

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” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.2 АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

для подготовки бакалавров

Направление подготовки : 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Направленность (профиль): Атомные электрические станции и установки

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра АТС

Кафедра-разработчик АТС

Объем дисциплины 288 час./8 з.е.

Промежуточная аттестация зачёт, 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 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 148, на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от 17.12.2024 г. № 6).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от « 10 » марта 2025 г. № 3).

Заведующий кафедрой

«Атомные и тепловые станции», д.т.н., профессор _____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от « 19 » марта 2025 г. № 1).

Председатель совета ИЯЭиТФ,
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.03.01–а–39

Начальник методического отдела УМУ

_____ Е.Г. Севрюкова
(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.....	19
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	25
8. Информационное обеспечение дисциплины	28
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз.....	29
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	29
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	30
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	39

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

1.2.1 изучение оборудования и систем, определяющих работу атомной электростанции;

1.2.2 изучение типовых методик расчёта тепловых схем АЭС.

1.2.3 изучение основ современной методологии исследования и проектирования технологических схем АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) **«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 **«Атомные электрические станции»** являются **«Техническая термодинамика»**, **«Механика жидкости и газа»**.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин **«Парогенераторы АЭС»**, **«Турбомашины электрических станций»**, **«Ядерные энергетические реакторы»**, и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины **«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 ОП ВО по направлению подготовки (специальности):

ПКС-5 «Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ».

Таблица 1- Формирование компетенции ПКС-5 по дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Механика жидкости и газа				x				
Техническая термодинамика				x				
Ядерная физика						x		
Технология конструкционных материалов							x	
Физика ядерных реакторов							x	
Водоподготовка							x	
Электрооборудование электростанций							x	
Механика					x			
Атомные электрические станции					x	x		
Циркуляционные насосы для электрических станций						x		
Ядерные энергетические реакторы							x	x
Режимы работы атомных и тепловых электрических станций								x
Надёжность и долговечность элементов энергооборудования								x
Защита от ионизирующего излучения								x
Преддипломная практика								x
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								x

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2.

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

Таблица 2- 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
ПКС-5 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ.	ИПКС-5.1. Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки	Знать -термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках; - технологические схемы производства электрической и тепловой энергии; - принципиальные схемы энергоблоков с различными типами реакторов; - функциональное назначение и принципы работы оборудования и отдельных устройств в составе тепловых схем паротурбинных установок энергоблоков; - методику расчёта тепловых схем; - методы повышения тепловой экономичности ПТУ и АЭС в целом; - классификацию систем и элементов,	Уметь - анализировать и рассчитывать передаваемые тепловые потоки и определять параметры термодинамических циклов и показатели их тепловой экономичности; - грамотно подбирать оборудование тепловой схемы и его параметры; - выбирать и оптимизировать структуру АЭС; - проводить расчёт тепловой схемы паротурбинной установки АЭС различных типов на основе существующих методик; - определять технико-экономические показатели ПТУ; - анализировать результаты расчёта тепловой схемы с целью её оптимизации; - идентифицировать схемы и оборудование технологических систем	Владеть - навыками использования научно-технической информации в области технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях, в области проектирования и эксплуатации тепловых схем ЯЭУ; - терминологией в области технологических систем реакторного отделения АЭС и предъявляемых к ним требований; - знаниями технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на тепловых и атомных электростанциях знаниями соответствующего физико-математичес-	Задания к практическим работам по разделам, выполнение курсовой работы, тесты из банка вопросов (302 вопроса 5 семестр) (416 вопросов 6 семестр)	Вопросы для устного собеседования на зачёте (56 вопросов) и на экзамене (70.вопросов)

		принятую в проектах РУ; - основы современной методологии исследования и проектирования технологических систем реакторного отделения АЭС, принципы работы оборудования, входящего в их состав.	реакторного отделения АЭС; - определять количественные показатели работы отдельного оборудования и атомной электростанции в целом; - проводить техническое обоснование принимаемых решений и их оптимизацию по тепловой экономичности ПТУ и АЭС.	кого аппарата для решения задач в области исследования, проектирования и расчёта тепловых схем; - навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчётами, справочниками и другими информационными источниками по требованиям к АЭС и их технологическим схемам.		
--	--	--	--	---	--	--

Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.6 (ПС 24.083 «Специалист-теплоэнергетик атомной станции»), решает задачу проведения расчетов технологических процессов по известным методикам.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. 288 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		5	6
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	288	162	126
1. Контактная работа:	127	72	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	119	68	51
занятия лекционного типа (Л)	51	34	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	68	34	34
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	4	4
курсовая работа	2	2	
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2		2
2. Самостоятельная работа (СРС)	134	108	26
курсовая работа (подготовка)	36	54	-
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.)	61	44	26
Подготовка к зачёту	10	10	
3. Подготовка к экзамену	27		27

