

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института:  
\_\_\_\_\_ М.А. Легчанов  
подпись  
«20» мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ОД.2 «ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки : 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль): «Тепловые электрические станции»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023, 2024, 2025

Выпускающая кафедра АТС

Кафедра-разработчик АТС

Объем дисциплины 180 час./5 з.е.

Промежуточная аттестация: экзамен

Разработчик: Каратушина И.В. к.т.н., доцент

Нижний Новгород  
2025 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 143 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ

- протокол от 25.05.2023 г. № 22 (для 2023 года приема)
- протокол от 21.05.2024 г. № 16 (для 2024 года приема)
- протокол от 17.12.2024 г. № 6 (для 2025 года приема)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от « 19 » мая 2025 г. № 4 ).

Заведующий кафедрой  
«Атомные и тепловые станции», д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ С.М.  
Дмитриев (подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от « 20 » мая 2025 г. № 2 ).

Председатель Совета ИЯЭиТФ,  
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ М.А. Легчанов  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 13.03.01-г-41  
Начальник методического отдела УМУ \_\_\_\_\_  
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Кабанина Н.И.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	3
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	3
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП .....	5
5. Структура и содержание дисциплины .....	7
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	13
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	18
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	20
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз .....	22
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	22
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	23
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	32

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** овладение профессиональными знаниями в области проектирования тепловых схем ТЭС и АЭС

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

1.2.1 изучение оборудования и систем, определяющих работу тепловой и атомной электростанции;

1.2.2 изучение типовых методик расчёта тепловых схем ТЭС и АЭС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) «Тепловые и атомные электрические станции» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Тепловые и атомные электрические станции» являются «Техническая термодинамика», «Механика жидкости и газа».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Турбомашины электрических станций», «Котельные установки энергоблоков» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Тепловые и атомные электрические станции» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности):

**ПКС-2** «Способен проводить технические расчеты по типовым методикам и выполнять проектные графические материалы без использования и с использованием специальных компьютерных программ, читать тепловые, электрические и другие технологические схемы»

**ПКС-4** «Способен применять в профессиональной деятельности знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики, свойств конструкционных материалов с учётом динамических и тепловых нагрузок и организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС»

**Таблица 1- Формирование компетенции ПКС-2 по дисциплинам**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	5	6	7	8	
Начертательная геометрия и инженерная графика	x	x						
Компьютерная графика			x					
Тепловые и атомные электрические станции				x				
Электротехника и электроника				x	x			
Циркуляционные насосы для электрических станций					x			
Особенности расчёта гидравлической части насосов для электрических станций					x			
Проектная практика					x			

<i>Турбوماшины электрических станций</i>					x	x	
<i>Котельные установки энергоблоков</i>					x	x	x
<i>Физика ядерных реакторов</i>						x	
<i>Электрооборудование электростанций</i>						x	
<i>Преддипломная практика</i>							x
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>							x

**Таблица 2- Формирование компетенции ПКС-4 по дисциплинам**

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования дисциплины</i>				
	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>Механика жидкости и газа</i>	x				
<i>Тепловые и атомные электрические станции</i>		x			
<i>Электротехника и электроника</i>		x	x		
<i>Циркуляционные насосы для электрических станций</i>			x		
<i>Тепловые сети</i>					x
<i>Турбوماшины электрических станций</i>			x	x	
<i>Котельные установки энергоблоков</i>			x	x	x
<i>Физика ядерных реакторов</i>				x	
<i>Электрооборудование электростанций</i>				x	
<i>Водоподготовка</i>				x	
<i>Технология топлива и энергетических масел</i>				x	
<i>Режимы работы атомных и тепловых электрических станций</i>					x
<i>Надежность и долговечность элементов энергооборудования</i>					x
<i>Проектная практика</i>			x		
<i>Преддипломная практика</i>					x
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>					x

*Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 3.*

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 3- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<p><b>ПКС-2</b> Способен проводить технические расчеты по типовым методикам и выполнять проектные графические материалы без использования и с использованием специальных компьютерных программ, читать тепловые, электрические и другие технологические схемы</p>	<p><b>ИПКС-2.1.</b> Проводит технические расчеты по типовым методикам с анализом и оформлением полученных результатов, согласно которым выполняет графические работы по выданному заданию.</p>	<p><b>Знать</b> - типовую методику расчёта тепловых схем</p>	<p><b>Уметь</b> - проводить расчёт тепловой схемы паротурбинной установки тепловой и атомной станции по типовой методике с графическим оформлением полученных результатов с использованием специальных компьютерных программ</p>	<p><b>Владеть</b> - знаниями соответствующего физико-математического аппарата для решения задач в области проектирования и расчёта тепловых схем</p>	<p>Задания к практическим работам по разделам, выполнение курсовой работы, тесты из банка вопросов (302 вопроса)</p>	<p>Вопросы для устного собеседования на экзамене (71 вопрос)</p>
	<p><b>ИПКС-2.2</b> Демонстрирует навыки и умения чтения тепловых, электрических и других технологических схем.</p>	<p><b>Знать</b> - тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе и оборудование, оборудование, входящее в их состав.</p>	<p><b>Уметь</b> - читать тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе</p>	<p><b>Владеть</b> - знаниями о структуре тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе</p>		
<p><b>ПКС-4</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики, свойств конструкционных материалов с учётом динамических и тепловых нагрузок и организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС</p>	<p><b>ИПКС-4.1</b> Применяет знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики в профессиональной деятельности.</p> <p><b>ИПКС-4.2</b> Применяет знания организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС в профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать</b> - термодинамические процессы, протекающие в элементах тепловой схемы</p>	<p><b>Уметь</b> - анализировать результаты расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации</p>	<p><b>Владеть</b> - знаниями основ термодинамики и тепломеханики при проектировании тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе</p> <p><b>Владеть</b> - знаниями технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях</p>		

Освоение дисциплины причастно к ТФ В/01.6 (ПС 16.065 «Специалист в области проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей»), ТФ А/02.6 – «Анализ технического состояния тепломеханического оборудования, технологических систем и трубопроводов» (24.083 «Специалист - теплоэнергетик атомной станции»), решает задачу проведения

расчетов по типовым методикам, проектирования технологического оборудования с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. 180 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 4.

