

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
«21 » июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.Од.7 «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР»
для подготовки магистров

Направление подготовки: 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Направленность: "Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки"

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: АТС

Объем дисциплины: 216/6
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: зачёт

Разработчик(и): Рязанов А.В.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

Рецензент: Андреев В.В., д.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

«15» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) 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 от «25» мая 2023 г. № 22).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «13» июня 2023 г. № 7)

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

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Учебно-методическим советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «20» июня 2023 г. № 5)

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

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный №_____

Начальник методического отдела УМУ

_____ Н.Р. Булгакова
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина
(подпись)

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.....	5
5. Структура и содержание дисциплины.....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	12
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
8. Информационное обеспечение дисциплины.....	21
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	22
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	23
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является получение студентами теоретических и практических знаний в области разработки и использования перспективных типов ядерных реакторов в структуре ядерной энергетики будущего.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- 1) изучение перспектив развития отечественной атомной энергетики;
- 2) изучение актуальных вопросов проектирования и конструирования инновационных энергетических установок АЭС;
- 3) подготовка к проектно-конструкторской деятельности, связанной с применением ядерных энерготехнологий нового поколения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной (формируемой участниками образовательных отношений) части и направлена на углубление уровня освоения компетенций ПК-2, 3, 5, 7. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «Реакторные установки типа «Высокотемпературный газовый реактор», «Методы решения инженерных задач при проектировании энергетических установок», «Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках», а также производственная (проектная) 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 «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» у обучающегося частично формируются компетенции ПК-2, 3, 5, 7, полное формирование которых последовательно осуществляется в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПК-2, 3, 5, 7

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-2	Методы решения инженерных задач при проектировании энергетических установок	•			
	Организация теплофизического эксперимента		•		
	Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР			•	
	Нейтронно-физические характеристики ВТГР		•		
	Кинетика ядерных реакторов		•		
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		•	•	•
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				•
ПК-3	Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках		•		
	Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР			•	
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС			•	
	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	•	•		

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-5	Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках		•		
	Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР			•	
	Производственная практика (научно-исследовательская работа)		•	•	•
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				•
ПК-7	Компьютерные технологии в профессиональной деятельности			•	
	Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР			•	
	Производственная (проектная) практика		•		•
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				•

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

Профессиональные компетенции ПК-2, 3, 5, 7 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	
		Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов, использовать принципы организации научно-исследовательской работы, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов	ИПК-2.1. Владеет расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования теплогидравлических процессов	Знать: набор входных и выходных параметров расчетов характеристик ядерных энергетических установок	Уметь: использовать алгоритмы проведения конструкторских и поверочных теплогидравлических расчетов ядерных реакторов	Владеть: методиками проведения конструкторских и поверочных теплогидравлических расчетов ядерных реакторов	• Перечень контрольных вопросов по предыдущим темам лекций (оценка по критериям 1-2) • Планы семинаров по темам 1.1.1, 1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 2.4.1, 2.5.1, 3.2.1, 3.3.1, 3.5.1, 3.6.1, 3.7.1, 3.8.1 с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критериям 1-2)	• Перечень контрольных вопросов, выносимых на экзамен (оценка по критериям 1-2)
ПК-3. Способен владеть методами моделирования высокотемпературных теплогидравлических процессов в конкретных технических системах, проводить выбор стандартного и проектировать новое оборудование с использованием пакетов прикладных программ и элементов систем автоматизированного проектирования	ИПК-3.2. Проводит выбор стандартного и проектирует новое оборудование ЯЭУ ИПК-3.3. Использует современные пакеты прикладных программ и элементы систем автоматизированного проектирования в профессиональной деятельности	Знать: характерные особенности ядерных энергетических установок с модульными ВТГР, принципы их функционирования; нормативную базу, регламентирующую принципы и правила создания, эксплуатации и снятия с эксплуатации ядерных энергетических реакторов	Уметь: создавать графическую документацию и сопроводительную к ней текстовую	Владеть: навыками работы с нормативной, проектной и рабочей технической документацией	• Задания на практическое занятие по теме 3.4.1 (оценка по критерию 3)	
ПК-5. Способен использовать технологии 3D-моделирования при исследовании процессов тепломассопереноса для обоснования конструктивных решений в элементах энергетического оборудования	ИПК-5.2. Обосновывает конструктивные решения, применяя технологии 3D-моделирования процессов	Знать: принципы и возможности 3D-технологий при моделировании и исследовании технических систем и протекающих в них физических процессов	Уметь: обосновать конструктивное решение по результатам исследования 3D-модели технической системы и (или) протекающего в ней физического процесса	Владеть: навыками создания трехмерных моделей технических систем и протекающих в них физических процессов		
ПК-7. Способен осваивать и	ИПК-7.2. Применяет цифро-	Знать: перечень со-	Уметь: выполнять	Владеть: навыками		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	цифровые технологии в профессиональной деятельности	временных цифровых технологий и их функциональные возможности, применяемых при проектировании оборудования ЯЭУ	инновационные инженерные проекты, проводить нейтронно-физические, тепло-гидравлические и прочностные расчеты ЯЭУ и их элементов, используя современные цифровые технологии	проектирования оборудования ЯЭУ		

