.е. согласовании содержания разных учебных дисциплин относительно познавательных и технологических проблем с целью обеспечения целостности учебного процесса и создания единого образовательного потенциала с использованием инновационных педагогических методов, средств и форм обучения.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать	УК-1	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи. УК-1.2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи (составляет модель, опре-

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
<b>Содержание компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	
стратегию действий		деляет ограничения, вырабатывает критерии, оценивает необходимость дополнительной информации). УК-1.3. Формирует возможные варианты решения задач.
Способен обеспечивать безопасную эксплуатацию основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности	ПКС-3	ПКС-3.1. Обеспечивает взаимодействия в процессе инженерно-технической поддержки при эксплуатации основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности. ПКС-3.2. Организует работы подчиненного персонала по обеспечению безопасной эксплуатации основного и вспомогательного тепломеханического оборудования объектов профессиональной деятельности. ПКС-3.3. Совершенствует технологии производственных процессов с соблюдением норм и правил промышленной безопасности.
Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготовке обоснований развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения, обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического оборудования, электрических и тепловых сетей; участию в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.	ПКС-4	ПКС-4.1. Определяет потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготавливает обоснования развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения. ПКС-4.2. Обеспечивает бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования, электрических и тепловых сетей. ПКС-4.3. Участвует в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	108	108
Выполнение курсовой работы (проекта)	72	72
Подготовка реферата	-	-
Подготовка к практическим занятиям	36	36
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Вид промежуточной аттестации – экзамен (Э)	<b>36(Э)</b>	<b>36(Э)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	-	-
<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

### 4.2 Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и защита курсовой работы, подготовка и сдача экзамена.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1	Раздел 1. Типы электростанций и их энергетические показатели	34	8	8	-	18
2	Раздел 2. Регенеративный подогрев воды	30	4	8	-	18
3	Раздел 3. Принципиальные тепловые схемы электростанций и их расчет	30	4	8	-	18
4	Раздел 4. Выбор оборудования и развернутые тепловые схемы электростанций	30	8	4	-	18
5	Раздел 5. Типы компоновок и генеральный план электростанций	30	8	4	-	18

6	Раздел 6. Организация эксплуатации электростанции	26	4	4	-	18
	Итого:	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	-	<b>108</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Классификация тепловых электростанций по виду отпускаемой энергии, используемого топлива, типу основных турбин. Единичные мощности и параметры пара энергоблоков ТЭС и АЭС. Классификация атомных электростанций по типу реактора, количеству контуров и др. признакам. Энергетические показатели конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) и АЭС. Начальные параметры пара и промежуточный перегрев. Расширение и модернизация действующих электростанций.	8
2.	Раздел 2.	Влияние регенеративного подогрева воды на тепловую экономичность электростанций. Расчет смешивающих и поверхностных подогревателей. Оптимизация параметров регенеративного подогрева питательной воды. Выбор числа ступеней регенеративного подогрева воды и типа подогревателей. Методы оптимизации и определение оптимальной температуры питательной воды. Особенности регенеративного подогрева воды в циклах с промежуточным перегревом пара, на ТЭЦ и АЭС.	4
3.	Раздел 3.	Принципиальные тепловые схемы и их элементы. Назначение и содержание принципиальных тепловых схем (ПТС) электростанций и энергоблоков ТЭС и АЭС; особенности ПТС ТЭЦ. Условные обозначения оборудования и трубопроводов. Типовые схемы энергоустановок электростанций. Расчет тепловых схем. Цель и назначение расчета ПТС. Исходные данные для расчета ПТС. Порядок, последовательность и этапы расчета ПТС. Особенности расчета ПТС, ТЭЦ. Результаты расчета ПТС.	4
4.	Раздел 4.	Выбор оборудования. Выбор типа электростанции и единичной мощности энергоблоков (агрегатов). Выбор основного (реакторы, парогенераторы, котлы турбины) оборудования электростанций. Выбор тепломеханического и вспомогательного оборудования. Развернутые тепловые схемы. Назначение, содержание и состав развернутой тепловой схемы (РТС) электростанции или энергоблока. Выбор материала, количества ниток, диаметров и толщин стенок главных стационарных трубопроводов. Арматура стационарных трубопроводов и ее характеристики. Схема восполнения потерь воды в цикле, обеспечения паром деаэраторов, эжекторов, концевых уплотнений турбин в стационарных и пусковых режимах.	8

5.	Раздел 5.	Компоновка главного корпуса электростанций. Варианты взаимного расположения помещений главного корпуса. Примеры компоновок главного корпуса на ТЭС с разными видами топлива и АЭС с реакторами типа ВВЭР и РБМК. Техническое водоснабжение электростанций Типы, оборудование и технико-экономические характеристики. Выбор площадки электростанции. Факторы, требования, необходимые исследования. Генеральный план электростанции.	8
6.	Раздел 6.	Общие задачи эксплуатации. Организационная структура, документация, эксплуатационный персонал, организация технического обслуживания и ремонта. Режимы эксплуатации энергоустановок и оборудования электростанции. Пусковые схемы энергоблоков. Маневренность и маневренные характеристики энергоблоков.	4
		<b>Итого</b>	<b>36</b>