*Таблица 4 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам*

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час
	Всего час.
<b>Формат изучения дисциплины</b>	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>76</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	34
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>8</b>
курсовая работа	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>77</b>
курсовая работа (подготовка)	36
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	41
<b>3. Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

**Таблица 5 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>5 семестр</b>									
ПКС - 4 ИПКС – 4.1 ИПКС – 4.2	<b>Раздел 1 Введение. Основные понятия.</b>								
	Тема 1.1 Состояние и перспективы развития атомной энергетики в России	1			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7, стр. 13 – 18 п. 4 табл. 7, стр. 16 – 24 п. 1 табл. 8 РПД			
	Тема 1.2 Классификация АЭС	4			1	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7, стр. 93 – 99 п. 3 табл.7, стр. 109 – 119			
	Тема 1.3 Классификация ТЭС	1			1	подготовка к лекциям п. 2 табл. 8, стр. 34-48			
	Тема 1.4 Ядерный реактор и паровой котёл как источники тепла на АЭС и ТЭС. Преобразование энергии в контурах ТЭС и АЭС.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7 тр. 27 – 51 , 78-80, п. 2 табл. 8, стр. 34-48			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				3				
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>8</b>	-	-	<b>3</b>				
	<b>Раздел 2 Основные контура и системы и входящее в них оборудование</b>								
Тема 2.1 Генераторы пара и горячей воды на различных типах ядерных источников энергии (общие сведения).	1			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7, стр. 206-214				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПКС - 4 ИПКС – 4.1 ИПКС – 4.2	<b>Тема 2.2</b> Система острого пара. Варианты тепловой схемы, основные элементы. Особенности технической реализации систем острого пара с параметрами насыщенного и перегретого пара.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 425 – 426, п.1 табл. 7, стр. 149-153			
	<b>Тема 2.3</b> Трубопроводы и арматура	1			1	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 406 – 427			
	<b>Тема 2.4</b> Паровая турбина как один из основных элементов тепловой схемы. Классификация паровых турбин. Эффективность работы пара в турбине	2			0,5	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 353-363			
	<b>Практическое занятие №1</b> Редукционные и редукционно-охладительные установки в составе тепловых схем ТЭС и АЭС.			1	1	подготовка к ПЗ п. 4 табл. 7, стр. 422– 225			
	<b>Тема 2.5</b> Термодинамические циклы ЯЭУ. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность ЯЭУ. Взаимодействие начальных параметров пара с основными параметрами ядерного реактора	2			2	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 59-65; п. 6 табл.7, стр. 25-40			
	<b>Тема 2.6</b> Конденсатор паровой турбины и обслуживающие его системы.	2			2	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 203-222			
	<b>Практическое занятие №1</b> Методы очистки теплопередающих поверхностей конденсатора от отложений			3	1,5	подготовка к ПЗ п. 4 табл. 8, стр. 238-252			
	<b>Практическое занятие №2</b> Варианты систем технического водоснабжения			3	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 7, стр. 310-323			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПКС - 4 ИПКС – 4.1 ИПКС – 4.2	<b>Тема 2.7</b> Блочная обессоливающая установка. Роль конденсатоочистки для нормального функционирования установки.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7, стр. 73-87			
	<b>Тема 2.8</b> Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС и АЭС. Выбор условий, определяющих оптимальную общую экономичность регенеративного подогрева.	2			2	подготовка к лекциям п. 1 табл. 7, стр. 61-84			
	<b>Практическое занятие №1</b> Регенеративные подогреватели высокого и низкого давлений.			2	2	подготовка к ПЗ п. 1 табл.7, стр. 108-126			
	<b>Тема 2.9.</b> Деаэратор и обслуживающие его системы	3			2	подготовка к лекциям п. 1 табл. 7, стр. 126-137			
	<b>Тема 2.10</b> Насосы в составе тепловой схемы. Схемы подключения. Регулирование расхода питательной воды, питательный клапан. Определение напора и расхода перекачиваемой воды.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 4 табл.7, стр. 398-406			
	<b>Тема 2.11</b> Испарительные и теплофикационные установки на АЭС.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 4 табл. 7, стр. 296-298, п. 1 табл. 7, стр. 153-160			
	<b>Практическое занятие №1</b> Использование выпарных аппаратов в составе АЭС			3	1,5	подготовка к ПЗ п.5 табл. 8, стр.9-15,19-20; п. 10 табл. 8, стр 280-292			
	<b>Тема 2.12</b> Балансы теплоты, теплоносителя и рабочего тела на ТЭС и АЭС.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 2 табл. 7, стр. 34-37			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				20				
	Итого по 2 разделу	23		12	20				
	<b>Раздел 3 Основы расчёта тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС и АЭС</b>								
	Тема 3.1 Выбор и обоснование расчётной схемы	2			0,5	подготовка к лекциям п. 1 табл. 7, стр. 169-195			
	Практическое занятие №1 Определение количества ПНД и ПВД в составе тепловой схемы			1	1	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 14-15			
	Практическое занятие №2 Определение дифференциальных напоров КН, ПН, ДН			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл.9, стр. 18			
	Тема 3.2 Построение процесса расширения пара в турбине	1			0,5	подготовка к лекциям п. 1 табл. 9, стр. 10-14			
	Практическое занятие №1 Определение параметров i-s диаграммы и параметров отборного пара. Особенности конструктивного исполнения турбин и процессов расширения пара в них.			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 10-14			
	Тема 3.3 Определение параметров нагреваемой и греющей сред в элементах тепловой схемы								
	Практическое занятие №1 Определение параметров нагреваемой среды			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 19			
	Практическое занятие №2 Определение			3	2,5	подготовка к ПЗ			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ПКС - 2 ИПКС – 2.1 ИПКС – 2.2	параметров греющей среды					п. 1 табл. 9, стр. 19			
	<b>Тема 3.4</b> Материальный и тепловой баланс элементов тепловой схемы								
	<b>Практическое занятие №1</b> Составление уравнений материального баланса элементов тепловой схемы			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 26-290			
	<b>Практическое занятие №2</b> Составление уравнений теплового баланса для подогревателей поверхностного и смешивающего типов			3	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 23-25			
	<b>Тема 3.5</b> Определение расхода пара на турбину и показателей тепловой экономичности ПТУ и энергоблока АЭС								
	<b>Практическое занятие №1</b> Определение коэффициентов недовыработки электроэнергии и расхода пара на турбину			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 29-30			
	<b>Практическое занятие №2</b> Определение показателей тепловой экономичности ПТУ и энергоблока			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 9, стр. 30-33			
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b>				<b>18</b>				
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>3</b>		<b>22</b>	<b>18</b>				
	<b>Курсовая работа (КР)</b>				<b>36</b>				
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>77</b>				

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **6.1.1 Примерная тематика курсовых работ**

1. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором ВВЭР заданной электрической мощности.
2. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором РБМК заданной электрической мощности.
3. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором БН заданной электрической мощности.
4. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором ВВЭР заданной электрической мощности.
5. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором ВГМ заданной электрической мощности.
6. Расчет тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором БРЕСТ заданной электрической мощности.

