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

Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии (ПИШ)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПИШ
_____ А.В. Тумасов

«20» мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД. 1 «Специальные главы конструирования ядерных установок»

для подготовки магистров

Направление подготовки: 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Направленность: "Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки"

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: КАУ

Объем дисциплины: 72/2
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: зачёт

Разработчик(и): Петрунин В.В., д.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 год

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика", утвержденным приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 № 214 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол № 26 от «22» января 2026 г.)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «14» апреля 2026 г. № 7).

Заведующий кафедрой «Атомные
и тепловые станции», д.т.н., профессор

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «19» мая 2026 г. № 3).

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

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.04.01-ф-1

Начальник методического отдела УМУ

_____
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины 4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп во 6
5. Структура и содержание дисциплины 8
6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины 15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины 20
8. Информационное обеспечение дисциплины 22
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз 22
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине 23
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины 25
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины 26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является получение студентами теоретических и практических знаний по физическим и конструктивным особенностям инновационных проектов реакторных установок разработки АО «ОКБМ Африкантов».

1.2. Задачи освоения дисциплины:

1) изучение перспектив развития отечественной атомной энергетики;

2) изучение актуальных вопросов проектирования и конструирования инновационных реакторов АЭС;

3) подготовка к проектно-конструкторской деятельности, связанной с применением ядерных энерготехнологий нового поколения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Специальные главы конструирования ядерных установок» включена в перечень факультативных дисциплин и направлена на углубление уровня освоения компетенций ПК-1 и ПК-3. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок», «Реакторные установки типа «Высокотемпературный газовый реактор», учебная (ознакомительная) практика.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Специальные главы конструирования ядерных установок» у обучающегося частично формируются компетенции ПК-1 и ПК-3 полное формирование которых последовательно осуществляется в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПК-1 и ПК-3

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-1	Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок	●			
	Реакторные установки типа «Высокотемпературный газовый реактор»	●			
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС			●	
	Специальные главы проектирования турбомашин для реакторных установок			●	
	Учебная (ознакомительная) практика		●		
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		●	●	●
	Производственная (преддипломная) практика				●
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				●
	Специальные главы конструирования ядерных установок	●	●		
	Инженерное проектирование	●	●		
ПК-3	Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках		●		
	Специальные методы измерения и контроля		●		
	Инженерные расчеты и проектирование энергетических установок		●	●	
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС			●	

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
	Специальные главы проектирования турбомашин для реакторных установок			●	
	Производственная (проектная) практика		●		●
	Производственная (преддипломная) практика				●
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				●
	Специальные главы конструирования ядерных установок	●	●		

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

Профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-3 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

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
ПК-1. Способен использовать современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации технических решений	ИПК-1.1. Использует современные достижения науки и техники в соответствующей области, специальную литературу и другие информационные данные для решения профессиональных задач, отечественный и зарубежный опыт ИПК-1.2. Применяет отечественный и зарубежный опыт, современные компьютерные информационные технологии, методы анализа, синтеза и оптимизации технических решений	**Знать:** - основные источники научно-технической информации по материалам конструирования современных ядерных энергетических реакторов различных типов; - принципиальные особенности конструкции и компоновки ядерных энергетических реакторов; - возможности современных программных средств автоматизированного проектирования.	**Уметь:** выбирать и применять нормативные методики расчёта энергетических реакторов для решения проектных и конструкторских задач.	**Владеть:** терминологией в области конструирования современных ядерных реакторов.	Планы семинаров по темам 1.1.1, 1.2.1, 2.1.1÷2.1.5, 2.2.1, 2.2.2 с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критериям 1-3)	Перечень контрольных вопросов
ПК-3. Способен владеть методами моделирования высокотемпературных теплогидравлических процессов в конкретных технических системах, проводить выбор стандартного и проектировать новое оборудование с	ИПК-3.1. Владеет методами построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов ИПК-3.3. Использует современные пакеты прикладных программ и элементы систем автоматизированного	**Знать:** возможности современных программных средств автоматизированного проектирования.	**Уметь:** выбирать и применять нормативные методики расчёта энергетических реакторов для решения проектных и инженерных задач.	**Владеть:** навыками работы в прикладных программных комплексах для решения инженерных задач.	Задания на практические занятия по темам 2.3.1÷2.3.7 и на коллоквиум по теме 3.1.1 (оценка по критерию 4)	Перечень контрольных заданий

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
использованием пакетов прикладных программ и элементов систем автоматизированного проектирования	проектирования в профессиональной деятельности					

Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 «Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ» (ПС 40.011 «Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок»), ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики») и ТФ В/02.7 «Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий» (ПС 24.078 ««Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»») и решает задачи подготовки обучаемых к разработке новых методов исследования высокотемпературных процессов на основе современных методик, учитывающих отечественный и мировой уровень развития соответствующих научных направлений и расчетному обоснованию конструктивных решений в элементах энергетического оборудования.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.) или 72 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 38 часов, самостоятельная работа обучающихся - 34 часа (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч		
	Всего	в том числе в 1 семестре	в том числе во 2 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость	72	36	36
1. Контактная работа:	**38**	**19**	**19**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	17	17
Занятия лекционного типа (Л)	17	17	
Лабораторные занятия (ЛЗ)	17		17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	4	2	2
Консультации по дисциплине	4	2	2
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	**34**	**17**	**17**
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму и зачету)	34	17	17

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
1 семестр									
ПК-1: ИПК-1.1 ИПК-1.2	*Раздел 1. Роль и место ВТГР в атомной энергетике*								
	Тема 1.1. Возможности ВТГР в качестве источников теплоты. Требования к энергоисточнику	0,5	-	-	-		Проблемная лекция	-	-
	Тема 1.2. Опыт создания ВТГР. Экономичность производства водорода с использованием ядерной энергии.	0,5	-	0,25	1	п. 1 табл. 8 РПД п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	-	-	-
	Раздел. 2. Опыт разработки ВТГР в России и за рубежом								
	Тема 2.1. Особенности, циклы, параметры и схемные решения установок с ВТГР для различного применения	0,5	-	-	1	п. 4 табл. 8 РПД п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-
	Тема 2.2 Конструктивные и технологические особенности ВТГР.	0,5	-	-	1	п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД		-	-
	Тема 2.3 Перспективы развития АЭС с ВТГР	0,5	-	0,25	1	п. 11 табл. 8 РПД	-	-	-
	Раздел. 3. Технология гелиевого теплоносителя								
	Тема 3.1. Теплоноситель первого контура ВТГР. Нормы качества	0,5	-	-	1	п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
	Тема 3.2. Система очистки и контроль примесей в гелиевом теплоносителе	1	-	0,25	1	п. 11 табл. 8 РПД		-	-
	Раздел. 4. Проект ГТ-МГР. Назначение и область применения								
	Тема 4.1. Основные отличительные особенности, технические характеристики. Принципиальная схема РУ. Требования к проекту	0,5	-	0,25	3	п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-
	Раздел. 5. Проект ГТ-МГР. Оборудование и системы								
	Тема 5.1. Компоновка оборудования и систем РУ и АЭС. Этапы проектно-конструкторских работ. Основные вспомогательные и обслуживающие системы	1	-	-	1	п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-
	Тема 5.2. Генплан энергокомплекса. Главное здание прототипной АЭС	0,5	-	0,25	-			-	-
	Раздел. 6. Проект ГТ-МГР. Безопасность и режимы работы								
	Тема 6.1. Режимы работы при нормальной эксплуатации; режимы при нарушениях нормальной эксплуатации; аварийные режимы	0,5	-	-	1	п. 3 табл. 8 РПД, стр. 40 – 84	Проблемная лекция	-	-
	Тема 6.2. Основные принципы обеспечения безопасности. Критерии безопасности в проектных и запроектных авариях	1	-	0,25	2	п. 1 табл. 8 РПД		-	-
	Раздел. 7. Проект МГР-Т: Производство водорода								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
	Тема 7.1 Потребности и рынок водорода. Технологии различных способов производства водорода	0,5	-	-	1	п. 6 табл. 9 РПД	Проблемная лекция		
	Тема 7.2 Потенциал применения ВТГР. АЭТС с блоком МГР-Т	0,5	-	0,25	1				
	Раздел. 8. Проект МГР-Т: Назначение и область применения.								
	Тема 8.1 Принципиальная схема. Основные отличительные особенности энергокомплекса и его конфигурации. Технические характеристики проекта	0,5	-	-	1	п. 1 табл. 8 РПД п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция		
	Тема 8.2 Принципиальная схема РУ МГР-Т и ее химико-технологической части (ХТЧ).	1	-	0,25	2	п. 1 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД			
	Раздел. 9. Проект МГР-Т: Оборудование и системы.								
	Тема 9.1. Проект МГР-Т. Оборудование и системы	0,5	-	-	1		Проблемная лекция		
	Тема 9.2. Описание компоновки МГР-Т ПКМ. Описание компоновки МГР-Т ХТЧ-ТХЦ	0,5	-	0,25	1				
	Раздел. 10. Проект МГР-Т. Безопасность и режимы работы								
	Тема 10.1 Режимы работы при нормальной эксплуатации; режимы при нарушениях нормальной эксплуатации; аварийные режимы	1	-	-	1	п. 8 табл. 8 РПД	Проблемная лекция		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
	Тема 10.2 Основные принципы обеспечения безопасности; критерии безопасности в проектных и запроектных авариях	0,5	-	0,5	1	п. 8 табл. 8 РПД			
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.3	*Раздел. 11. Особенности расчетов установок с ВТГР*								
	Тема 11.1. Проведение расчетов теплогидравлических характеристик (ТГХ).	0,5	-	-	1	п. 4 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-
	Тема 11.2. Экспериментальное и на работающей установке определение ТГХ	0,5	-	0,5	1			-	-
	Раздел. 12. Конструкция реактора ГТ-МГР								
	Тема 12.1. Назначение; технические характеристики; состав; описание конструкции реактора и его компонентов; материалы	0,5	-	-	1	п. 12 табл. 8 РПД п. 9 табл. 8 РПД п. 11 табл. 8 РПД	Проблемная лекция	-	-
	Тема 12.2. Топливо и активная зона. Перегрузка топлива: технологический процесс перегрузки.	0,5	-	-	1	п. 9 табл. 8 РПД			
	Тема 12.3. Состав и назначение систем теплоотвода и аварийного охлаждения	0,5	-	0,25	1	п. 9 табл. 8 РПД			
ПК-1: ИПК-1.1 ИПК-1.2	*Раздел. 13. Проект ГТ-МГР. Блок преобразования энергии*								
	Тема 13.1. Основные технические характеристики. Описание конструкции и его компонентов, функции БПЭ. Обоснование использования вертикального БПЭ	0,5	-	0,25	2	п. 9 табл. 8 РПД			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
	Раздел. 14. Проект ГТ-МГР. Турбомашина (ТМ)								
	Тема 14.1. Назначение, функции и проектные требования; основные технические характеристики ТМ. Описание конструкции и компонентов	0,5	-	-	2	п. 7 табл. 8 РПД	Проблемная лекция		
	Тема 14.2. Программа экспериментальных по ТМ, ТК, осевому ЭМП	0,5	-	0,25	2	п. 7 табл. 8 РПД			
	Раздел. 15. Проект ГТ- МГР-Т. Блок корпусов								
	Тема 15.1. Особенности конструкции и компоновки 1-го контура. Специальные требования, предъявляемые к корпусам газоохлаждаемых реакторов, материалы. технологические варианты изготовления корпусов применительно к установкам ГТ-МГР и МГР-Т	0,5	-		1		Проблемная лекция		
	2 семестр								
ПК-3: ИПК-3.1 ИПК-3.3	*Раздел. 16. Конструктивное исполнение РУ АБВ-6М, РИТМ-200, ВБЭР-300. Испытания СУЗ*								
	Тема 16.1. Гидравлические и механические испытания оборудования ЯЭУ	-	-	-	-				
	Тема 16.1.1. Испытания исполнительных механизмов системы управления и защиты (ИМ СУЗ)	-	5	-	-		Работа в малых группах		
	Тема 16.1.2. Параметрические испытания насоса РУ ЦПН 2/25	-	4	-	-		Работа в малых группах		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				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				
		Лекции	Лабораторные занятия	Консультации по дисциплине					
	Тема 16.2. Надежность и долговечность элементов энергетического оборудования								
	Тема 16.2.1. Исследование вибростойкости энергетического оборудования АЭС	-	4	-	-		Работа в малых группах		
	Тема 16.2.2. Определение механических характеристик конструкционных сталей и сплавов	-	4	-	-		Работа в малых группах		
ИТОГО		17	17	4	34				