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - 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					
5 семестр									
ПКС - 5 ИПКС – 5.1	Раздел 1 Введение. Основные понятия.								
	Тема 1.1 Состояние и перспективы развития атомной энергетики в России	1			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 6, стр. 13 – 18 п. 4 табл. 6, стр. 16 – 24 п. 1 табл. 7 РПД			
	Тема 1. 2 Классификация АЭС	4			1	подготовка к лекциям п. 3 табл. 6, стр. 93 – 99 п. 3 табл. 6, стр. 109 – 119			
	Тема 1. 3 Классификация ТЭС	1			1	подготовка к лекциям п. 2 табл. 7, 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. 6 тр. 27 – 51 , 78-80, п. 2 табл. 7, стр. 34-48			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				3				
	Итого по 1 разделу	8	-	-	3				
	Раздел 2 Основные контура и системы и входящее в них оборудование								
	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. 6, 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 - 5 ИПКС – 5.1	Тема 2.2 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. 6, стр. 425 – 426, п.1 табл. 6, стр. 149-153			
	Тема 2.3 Трубопроводы и арматура	1			1	подготовка к лекциям п. 4 табл. 6, стр. 406 – 427			
	Тема 2.4 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. 6, стр. 353-363			
	Практическое занятие №1 Редукционные и редукционно-охладительные установки в составе тепловых схем ТЭС и АЭС.			1	1	подготовка к ПЗ п. 4 табл. 6, стр. 422– 225			
	Тема 2.5 Термодинамические циклы ЯЭУ. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность ЯЭУ. Взаимодействие начальных параметров пара с основными параметрами ядерного реактора	2			3	подготовка к лекциям п. 4 табл. 6, стр. 59-65; п. 8 табл. 6, стр. 25-40			
	Тема 2.6 Конденсатор паровой турбины и обслуживающие его системы.	2			3	подготовка к лекциям п. 4 табл. 6, стр. 203-222			
	Практическое занятие №1 Методы очистки теплопередающих поверхностей конденсатора от отложений			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 4 табл. 7, стр. 238-252			
	Практическое занятие №2 Варианты систем технического водоснабжения			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 6, 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 - 5 ИПКС – 5.1	Тема 2.7 Блочная обессоливающая установка. Роль конденсатоочистки для нормального функционирования установки.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 3 табл. 6, стр. 73-87			
	Тема 2.8 Регенеративный подогрев питательной воды на ТЭС и АЭС. Выбор условий, определяющих оптимальную общую экономичность регенеративного подогрева.	2			2	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 61-84			
	Практическое занятие №1 Регенеративные подогреватели высокого и низкого давлений.			2	2	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 6, стр. 108-126			
	Тема 2.9. Деаэратор и обслуживающие его системы	3			2	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 126-137			
	Тема 2.10 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. 6, стр. 398-406			
	Тема 2.11 Испарительные и теплофикационные установки на АЭС.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 4 табл. 6, стр. 296-298, п. 1 табл. 6, стр. 153-160			
	Практическое занятие №1 Использование выпарных аппаратов в составе АЭС			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 5 табл. 7, стр9-15,19-20; п. 13 табл. 7, стр 280-292			
	Тема 2.12 Балансы теплоты, теплоносителя и рабочего тела на ТЭС и АЭС.	2			0,5	подготовка к лекциям п. 2 табл. 6, 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					
ПКС - 5 ИПКС – 5.1	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				19				
	Итого по 2 разделу	23		12	26				
	Раздел 3 Основы расчёта тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС и АЭС								
	Тема 3.1 Выбор и обоснование расчётной схемы	2			0,5	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 169-195			
	Практическое занятие №1 Определение количества ПНД и ПВД в составе тепловой схемы			1	1	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 14-15			
	Практическое занятие №2 Определение дифференциальных напоров КН, ПН, ДН			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 18			
	Тема 3.2 Построение процесса расширения пара в турбине	1			0,5	подготовка к лекциям п. 1 табл. 8, 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. 8, 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. 8, стр. 19			
	Практическое занятие №2Определение			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 - 5 ИПКС – 5.1	параметров греющей среды					п. 1 табл. 8, стр. 19			
	Тема 3.4 Материальный и тепловой баланс элементов тепловой схемы								
	Практическое занятие №1 Составление уравнений материального баланса элементов тепловой схемы			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 26-290			
	Практическое занятие №2 Составление уравнений теплового баланса для подогревателей поверхностного и смешивающего типов			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 23-25			
	Тема 3.5 Определение расхода пара на турбину и показателей тепловой экономичности ПТУ и энергоблока АЭС								
	Практическое занятие №1Определение коэффициентов недовыработки электр-оэнергии и расхода пара на турбину			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 29-30			
	Практическое занятие №2 Определение показателей тепловой экономичности ПТУ и энергоблока			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 1 табл. 8, стр. 30-33			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				18				
	Итого по 3 разделу	3		22	18				
ПКС - 5 ИПКС – 5.1	Курсовая работа (КР)				54				

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					
	Подготовка к промежуточной аттестации (зачёт)				10				
	ИТОГО ЗА 1 СЕМЕСТР	34	-	34	108				
6 семестр									
ПКС - 5 ИПКС – 5.1	Раздел 1 Электростанции и их назначение. Комбинированная и раздельная выработка электроэнергии	1			1	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 5-19			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				1				
	Итого по 1 разделу	1			1				
	Раздел 2 Газотурбинные и парогазовые установки электростанций								
	Тема 2.1 Газотурбинные и парогазовые установки электростанций	1			1	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 400- 413			
	Тема 2.2 РУ ГТ-МГР	1			1	подготовка к лекциям п. 10 табл. 7, http://www.okbm.nnov.ru			
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				2				
	Итого по 2 разделу	2			2				
	Раздел 3 Показатели тепловой и общей экономичности АЭС. Энергетические показатели паротурбинных установок.								
	Тема 3.1 Показатели тепловой	1			1	подготовка к лекциям			