#### **6.1.2 Тесты в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning (302 вопроса) для промежуточного контроля знаний.**

#### **6.1.3 Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям:**

1. Какое соотношение определяет связь между массой и энергией покоящегося тела?
2. Опишите модель строения атома.
3. Что такое изотоп?
4. Что такое дефект массы?
5. Дайте определение реактора на быстрых нейтронах.
6. Какие изотопы называются делящимися?
7. Что такое коэффициент воспроизводства?
8. Что такое эффективный коэффициент размножения нейтронов?
9. Как можно управлять цепной реакцией деления?
10. Для чего в реактор при перегрузке загружают ядерное топливо в количестве, превышающем критическую массу?
12. Что называется ядерным топливом?
13. Какие виды ядерного топлива используются в ядерных реакторах?
14. Для чего необходимо обогащать уран?
15. Почему отработавшее ядерное топливо после выгрузки из реактора выдерживают несколько лет в бассейнах под слоем воды?
16. Что называется атомной станцией?
17. На какие виды подразделяются атомные станции?
18. Для чего в схеме АЭС предусмотрен теплоноситель?
19. Опишите технологический процесс производства электроэнергии на АЭС.
20. Опишите технологический процесс производства электроэнергии на ТЭС.
21. Какие схемы АЭС называются одноконтурными?
22. Что такое ядерный реактор?
23. Опишите тепловой баланс для двухконтурной АЭС с водным теплоносителем.
24. Тепловой баланс котельной установки.
25. Почему при использовании высокотемпературных реакторов или реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем КПД АЭС выше, чем для водного теплоносителя?
26. Что такое КИУМ?

27. Основные способы увеличения КПД конденсационной и теплофикационной ПТУ АЭС.
28. Энергосбережение.
29. Структура тепловой схемы АЭС.
30. Оптимизация общей экономичности регенеративного подогрева питательной воды.
31. Техничко-экономические показатели различных систем технического водоснабжения.
32. Методы очистки конденсаторов турбин от отложений.
33. Баланс воды и примесей в пароводяном контуре ТЭС и АЭС.
34. Назначение и принцип действия выпарного аппарата.
35. Сравнение тепловой экономичности различных типов блоков АЭС.
36. Потери энергии в процессе преобразования энергии связи нуклидов в электрическую энергию и тепло.
37. Принципиальные схемы АСТ.
38. Преобразование энергии в контурах и системах ТЭС и АЭС.
39. Подогреватели собственных нужд станции. Варианты тепловых схем.
40. Опишите принцип работы паровых активных и реактивных турбин.
41. Чем обусловлены внутренние и внешние потери энергии в турбине?
42. Зачем в мощных турбоустановках применяют промежуточный перегрев пара?
43. Какие функции на ТЭС и АЭС выполняют электрогенератор и трансформатор?
44. Для чего в паротурбинной установке используется регенеративный подогрев питательной воды и как он осуществляется?
45. Что такое деаэрация конденсата и в каких аппаратах она осуществляется?

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов<sup>16</sup>.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Зачет</b>
41-50	Отлично	зачет
31-40	Хорошо	
21-30	Удовлетворительно	
0-20	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по

вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23).

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<p><b>ПКС-2</b> Способен проводить технические расчеты по типовым методикам и выполнять проектные графические материалы без использования и с использованием специальных компьютерных программ, читать тепловые, электрические и другие технологические схемы</p>	<p><b>ИПКС-2.1.</b> Проводит технические расчеты по типовым методикам с анализом и оформлением полученных результатов, согласно которым выполняет графические работы по выданному заданию.</p>	<p>не освоил типовую методику расчёта тепловых схем ТЭС и АЭС; не способен правильно графически построить процесс расширения пара в турбине; не способен составить уравнения материального и теплового баланса элементов тепловой схемы; не способен оформить и проанализировать полученные результаты</p>	<p>частично освоил типовую методику расчёта тепловых схем ТЭС и АЭС; не твердо знает алгоритм графического построения процесса расширения пара в турбине, не всегда может объяснить взаимосвязь параметров оборудования тепловой схемы, не всегда верно составляет уравнения теплового и материального баланса элементов схемы, слабо разбирается в показателях тепловой экономичности ПТУ и станции в целом.</p>	<p>знает типовую методику расчёта тепловой схемы, может объяснить взаимосвязь параметров элементов схемы, может подобрать и скомпоновать оборудование тепловой схемы, разбирается в показателях тепловой экономичности ПТУ и станции в целом, испытывает затруднения в анализе полученных результатов с целью оптимизации тепловой схемы.</p>	<p>уверенно знает типовую методику расчёта тепловых схем, особенности компоновки и расчета элементов оборудования, участков тепловых схем в целом; может объяснить взаимосвязь начальных параметров пара с показателями тепловой экономичности ПТУ, анализировать результаты расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации; знает состав тепловой схемы, функциональное назначение и конструкцию основных элементов тепловой схемы и процессы, протекающие в них.</p>
	<p><b>ИПКС-2.2</b> Демонстрирует навыки и умения чтения тепловых, электрических и других технологических схем.</p>	<p>не знает тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе и оборудование, входящее в их состав; не способен читать тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе; не знает структуру тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе</p>	<p>неуверенно знает тепловые схемы электростанций на органическом и ядерном топливе и оборудование, входящее в их состав: допускает ошибки в чтении тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе; имеет представление о структуре тепловых схем ТЭС и АЭС</p>	<p>допускает незначительные ошибки, при составлении и чтении тепловых схем и выборе оборудования, грамотно анализирует тепловые потоки и преобразование энергии в элементах схемы, допуская незначительные неточности</p>	<p>уверенно составляет и читает тепловые схемы для ТЭС и АЭС различных типов; грамотно подбирает основное оборудование тепловых схем; анализирует и предлагает оптимальную компоновку оборудования, безошибочно анализирует тепловые потоки и преобразование энергии в элементах схем.</p>

<p><b>ПКС-4</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики, свойств конструкционных материалов с учётом динамических и тепловых нагрузок и организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС</p>	<p><b>ИПКС-4.1</b> Применяет знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики в профессиональной деятельности.</p> <p><b>ИПКС-4.2</b> Применяет знания организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС в профессиональной деятельности</p>	<p>не знает и не понимает термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в элементах тепловой схемы и не умеет анализировать результаты расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации; не владеет знаниями основ термодинамики и тепломеханики при проектировании тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе.</p> <p>не знает технологические схемы производства электрической и тепловой энергии на ТЭС и АЭС; не имеет представление о принципиальных схемах энергоблоков с различными типами ядерных реакторов; не знает функционального назначения и принципа работы оборудования и отдельных устройств в составе тепловых схем ПТУ энергоблоков.</p>	<p>неуверенно знает и отчасти не понимает термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в элементах тепловой схемы и ошибается в анализе результатов расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации; показывает знания основ термодинамики и тепломеханики при проектировании тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе.</p> <p>неуверенно определяет последовательность технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях, уверенно знает функциональное назначение оборудования и отдельных устройств в тепловых схемах паротурбинных установок, неуверенно ориентируется в принципиальных схемах энергоблоков с различными типами ядерных реакторов.</p>	<p>знает и понимает термодинамические процессы, допуская незначительные ошибки в представлении циклов преобразования энергии, протекающих в элементах тепловой схемы и в анализе результатов расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации; уверенно использует знания основ термодинамики и тепломеханики при проектировании тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе.</p> <p>владеет знаниями технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях, допускает незначительные ошибки в последовательности ведения технологического процесса; уверенно знает функциональное назначение и конструкцию основных элементов тепловой схемы, и принципиальные схемы энергоблоков с различными типами ядерных реакторов.</p>	<p>уверенно знает и правильно понимает термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках; безошибочно использует знания основ термодинамики и тепломеханики при проектировании тепловых схем электростанций на органическом и ядерном топливе.</p> <p>уверенно знает технологические схемы производства электрической и тепловой энергии; принципиальные схемы энергоблоков с различными типами ядерных реакторов; функциональное назначение и принципы работы оборудования и отдельных устройств в составе тепловых схем ПТУ энергоблоков.</p>
---	--	---	--	---	--