**4.2.3. Лабораторные работы:** лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

#### 4.2.4. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоёмкость (час.)
1	Раздел 1.	Расчет энергетических показателей КЭС и АЭС	4
2		Расчет энергетических показателей ТЭЦ	4
3	Раздел 2.	Расчет поверхностного регенеративного подогревателя питательной воды	4
4		Расчет смешивающего регенеративного подогревателя питательной воды	4
5	Раздел 3.	Разработка тепловой схемы электростанции	4
6		Расчет тепловой схемы электростанции	4
7	Раздел 4.	Разработка развернутых схем электростанций	4
8	Раздел 5.	Разработка генерального плана электростанции	4
9	Раздел 6.	Разработка пусковых схем энергоблоков	4
		<b>Итого:</b>	<b>36</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Тематика курсовых работ
1.	Разработка и расчет развернутой (полной) тепловой схемы энергоблока ТЭС
2.	Разработка и расчет развернутой тепловой схемы ТЭЦ
3.	Разработка и расчет развернутой тепловой схемы ПГУ
4.	Разработка предложений по модернизации систем ТЭС
5.	Разработка и расчет развернутой тепловой схемы ГТУ-ТЭЦ

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета и экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

#### Раздел 1. Типы электростанций и их энергетические показатели

1. Что называется тепловой электростанцией? Какие бывают типы тепловых электростанций?
2. Что такое блочная и неблочная структура?
3. Какие параметры имеют тепловые электростанции?
4. На какие типы делятся электростанции по участию в регулировании нагрузок в энергосистемах?
5. Что такое график нагрузки? Количественные параметры суточного графика нагрузки? Количественные параметры годового графика нагрузки.
6. Какие требования предъявляются к электростанциям?
7. Что такое КПД электростанции нетто и брутто?
8. Что отражает абсолютный электрический КПД станции?
9. Структура КПД по выработке тепла и электроэнергии на ТЭЦ.
10. Как определить расход пара на теплофикационную турбину? Как определить расход теплоты на теплофикационную турбину?
11. Как определить значение КПД теплофикационной турбоустановки по выработке электроэнергии? Как определить значение КПД теплофикационной турбоустановки по производству теплоты?
12. Как определить расход условного топлива на выработку теплоты? Как определить расход условного топлива на выработку электроэнергии?



13. Влияние начальной температуры на термической КПД? Влияние начального давления на термический КПД.
14. Оптимальные начальные параметры ТЭС. Сопряженные начальные параметры.
15. Какое влияние оказывает промежуточный перегрев пара на термический КПД? Каково оптимальное значение давления перегретого пара?
16. Метод пристройки и его эффективность. Метод надстройки и его эффективность. Сопоставление методов пристройки и надстройки.

## **Раздел 2. Регенеративный подогрев воды**

1. Чем обусловлено повышение эффективности при применении регенеративного подогрева питательной воды?
2. Что показывает анализ КПД турбоустановки с регенеративным подогревом и без него?
3. Какие существуют способы оценки повышения эффективности за счет регенеративного подогрева питательной воды?
4. Как определить расход пара для конденсационных турбоустановок с отборами пара на регенерацию?
5. Как определить расход пара для теплофикационных турбоустановок с отборами пара на регенерацию?
6. В чем отличие смешивающих подогревателей от поверхностных?
7. Как составляется уравнение теплового баланса для смешивающего подогревателя?
8. В чем особенность составления теплового баланса для поверхностных подогревателей?
9. Как оптимизировать температуру питательной воды, количество регенеративных отборов пара, распределение подогрева воды?
10. Какие особенности подогрева питательной воды при наличии промперегрева пар?
11. Особенности регенеративного подогрева воды на ТЭЦ?

## **Раздел 3. Принципиальные тепловые схемы электростанций и их расчет**

1. Что называется принципиальной тепловой схемой электростанции?
2. Какими условными обозначениями изображается основное и вспомогательное оборудование электростанции?
3. Какими документами руководствуются при составлении принципиальных и развернутых схем электростанций?
4. Какие бывают схемы включения регенеративных подогревателей? Какая схема включения регенеративных подогревателей наиболее экономична?
5. Каковы назначение и принцип действия термических деаэраторов питательной воды? Как можно использовать выпар деаэраторов?
6. Какие существуют схемы включения питательных насосов?
7. Назначение и простейшая схема испарительной установки.
8. Назначение сетевых подогревательных установок.
9. Что является основной задачей расчета тепловой схемы энергоблока? На какие этапы делится расчет тепловой схемы и в чем их суть?
10. Как составляется сводная таблица параметров пара и воды в системе регенеративного подогрева и в отборах турбин?
11. Как составить паровой баланс турбины?
12. Как рассчитать группу подогревателей высокого давления?
13. Как рассчитать питательную установку? Как рассчитать деаэратор?
14. Как рассчитать группу подогревателей низкого давления?