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					
	экономичности АЭС					п. 1 табл. 6, стр. 21-29			
	Тема 3.2 Показатели общей экономичности АЭС	1			1	подготовка к лекциям п. 3 табл. 7, стр. 53-56			
	Тема 3.3 Энергетические показатели паротурбинных установок блоков ЯЭУ.	1			1	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 196-207			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				3				
	Итого по 3 разделу	3			3				
	Раздел 4 Генеральный план АЭС. Блоки и цеха АЭС. Схемы основных контуров и систем.								
	Тема 4.1 Общие принципы размещения электростанций и требования к площадкам. Структура генерального плана электростанции.	2			1	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 354-356, п. 4 табл. 6, стр. 637-643			
	Тема 4.2 Компоновка оборудования главного здания АЭС.	1			1	подготовка к лекциям п. 1 табл. 6, стр. 306-310			
	Тема 4.3 Принципы построения схем основных и вспомогательных контуров действующих и проектируемых реакторных установок.								
	Практическое занятие №1 Схемы установки запорной, регулирующей, предохранительной арматуры и КИП на трубопроводах и сосудах			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 6-9			
	Практическое занятие №2 Питательные и циркуляционные устройства			1	1	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 10-12; п.4 табл. 6, стр. 386-392:			
	Практическое занятие №3 Системы			1	1	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						
	заполнения, газоудаления, дренажа, организованных протечек, подпитки					п. 2 табл. 8, стр. 14-15				
ПКС - 5 ИПКС – 5.1	Практическое занятие №4Система технического водоснабжения			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 17-20				
	Практическое занятие №5 Промежуточный контур охлаждения радиоактивного оборудования, вентиляция помещений ЯЭУ			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 20-22				
	Практическое занятие №6 Основные циркуляционные контура реакторных установок			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 23-24				
	Практическое занятие №7 Системы компенсации объёма, очистки теплоносителя 1 контура, нормального и аварийного расхолаживания			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 2 табл. 8, стр. 12-14, 24-30				
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				11,5					
	Итого по 4 разделу	3		12	11,5					
	Раздел 5 Технологические системы реакторного отделения энергоблока с реакторами типа ВВЭР									
	Тема 5.1 Классификация систем и элементов, принятая в проектах реакторных установок	1				0,5	подготовка к лекциям п. 7 табл. 6, стр. 90-93			
	Тема 5.2 Системы нормальной эксплуатации АЭС с реакторами типа ВВЭР									
Практическое занятие №1 Система компенсации давления, СВО-1, СВО-2				3	2,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 185 – 189,				

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					
						210-222			
	Практическое занятие №2 Система продувки-подпитки первого контура, система организованных протечек			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 168– 185, 222-229			
	Практическое занятие №3 Система дожигания водорода, система СГО			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 247-271			
	Практическое занятие №4 Система спецканализации, система очистки трапных вод (СВО-3)			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 271-293			
	Практическое занятие №5 Система промконтура, система продувки парогенератора			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 229-236			
	Тема 5.3 Системы безопасности РУ ВВЭР								
	Практическое занятие №1Пассивная часть САОЗ, активная часть САОЗ высокого давления			3	2,5	подготовка к ПЗ п. 7табл. 6, стр. 98-109, 124-136			
	Практическое занятие №2 Система аварийно-планового расхолаживания, спринклерная система			2	1,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл. 6, стр. 109-124, 136-143			
	Практическое занятие №3 Система тезнического водоснабжения ответственных потребителей			1	1,5	подготовка к ПЗ п. 7 табл.6, стр. 148-156			
	Тема 5.4 Развитие систем безопасности в проекте АЭС-2006								
	Практическое занятие №1СПОТ ПГ, СПОТ ЗО			1	1,5	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					
						п. 3 табл. 6, стр. 246 – 265			
	Практическое занятие №2 Устройство локализации расплава (УЛР)			1	1,5	подготовка к ПЗ п. 3 табл. 6, стр. 246 – 265			
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				20,5				
	Итого по 5 разделу	1		22	20,5				
	Раздел 6 Основные технологические системы реакторного отделения энергоблока с реакторами типа РБМК								
	Тема 6.1 Система продувки и расхолаживания (СПИР)	1			1	подготовка к лекциям п. 3 табл. 6, стр. 246 – 265			
	Тема 6.2 Система аварийного охлаждения реактора (САОР)	1			1	подготовка к лекциям п. 3 табл. 6, стр. 295– 296			
	Тема 6.2 Система локализации аварий (СЛА)	2			1	подготовка к лекциям п. 6 табл. 7, стр. 128-138			
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				3				
	Итого по 6 разделу	4			3				
	Раздел 7 Технология обращения с радиоактивными отходами								
	Тема 7.1 Классификация РАО. Источники образования РАО при эксплуатации АЭС.	0,5			0,5	подготовка к лекциям п. 5 табл. 6, стр. 15-23			
	Тема 7.2 Обращение с твёрдыми РАО	0,5			0,5	подготовка к лекциям п. 5 табл. 6, стр. 258-267			
	Тема 7.3 Обращение с жидкими РАО	1			1	подготовка к лекциям п. 5 табл. 6, стр. 113-136			
	Тема 7.4 Обращение с газообразными	1			1	подготовка к лекциям			

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					
	РАО					п. 5 табл. 6, стр. 90-92			
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				3				
	Итого по 7 разделу	3			3				
	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)				27				
	ИТОГО ЗА 2 СЕМЕСТР	17		34	44				
	ИТОГО по дисциплине	51		68	134				

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

5 семестр

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. Какие схемы АЭС называются одноконтурными?
21. Что такое ядерный реактор?
22. Опишите тепловой баланс для двухконтурной АЭС с водным теплоносителем.
23. Почему при использовании высокотемпературных реакторов или реакторов на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем КПД АЭС выше, чем для водного теплоносителя?
24. Что такое КИУМ?
25. Основные способы увеличения КПД конденсационной и теплофикационной ПТУ АЭС.
26. Альтернативные источники энергии.