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всесторонние систематические и глубокие знания материалов изученной дисциплины, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

*Таблица 7 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий*

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1 Основная литература</b>		
1	Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. Учебник Гриф Министерства образования РФ, М.: Изд. дом МЭИ, 2008 – 424с.	8
2	Стерман, Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. - 6-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html</a> (дата обращения: 02.12.2021).	Электронное издание
3	Проскуряков, К. Н. Ядерные энергетические установки : учебное пособие для вузов/ Проскуряков К. Н. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-001269-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html</a> (дата обращения: 02.12.2021).	Электронное издание

4	Зорин, В. М. Атомные электростанции : учебное пособие / Зорин В. М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01178-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html</a> (дата обращения: 02.12.2021).	Электронное издание
5	М. С. Алхутов и др.; Под общ. ред. А.В.Клименко, В.М.Зорина Теплоэнергетика и теплотехника. Справочник в 4-х кн. Книга 3: Тепловые и атомные электростанции М.: Изд-во МЭИ, 2003 – 645с.	19
<b>2 Дополнительная литература</b>		
6	Александров А.А.Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие Гриф Министерства образования РФ М.: Изд. дом МЭИ, 2006-	8
7	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 1; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с.	23
8	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с.	33
9	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с	49
10	Дмитриев, С. М. Основное оборудование АЭС : учеб. пособие / С. М. Дмитриев, Д. Л. Зверев, О. А. Бых, Ю. К. Панов, Н. М. Сорокин, В. А. Фарафонов - Минск : Выш. шк. , 2015. - 288 с. - ISBN 978-985-06-2520-5. – Текст: электронный//ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9789850625205.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9789850625205.html</a> (дата обращения: 15.12.2021)	Электронное издание

## 7.2. Справочно-библиографическая литература.

**Таблица 8– Список справочно-библиографической и научной литературы**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	Нигматулин, Б. И. Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970-2018-2040 (2050) гг / Б. И. Нигматулин. - Москва : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01434-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014349.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014349.html</a> (дата обращения: 03.12.2021).	Электронное издание
2	Под редакцией А.Д.Трухня Современная теплоэнергетика (Том1). Учебник для вузов,М.: Издательский дом МЭИ, 2008 – 472 с,	7
3	Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции : Учебник / Т.Х. Маргулова. - 4-е изд.,перераб.и доп. - М. : Высш.шк., 1984. - 304 с. : ил. - Библиогр.:с.301. - 1-20.	11
4	Бродов Ю.М., Савельев Р.З. Конденсационные установки паровых турбин. Учебн.пособие для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1994. – 288 с. ISBN 5-283-00162-8	11

5	Безносов А.В. Основное оборудование АЭС с ВВЭР/ А.В.Безносов, Л.А. Зверева, В.А. Фарафонов – Горький, ГПИ, 1981 г.- 83с.	20
6	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАТ, 2010. – 776 с.	12
7	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАТ, 2013. – 688 с.	17
8	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАТ, 2014. – 688 с.	28
9	<a href="http://www.niaep.ru/">http://www.niaep.ru/</a> АЭП <a href="http://www.okbm.nnov.ru/">http://www.okbm.nnov.ru/</a> ОКБМ <a href="http://www.rosenergoatom.ru/">www.rosenergoatom.ru/</a> Росэнергоатом	Интернет-ресурс
10	Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. Учебник для втузов. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.	3
11	Александров А.А Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник Гриф Министерства образования РФМ.: Изд. дом МЭИ, 2006	25

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

**Таблица 9– Список методических указаний и рекомендаций**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>Методические указания, разработанные преподавателями</b>		
1	Каратушина И.В. Расчёт тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС и АЭС. Методические указания к выполнению курсовой работы, Н.Новгород, НГТУ, 2019 – 34с.	95
2	Каратушина И.В. Принципиальные схемы ЯЭУ атомных электростанций и энергетических установок. Методические указания к практическим занятиям, Н.Новгород, НГТУ, 2021 – 56с.	140

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

- 1) Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;
- 2) Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;
- 3) Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;
- 4) Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### **8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;

- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web/>;

На странице сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»»;

- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»».

**Таблица 10 – Перечень электронных библиотечных систем**

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

Кроме того, с сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Scopus Preview, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;

- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal/>;

- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки

ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

### **8.2. Перечень программного обеспечения**

В таблице 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

**Таблица 11 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 13 раздела 10 настоящей РПД.

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 12 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Тепловые и атомные электрические станции» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 13.

**Таблица 13 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236 Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска меловая. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500; Экран.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО) Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
3	5214 Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	Рабочее место студента – 28 Доска меловая; ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
			лицензии: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО; - Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО; • MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ПКС-2, 4.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- работа на семинарах и коллоквиуме.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (семинары, коллоквиум, работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенций ПКС-2, ПКС-4 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть);
- при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

### **11.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенции ПКС-2, ПКС-4. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям, коллоквиуму и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

В начале каждого лекционного занятия отводится время на повторение основных моментов предыдущей лекции и ответов на вопросы, возникшие в результате самостоятельной проработки лекционного материала.

В конце каждой лекции также отводится дополнительное время для ответа на вопросы, возникающие у студентов в процессе прослушивания лекции.

Данная стратегия ведения лекций позволяет устранить пробелы в понимании, возникающие на разных этапах восприятия лекционного материала.

Для более глубокого понимания теории в конце каждой лекции студентам предлагаются ссылки на литературу или электронные ресурсы, дающие более детальное описание рассматриваемых проблем.

**Критериями оценки** результатов работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- правильность и чёткость постановки вопроса.

Степень усвоения теоретических знаний, полученных на лекциях, проверяется в конце семестра процедурой тестирования в системе управления обучением НГТУ им. Р.Е.Алексеева «eLearning Server», а также на экзамене.