Освоение дисциплины причастно к ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическими 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

- 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 6 зачетных единиц (з.е.) или 216 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 77 часов, самостоятельная работа обучающихся - 139 часов (в т.ч. 36 часов на подготовку и сдачу экзамена) (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч с использованием элементов электронного обучения
Формат изучения дисциплины	
Общая трудоемкость	216
1. Контактная работа:	77
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	
Занятия лекционного типа (Л)	34
Практические занятия (ПЗ)	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	
Консультации по дисциплине	4
Консультация перед промежуточной аттестацией	2
Консультация по курсовому проекту и его защита	3
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	103
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, подготовка к семинарам и практическим занятиям)	67
Выполнение курсового проекта	36
3. Контроль (подготовка и сдача экзамена)	36

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											
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине	Самостоятельная работа студентов								
ПК-2 (ИПК-2.1) ПК-3 (ИПК-3.2) (ИПК-3.3) ПК-5 (ИПК-5.2) ПК-7 (ИПК-7.2)	<i>Раздел 1. Высокотемпературные реакторы в атомной энергетике</i>	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - дискуссия	-	-	-							
	Тема 1.1. Концепция модульного ВТГР		2	-	0,25	2							
	Тема 1.1.1. Технология ВТГР - энергоисточник будущего		-	2	-	2	Семинар-диалог	-	-				
	Тема 1.2. Возможности ВТГР как универсального энергоисточника для промышленных производств и выработки электроэнергии		2	-	0,25	2	Лекция - дискуссия	-	-				
	Тема 1.2.1. Применение высокотемпературных модульных гелиевых реакторов для теплоснабжения энергоемких производств		-	2	-	2	Семинар-диалог	-	-				
	<i>Раздел 2. Схемно-компоновочные решения ЯЭУ с модульными ВТГР</i>		Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - визуализация	-	-	-	-	-				
	Тема 2.1. Основные схемно-компоновочные решения				0,25	2							
	Тема 2.1.1. Современные тенденции и основные конструктивные решения для модульных ВТГР				-	2	Семинар-диалог	-	-				
	Тема 2.2. Ядерная энергетическая установка ВГМ				2	-	0,25	3	-				
	Тема 2.2.1. Опытно-промышленная ЯЭУ ВГМ: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции				-	2	-	3	-				
	Тема 2.3. Ядерная энергетическая установка ГТ-МГР				2	-	0,25	3	Лекция - визуализация				

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		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине			
	Тема 2.3.1. Опытно-промышленная ЯЭУ ГТ-МГР: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции	-	2	-	3	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Семинар-диалог	-	-
	Тема 2.4. Ядерная энергетическая установка ВГМ-П	2	-	0,25	3		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 2.4.1. ЯЭУ ВГМ-П: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции	-	2	-	3		Семинар-диалог	-	-
	Тема 2.5. Ядерная энергетическая установка МГР-Т	2	-	0,25	3		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 2.5.1. ЯЭУ МГР-Т: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции	-	2	-	3		Семинар-диалог	-	-
	<i>Раздел 3. Оборудование и системы ЯЭУ с ВТГР</i>								
	Тема 3.1. Реактор с активной зоной из шаровых твэлов	2	-	0,25	2	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - визуализация	-	-
	Тема 3.2. Реактор с активной зоной из призматических топливных сборок	2	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 3.2.1. Концепции активной зоны модульных ВТГР	-	2	-	2		Семинар-диалог	-	-
	Тема 3.3. Система преобразования энергии	2	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 3.3.1. Преобразование энергии в ЯЭУ с модульными ВТГР	-	2	-	2		Семинар-диалог	-	-
	Тема 3.4. Теплообменное оборудование и главные циркуляторы первого контура	4	-	0,25	3		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 3.4.1. Методика выполнения теплогидравлического расчета ВПТ в ЯЭУ с модульными ВТГР	-	8	-	2		Работа в малых группах	-	-
	Тема 3.5. Система отвода остаточных тепловыделений	2	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-