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

6 семестр

Вопросы, индивидуальные задания представлены в методических указаниях к практическим занятиям [п.2 табл.8], представленных в п. 6.3.

6.1.4 Тесты в системе дистанционного обучения НГТУ eLearning (416 вопросов) для промежуточного контроля знаний.

6.1.5 Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям:

1. Приборы контроля температуры, давления, расхода и уровня, химического контроля воды и пара.
2. Предохранительные устройства, правила их установки.
3. Система подпитки I контура АСТ.
4. Система очистки теплоносителя I контура АСТ.
5. Система аварийного охлаждения реактора РБМК.
6. Система продувки и расхолаживания реактора РБМК.
7. Система локализации аварий реактора РБМК.
8. Системы компенсации изменения давления на АЭС с водяным, газовым и жидкометаллическим теплоносителем.
9. Назовите основные элементы ГТУ.
10. Какие элементы объединяет валопровод ГТУ?
11. Как устроен воздушный компрессор ГТУ и каким образом изменяется расход воздуха, подаваемого в камеры сгорания?
12. Объясните, как происходит сжатие воздуха в проточной части компрессора.
13. Для чего газовая турбина снабжается системой охлаждения?
14. Как устроена ступень паровой турбины и каким образом потенциальная энергия пара преобразуется во вращательную энергию её ротора?
15. Назовите основные элементы тепловой электростанции с утилизационными ПГУ.
16. Назовите преимущества и недостатки ГТУ по сравнению с паротурбинной установкой и предпочтительные области их использования.
17. Из каких элементов состоит простейший котёл-утилизатор?
18. В чём отличие котла-утилизатора от энергетического котла?
19. Что представляет собой отработавшее ядерное топливо?

20. Каковы источники образования ЖРО?
21. По каким категориям классифицируются ЖРО?
22. Какова наработка ЖРО для различных типов реакторов АЭС России?
23. Назовите наиболее значимые газообразные радиоактивные отходы.
24. Опишите схему системы газоочистки.
25. Какие виды вод АЭС подлежат переработке? Каковы характеристики этих вод?
26. Каким образом подразделяется по активности теплоноситель первого контура?
27. Что такое наведённая активность теплоносителя?
28. Опишите процесс фильтрации ЖРО. Какие виды фильтров применяются на АЭС?
29. Опишите процесс дистилляции ЖРО. Приведите схему выпарного аппарата.
30. Опишите работу систем СВО-1 и СВО-3.
31. Для чего предназначены системы СВО-4 и СВО-6?
32. В чём различие систем спецводоочистки энергоблока с реактором ВВЭР-1000 и энергоблока с реактором РБМК-1000?
33. В чём состоит концепция хранения ЖРО?
34. Чем обоснована необходимость отверждения ЖРО?
35. Какие ЖРО рекомендуется битумировать? Приведите схему битумирования ЖРО.
36. Приведите схему битуматора и опишите его работу.
37. Опишите работу схемы цементирования ЖРО.
38. Опишите преимущества метода остекловывания ЖРО и свойства остеклованных ЖРО.
39. В чём состоит метод отверждения высокоактивных отходов? Как хранятся капсулы с высокоактивными РАО?
40. Как классифицируются твёрдые радиоактивные отходы?
41. Какова схема обращения с твёрдыми радиоактивными отходами?
42. Опишите методы временного хранения ТРО.
43. Опишите метод сжигания ТРО.
44. Опишите метод прессования ТРО.

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.

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

Шкала оценивания	Экзамен	Зачет
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».

Таблица 5- Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения	
		Оценка «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «зачтено» 60-100% от max рейтинговой оценки контроля
5 семестр			
<u>ПКС-5</u> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и тепло-гидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ	<u>ИПКС-5.1.</u> Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки	Студент показывает незнание или поверхностные знания и непонимание термодинамических процессов и циклов преобразования энергии, протекающих в теплотехнических установках; технологических схем производства электрической и тепловой энергии; принципиальных схем энергоблоков с различными типами реакторов; функционального назначения и принципа работы оборудования и отдельных устройств в составе тепловых схем ПТУ энергоблоков; методику расчёта тепловых схем и методы повышения тепловой экономичности ПТУ и АЭС в целом.	Студент знает и правильно понимает термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках; технологические схемы производства электрической и тепловой энергии; принципиальные схемы энергоблоков с различными типами реакторов; функциональное назначение и принципы работы оборудования и отдельных устройств в составе тепловых схем ПТУ энергоблоков; методику расчёта тепловых схем и методы повышения тепловой экономичности ПТУ и АЭС в целом.