### **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.**

Практические занятия направлены на формирование навыков решения практических задач, применяя полученные теоретические знания, а также навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПКС-2, ПКС 4 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр

Цели практических занятий:

1. помочь студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
2. научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий;
3. научить их работать с информацией, книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
4. формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

**Целью практических занятий является:**

- расширение и углубление знаний студентов об атомных и тепловых электростанциях и установках в целом, в первую очередь тепловых схемах ТЭС и АЭС;
- овладение навыками выполнения расчетных работ по тепловым схемам.

В начале каждого практического занятия проводится проверка домашнего задания, разбор коллективных и индивидуальных вопросов, затем - объяснение теоретического материала, необходимого для выполнения практического задания в аудитории.

Тематика аудиторных практических работ по теме 3 «Основы расчёта тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС и АЭС» соответствует содержанию курсовой работы.

**Критериями оценки** результатов работы студента на практическом занятии являются:

- умение студента использовать приобретённые теоретические знания при выполнении домашних заданий;
- сформированность умений и навыков;
- уровень освоения студентом учебного материала,
- обоснованность и чёткость изложения ответа.
- полнота и качество информации в сообщении по заданной вопросу.
- свободное владение материалом сообщения;
- логичность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями;

Степень сформированности умений и навыков по выполнению расчёта тепловой схемы оценивается выполнением текущих домашних заданий и курсовой работы.

В начале каждого практического занятия проводится опрос домашнего задания, а также объяснение теоретического материала, необходимого для выполнения общих и индивидуальных практических заданий в аудитории.

Наряду с общими домашними заданиями, студенты выполняют индивидуальные задания, по которым готовят сообщения с последующим выступлением на практическом занятии.

#### **11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 7.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 13). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть

использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### **11.5. Методические указания для выполнения курсовой работы**

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

#### 11.5.1 Цель курсовой работы

Выполнение студентом курсовой работы по дисциплине проводится с целью:

##### 1. Формирования умений:

- систематизировать полученные знания и практические умения по дисциплине;
- осуществлять поиск, обобщать, анализировать необходимую информацию;
- проводить расчёт тепловой схемы АЭС с реакторами различных типов.

##### 2. Формирования навыков:

- составление тепловых схем для паротурбинной установки АЭС различных типов;
- расчёта тепловой схемы по типовой методике.

#### 11.5.2 Задачи курсовой работы

Задачами курсовой работы являются:

- поиск, обобщение, анализ необходимой информации;
- разработка материалов в соответствии с заданием на курсовую работу;
- оформление курсовой работы в соответствии с заданными требованиями;
- выполнение графической части курсовой работы;
- подготовка и защита курсовой работы

#### 11.5.3 Структура курсовой работы

1. Задание на курсовую работу.
2. Содержание.
3. Введение.
4. Описание установки (прототипа).
5. Выбор и обоснование расчетной схемы.
6. Определение потоков пара и воды в элементах тепловой схемы.
7. Показатели тепловой экономичности.
8. Заключение (Выводы).
9. Список литературы.
10. Приложения

#### 11.5.4 Порядок выполнения курсовой работы

##### 1. Выбор темы курсовой работы

Тема курсовой работы «Расчёт тепловой схемы паротурбинной установки АЭС с реактором ...». Номенклатура АЭС: АЭС с реактором ВВЭР (ВБЭРРБМК, БН, БРЕСТ, ВГМ).

Конкретный тип реактора и его электрическая мощность определяется преподавателем.

Студент может изменить исходные данные курсовой работы, согласовав с преподавателем, обосновав при этом необходимость этого изменения. Самостоятельно изменить тему и исходные данные студент не может.

Задание на курсовую работу выдает преподаватель в начале обучения (1-2 недели).

Преподаватель составляет и доводит до сведения студентов:

- Календарный план выполнения студентами курсовых работ(проектов).
- График индивидуальных консультаций для студентов.

### ***Примерная тематика курсовых работ***

№№ пункта	Тип реактора	Мощность (электр.),	Давление в конденсаторе,	Давление в деаэраторе,	Параметры пара перед турбиной,	
		$N_{эл.}$ , МВт	$P_k$ , МПа	$P_d$ , Мпа	$p$ , Мпа, $T_0$ , °С	$t_0$ , °С
1	БН	850	0,006	1,2	5,0	492
2	ВВЭР	440	0,005	1,0	5,6	300
3	РБМК	1600	0,004	1,2	6,7	283
4	ВГМ	270	0,006	0,6	6,5	550
5	БРЕСТ	550	0,007	1,0	8,5	510
6	БН	1000	0,005	0,9	5,3	490
7	ВВЭР	500	0,004	0,8	5,7	272
8	ВВЭР	490	0,0045	0,9	6,6	304
9	ВГМ	175	0,0055	0,95	7,5	560
10	БН	650	0,0035	0,8	6,2	510
11	ВВЭР	1150	0,006	0,7	6,6	282
12	ВГМ	300	0,004	0,65	7,0	543
13	БРЕСТ	350	0,005	0,7	6,6	570
14	РБМК	1100	0,0045	0,9	6,9	295
15	ВВЭР	610	0,0065	1,0	7,0	305
16	БН	770	0,0055	0,65	4,8	496
17	БРЕСТ	270	0,006	1,2	7,5	520
18	ВВЭР	1600	0,0045	0,9	7,5	290
19	РБМК	900	0,0055	1,0	6,6	282
20	ВГМ	120	0,006	1,1	5,9	545

#### ПРИМЕЧАНИЕ

1. Параметры и тип оборудования могут уточняться в процессе проектирования только по согласованию с преподавателем.

2. В объем курсовой работы согласно Методическим указаниям должны входить следующие разделы:

- выбор прототипа тепловой схемы и параметров основного оборудования (13.09);
- выбор и обоснование расчетной схемы (20.09);
- расчет параметров конденсатного и питательного насосов (27.09);
- построение i-s диаграммы процесса расширения пара в турбине (04.10);
- определение параметров нагреваемой среды (11.10);
- определение параметров греющей среды (18.10);
- определение параметров отборного пара (25.10);
- составление и решение уравнений материального и теплового баланса элементов тепловой схемы (01.11);
- определение расхода пара на турбоустановку и по элементам тепловой схемы (15.11);
- чертеж тепловой схемы с указанием параметров (22.11);
- определение показателей тепловой экономичности установки и энергоблока АЭС (29.11);
- выводы о проделанной работе (29.11).

3. Сдача курсовой работы на проверку не позднее 13.12.

4. Защита курсовой работы до 25.12.

В скобках указан срок выполнения соответствующего раздела курсовой работы.

Консультации по курсовой работе проводятся еженедельно во вне учебное время, которое согласуются с расписанием.

#### 2. Разработка содержания курсовой работы

Этот раздел подробно изложен в Методических указаниях по выполнению курсовой работы (см. раздел 6)

#### 3. Правила оформления курсовой работы

Объем курсовой работы должен составлять не менее 20-25 страниц, без учета приложений.