## **Раздел 4. Выбор оборудования и развернутые тепловые схемы электростанций**

1. От чего зависит выбор основного оборудования?

2. Как выбираются паровые турбины? Как выбираются тип и количество паровых котлов?
3. Как выбираются питательные насосы? Какого типа есть насосы на электростанции и как они выбираются по назначению?
4. Какие теплообменники применяются на электростанциях и как они выбираются? Какие бывают типы пылеприготовительного оборудования и как его выбрать?
5. Выбор тягодутьевых машин.
6. Выбор оборудования водоподготовки.
7. Что такое развернутая тепловая схема электростанции и ее назначение? Какое оборудование включает РТС?
8. Как составляется РТС? В чем отличие РТС блочной и неблочной электростанции? Какие параметры и данные отражаются на схемах?
9. Описать РТС тепловой электростанции. Описать РТС двухконтурной атомной электростанции.
10. Что такое трубопроводы и на какие категории они делятся? Каковы экономически целесообразные скорости теплоносителей в трубопроводах?
11. Разработка котельной части. Разработка схемы турбогенератора.
12. Разработка схемы конденсационной установки. Разработка схемы технической и воды, и системы водоподготовки.
13. Разработка схемы конденсатной системы.
14. Разработка схемы питательной системы.

#### **Раздел 5. Типы компоновок и генеральный план электростанций**

1. Что называется главным корпусом электростанции? Что называется компоновкой главного корпуса? Какие требования предъявляются к компоновке главного корпуса?
2. Какие бывают типы расположения турбогенераторов в машзале? От чего зависит тип компоновки котельного цеха?
3. Опишите компоновку главного корпуса электростанции.
4. Для чего предназначена система технического водоснабжения? Что является потребителями технической воды на электростанции?
5. Что представляет из себя конденсатор паровых турбин? Как составляется тепловой баланс конденсатора?
6. Какие факторы влияют на оптимизацию системы технического водоснабжения? Прямоточные системы технического водоснабжения. Обратная система с прудом-охладителем? Обратная система с градирнями.
7. Что влияет на выбор места площадки электростанции? Какие требования предъявляются к площадкам электростанций?
8. Какие исследования проводятся при выборе площадки? Как наносятся площадки на чертежи и схемы?
9. Что называется генеральным планом электростанции?
10. Какие здания и сооружения относятся к основному производственному назначению?
11. Как должны располагаться здания и сооружения на генплане?
12. Типы генпланов по размещению открытого распределительного устройства.

#### **Раздел 6. Организация эксплуатации электростанции**

1. Какие основные задачи решаются в процессе эксплуатации электростанции?
2. Что включает в себя понятие эксплуатации?
3. Как должна быть построена организационная структура электростанции?
4. Какова организация эксплуатации в сменах? Что должно отражаться в оперативном журнале? Какая документация необходима для эксплуатации?

5. Как должен формироваться эксплуатационный персонал?
6. Планирование и нормирование технико-экономических показателей?
7. Система технического обслуживания и ремонтов.
8. В каких режимах могут находиться энергоустановки?
9. Что представляет собой пуск агрегатов и блоков?
10. Как включаются в работу котлы, турбины, реакторы?
11. Как реализуется режим работы под нагрузкой?
12. Какие бывают остановы агрегатов и блоков?
13. Как производится вывод агрегатов и блоков в резерв?
14. Какие бывают пусковые схемы энергоблоков?
15. Какими характеристиками определяется маневренность энергоблока? Что такое приемистость энергоблока?

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к экзамену (по дисциплине):**

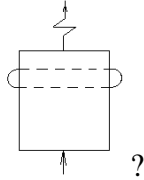
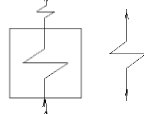



1. Суточный график и его основные параметры.
2. Типовые схемы включения регенеративных подогревателей в ПТС.
3. Удельный расход условного топлива на выработку тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.
4. Годовой график нагрузок и его основные параметры.
5. Типовые схемы включения деаэраторов в ПТС.
6. Расход пара на теплофикационные турбины.
7. Структура мировых и отечественных энергоресурсов для электроэнергетики.
8. Типовые схемы включения питательных насосов в ПТС.
9. Сопоставление комбинированной и раздельной выработки тепловой и электрической энергии.
10. Классификация ТЭС по виду отпускаемой энергии, используемого топлива и типу турбин.
11. Структура выработки и потребления электроэнергии в РФ.
12. Единичные мощности и параметры пара энергоблоков на органическом и ядерном топливе.
13. Уравнение теплового и материального баланса для группы каскадно включенных регенеративных подогревателей поверхностного типа.
14. Расширение электростанций методом пристройки.
15. Технологическая схема ТЭС, работающей на пылеугольном топливе.
16. Энергетические показатели ТЭЦ.
17. Принципиальная схема и основное оборудование конденсационной электростанции.
18. Факторы, влияющие на выбор температуры питательной воды и количество ступеней подогрева.
19. Принципиальные схемы и основное оборудование ТЭЦ.
20. Уравнения теплового и материального баланса для группы смешивающих регенеративных подогревателей.
21. Расширение электростанций методом надстройки.
22. Схемы отпуска теплоты с ТЭС.
23. Влияние промперегрева на оптимизацию регенеративного подогрева питательной воды.
24. Назначение и содержание ПТС энергоблоков и электростанций.
25. Оптимальное распределение регенеративного подогрева питательной воды.
26. Технологическая схема ТЭС, работающей на газомазутном топливе.