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
6 семестр					
ПКС-5 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки, использовать современные пакеты прикладных компьютерных программ	ИПКС-5.1. Применяет в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, методики расчета нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки	Студент показывает незнание или поверхностные знания и непонимание требований к выбору площадки АЭС, структуре генерального плана и особенностей компоновки главного корпуса АЭС, основ современной методологии исследования и проектирования технологических систем реакторного отделения АЭС, принципов работы оборудования, входящего в их состав; допускает грубые ошибки в идентификации схем и оборудования технологических систем реакторного отделения АЭС; в определении количественных показателей работы отдельного оборудования и атомной электростанции в целом; -не владеет навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими	Студент показывает фрагментарные знания лекционного курса. Слабо знает требования к выбору площадки строительства АЭС; частично способен охарактеризовать структуру генерального плана, не знает особенности компоновки главных зданий различных АЭС, частично знает классификацию систем и элементов; слабо знает методы проектирования технологических схем АЭС, частично знает системы и оборудование, определяющее работу АЭС; не может классифицировать системы по их влиянию на безопасность АЭС; не всегда верно выбирает оборудование АЭС, испытывает затруднения при его расчёте. Неуверенно	Студент знает материал на достаточно хорошем уровне, обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения. Знает требования к выбору площадки строительства АЭС; знает структуру и показатели генерального плана АЭС, разбирается в компоновке главных корпусов АЭС, не достаточно уверенно ориентируется в классификации систем и элементов, принятой в проектах; знает методы исследования и проектирования технологических схем АЭС, знает основные системы и оборудование, определяющие работу электростанции; затрудняется определить специфику схем различных типов РУ.	Студент показывает глубокие знания и понимание всего материала. Знает специфические требования к выбору площадки строительства АЭС, знает характеристики и структуру генерального плана АЭС, способен показать отличие в компоновках главных зданий различных АЭС, чётко представляет классификацию систем и элементов, обеспечивающих эксплуатацию АЭС; знает методы проектирования технологических схем АЭС, основные системы и оборудование, определяющие работу электростанции; уверенно определяет специфику схем различных типов РУ.. Способен аргументировано выбирать и оптимизировать структуру АЭС, объяснить выбор оборудования, грамотно проводит его расчёт. Легко идентифицирует схемы и оборудование систем АЭС, грамотно определяет количественные показатели

		информационными источниками по требованиям к АЭС и их технологическим схемам.	идентифицирует схемы и оборудование систем АЭС, допуская ошибки в отдельных случаях; определяет количественные показатели работы отдельного оборудования и АЭС в целом, иногда обращаясь за помощью.	способен выбирать и оптимизировать структуру АЭС, объяснить выбор оборудования, не всегда верно проводит его расчёт, допуская незначительные ошибки. Уверенно идентифицирует схемы и оборудование систем АЭС, допуская незначительные ошибки;	работы отдельного оборудования и атомной электростанции в целом. Допуская ошибки, находит и исправляет их самостоятельно.
--	--	---	--	---	--

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 6 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1 Основная литература		
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 : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html (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 : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html (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 : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html (дата обращения: 02.12.2021).	Электронное издание

5	Скачек М.А.Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. Учебное пособие Гриф УМО М.: Изд. дом МЭИ, 2007 – 448с.	6
6	Скачек, М. А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС: учебное пособие для вузов / М. А. Скачек - Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. - 448 с. - ISBN 978-5-383-00057-1. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383000571.html (дата обращения: 15.12.2021)	Электронное издание
2 Дополнительная литература		
7	Каратушина И.В. Технологические системы и оборудование реакторного отделения энергоблока с реактором ВВЭР-1000: учеб. пособие/ И.В.Каратушина, В.А. Разин; Нижегород. гос. техн. ун-т им.Р.Е.Алексеева.– Н.Новгород, 2018. – 333 с. (https://library.nntu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/693)	55
8	Александров А.А.Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие Гриф Министерства образования РФ М.: Изд. дом МЭИ, 2006-	8
9	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, 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
10	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, 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
11	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с	49
12	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: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9789850625205.html (дата обращения: 15.12.2021)	Электронное издание

7.2. Справочно-библиографическая литература.

Таблица 7 – 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 : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014349.html (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	Безносков А.В. Основное оборудование АЭС с ВВЭР/ А.В.Безносков, Л.А. Зверева, В.А. Фарафонов – Горький, ГПИ, 1981 г.- 83с.	20
6	О.Л.Ташлыков и др. Эксплуатация и ремонт паропроизводящих установок АЭС: Учебник для техникумов/О.Л.Ташлыков, А.Г.Кузнецов, О.Н.Арефьев. В 2 кн. - М.: Энергоатомиздат, 1995. – 256 с. ISBN 5-283-03609-X(кн.1)	1
7	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
8	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
9	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
10	http://www.niaep.ru/ АЭП http://www.okbm.nnov.ru/ ОКБМ www.rosenergoatom.ru/ Росэнергоатом	Интернет-ресурс
11	Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. Учебное пособие для вузов Гриф Министерства образования РФ М.:Изд.дом МЭИ, 2006 – 579с	10
12	Цанев, С. В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов; под ред. С. В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - Москва: МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01424-0. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html (дата обращения: 15.12.2021).	Электронное издание
13	Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1987. – 319 с.	3
14	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
15	Александров А.А Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. Справочник Гриф Министерства образования РФ М.: Изд. дом МЭИ, 2006	25

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Таблица 8 – Список методических указаний и рекомендаций

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	Методические указания, разработанные преподавателями	
1	Каратушина И.В. Расчёт тепловой схемы паротурбинной установки ТЭС и АЭС. Методические указания к выполнению курсовой работы, Н.Новгород,	95

	НГТУ, 2019 – 34с.	
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 9 – Перечень электронных библиотечных систем

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

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

Таблица 10 - 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	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 10 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 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 11 - 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 «Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные в таблице 12.

Таблица 12 - 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.	<u>5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> 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)
2.	<u>5214</u> 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 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 компетенции ПКС-5.

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 компетенции ПКС-5 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-5. 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 зачёте (5 семестр) и экзамене (6 семестр).

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-5 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 в 5 семестре является:

- расширение и углубление знаний студентов об атомных и тепловых электростанциях и установках в целом, в первую очередь тепловых схемах 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 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;
- оформление материала в соответствии с требованиями.
- уровень освоения студентом учебного материала.