Курсовая работа оформляется в соответствии с требованиями стандарта предприятия СК-СТО1-У-37.3-16-11 «Общие требования к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов».

Набор текста производится в текстовом редакторе Microsoft Word шрифтом Times New Roman размером 12 pt через 1,5 интервала или 14 pt через 1 интервал. Рекомендуемое значение поля страницы: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижние 20 мм.

Текст курсовой работы должен быть разбит на составные части. Разбивка текста производится делением его на главы (разделы) и параграфы (подразделы). В содержании работы не должно быть совпадения формулировок названия одной из составных частей с названием самой работы, а также совпадения названий глав и параграфов (разделов и подразделов). Названия глав (разделов) и параграфов (подразделов) должны отражать их основное содержание и раскрывать тему работы.

Наименование глав (разделов) должно быть кратким и записываться в виде заголовков (в красную строку) жирным шрифтом, без подчеркивания и без точки в конце. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Заголовки должны четко и кратко отражать содержание глав (разделов), параграфов (подразделов).

Каждая глава (раздел) пояснительной записки начинается с нового листа (страницы).

Расстояние между заголовком главы (раздела) и текстом – один дополнительный междустрочный интервал. Между параграфом (подразделом) и текстом дополнительный интервал не ставится.

Текст курсовой работы оформляется без переносов в словах.

Нумерация страниц курсовой работы и приложений, входящих в состав этой курсовой работы, должна быть сквозная.

Титульный лист не включается в общую нумерацию страниц.

В основной части курсовой работы должны присутствовать таблицы, схемы, графики с соответствующими ссылками и комментариями.

Все иллюстрации, помещаемые в курсовую работу, должны быть тщательно подобраны, четко выполнены. Рисунки и диаграммы должны иметь прямое отношение к тексту, без лишних изображений и данных, которые не поясняются.

Количество иллюстраций в курсовой работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. На все иллюстрации должны быть ссылки в тексте курсовой работы. Наименования, приводимые в тексте и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

Размещаемые в тексте иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами. Например: *Рисунок 1*, *Рисунок 2* и т.д. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах главы (раздела). В этом случае номер иллюстрации должен состоять из номера раздела (главы) и порядкового номера иллюстрации, например, *Рисунок 1.1.*, *Рисунок 1.2.*

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным и кратким. Лишь в порядке исключения таблица может не иметь названия.

Таблицы в пределах всей работы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией, перед которыми записывают слово *Таблица*. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенные точкой.

*Пример:*

Таблица 2 – Предельные величины разброса угловой скорости автомобилей, %

Категория автомобиля	бвое ускорение автомобиля $w_v$ , $m/c^2$		
	1	2	4
$M_1$	10	30	80

M <sub>2</sub> , N <sub>1</sub>	10	20	60
M <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> , N <sub>3</sub>	10	10	--

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово таблица в тексте пишут полностью, например: *в таблице 4*.

При переносе таблицы на другой лист (страницу), шапку таблицы повторяют и над ней указывают: *Продолжение таблицы 5*. Название таблицы помещают над первой частью таблицы.

Список используемой литературы оформляется в соответствии с правилами, предусмотренными государственными стандартами (ГОСТ 7.1–2003. БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ. БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ).

Список литературы включает в себя:

- нормативные правовые акты;
- научную литературу и материалы периодической печати;

Для всей литературы применяется сквозная нумерация.

В приложениях курсовой работы помещают материал, дополняющий основной текст.

Приложениями могут быть:

- графики, диаграммы;
- таблицы большого формата;
- статистические данные;
- фотографии;
- процессуальные (технические) документы и/или их фрагменты и т.д.

В основном тексте на все приложения должны быть даны ссылки.

Приложения располагают в последовательности ссылок на них в тексте.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова "Приложение" следует буква, обозначающая его последовательность. Например - Приложение Б.

Все приложения должны быть перечислены в содержании курсовой работы с указанием их номеров и заголовков.

#### 4. Процедура защиты курсовой работы

Курсовая работа, выполненная с соблюдением рекомендуемых требований, оценивается и допускается преподавателем к защите. Защита проводится до начала зачета по дисциплине.

Защита курсовой работы проводится на последнем занятии по дисциплине, защиту курсовой работы оценивает преподаватель. По усмотрению преподавателя на защиту курсовой работы могут быть приглашены другие преподаватели, сотрудники, студенты университета.

Процедура защиты курсовой работы включает в себя ответы на вопросы преподавателя по материалам работы.

Работа студента оценивается дифференцированно с учетом качества ее выполнения, содержательности ответов на вопросы во время защиты.

Результаты защиты могут оцениваться по 4-х балльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Зачёт по дисциплине «Тепловые и атомные электростанции», выставляется только при условии успешной сдачи курсовой работы на оценку не ниже «удовлетворительно».

К защите курсовой работы предъявляются следующие требования:

1. Глубокая проработка теоретического материала на основе анализа учебной и научной литературы.
2. Умелая систематизация цифровых данных в виде таблиц и графиков с необходимым анализом, обобщением и выявлением тенденций развития исследуемых явлений и процессов.
3. Критический подход к изучаемым фактическим материалам с целью поиска направлений совершенствования деятельности.
4. Аргументированность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций.

5. Логически последовательное и самостоятельное изложение материала.
6. Оформление материала в соответствии с установленными требованиями.

#### 5. Критерии оценки курсовой работы

Оценка курсовой работы – это подведение итогов самостоятельной работы студента.

Критерии оценки:

- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала;
- правильность и полнота использования источников;
- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении расчёта тепловой схемы;
- сформированность аналитического мышления;
- степень овладения практическими умениями по расчёту тепловой схемы;
- оформление курсовой работы в соответствии с требованиями.

Критерии оценки и шкала оценивания курсовой работы и её защиты приведены в таблице 14.

**Таблица 14 – Критерии и шкала оценивания курсовой работы и её защиты**

	Оценка	
	Курсовой работы	Защиты
Оценка «отлично»	Оценку «отлично» получают работы, в которых содержатся элементы творчества, делаются самостоятельные выводы, самостоятельный анализ фактического материала на основе глубоких знаний литературы по данной теме.	Оценку «отлично» получает студент, показавший на защите курсовой работы глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент легко ориентируется, понятийным аппаратом, за умение связывать теорию с практикой, решать практические задачи, высказывать и обосновывать свои суждения. Отличная оценка предполагает грамотный и логический ответ на вопросы.
Оценка «хорошо»	Оценка «хорошо» ставится в том случае, когда в работе, выполненной на хорошем теоретическом уровне, полно и всесторонне освещаются вопросы, но нет должной степени творчества.	На защите студент получает оценку «хорошо», если студент полно освоил учебный материал, владеет понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
Оценка «удовлетворительно»	Оценку «удовлетворительно» заслуживают работы, в которых правильно освещены основные вопросы, но нет логически стройного их изложения, содержатся отдельные ошибочные положения.	За защиту курсовой работу студент получает оценку «удовлетворительно», если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновывать свои суждения.
Оценка «неудовлетворительно»	Оценку «неудовлетворительно» студент получает в случае, когда не может ответить на замечания преподавателя, не владеет материалом работы, не в состоянии дать объяснения выводам и теоретическим положениям, изложенным в работе	За защите студент получает оценку «неудовлетворительно», если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, искажает их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач. В данном случае студенту предстоит повторная защита курсовой работы.