27. Определение расхода пара на турбину с промышленным и отопительным отбором.
28. Испарительные установки и схемы их включения в ПТС ТЭС.
29. Условные обозначения оборудования на ПТС.
30. Абсолютный электрический КПД электростанций (нетто и брутто).
31. Удельный расход теплоты и условного топлива для КЭС.
32. Типы электростанций с возобновляемыми источниками энергии.
33. Условные обозначения трубопроводов на ПТС.
34. Влияние регенеративного подогрева питательной воды на термический КПД.
35. Расход пара и удельный расход пара для конденсационной турбины.
36. Особенности распределения регенеративного подогрева питательной воды на ТЭЦ.
37. Последовательность расчета ПТС.
38. Влияние начальных параметров на термический КПД цикла Ренкина на насыщенном паре.
39. Сопряженные параметры свежего пара, влияние промперегрева пара на термический КПД.
40. Блочные и неблочные структуры электростанций.
41. Выбор типа и мощности электростанции, единичной мощности энергоблоков.
42. Компоновка главного корпуса пылеугольной электростанции.
43. Техническая и оперативная документация, инструкции и схемы, необходимые для эксплуатации электростанции.
44. Выбор основного оборудования КЭС.
45. Компоновка главного корпуса газомазутной электростанции.
46. Организация проверки знаний эксплуатационного персонала.
47. Выбор основного оборудования ТЭЦ.
48. Выбор питательных и бустерных насосов конденсационных энергоблоков.
49. Выбор места расположения площадки электростанции.
50. Организация эксплуатации электростанций.
51. Выбор питательных насосов ТЭЦ и неблочных электростанций.
52. Общие требования к площадкам электростанций.
53. Организация технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций.
54. Выбор конденсатных и циркуляционных насосов электростанций.
55. Требования к рельефу, грунтам и грунтовым водам площадок электростанций.
56. Организация системы ППР оборудования электростанций.
57. Выбор дренажных и подпиточных насосов электростанций.
58. Требования к коммуникациям и воздушному пространству в районе размещения площадок электростанций.
59. Режимы работы оборудования и блоков электростанций.
60. Выбор регенеративных подогревателей и деаэраторов.
61. Требования к организации подготовки эксплуатационного персонала.
62. Операции, выполняемые персоналом при подготовке к пуску оборудования энергоблоков.
63. Выбор тягодутьевых машин.
64. Требования к источникам водоснабжения и золоотвалам при выборе площадки электростанции.
65. Пуск энергоблоков и оборудования.
66. Типы и выбор оборудования систем пылеприготовления.
67. Исследования, выполняемые при выборе площадки электростанции.
68. Плановая и аварийная остановка энергоблоков и оборудования.
69. Выбор оборудования сетевых подогревательных установок.

70. Классификация зданий и сооружений, располагаемых на генплане электростанции.
71. Вывод энергоблоков и их оборудования в резерв, виды резервов.
72. Назначение, содержание и состав РТС энергоблоков и электростанций.
73. Разновидности генпланов электростанций в зависимости от расположения ОРУ.
74. Маневренность энергоблоков.
75. Главный корпус электростанции: назначение, состав, особенности.
76. Особенности генплана пылеугольных электростанций.
77. Пусковая схема энергоблоков со встроенными сепараторами.
78. Машзал электростанции: компоновка, расположение турбин, строительная часть.
79. Пусковая схема энергоблоков с выносным сепаратором.
80. Котельная: компоновка, строительная часть, компоновка оборудования.
81. Особенности генплана ТЭС с “зубчатой” компоновкой главного корпуса.
82. Пуск энергоблоков на скользящих параметрах.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену Вариант 1.