6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечень контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечень контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	лабораторные занятий	
1.1	-	Чем отличается активная зона реактора с засыпкой из шаровых твэлов и из призматических. Покажите схематично.
1.2	-	Особенности теплогидравлического расчета реактора
2.1	-	1. Изобразить принципиальную схему модульного реактора и объяснить его отличие от интегрального по способу отвода остаточного тепла. 2. Спектр нейтронов в ВТГР, отличие его от спектра в Реакторах ВВЭР и РБМК?
2.2	-	1. Основные марки материалов, используемых в основном оборудовании. 2. Возможно ли гидравлическое профилирование в а. з. (насыпного типа с шаровыми твэл, блочного типа) и его эффективность?
2.3		Перечислить преимущества РУ ВТГР по сравнению с АЭС ВВЭР.
3.1		Определить температуру гелия, которая может быть достигнута на выходе из реактора
3.2		Пояснить чем определяется допустимый уровень температур для топлива
4.1		Назначение и проанализировать актуальность создания
5.1		Изобразить компоновку реактора (корпус. а.з., сборка СУЗ, графитовая кладка и пр.).
5.2		Показать схематично возможность подземного размещения реакторного модуля
6.1		Аварийные режимы эксплуатации
6.2		Принципы обеспечения безопасности
7.1		1. Основные источники водорода 2. Способы производства водорода
7.2		Назначение и проанализировать актуальность создания АЭТС с блоком МГР-Т
8.1		Основные технические характеристики проекта МГР-Т
8.2		Изобразить принципиальную схему РУ МГР-Т
9.1		Основное оборудование машзала МГР-Т
9.2		Перечислить преимущества по сравнению с ГТ МГР
10.1		Аварийные режимы эксплуатации МГР-Т
10.2		Оценить достаточность технических мер по защите ядерного источника от аварии в химико-технологической части
11.1		Пояснить расчет реактора в 2-D, 3-D приближениях (использование макросечений, полученных из нуль-мерных расчетов)
11.2		Пояснить последовательность нейтронно-физических расчетов
12.1		Конструкция сборки СУЗ
12.2		1.Преимущества и недостатки поклонной и послойной перегрузок топлива 2.Описать схематично процесс перегрузки топлива
12.3		Основные компоненты системы аварийного охлаждения
13.1		1.Функции и назначение блока в процессе эксплуатации реактора 2.Перечислить преимущества и недостатки вертикальной и горизонтальной компоновок 3.Объяснить на чертеже принцип работы рекуператора
14.1		1.Пояснить функции и назначение турбомашины 2.Указать особенности конструкции 3.Обосновать надежность системы физических барьеров безопасности
14.2		1.Схематично изобразить компоновку ее основных составных частей: турбокомпрессор, генератор, электромагнитный подвес. уплотнение статора 2.Перечислить радиационные критерии безопасности и их пределы 3.Изобразить защитную оболочку реактора
15.1		1.Показать схему циркуляции гелия в блоке 2.Перечислить применяемые материалы