#### **11.6. Рекомендации по подготовке к экзамену**

Формой промежуточного контроля успеваемости студента является экзамен. Сдача экзамена является ответственным этапом учебного процесса.

Бесспорным фактором успешного завершения очередного модуля является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего модуля.

К экзамену допускаются студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию, выполнившие тесты и защитившие курсовую работу.

В этом случае подготовка к экзамену будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

В начале модуля рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине.

Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки рефератов (сообщений) по отдельным темам, наиболее заинтересовавшие студента;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Кроме того, наличие перечня вопросов в период обучения позволит выбрать из предложенных преподавателем учебников наиболее оптимальный для каждого студента, с точки зрения его индивидуального восприятия материала, уровня сложности и стилистики изложения.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к зачёту (экзамену), а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Для систематизации знаний и понимания логики изучения предмета в процессе обучения рекомендуется пользоваться программой курса, включающей в себя разделы, темы и вопросы, определяющие стандарт знаний по каждой теме.

При подготовке к экзамену конструктивным является коллективное обсуждение выносимых на экзамен вопросов с сокурсниками, что позволяет повысить степень систематизации и углубления знаний.

Перед консультацией по предмету следует составить список вопросов, требующих дополнительного разъяснения преподавателем.

### ***11.7. Работа с библиотечным фондом***

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа многоаспектна и предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов, в том числе:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

При подготовке докладов, рефератов и иных форм итогов работы студентов, представляемых ими на практических занятиях, важным является формирование библиографии по изучаемой тематике. При этом рекомендуется использовать несколько категорий источников информации: учебные пособия для вузов, монографии, периодические издания, переводные издания, а также труды зарубежных авторов в оригинале.

Весь собранный материал следует систематизировать, выявить ключевые вопросы изучаемой тематики и осуществить сравнительный анализ мнений различных авторов по существу этих вопросов.

Конструктивным в этой работе является выработка умения обобщать большой объем материала, делать выводы. Весьма позитивным при этом также следует считать попытку студента выработать собственную точку зрения по исследуемой проблематике.

### **11.8. Работа с интернет-ресурсами**

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

Поиск и отбор информации рекомендуется вести с применением указанной в настоящем пособии литературы.

Используемые материалы студенты могут найти в Научно-технической библиотеке НГТУ, а также в читальном зале ИЯЭиТФ.

Выполнение рекомендаций изложенных в данных методических разработках обеспечит эффективность изучения темы занятия и существенно облегчит подготовку к зачету (экзамену).

Поскольку темы аудиторных занятий охватывают лишь отдельные аспекты курса, часть материала изучается на лекции и в процессе самостоятельной работы согласно Методическим материалам по обеспечению образовательного процесса НГТУ.

Работа на практическом занятии не освобождает студента от необходимости посещать лекции и работать самостоятельно.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**12.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

*Примеры типовых заданий:*

### **12.1.1. Типовые вопросы (задания) к практическим занятиям**

#### **Тема 2.2**

##### **Практическое занятие №1**

1. Назначение РУ(РОУ), БРУ (БРОУ) в составе тепловых схем АЭС и ТЭС.
2. Конструкция установок в составе ПТУ на насыщенном и перегретом паре
3. Основные элементы установки
4. Назначение дроссельного клапана

Каково давление воды, впрыскиваемой в парохладитель и за счет чего оно поддерживается.

6. Работа РУ(РОУ), БРУ (БРОУ).

#### **Тема 2.6**

**Практическое занятие №1** Методы очистки теплопередающих поверхностей конденсатора от отложений

1. Источники отложений на теплопередающих поверхностях конденсатора
2. Влияние отложений на эксплуатационные свойства конденсаторов.
3. Механические способы очистки. Достоинства и недостатки.
4. Химические способы очистки. Достоинства и недостатки.
5. Вакуумная термическая сушка и термическая сушка при атмосферном давлении. Достоинства и недостатки.
6. Шариковая очистка. Схема, оборудование. Достоинства и недостатки.
7. Акустическая (ультразвуковая) очистка
8. Очистка воды в магнитном поле
9. Очистка двухкомпонентным потоком «вода-воздух»

**Практическое занятие №2** Варианты систем технического водоснабжения

1. Назначение системы
2. Потребители технической воды на ТЭС и АЭС.

3. Прямоточная система. Схема, условия работы.
4. Обратная система технического водоснабжения с прудом-охладителем. Схема, условия работы.
5. Обратная система технического водоснабжения с градирнями. Схема, условия работы.
6. Обратная система технического водоснабжения с ВКУ. Схема, условия работы.
7. Сравнительный анализ различных систем.

### **Тема 2.8**

**Практическое занятие №1** Регенеративные подогреватели высокого и низкого давлений. Конструкции, варианты обвязки трубопроводами и арматурой.

1. Назначение регенеративных подогревателей
2. Конструкция ПНД поверхностного и смешивающего типа.
3. Конструкция ПВД.

### **Тема 2.11**

**Практическое занятие №1** Использование выпарных аппаратов в составе АЭС

1. Конструкция выпарного аппарата
2. Использование выпарных аппаратов в системе продувки-подпитки ВВЭР-210.
3. Использование выпарных аппаратов в системе СВО-3 РУ с реакторами типа ВВЭР.

**На практических занятиях по темам 3.1-3.5 студенты выполняют индивидуальное задание в рамках своей курсовой работы.**

### **Тема 3.1**

**Практическое занятие №1** Определение количества ПНД и ПВД в составе тепловой схемы

**Практическое занятие №2** Определение дифференциальных напоров КН, ПН, ДН

### **Тема 3.2**

**Практическое занятие №1** Определение параметров  $i-s$  диаграммы. Особенности конструктивного исполнения турбин и процессов расширения пара в них.

### **Тема 3.3**

**Практическое занятие №2** Определение параметров греющей среды

**Практическое занятие №1** Определение параметров нагреваемой среды

### **Тема 3.4**

**Практическое занятие №1** Составление уравнений материального баланса элементов тепловой схемы

**Практическое занятие №2** Определение показателей тепловой экономичности ПТУ и энергоблока

### **Тема 3.5**

**Практическое занятие №1** Определение коэффициентов недовыработки электроэнергии и расхода пара на турбину

**Практическое занятие №2** Составление уравнений теплового баланса для подогревателей поверхностного и смешивающего типов

#### **12.1.2. Типовые тестовые задания**

Полный фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации в форме компьютерного тестирования<sup>19</sup> размещен в банке вопросов курса «Атомные электрические станции» в СДО eLearning Server 5G ЭИОС НГТУ.