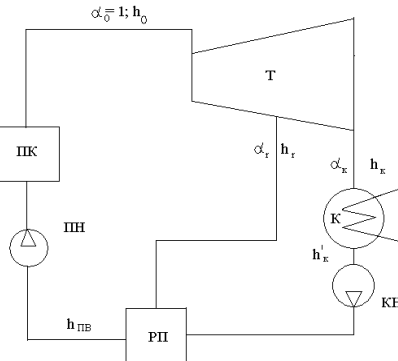
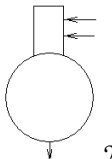

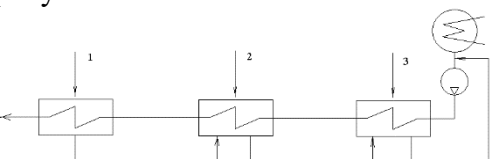
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Промышленное предприятие, вырабатывающее электрическую энергию из природных источников энергии называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Котлотурбинная установка</li> <li>2. Линия электропередач</li> <li>3. Электротехнический завод</li> <li>4. Электростанция</li> </ol>
2.	Теплотворная способность топлива имеет размерность...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кДж/кг</li> <li>2. кДж</li> <li>3. Вт</li> <li>4. кДж/с</li> </ol>
3.	В чем измеряется мощность электростанции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. МДж</li> <li>2. МПа</li> <li>3. МВт</li> <li>4. МВт ч</li> </ol>
4.	Теплообменник предназначенный для нагрева основного конденсата или питательной воды отборным паром называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подогревателем сетевым</li> <li>2. Перегревателем</li> <li>3. Деаэратором</li> <li>4. Регенеративным подогревателем</li> </ol>
5.	В теплообменнике, в котором среды разделены поверхностью нагрева, осуществляется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплоотдача</li> <li>2. Теплопроводность</li> <li>3. Теплопередача</li> <li>4. Лучистый теплообмен</li> </ol>
6.	На рисунке показана схема с... 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхностными подогревателями</li> <li>2. Смешивающими подогревателями</li> <li>3. Паровыми котлами</li> <li>4. Потребителями пара</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
7.	Какое значение имеет расход пара $\alpha_0$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1</li> <li>2. 0,75</li> <li>3. 0,5</li> <li>4. 0,33</li> </ol>
8.	Что на тепловой схеме показывается условным обозначением <div style="text-align: center;">  </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паровой котел с естественной циркуляцией и перегревом пара</li> <li>2. Паровой котел прямоточного типа с перегревом пара</li> <li>3. Паровой котел с промежуточным перегревом пара</li> <li>4. Ядерный энергетический реактор</li> </ol>
9.	Как обозначается на тепловой схеме паровой котел прямоточного типа с перегревом пара?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> <li>4. </li> </ol>
10.	Графическое изображение в условных обозначениях всех этапов технологического процесса преобразования тепловой энергии, выделившейся при сжигании органического или ядерного топлива, в электрическую и тепловую энергию для промышленных и бытовых потребителей называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тепловыми трассами</li> <li>2. Системой теплоснабжения</li> <li>3. Технологической схемой электростанции</li> <li>4. Принципиальной тепловой схемой</li> </ol>
11.	Электростанция, состоящая из однотипных энергоблоков, является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блочной</li> <li>2. Неблочной</li> <li>3. Моноблочной</li> <li>4. Петлевой</li> </ol>
12.	Что из перечисленного не относится к основному оборудованию электростанции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Турбина</li> <li>2. Котел</li> <li>3. Реактор</li> <li>4. Насос</li> </ol>
13.	Для чего предназначены питательные насосы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для подпитки тепловой сети</li> <li>2. Для восполнения утечек питательной воды</li> <li>3. Для питания подпиточных деаэраторов</li> <li>4. Для подачи питательной воды в котлы и парогенераторы электростанций</li> </ol>