16.1		1.Основные части циркуляционного контура испытательного оборудования СТ-1080К, предназначенного для испытаний электронасоса ЦПН2/25 2.Как осуществляется уплотнение между водяной полостью насоса и воздушной полостью электродвигателя 3.Определение подачи и напора электронасоса 4.Определение КПД электронасоса
16.2		1.Что такое собственные частоты колебаний? 2.Какие колебания называют вынужденными? 3.Какие частоты называют резонансными? 4.Для чего нужны испытания на вибростойкость?

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем контрольного опроса по следующему перечню вопросов:

1. Атомно-водородная энергетика в России и за рубежом.
2. Место ВТГР в атомно-водородной энергетике.
3. Технологии производства водорода, их краткая характеристика.
4. Источники тепловыделения в реакторе. Доля тепловыделений в конструкционном графите, источник тепловыделения в графите?
5. Влияние полых каналов в ВТГР на реактивность и энергораспределение.
6. Спектр нейтронов в ВТГР, отличие от спектра в ВВЭР и РБМК. Чему равна энергия сшивки спектров Максвелла и Ферми в ВТГР?
7. Допустимый уровень температур для топлива ВТГР. Чем он определяется?
8. Эффективность различных делящихся изотопов в ВТГР. Можно ли получить коэффициент воспроизводства равный или больший единицы?
9. Как оценивается работоспособность топлива? Чем определяются напряжения оболочек МТ? Уровень давления газов в МТ в зависимости от выгорания и температуры?
10. Двойная гетерогенность размещения топлива, чем она характеризуется? Резонансный захват нейтронов в ВТГР с U-м топливом, с Pu –м топливом, на каких изотопах проявляется, в какой области энергий, значения вероятности избежать резонансного захвата?
11. Температурные коэффициенты реактивности в ВТГР. Порядок величин, температурные коэффициенты реактивности топлива, замедлителя, отражателя?
12. Как оценить режим равновесного выгорания или установившихся перегрузок топлива? Использование элементов выгорающего поглотителя для выхода в режим равновесного выгорания.
13. Значения эффективной доли запаздывающих нейтронов в ВТГР с U-м топливом, с Pu-м топливом.
14. Роль обратных связей по реактивности при регулировании мощности и аварийных режимах. Как проявляются температурные коэффициенты реактивности в ВТГР?
15. Распределение энерговыделения в твэле (цилиндрическом, шаровом).
16. Распределение тепловыделения в активной зоне реактора (радиальное, аксиальное, характерные значения коэффициентов неравномерности). Как оценивается температура топлива по значениям неравномерности тепловыделения?
17. Мощность остаточных тепловыделений в остановленном реакторе. Начальное значение мощности остаточных тепловыделений после сброса АЗ. Чем определяется максимальная температура топлива в а.з. реактора в аварийных режимах?
18. Состав реакторного модуля ГТ-МГР.
19. Какие основные объекты включает генплан энергокомплекса ГТ-МГР?
20. Состав реакторного модуля и систем РУ ГТ-МГР.
21. Конструкция графитовой кладки ГТ-МГР.
22. Функции и состав основных компонентов БПЭ ГТ-МГР.
23. Характерные особенности БПЭ ГТ-МГР. Состав и основные технические характеристики.
24. Назначение и особенности конструкции турбомашины ГТ-МГР.
25. Какие основные явления могут привести к разрушению металлического корпуса, работающего под давлением?
26. Система физических барьеров безопасности РУ ГТ-МГР?
27. Системы аварийного останова в ГТ-МГР