В тестовое задание состоит из 28 вопросов, сформированных из банка вопросов (302 вопроса) по материалам, изученным в 5 семестре. Время выполнения – 13 минут.

В ходе подготовки к текущей аттестации обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО eLearning Server 5G ЭИОС НГТУ в свободном для студентов доступе.

**12.1.3 Защита курсовой работы.** Результаты защиты курсовой работы выставляются по пятибалльной системе оценивания ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно",

"неудовлетворительно") с проставлением количества баллов, набранных в соответствии с балльно-рейтинговой системой (по стобалльной шкале- при наличии).

**Перечень вопросов к защите курсовой работы (ПКС-4; ИПКС-4.1, ИПКС-4.2)**

1. Опишите прототип. РУ.
2. Классифицируйте РУ по основным признакам.
3. Нарисуйте цикл Ренкина для вашей ПТУ и определите его термический КПД.
4. Назначение и состав оборудования, входящего в тепловую схему.
5. Процессы, протекающие в элементах тепловой схемы.
6. Конструктивная схема турбины и процесс расширения пара в ней.
7. Показатели тепловой экономичности ПТУ.

**12.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине**

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену (ПКС-2; ИПКС-2.1, ИПКС 2.2)**

1. Классификация АЭС.
2. Классификация ТЭС
3. Варианты тепловых схем паропроизводящей и паротурбинной частей ядерных источников энергии.
4. Деаэратор и обслуживающие его системы.
5. Тепловые схемы атомных котельных.
6. Схема эжекторной установки для конденсаторов турбины.
7. Деаэрация в конденсаторе.
8. Система острого пара. Особенности технологической реализации систем острого пара с параметрами насыщенного и перегретого пара.
9. Методы борьбы с присосами охлаждающей воды в конденсаторе.
10. Вспомогательные элементы и устройства острого пара. БЗК, РОТ. Режим ввода в действие паропроводов.
11. Баланс теплоносителя и рабочего тела на АЭС.
12. Регенеративные подогреватели высокого и низкого давления. Конструкции, варианты обвязки трубопроводами и арматурой.
13. Баланс воды и примесей в пароводяном контуре ТЭС и АЭС.
14. Назначение и конструкции деаэраторов.
15. Баланс теплоты в схеме ТЭС и АЭС.
16. Типы приводов питательных насосов. Особенности эксплуатации. Определение напора и расхода перекачиваемой среды.
17. Классификация паровых турбин.
18. Паровой котёл. Принципиальная схема.
19. Дроссельно-увлажнительное устройство.
20. Трубопроводам ТЭС и АЭС.
21. Назначение, тепловые процессы в конденсаторе. Варианты конструктивных схем конденсаторов.
22. РОУ, БРОУ, РУ, БРУ
23. Регенеративный подогрев питательной воды.
24. Подключение конденсатора к турбине. Система отсоса паровоздушной смеси из конденсатора.
25. Методы очистки теплопередающих поверхностей конденсатора от отложений.
26. Режимные и эксплуатационные факторы, влияющие на давление в конденсаторе. Переохлаждение конденсата.
27. Назначение и принцип действия выпарного аппарата. Использование выпарных аппаратов на АЭС.
28. Конденсатные и дренажные насосы. Схемы подключения. Определение напора и расхода перекачиваемого конденсата.

29. Питательные и бустерные насосы. Схемы подключения. Определение напора и расхода питательной воды.
30. Охладители дренажа в составе тепловых схем. Конструкция, подключение.
31. Подогреватели поверхностного и смешивающего типа в составе тепловой схемы.
32. Система конденсатоочистки. Байпасная и полнорасходная схема подключения.
33. Уплотнение вала турбины. Система отсоса паровоздушной смеси от уплотнения вала турбины.
34. Уравнения теплового и материального баланса регенеративных подогревателей. Эксплуатационные факторы, влияющие на эффективность работы подогревателей.
35. Охлаждение конденсаторов турбин.
36. Испарительные установки. Подогреватели собственных нужд станции. Варианты тепловых схем.
37. Теплофикационные установки. Варианты схем подключения бойлеров. Тепловой и материальный балансы бойлерных установок.
38. Системы нормального и аварийного расхолаживания реактора в составе ПТУ.
39. Особенности основных термодинамических циклов ядерных источников энергии.
40. Термический КПД цикла Ренкина для атомных и тепловых энергетических установок
41. Показатели эффективности работы ПТУ.
42. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность АЭС.
43. Промежуточный перегрев пара в турбоустановках.
44. Влияние конечного давления на тепловую экономичность ПТУ.
45. Сравнение тепловой экономичности различных типов блоков АЭС.
46. Взаимосвязь начальных параметров пара с основными параметрами ядерного реактора.
47. Выбор условий, определяющих оптимальную общую экономичность регенеративного подогрева питательной воды.
48. Схемы осушки пара турбин АЭС с насыщенным паром.  $i$ - $s$  диаграммы.
49. Сопоставление  $t/d$  циклов на перегретом и насыщенном паре для одинаковых начальных температур пара.
50. Сопоставление  $t/d$  циклов на перегретом и насыщенном паре для одинаковых начальных давлений пара.
51. Термодинамические циклы в  $t$ - $s$  и  $i$ - $s$  диаграммах.
52. Потери энергии в процессе преобразования энергии связи нуклидов в электрическую энергию и тепло.
53. Процесс расширения пара в цилиндрах турбин.
54. Параметры парового цикла электростанций. Влияние параметров на тепловую экономичность установки .
55. Преобразование энергии в контурах и системах ТЭС и АЭС.
56. Барьеры безопасности на АЭС различных типов.
57. Теплоносители АЭС.
58. Запорная арматура.
59. Предохранительная арматура.
60. Регулирующая арматура.
61. Определение давления в конденсаторе.
62. Назначение, принцип действия СПП. Влияние наличия СПП на тепловую экономичность ЯЭУ.
63. Деление ядер
64. Тепловой и материальный балансы конденсатора. Варианты систем охлаждения конденсатора технической водой.
65. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность ЯЭУ.
66. Основные варианты промежуточной системы турбоагрегата насыщенного пара.\
67. Питательные насосы. Схемы подключения. Регулирование расхода питательной воды. Питательный клапан.
68. Принципиальные схемы одноконтурных АЭС.

- 69. Принципиальные схемы двухконтурных АЭС
- 70. Принципиальные схемы трёхконтурных АЭС.
- 71. КПД блоков АЭС с реакторами типа ВВЭР, РБМК, БН, АТЭЦ, АСТ.