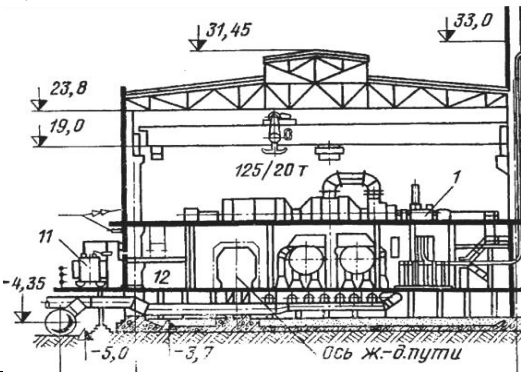
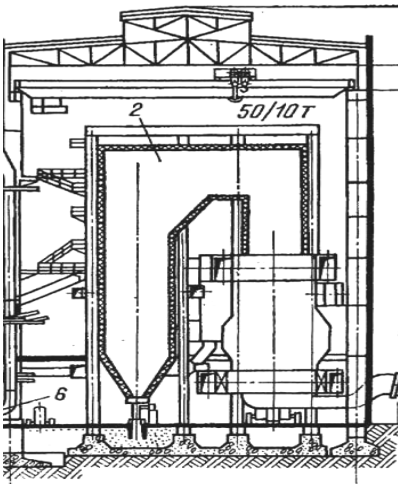
<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
14.	Как называется основной производственный корпус, в котором располагаются основное оборудование, большая часть его вспомогательного и тепломеханического электротехнического оборудования, а также щиты управления?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электростанция</li> <li>2. Главный корпус электростанции</li> <li>3. Котлотурбинный цех</li> <li>4. Энергоустановка</li> </ol>
15.	Помещение, в котором расположены турбогенератор и его вспомогательное оборудование, называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Машзал</li> <li>2. Электроцех</li> <li>3. Электродвигательная</li> <li>4. Турбогенераторная</li> </ol>
16.	Часть главного корпуса, в которой размещен один энергоблок, называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Котлотурбинный цех</li> <li>2. Ячейка главного корпуса</li> <li>3. Энергоблок</li> <li>4. Промплощадка</li> </ol>
17.	Какая мощность будет у электростанции, в составе которой 6 блоков по 300 МВт каждый?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1000 МВт</li> <li>2. 1200 МВт</li> <li>3. 1500 МВт</li> <li>4. 1800 МВт</li> </ol>
18.	Режимно-наладочные испытания котельных агрегатов выполняются для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комплексного опробывания всех элементов после монтажа</li> <li>2. Перевода работы котла на другой вид топлива</li> <li>3. Разработки рекомендаций, направленных на повышение экономичности работы котельной установки</li> <li>4. Проверки герметичности трубной системы</li> </ol>
19.	Какой компонент уходящих газов будет присутствовать при химическом недожоге топлива?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SO<sub>2</sub></li> <li>2. CO<sub>2</sub></li> <li>3. H<sub>2</sub>O</li> <li>4. CO</li> </ol>
20.	Кому непосредственно подчинен оперативный персонал?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Начальнику смены</li> <li>2. Диспетчеру</li> <li>3. Министру энергетики</li> <li>4. Президенту РФ</li> </ol>

### Вариант 2.

<b>№ п/п</b>	<b>Вопрос</b>	<b>Варианты ответа</b>
1	Теплоэлектроцентраль – это электростанция, предназначенная для...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снабжения горячей водой</li> <li>2. Выработки пара</li> <li>3. Выработки электроэнергии</li> <li>4. Выработки электроэнергии и тепло-снабжения</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2	Конденсационная электростанция (КЭС) предназначена ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только для производства теплоты</li> <li>2. Для конденсации пара</li> <li>3. Для теплоснабжения и производства электроэнергии</li> <li>4. Только для производства электроэнергии</li> </ol>
3	Сколько контуров имеет атомная станция на основе реактора РБМК?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Два</li> <li>2. Один</li> <li>3. Три</li> <li>4. Четыре</li> </ol>
4	Регенеративный подогрев воды (конденсата турбины) осуществляется отборным паром и повышает КПД турбоустановки на...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30...32 %</li> <li>2. 20...22 %</li> <li>3. 10...12 %</li> <li>4. 3...5 %</li> </ol>
5	Аппарат, предназначенный для передачи тепла от одной среды к другой называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Конденсатор</li> <li>2. Деаэратор</li> <li>3. Охладитель</li> <li>4. Теплообменник</li> </ol>
6	<p>Что на рисунке обозначено буквами РП?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Редуктор пара</li> <li>2. Регенеративный подогрев</li> <li>3. Рабочий пар</li> <li>4. Расходомер потребителя</li> </ol>
7	<p>Что на тепловой схеме изображается условным обозначением</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парогенератор</li> <li>2. Паровой котел</li> <li>3. Деаэратор</li> <li>4. Конденсатор</li> </ol>
8	<p>Что на тепловой схеме показывается условным обозначением</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вентилятор</li> <li>2. Турбина</li> <li>3. Клапан</li> <li>4. Компрессор</li> </ol>
9	<p>Какая схема подключения регенеративных подогревателей показана на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С каскадным сливом</li> <li>2. С дренажными насосами</li> <li>3. Со смешанным отводом</li> <li>4. Комбинированная</li> </ol>