28. Назначение и основные отличительные особенности реактора МГР-Т.
29. Тип и функции защитной оболочки для размещения РУ МГР-Т.
30. Технические меры по исключению попадания радиоактивности в конечный продукт технологического производства.
31. Технические меры по защите ядерного источника от аварий в ХТЧ.Технико-экономические и социальные проблемы создания высокотемпературных газовых реакторов с гелиевым теплоносителем?
32. Почему проекты по ВТГР в мире не получили дальнейшего развития?
33. ПГБ блочного типа - особенности, преимущества и недостатки?
34. ПГБ интегрального типа - особенности, преимущества и недостатки?
35. Паровая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы?
36. Газовая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы?
37. Парогазовая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы?
38. Система очистки и расхолаживания - назначение, состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования?
39. Второй контур - назначение, состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования?
40. Третий контур - назначение, состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования?
41. Четвертый контур - назначение, состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования?
42. Активная система аварийного расхолаживания - состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования?
43. Пассивная система аварийного расхолаживания - варианты (воздушная, водяная и комбинированная), их характеристики и особенности, проблемы практической реализации?
44. Активная и пассивная подсистемы снижения аварийного давления в ЗО, предохранительные устройства - состав, принципы функционирования, сравнительные характеристики?

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

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

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

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

В результате изучения дисциплины «Специальные главы конструирования ядерных установок» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-1 и ПК-3 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПК-1 и ПК-3 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-1	ИПК-1.1 ИПК-1.2	Работа в малых группах по темам 1.1-10.2, 13.1-15.1	Критерий 1 Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			Критерий 2 Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПК-1
			Критерий 3 Степень готовности презентации и доклада или тезисов (планов) ответа на вопросы по плану семинара	Наличие у докладчика мультимедийной презентации без нарушений принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у выступающих - тезисов (планов) выступлений	Наличие у докладчика мультимедийной презентации с единичными незначительными нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у	Наличие у докладчика мультимедийной презентации со многими незначительными нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада, а у выступающих - тезисов	Наличие у докладчика мультимедийной презентации с грубыми нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада или их отсутствие, а у выступающих – полное

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
				по всей тематике семинара	выступающих - тезисов (планов) выступлений по не менее 50% вопросов, вынесенных на семинар	(планов) выступлений по менее 50% вопросов, вынесенных на семинар, но не при полном их отсутствии	отсутствие тезисов (планов) выступлений по вопросам, вынесенным на семинар
ПК-3	ИПК-3.1 ИПК-3.3	Работа в малых группах по темам 11.1-12.3 Лабораторные работы 16.1-16.4	Критерий 4 Степень готовности к проведению инженерных расчетов	Задание выполнено без ошибок	Задание выполнено, методика его выполнения выдержана, но допущены незначительные ошибки в расчетах	Задание выполнено, методика его выполнения в целом выдержана, но допущены значительные ошибки в расчетах	Задание не выполнено, методика его выполнения ошибочна

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания, включая обязательное присутствие на коллоквиуме (при наличии).

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 7.

Таблица 7 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПК-1	Достаточный	По критериям 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 6)
	Недостаточный	По критериям 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 6)
ПК-3	Достаточный	По критерию 4 с показателями не ниже «Удовлетворительно» (табл. 6)
	Недостаточный	По критерию 4 с показателем «Неудовлетворительно» (табл. 6)
ПК-1, ПК-3 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Таблица 8 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Абросимов Н.Г. Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР : Учеб.пособие / Н.Г. Абросимов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 207 с.	10
2.	Петрунин В.В. Обоснование прочности и ресурса реакторов различного типа : Учеб.пособие / В.В. Петрунин, В.Б. Кайдалов, Ю.Н. Татарский; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 104 с.	13
3.	Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции. Учебник М.: Изд. дом МЭИ, 2008	8
4.	Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. Учебное пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2007	6
5.	Тевлин С.А. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000. Учебное пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2008	10
6.	Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2006	8
7.	Воронов В.Н. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами. Учебное пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2006	6
2. Дополнительная литература		
8.	Сухарев Ю.П. Топливо ВТГР. Обращение с топливом. Топливные циклы : Учеб.пособие / Ю.П. Сухарев, Н.Г. Кодочигов, В.В. Петрунин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под ред.С.М.Дмитриева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 121 с	13
9.	Сухарев Ю.П. Нейтронно-физические характеристики ВТГР. Особенности, обоснование : Учеб.пособие / Ю.П. Сухарев, Н.Г. Кодочигов, В.В. Петрунин; НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под ред.С.М.Дмитриева. - Н.Новгород : [Б.и.], 2014. - 141 с.	13