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	Практические занятия	Консультации по дисциплине									
	Тема 3.5.1. Отвод остаточных тепловыделений от а.з. в модульных ВТГР	-	2	-	2	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Семинар-диалог	-	-		
	Тема 3.6. Системы перегрузки топлива	2	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-		
	Тема 3.6.1. Способы и системы перегрузки топлива модульных ВТГР	-	2	-	2		Семинар-диалог	-	-		
	Тема 3.7. Система контроля герметичности твэлов и выгорания топлива	2	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-		
	Тема 3.7.1. Контроль герметичности твэлов и выгорания топлива в модульных ВТГР	-	2	-	2		Семинар-диалог	-	-		
	Тема 3.8. Система хранения и транспортирования гелия. Технология гелиевого теплоносителя	4	-	0,25	2		Лекция - визуализация	-	-		
	Тема 3.8.1. Хранение, транспортирование и технология гелиевого теплоносителя	-	2	0,25	2		Семинар-диалог	-	-		
	Курсовое проектирование	-	-	3	36		Консультация иллюстрация	-	-		
	Подготовка и проведение экзамена	-	-	2	36		-	-	-		
	ИТОГО:	34	34	9	139						

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	практических занятий	
1.1, 1.2		<p><u>Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите главный признак, характеризующий модульную концепцию ВТГР. 2. Назовите особенности ВТГР по сравнению с реакторами других типов. 3. Какие Вы знаете типы энергоустановок на базе ВТГР? 4. Чем обусловлены преимущества комбинированного способа выработки высокопотенциальной теплоты? 5. На что опирается непосредственное использование высокотемпературного тепла от ядерного реактора? 6. Чем прежде всего вызван повышенный интерес в наше время к использованию ВТГР? <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Технология ВТГР - энергоисточник будущего»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. История развития ВТГР. 2. Атомно-водородная энергетика - самая перспективная технология производства водорода. 3. Физико-технические основы ВТГР. 4. Основные положения концепции модульного ВТГР. <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Применение высокотемпературных модульных гелиевых реакторов для теплоснабжения энергоемких производств»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Факторы, определяющие преимущества модульных ВТГР. 2. Энергоисточник из семейства модульных ВТГР для производства электроэнергии и коммунального теплоснабжения, для производства водорода, для нефтехимического производства. 3. Проблемные вопросы в технологии модульных ВТГР. <p><u>Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. С учетом каких особенностей ВТГР принимаются основные схемно-компоновочные решения ЯЭУ с модульными ВТГР? 2. Каким образом, как правило, организуется циркуляция гелия в модульных ВТГР? 3. Какие требования накладывает применение реакторного графита в качестве конструкционного материала а.з.? 4. Где размещаются а.з. и графитовые конструкции в модульных ВТГР? 5. По каким причинам основное оборудование ЯЭУ с модульными ВТГР размещается в отдельных корпусах высокого давления? 6. На что должны быть направлены схемно-компоновочные решения с модульными ВТГР? 7. Что является основой компоновки ЯЭУ с модульными ВТГР? 8. Назначение опытно-промышленной ЯЭУ ВГМ. 9. Сущность поэтапного освоения максимально возможного уровня температуры гелиевого теплоносителя и теплообменного оборудования в ЯЭУ ВГМ. 10. Во сколько контуров и в какие объединяется оборудование и системы, входящие в состав ЯЭУ ВГМ? 11. Назначение и состав (основное оборудование и системы) ЯЭУ ГТ-МГР. 12. Что лежит в основе концепции модульного гелиевого реактора? 13. Назначение и состав (основное оборудование и системы) ЯЭУ ВГМ-П. 14. Состав реакторного блока ЯЭУ ВГМ-П. 15. Назначение и специфика ЯЭУ МГР-Т. 16. Основные компоненты ЯЭУ МГР-Т. <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Современные тенденции и основные конструктивные решения для модульных ВТГР»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор основных проектов ЯЭУ с модульными ВТГР. 2. Разработка и внедрение новой нормативной базы использования модульных ВТГР в электроэнергетике и в промышленных производствах. 3. Основные тенденции развития модульных ВТГР. <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Опытно-промышленная ЯЭУ ВГМ: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции»:</u></p>
2.1÷2.5	1.1.1	
	1.2.1	
	2.1.1	
	2.2.1	