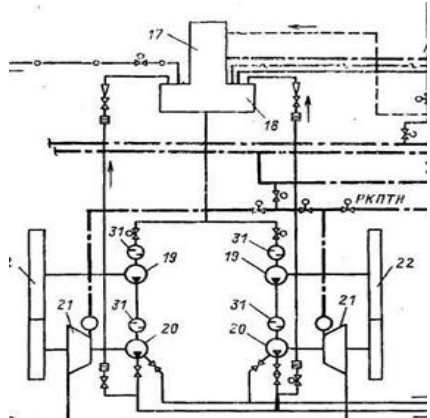


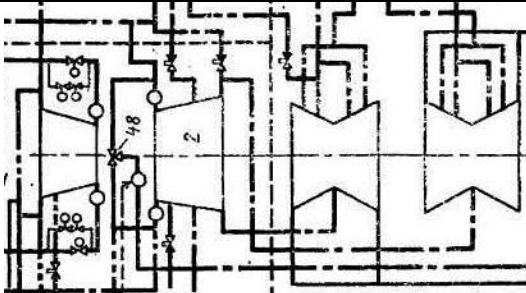
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10	Какие агрессивные газы удаляет из воды деаэратор?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NO<sub>2</sub></li> <li>2. CO</li> <li>3. H<sub>2</sub></li> <li>4. O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub></li> </ol>
11	Как называется насос предназначенный для подачи добавочной воды в контур?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Питательный</li> <li>2. Дренажный</li> <li>3. Подпиточный</li> <li>4. Циркуляционный</li> </ol>
12	Для какого топлива предназначены шаровые барабанные мельницы?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бурые угли</li> <li>2. Сланец</li> <li>3. Каменные угли с выходом летучих более 30 %</li> <li>4. Высококачественные угли с малым выходом летучих</li> </ol>
13	Агрегат предназначенный для подачи воздуха в котел называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дымосос</li> <li>2. Компрессор</li> <li>3. Воздуходувная машина</li> <li>4. Дутьевой вентилятор</li> </ol>
14	<p>Что на рисунке обозначено цифрой 1?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Котел</li> <li>2. Насос</li> <li>3. Турбоагрегат</li> <li>4. Котел</li> </ol>
15	<p>Какая часть главного корпуса показана на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Котельная часть</li> <li>2. Машзал</li> <li>3. Цех химводоочистки</li> <li>4. Отделение пылеприготовления</li> </ol>
16	Какую размерность имеет приближенный критерий экономичности компоновки главного корпуса – удельный объем зданий?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кВт/м<sup>2</sup></li> <li>2. м<sup>3</sup>/кВт</li> <li>3. кВт/кг</li> <li>4. кг/кВт</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	Компоновка главного корпуса АЭС отличается от компоновки ТЭС в связи с...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необходимостью водоподготовки</li> <li>2. Наличием машзаза</li> <li>3. Необходимостью деаэрирования воды</li> <li>4. Требованиями радиационной защиты</li> </ol>
18	Операция приведения агрегата в действие и окончательный прогрев его элементов до рабочей температуры называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пуск</li> <li>2. Прогрев</li> <li>3. Подготовка к пуску</li> <li>4. Включение в работу</li> </ol>
19	Как называется совокупность операций технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Восстановление работоспособности</li> <li>2. Восстановление ресурса</li> <li>3. Система планово-предупредительных ремонтов</li> <li>4. Система наладки оборудования</li> </ol>
20	Как называется устройство, предназначенное для снижения температуры и давления пара?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паровая турбина</li> <li>2. Редукционно-охладительная установка</li> <li>3. Конденсатор</li> <li>4. Деаэратор</li> </ol>

### Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	<p>На рисунке показан...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суточный график потребления тепла</li> <li>2. Суточный график осветительно-бытовой электрической нагрузки</li> <li>3. Суммарный график промышленной и осветительно-бытовой нагрузки</li> <li>4. Типовой суточный график промышленной электрической нагрузки</li> </ol>
2	<p>Что рассчитывается по формуле</p> $\mathcal{E}_{\text{сут}} = \int_{\tau=0}^{\tau=24 \text{ час}} N \cdot d\tau \dots$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суточная выработка электроэнергии</li> <li>2. Суточная выработка тепловой мощности</li> <li>3. Суточный отпуск тепла потребителям</li> <li>4. Суточная теплопроизводительность</li> </ol>
3	Отношение минимальной и максимальной суточной нагрузки называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициентом неравномерности</li> <li>2. Коэффициентом использования максимальной нагрузки</li> <li>3. Суточной выработкой электроэнергии</li> <li>4. Коэффициентом использования суточной нагрузки</li> </ol>
4	Установленная мощность электростанции рассчитывается по формуле...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>T_{\text{уст}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{N_{\text{уст}}} = \frac{T_{\text{max}}}{\rho}</math></li> <li>2. <math>g_{\text{год}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{N_{\text{max}} \cdot \tau_{\text{год}}} = \frac{T_{\text{max}}}{\tau_{\text{год}}}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. $T_{\max} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{N_{\max}}$ 4. $N_{\text{уст}} = \rho \cdot N_{\max}$
5	Какую размерность имеет расход пара через турбину?	1. Па 2. Кг/с 3. Дж 4. Вт
6	В каких подогревателях вода нагревается до температуры насыщения греющего пара?	1. Поверхностных 2. Смешивающих 3. Сетевых 4. Парогенераторах
7	Расчет регенеративных схем подогрева воды основан на...	1. Уравнениях теплового и материального балансов 2. Уравнениях теплопередачи 3. Уравнениях Ньютона-Рихмана 4. Законах гидродинамики
8	Процесс возникновения паровоздушных пузырьков в зоне пониженного давления движущейся жидкости и схлопывание их в зоне повышения давления называется...	1. Гидравлический удар 2. Кавитация 3. Кипение 4. Испарение
9	Для чего предназначен насос?	1. Для перекачивания газа 2. Для перекачивания воздуха 3. Для перекачивания жидкости 4. Для сжатия газа
10	Насос, предназначенный для перекачки воды от конденсатора турбины до деаэратора, называется...	1. Дренажный 2. Питательный 3. Подпиточный 4. Конденсатный
11	Исчерпывающее графическое изображение в условных обозначениях всех процессов и этапов, необходимых для преобразования природной энергии топлива в электрическую (и тепловую) называется...	1. Развернутая тепловая схема 2. Принципиальная тепловая схема 3. Схема тепловых сетей 4. Технологическая схема электростанции
12	Что на рисунке обозначено числом 21? 	1. Питательный насос 2. Бустерный насос 3. Конденсатный насос 4. Приводная турбина
13	Что изображено на рисунке?	1. Газотурбинная установка