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
10.	П. Л. Кириллов Справочник по тепло-гидравлическим расчётам в ядерной энергетике. Справочник. М. : ИздАТ, 2010	12
11.	М. С. Алхутов Под общ.ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина Теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Изд. дом МЭИ, Москва, 2007	2
12.	А.М. Бахметьев Основы безопасности ядерных энергетических установок. Учебное пособие. НГТУ, Н.Новгород, 2006	150
13.	Столяревский А.Я. Ядерно-технологические комплексы на основе высокотемпературных реакторов. Техническая литература. М.: Энерго-атомиздат,1988	5
14.	И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин, Р.С. Демешев, Н.Ф. Рекшня Конструирование ядерных реакторов. Техническая литература. М.: Энергоиздат 1982	10
15.	Л.Д. Полканов, С.А. Замятин Некоторые проблемы проектирования ЯЭУ с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами. Учебное пособие. Горький, изд. ГПИ, 1982	10
16.	И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин. Конструирование ядерных реакторов. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежаля. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.	21
17.	Шишкин В.А., Костров А.С. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Гидравлические испытания оборудования ЯЭУ» по направлениям подготовки бакалавров и магистров 140700, специалистов 141403 и 141401. Определение технических характеристик приводов компенсирующей группы СУЗ ядерного реактора энергетической установки: учеб. пособие / В.А. Шишкин, А.С. Костров; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2017. – 23 с.	Библиотека ОКБМ
18.	Пичков С.Н., Городов И.Г. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Прочность, надежность и долговечность АЭС и У» для студентов специальностей 140700, 140800, 141403 и 141401. Определение механических характеристик сталей на комплексе разрывных машин: учеб. пособие / С.Н. Пичков, И.Г. Городов; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2017. – 36 с.	Библиотека ОКБМ
19.	Пичков С.Н., Десятников В.Е. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Надежность и долговечность оборудования АЭС» для студентов специальностей по направлениям подготовки бакалавров 14.03.01, 14.03.02, магистров 14.04.01, 14.04.02, специалистов 14.05.01, 14.05.02. Проведение исследований по определению амплитудно-частотных характеристик балки прямоугольного сечения: учеб. пособие / С.Н. Пичков, В.Е. Десятников; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2019. – 19 с.	Библиотека ОКБМ
20.	Шишкин В.А., Бугреев А.В. Проведение параметрических испытаний электронасоса ЦПН 2/25. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Дополнительные главы по особенностям расчета насосов и газодувных машин для атомных электростанций и ядерных энергетических установок» по направлению подготовки бакалавров 140700 / В.А. Шишкин, А.В. Бугреев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2014. – 23 с.	Библиотека ОКБМ

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 9 – Список справочно-библиографической и научной литературы

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
1. Справочно-библиографическая литература		
1.	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
2.	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
3.	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
4.	В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства поглотителей нейтронов. Книга 1. Поглощающие материалы на основе бора и его	9

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
	соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.	
5.	Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): *https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb511f400defad83aca.pdf на сайте www.rosatom.ru*	Электронное издание
6.	«AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт *AtomInfo.Ru* (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года)	Электронное периодическое издание
7.	Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-002-86/Госатомэнергонадзор СССР – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 525 с. – Правила и нормы в атомной энергетике)	Электронное издание
	2. Научная литература	
8.	«Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): *j-atomicenergy.ru*	1 раз в месяц
9.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): *http://vant.iterru.ru/vant.html*	4 раза в год
10.	«Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, Science Citation Index, INIS Atomindex, перечни ВАК и РИНЦ): *http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331*	5 раз в год
11.	«Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich’s Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): *https://nuclear-power-engineering.ru*	4 раза в год
12.	Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 /под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7 (в пер.)	Электронное издание

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

1) Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;

2) Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;

3) Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;

4) Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.

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

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

– демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;

– использование электронной образовательной среды университета;

– организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

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

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

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»

Таблица 10 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	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 11 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

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

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	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

Также, для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Специальные главы конструирования ядерных установок» может быть использовано программное обеспечение, представленное в таблице 13

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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

Таблица 12 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования

№ 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 «Специальные главы конструирования ядерных установок» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 13.

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

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Специализированная аудитория (НИК ОКБМ)	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	Комплект программного обеспечения AutoCAD. MathCAD, Microsoft Office с корпоративными лицензиями АО «ОКБМ Африкантов»
2.	Испытательная лаборатория систем управления защитой (НИК ОКБМ) для проведения лабораторных занятий по данной дисциплине	Стенд СТ-965 (для испытаний ИМ КГ)	
3.	Испытательная лаборатория вибропрочностных характеристик (НИК ОКБМ) для проведения лабораторных занятий по данной дисциплине	Двухкомпонентный вибростенд ВС-2К- 1000	
4.	Испытательная лаборатория механических характеристик (НИК ОКБМ) для проведения лабораторных занятий по данной дисциплине	Испытательная разрывная машина МИУ- 200.1 КТ	
5.	Рабочий кабинет ИТП базовой кафедры «Конструирование атомных установок»	ПЭВМ - 2 шт. с доступом к сети «Интернет» и ЭБС МГТУ	Комплект программного обеспечения AutoCAD. MathCAD, Microsoft Office с корпоративными лицензиями АО «ОКБМ Африкантов»