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

Целью практических занятий в 6 семестре является:

- расширение и углубление знаний студентов по принципиальным схемам стационарных ядерных энергетических установок;
- овладение навыками разработки контуров и систем их элементов с учётом общих требований и правил;
- закрепление умения работать с информацией, книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
- формирование умения учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

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.

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 качественность информации в сообщении по заданной теме;
- свободное владение материалом сообщения или доклада;
- логичность и четкость изложения материала;
- наличие и качество презентационного материала.

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. 10). 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. Формирование 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. Формирование 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 (ВБЭР, РБМК, 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

№№ варианта	Тип реактора	Мощность (электр.), N _{эл.} , МВт	Давление в конденсаторе, P _к , МПа	Давление в деаэраторе, P _д , Мпа	Параметры пара перед турбиной, P ₀ , Мпа, T ₀ , °C	
					P ₀ , Мпа	T ₀ , °C
1	БН	850	0,006	1,2	15,0	492
2	ВБЭР	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	16,5	550
5	БРЕСТ	550	0,007	1,0	18,5	510
6	БН	1000	0,005	0,9	15,3	490
7	ВВЭР	500	0,004	0,8	5,7	272
8	ВБЭР	490	0,0045	0,9	6,6	304
9	ВГМ	175	0,0055	0,95	17,5	560
10	БН	650	0,0035	0,8	16,2	510
11	ВВЭР	1150	0,006	0,7	6,6	282
12	ВГМ	300	0,004	0,65	17,0	543
13	БРЕСТ	350	0,005	0,7	16,6	570
14	РБМК	1100	0,0045	0,9	6,9	295
15	ВБЭР	610	0,0065	1,0	7,0	305
16	БН	770	0,0055	0,65	14,8	496
17	БРЕСТ	270	0,006	1,2	17,5	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	15,9	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 г.
4. Защита курсовой работы до 25.12 г.

В скобках указан срок выполнения соответствующего раздела курсовой работы.

Консультации по курсовой работе проводится еженедельно во внеучебное 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 нижнее 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	Боковое ускорение автомобиля w_v , м/с ²		
	1	2	4
M_1	10	30	80
M_2, N_1	10	20	60
M_3, N_2, N_3	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 «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 13.

Таблица 13 – Критерии и шкала оценивания курсовой работы и 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 «удовлетво-»	Оценку «удовлетворительно» заслуживают работы, в которых	За защиту курсовой работу студент получает оценку «удовлетворительно», если студент обнаруживает

нительно»	правильно освещены основные вопросы, но нет логически стройного их изложения, содержатся отдельные ошибочные положения.	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 зачёту (экзамену)

Формой промежуточного контроля успеваемости студента является зачёт (5 семестр) и экзамен (6 семестр). Сдача зачёта (экзамена) является ответственным этапом учебного процесса.

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

К зачёту допускаются студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию, выполнившие тесты и защитившие курсовую работу. К экзамену допускаются студенты, успешно прошедшие текущую аттестацию, выполнившие задания к практическим работам и тесты.

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

В начале модуля рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачёту (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 зачёту (экзамену) конструктивным является коллективное обсуждение выносимых на зачёт (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

5 семестр

Примеры типовых заданий:

12.1.1. Типовые вопросы (задания) к практическим занятиям

Тема 2.2

Практическое занятие №1 Редукционные и редукционно-охладительные установки в составе тепловых схем ТЭС и АЭС.

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
5. Каково давление воды, впрыскиваемой в пароохладитель 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

6 семестр

По теме 4.3 вопросы и задачи представлены в методических указаниях к практическим занятиям [п. 2 табл. 8, стр. 30], представленных в п. 6.3.

Ниже приведены типовые вопросы по некоторым темам

Тема 4.3

Практическое занятие №1 Схемы установки запорной, регулирующей, предохранительной арматуры и КИП на трубопроводах и сосудах

- а) выполните схему установки арматуры на паропроводе от двух сепараторов до турбины.
- б) выполните схему установки арматуры дренажа и газоудаления на контуре многократно-принудительной циркуляции уран-графитового реактора.
- в) выполните схему установки арматуры дренажа и газоудаления на контуре установки с натриевым теплоносителем.
- г) какая арматура должна стоять на линии сброса пара от парового объема компенсатора в барботажный бак?
- д) в каких участках трассы паропровода необходимо устанавливать штуцеры с конденсатоотводчиками?
- е) выполните схему установки предохранительных клапанов на компенсаторе объема установки типа ВВЭР.
- ж) выполните схему установки предохранительных клапанов на барабане-сепараторе одноконтурной установки.
- з) выполните схему установки предохранительных устройств на главном паропроводе.
- и) почему не требуется установка предохранительных клапанов на отсекаемых от реактора петлях теплообмена?
- к) нужна ли установка предохранительного клапана на сосуде, рабочим давлением 20 МПа, если в нем не осуществляется тепловых и химических процессов, а давление питающего источника – 10 МПа.