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Компрессор</li> <li>3. Блок эжекторов</li> <li>4. Паровая турбина</li> </ol>
14	Органы воздействия на тепловую схему с целью изменения режима работы и предохранения от нежелательных процессов называются...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Арматура</li> <li>2. Насосы</li> <li>3. Ремонтный персонал</li> <li>4. Термодинамические процессы</li> </ol>
15	Реакторное отделение заключено в цилиндрическую оболочку из напряженного железобетона, которая называется...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контаймент</li> <li>2. Реакторный цех</li> <li>3. Зона строго режима</li> <li>4. Зона радиационной безопасности</li> </ol>
16	Как называется кожухотрубный теплообменник для конденсации отработавшего в турбине пара, охлаждаемый технической водой?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охладитель технической воды</li> <li>2. Теплообменник основного оборудования</li> <li>3. Главный конденсатор</li> <li>4. Конденсатор отборов пара</li> </ol>
17	Что определяется формулой $Q_k = D_k \cdot q_k = G_v \cdot \Delta h_v = G_v \cdot c_v \cdot \Delta t_v$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Количество тепла выделенного в котле</li> <li>2. Тепловой баланс котла</li> <li>3. Закон конвективного теплообмена</li> <li>4. Тепловой баланс конденсатора</li> </ol>
18	К какой организационной структуре принадлежит главный инженер?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оперативной</li> <li>2. Диспетчерской</li> <li>3. Административно-технической</li> <li>4. Цеховой</li> </ol>
19	Кто является старшим оперативным руководителем на электростанции?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оператор энергоблока</li> <li>2. Начальник смены цеха</li> <li>3. Начальник смены электростанции</li> <li>4. Старший инженер управления реактором</li> </ol>
20	Что является целью текущего ремонта?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Замена базовых деталей</li> <li>2. Восстановление технического ресурса</li> <li>3. Регулировка и испытание оборудования</li> <li>4. Восстановление работоспособности оборудования</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы**

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование : учеб. пособие / А.А. Кудинов. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 325 с. — (Высшее образование: Бакалавриат)  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=935473>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Александров, А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара/ А.А. Александров, Б.А. Григорьев. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. – 168 с. – Экземпляров 25.

2. Тепловые электрические станции [Текст]: учеб. для вузов / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиришфельда. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 326 с. Экземпляров 18.

3. Тепловые и атомные электростанции [Текст]: учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1982. - 455 с. - Экземпляров 44.

4. Купцов, И.П. Проектирование и строительство тепловых электростанций / И.П. Купцов, Ю. Р. Иоффе. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 407 с. – Экземпляров 12.

5. Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия: в 4 кн. / под общей редакцией А.В. Клименко и В.М. Зорина. – 4-е изд., стереотип. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

Кн. 3: Тепловые и атомные электростанции. – 648 с. – 10 экз.

6. Тепловые и атомные электростанции: Учебно-методический комплекс/СЭТУ. Сост. Паскарь Б.Л., СПб, 2008. - 178 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set\\_statisc\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20081030125530<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_statisc_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%9C%2D%2D20081030125530<.>)

≥

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС: Учебно-методические материалы для проведения практических занятий/сост. В.В. Андреев. - СПб: Горный университет, 2018. - 23 с.

[https://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1544188794.pdf](https://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1544188794.pdf)

2. Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС: Методические указания к курсовой работе /сост. В.В. Андреев. - СПб: Горный университет, 2018. - 23 с.

[https://ior.spmi.ru/system/files/kr/kr\\_1619523761.pdf](https://ior.spmi.ru/system/files/kr/kr_1619523761.pdf)

## 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)

3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>.

7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <https://www.rsl.ru>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий**

Лекционная аудитория: мультимедийный проектор – 1 шт.; стол – 45 шт.; стул – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

#### **8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий**

Лаборатории оснащены оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

Компьютерный класс:

28 посадочных мест, комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (возможность доступа к сети «Интернет») – 1 шт., стол компьютерный – 16 шт., стол – 2 шт., стул – 28 шт., компьютер для студентов – 18 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Аудитория:

90 посадочных мест, Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 45 шт., стул – 92 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от

20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)



Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)