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

– виды аудиторной работы;

– формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ПК-1 и ПК-3.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

– работа на лекциях;

– лабораторные работы.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

– лекции;

– практические занятия (работа в малых группах);

- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

– конспекты;

– рабочие материалы;

Уровень развития компетенций ПК-1 и ПК-3 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);

- по результатам выполнения заданий на лабораторных занятиях (уметь, владеть);

– при обсуждении результатов лабораторных работ (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 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» компетенций ПК-1 и ПК-3. 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.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах при работе в малых группах

Лабораторные занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПК-3 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах — это совместная работа студентов в группах из 2-4 человек над определенным заданием, при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы — решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку 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 6 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 13. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

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

12.1.1. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Чем отличается активная зона реактора с засыпкой из шаровых твэлов и из призматических. Покажите схематично.
2. Особенности теплогидравлического расчета реактора
3. Изобразить принципиальную схему модульного реактора и объяснить его отличие от интегрального по способу отвода остаточного тепла.
5. Спектр нейтронов в ВТГР, отличие его от спектра в Реакторах ВВЭР и РБМК?
6. Основные марки материалов, используемых в основном оборудовании.
7. Возможно ли гидравлическое профилирование в а. з. (насыпного типа с шаровыми твэл, блочного типа) и его эффективность?
8. Перечислить преимущества РУ ВТГР по сравнению с АЭС ВВЭР.
9. Определить температуру гелия, которая может быть достигнута на выходе из реактора
10. Пояснить чем определяется допустимый уровень температур для топлива
11. Назначение и проанализировать актуальность создания
12. Изобразить компоновку реактора (корпус. а.з., сборка СУЗ, графитовая кладка и пр.).
13. Показать схематично возможность подземного размещения реакторного модуля
14. Аварийные режимы эксплуатации
15. Принципы обеспечения безопасности

16. Основные источники водорода
17. Способы производства водорода
18. Назначение и проанализировать актуальность создания АЭТС с блоком МГР-Т
19. Основные технические характеристики проекта МГР-Т
20. Изобразить принципиальную схему РУ МГР-Т
21. Основное оборудование машзала МГР-Т
22. Перечислить преимущества по сравнению с ГТ МГР
23. Аварийные режимы эксплуатации МГР-Т
24. Оценить достаточность технических мер по защите ядерного источника от аварии в химико-технологической части
25. Пояснить расчет реактора в 2-D, 3-D приближениях (использование макросечений, полученных из нуль-мерных расчетов)
26. Пояснить последовательность нейтронно-физических расчетов
27. Конструкция сборки СУЗ
28. Преимущества и недостатки поклонной и послойной перегрузок топлива
29. Описать схематично процесс перегрузки топлива
30. Основные компоненты системы аварийного охлаждения
31. Функции и назначение блока в процессе эксплуатации реактора
32. Перечислить преимущества и недостатки вертикальной и горизонтальной компоновок
33. Объяснить на чертеже принцип работы рекуператора
34. Пояснить функции и назначение турбомашины
35. Указать особенности конструкции
36. Обосновать надежность системы физических барьеров безопасности
37. Схематично изобразить компоновку ее основных составных частей: турбокомпрессор, генератор, электромагнитный подвес. уплотнение статора
38. Перечислить радиационные критерии безопасности и их пределы
39. Изобразить защитную оболочку реактора
40. Показать схему циркуляции гелия в блоке
41. Перечислить применяемые материалы
42. Основные части циркуляционного контура испытательного оборудования СТ-1080К, предназначенного для испытаний электронасоса ЦПН2/25
43. Как осуществляется уплотнение между водяной полостью насоса и воздушной полостью электродвигателя
44. Определение подачи и напора электронасоса
45. Определение КПД электронасоса
46. Что такое собственные частоты колебаний?
47. Какие колебания называют вынужденными?
48. Какие частоты называют резонансными?
49. Для чего нужны испытания на вибростойкость?