Практическое занятие №2 Питательные и циркуляционные устройства

Практическое занятие №3 Системы заполнения, газоудаления, дренажа, организованных протечек, подпитки

Практическое занятие №4 Система технического водоснабжения

Практическое занятие №7 Системы компенсации объёма, очистки теплоносителя 1 контура, нормального и аварийного расхолаживания

- а) рассчитайте газовый объем системы компенсации I контура установки ВВЭР с учетом следующих данных: объем воды в I контуре – 20 м^3 , максимальное изменение объема воды в переходных процессах – 1%, система должна поддерживать давление $\pm 0,5 \text{ МПа}$ при указанном выше изменении объема воды. Выполните схему такой системы, исходя из условия, что полный объем одного КО не должен превышать $\approx 1 \text{ м}^3$, а объем одного газового баллона $0,4 \text{ м}^3$.
- б) выполните схему газовой компенсации I контура установки типа БН.
- в) выполните схему паровой компенсации давления КО в корпусе реактора с генерацией пара в тепловыделяющих сборках.
- г) необходим ли КО в контуре с газовым теплоносителем?

Практическое занятие №6 Основные циркуляционные контура реакторных установок.

- а) выполните схемы основного циркуляционного контура установок типа ВВЭР, РМБК, БН. Проведите сравнительный анализ этих схем.
- б) проведите сравнительный анализ коллекторной и петлевой схем основного циркуляционного контура.

- в) предложите и обоснуйте оптимальное число петель теплообмена в основном циркуляционном контуре.
- г) выполните расчетные оценки расхода теплоносителя в ОЦК равной мощности (1000 МВт) для ВВЭР ($\Delta t_{a.3} = 30$ К, $P_I = 16$ МПа, $T_{вх}^{a.3} = 303$ К), РМБК ($P_{КМПЦ} = 7,0$ МПа, паросодержание на выходе из реактора – 30%, недогрев воды до температуры насыщения на входе в реактор – 10 К), БН ($\Delta t_{a.3} = 200$ К, $T_{вх}^{a.3} = 573$ К).
- д) какие КИП обслуживают ОЦК?

Практическое занятие №5 Промежуточный контур охлаждения радиоактивного оборудования, вентиляция помещений ЯЭУ

По темам 5.2, 5.3, 5.4 при изучении технологических систем на практических занятиях, студенты отвечают на следующие вопросы:

1. Назначение системы
2. Классификация системы
3. Оборудование, входящее в состав системы
4. Работа системы
5. Связь рассматриваемой системы с другими системами реакторного отделения.

Тема 5.2

Практическое занятие №1 Система компенсации давления, СВО-1, СВО-2

Практическое занятие №2 Система продувки-подпитки первого контура, система организованных протечек

Практическое занятие №5 Система промконтура, система продувки парогенератора

Практическое занятие №4 Система спецканализации, система очистки трапных вод (СВО-3)

Практическое занятие №3 Система дожигания водорода, система СГО

Тема 5.3

Практическое занятие №1 Пассивная часть САОЗ, активная часть САОЗ высокого давления

Практическое занятие №2 Система аварийно-планового расхолаживания, спринклерная система

Практическое занятие №3 Система технического водоснабжения ответственных потребителей

Тема 5.4

Практическое занятие №1 СПОТ ПГ, СПОТ ЗО

Практическое занятие №2 Устройство локализации расплава (УЛР)

12.1.2. Типовые тестовые задания

Полный фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации в форме компьютерного тестирования¹⁹ размещен в банке вопросов курса «Атомные электрические станции» в СДО eLearning Server 4G ЭИОС НГТУ.

В **5 семестре** тестовое задание состоит из 27 вопросов, сформированных из банка вопросов (302 вопроса) по материалам, изученным в 5 семестре. Время выполнения – 15 минут.

В **6 семестре** тестовое задание состоит из 45 вопросов, сформированных из банка вопросов (416 вопроса) по материалам, изученным в 6 семестре. Время выполнения – 20 минут.

В ходе подготовки к текущей аттестации обучающимся предоставляется возможность пройти тест самопроверки. Тест для самопроверки по дисциплине размещен в СДО eLearning Server 4G 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-5; ИПКС-5.1)

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

12.2.1 Перечень вопросов для подготовки к зачету (ПКС-5; ИПКС-5.1) (5 семестр)

1. Классификация АЭС.
2. Варианты тепловых схем паропроизводящей и паротурбинной частей ядерных источников энергии.
3. Деаэратор и обслуживающие его системы.
4. Тепловые схемы атомных котельных.
5. Схема эжекторной установки для конденсаторов турбины.
6. Деаэрация в конденсаторе.
7. Система острого пара. Особенности технологической реализации систем острого пара с параметрами насыщенного и перегретого пара.
8. Методы борьбы с присосами охлаждающей воды в конденсаторе.
9. Вспомогательные элементы и устройства острого пара. БЗК, РОТ. Режим ввода в действие паропроводов.
10. Баланс теплоносителя и рабочего тела на АЭС.
11. Регенеративные подогреватели высокого и низкого давления. Конструкции, варианты обвязки трубопроводами и арматурой.
12. Баланс воды и примесей в пароводяном контуре АЭС.
13. Конструкции деаэраторов.
14. Баланс теплоты в схеме АЭС.
15. Типы приводов питательных насосов. Особенности эксплуатации. Определение напора и расхода перекачиваемой среды.
16. Типы паровых турбин.
17. Паровой котёл. Принципиальная схема.
18. Система отборов рабочего тела из отсеков турбины. Дроссельно-увлажнительное устройство.
19. Основные требования к трубопроводам АЭС.
20. Назначение, тепловые процессы в конденсаторе. Варианты конструктивных схем конденсаторов.
21. РОУ, БРОУ, РУ, БРУ
22. Регенеративный подогрев питательной воды.
23. Подключение конденсатора к турбине. Система отсоса паровоздушной смеси из конденсатора.
24. Основные варианты промежуточной системы турбоагрегата насыщенного пара.
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.
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 установки.
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 АЭС.
56. Барьеры безопасности на АЭС различных типов.