12.1.1. Типовые задания для лабораторных работ

1. Испытания исполнительных механизмов системы управления и защиты (ИМ СУЗ).
2. Параметрические испытания насоса РУ ЦПН 2/25.
3. Исследование вибростойкости энергетического оборудования АЭС.
4. Определение механических характеристик конструкционных сталей и сплавов.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем контрольного опроса по следующему перечню вопросов

Номер раздела дисциплины	Проверяемые компетенции	Перечень вопросов
1-10, 13-15	ПК-1 (ИПК-1.1, ИПК-1.2)	1. Атомно-водородная энергетика в России и за рубежом. 2. Место ВТГР в атомно-водородной энергетике. 3. Технологии производства водорода, их краткая характеристика. 4. Источники тепловыделения в реакторе. Доля тепловыделений в конструкционном графите, источник тепловыделения в графите? 5. Влияние полых каналов в ВТГР на реактивность и энергораспределение. 6. Спектр нейтронов в ВТГР, отличие от спектра в ВВЭР и РБМК. Чему равна энергия сшивки спектров Максвелла и Ферми в ВТГР? 7. Допустимый уровень температур для топлива ВТГР. Чем он определяется? 8. Эффективность различных делящихся изотопов в ВТГР. Можно ли получить коэффициент воспроизводства равный или больший единицы? 9. Состав реакторного модуля ГТ-МГР. 10. Какие основные объекты включает генплан энергокомплекса ГТ-МГР? 11. Состав реакторного модуля и систем РУ ГТ-МГР. 12. Конструкция графитовой кладки ГТ-МГР. 13. Функции и состав основных компонентов БПЭ ГТ-МГР. 14. Характерные особенности БПЭ ГТ-МГР. Состав и основные технические характеристики. 15. Назначение и особенности конструкции турбомашины ГТ-МГР. 16. Какие основные явления могут привести к разрушению металлического корпуса, работающего под давлением? 17. Система физических барьеров безопасности РУ ГТ-МГР? 18. Системы аварийного останова в ГТ-МГР 19. Назначение и основные отличительные особенности реактора МГР-Т. 20. Тип и функции защитной оболочки для размещения РУ МГР-Т. 21. Технические меры по исключению попадания радиоактивности в конечный продукт технологического производства. 22. Технические меры по защите ядерного источника от аварий в ХТЧ. Технико-экономические и социальные проблемы создания высокотемпературных газовых реакторов с гелиевым теплоносителем? 23. Почему проекты по ВТГР в мире не получили дальнейшего развития?
11, 12, 16	ПК-3 (ИПК-3.1, ИПК-3.3)	1. Как оценивается работоспособность топлива? Чем определяются напряжения оболочек МТ? Уровень давления газов в МТ в зависимости от выгорания и температуры? 2. Двойная гетерогенность размещения топлива, чем она характеризуется? Резонансный захват нейтронов в ВТГР с U-м топливом, с Pu –м топливом, на каких изотопах проявляется, в какой области энергий, значения вероятности избежать резонансного захвата? 3. Температурные коэффициенты реактивности в ВТГР. Порядок величин, температурные коэффициенты реактивности топлива, замедлителя, отражателя? 4. Как оценить режим равновесного выгорания или установившихся перегрузок топлива? Использование элементов выгорающего поглотителя для выхода в режим равновесного выгорания. 5. Значения эффективной доли запаздывающих нейтронов в ВТГР с U-м топливом, с Pu-м топливом. 6. Роль обратных связей по реактивности при регулировании мощности и аварийных режимах. Как проявляются температурные коэффициенты реактивности в ВТГР? 7. Распределение энерговыделения в твэле (цилиндрическом, шаровом). 8. Распределение тепловыделения в активной зоне реактора (радиальное, аксиальное, характерные значения коэффициентов неравномерности). Как оценивается температура топлива по значениям неравномерности тепловыделения? 9. Мощность остаточных тепловыделений в остановленном реакторе. Начальное значение мощности остаточных тепловыделений после сброса АЗ. Чем определяется максимальная температура топлива в а.з. реактора в аварийных режимах? 10. Состав реакторного модуля ГТ-МГР.

Номер раздела дисциплины	Проверяемые компетенции	Перечень вопросов
		11. Состав реакторного модуля и систем РУ ГТ-МГР. 12. Какие основные явления могут привести к разрушению металлического корпуса, работающего под давлением? 13. Система физических барьеров безопасности РУ ГТ-МГР? 14. Системы аварийного останова в ГТ-МГР 15. Назначение и основные отличительные особенности реактора МГР-Т. 16. Тип и функции защитной оболочки для размещения РУ МГР-Т. 17. Технические меры по исключению попадания радиоактивности в конечный продукт технологического производства. 18. ПГБ блочного типа - особенности, преимущества и недостатки? 19. ПГБ интегрального типа - особенности, преимущества и недостатки? 20. Паровая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы? 21. Газовая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы? 22. Парогазовая система компенсации давления, ее характеристики, режимы работы, обслуживающие системы? 23. Система очистки и расхолаживания - назначение, состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования? 24. Активная система аварийного расхолаживания - состав, режимы работы при нормальной эксплуатации и отказах отдельного оборудования? 25. Пассивная система аварийного расхолаживания - варианты (воздушная, водяная и комбинированная), их характеристики и особенности, проблемы практической реализации? 26. Активная и пассивная подсистемы снижения аварийного давления в ЗО, предохранительные устройства - состав, принципы функционирования, сравнительные характеристики?