12.2.2 Перечень вопросов для подготовки к экзамену (ПКС-5; ИПКС-5.1) (6 семестр)

1. Характерные особенности конденсационных тепловых и атомных электростанций.
3. Система очистки натрия РУ БН.
4. Система технического водоснабжения с брызгальными бассейнами.
5. Высокотемпературные газовые реакторы (ГТ-МГР).
7. Системы вентиляции АЭС.
8. Развитие пассивных систем безопасности в проекте АЭС-2006 (СПОТ 3О, GE-2).
9. Система очистки продувочной воды и оргпротечек.
10. Системы приготовления, хранения и подачи топлива на угольной ТЭС.
11. Парогазовые установки ТЭС.
12. Система спецканализации (трапных вод).
13. Системы золо- и шлакоудаления на ТЭС.
14. Теплоэлектроцентрали. Характерные особенности. Показатели тепловой экономичности.
15. Классификация систем и элементов в проектах РУ.

16. Системы и устройства компенсации изменения объема вследствие изменения температур теплоносителей для РУ ВВЭР, БН, АСТ, РБМК.
17. Классификация РАО. Технология обращения с твердыми РАО.
18. РУ БН-600. Основные схемы и характеристики.
19. Схема очистки трапных вод (СВО-3).
20. СПОТ ПГ РУ ВВЭР-1200.
21. Энергетические показатели паротурбинных установок.
22. Параметры парового цикла электростанций. Влияние параметров на тепловую экономичность установки.
23. Компоновка оборудования главного здания ТЭЦ.
24. Система локализации аварий РУ РБМК.
25. Выбор площадки ТЭС и АЭС.
26. Система паровой компенсации объема.
27. Газотурбинные установки ТЭС.
28. Компоновка оборудования главного здания АЭС.
29. РУ ВВЭР-440. Основные схемы и характеристики.
30. Показатели эффективности работы турбоустановки.
31. Система локализации расплава РУ ВВЭР-1200.
32. Показатель общей экономичности электростанций.
33. Прямоточная система технического водоснабжения.
34. Промежуточный контур охлаждения радиоактивного оборудования.
35. Система САОЗ РУ ВВЭР (пассивная часть).
36. Система аварийного ввода бора РУ ВВЭР.
37. Структура тепловой схемы ТЭС и АЭС.
38. Система технического водоснабжения с прудом-охладителем.
39. Система продувки и расхолаживания РБМК (СПиР).
40. Преобразование энергии в контурах и системах ТЭС и АЭС.
41. Генеральный план ТЭС и АЭС.
42. Система аварийно-планового расхолаживания РУ ВВЭР.
43. Принципиальная схема КМПЦ и рабочего тела с реакторами типа РБМК.
44. Высокотемпературная очистка теплоносителя РУ ВВЭР.
45. Классификация РАО. Технология обращения с газообразными РАО.
46. Принципиальная схема контура рабочего тела ТЭС.
47. Принципиальная схема АСТ и обслуживающих систем.
48. Система СГО.
49. Система дожигания водорода.
50. Очистка продуктов сгорания топлива на ТЭС.
51. Система аварийного охлаждения реактор РБМК (система САОР).
52. Обратная система технического водоснабжения с градирнями.
53. РУ ВВЭР-1000. Основные схемы и характеристики. Системы нормальной эксплуатации и системы безопасности.
54. Система продувки – подпитки I контура ВВЭР.
55. Остаточные тепловыделения в активной зоне реактора, пути их отвода.
56. Схема продувки-подпитки РУ ВВЭР-210 с выпарными аппаратами.
57. Показатели тепловой экономичности электростанций.
58. Системы приготовления, хранения и подачи топлива на АЭС.
59. Технологическая схема пылеугольной станции.
60. Система технического водоснабжения с ВКУ.
61. Показатели тепловой экономичности АЭС.
62. Сравнительный анализ эффективности различных систем технического водоснабжения.
63. Классификация РАО. Технология Обращения с жидкими РАО.
64. Системы приготовления, хранения и подачи топлива на ТЭС на мазуте.

- 65. Система аварийного впрыска бора.
- 66..Локализирующие системы безопасности РУ ВВЭР
- 67. Системы приготовления, хранения и подачи топлива на газовой ТЭС.
- 68. Система организованных протечек.
- 69. Показатели тепловой экономичности ТЭС.
- 70. Пассивная система аварийного охлаждения зоны РУ ВВЭР-1200.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
«АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»
ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность
«Атомные электрические станции и установки»
(квалификация выпускника – бакалавр)

Аношкиным Юрием Ивановичем, доцентом кафедры «ЯРиЭУ» НГТУ им. Р.Е.Алексеева, к.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Атомные электрические станции» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – Каратушина И.В., доцент, к.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Атомные электрические станции» закреплена одна компетенция. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Атомные электрические станции» составляет 8 зачётных единицы (288 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Атомные электрические станции» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос в форме обсуждения отдельных вопросов, участие в тестировании, работа над домашним заданием при выполнении курсовой работы и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачёта и экзамена, защиты КР, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, справочно-библиографической литературой – 15 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Атомные электрические станции» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Атомные электрические станции».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Атомные электрические станции» ОП ВО по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», направленность «Атомные электрические станции и установки» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Каратушиной И.В., доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Аношкин Юрий Иванович, доцент, кафедра «ЯРиЭУ» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, к.т.н.

(подпись)

« ____ » _____ 2025 г.