	<p>1. Назначение и проектные характеристики ЯЭУ ВГМ.</p> <p>2. Сущность поэтапного освоения максимально возможного уровня температуры гелиевого теплоносителя и теплообменного оборудования.</p> <p>3. Краткий обзор оборудования и систем, входящих в состав ЯЭУ ВГМ (первый контур, ВПТО, парогенератор первого контура, главная циркуляционная газодувка, внутриструйкорпусные металлоконструкции, промежуточный гелиевый контур, парогенератор промежуточного контура, пароводяной контур ПТУ, разгрузочно-загрузочный комплекс, исполнительные механизмы СУЗ, шаровая система компенсации реактивности, система охлаждения шахты реактора).</p> <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Опытно-промышленная ЯЭУ ГТ-МГР: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и проектные характеристики ЯЭУ ГТ-МГР. 2. Тепловая схема АЭС ГТ-МГР. 3. Краткий обзор оборудования и систем, входящих в состав ЯЭУ ГТ-МГР (первый контур, системы охлаждения шахты реактора, охлаждающей воды блока преобразования энергии, охлаждающей воды системы охлаждения остановленного реактора, защиты первого контура от превышения давления, регулирования и защиты турбомашины, регулирования давления первого контура, очистки теплоносителя первого контура). <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Опытно-промышленная ЯЭУ ВГМ-П: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и проектные характеристики ЯЭУ ВГМ-П. 2. Схемы АЭС с тремя ЯЭУ ВГМ-П и ЯЭУ ВГМ-П. 3. Краткий обзор оборудования и систем, входящих в состав ЯЭУ ВГМ-П (реакторный блок, системы управления и защиты реактора, охлаждения шахты реактора, разгрузочно-загрузочный комплекс, шаровая система компенсации реактивности, система очистки теплоносителя первого контура). <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Опытно-промышленная ЯЭУ МГР-Т: назначение, проектные характеристики, особенности конструкции»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и проектные характеристики ЯЭУ МГР-Т. 2. Упрощенные схемы ЯЭУ МГР-Т для производства водорода методами паровой конверсии метана и термохимического разложения воды. 3. Особенности компоновки основного оборудования ЯЭУ МГР-Т (реактора, систем транспорта высокотемпературного тепла с теплообменником и преобразования энергии).
2.3.1	
2.4.1	
2.5.1	

3.1÷3.8	<p><u>Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что собой представляет а.з. из шаровых твэлов? 2. Функции системы компенсации реактивности реактора с а.з. из шаровых твэлов. 3. Назначение исполнительных механизмов СУЗ в реакторе с а.з. из шаровых твэлов. 4. Основные компоненты реактора с а.з. из призматических топливных сборок. 5. Что представляет собой а.з. из призматических топливных сборок? 6. Функции системы компенсации реактивности реактора с а.з. из призматических топливных сборок. 7. Что представляет собой исполнительный механизм СУЗ в реакторе с а.з. из призматических топливных сборок? 8. Циклы преобразования энергии, освоенные в ЯЭУ с модульными ВТГР. 9. Отличия между непрямым и прямым газотурбинными циклами. 10. Требования для выбора конструктивных решений по блоку преобразования энергии. 11. В каких режимах работы ЯЭУ с модульным ВТГР блок преобразования энергии выполняет свои функции? 12. Каким требованиям должна удовлетворять конструкция гелиевой турбомашины? 13. Что является типичной характеристикой газовых теплообменников? 14. Какие существуют научно-технические рекомендации для проектирования высокоеффективных компактных теплообменников, функционирующих в условиях ЯЭУ с ВТГР? 15. Назначение промежуточных и концевых холодильников в системах преобразования энергии с замкнутым газотурбинным циклом. 16. Функции высокотемпературного промежуточного теплообменника в проектах ВТГР энергетехнологического назначения. 17. Какие задачи решает конструктор при проектировании промежуточного теплообменника? 18. Назовите оптимальное схемно-конструктивное решение по промежуточным теплообменникам ЯЭУ с модульным ВТГР при температурах гелия на входе до 950°C. 19. Какие факторы, кроме общих требований, предъявляемых к высокотемпературным теплообменным аппаратам, должны учитываться при выборе геометрических характеристик трубных теплопередающих систем парогенераторов ВТГР? 20. Почему во всех конструкциях парогенератора ВТГР используется прямоточная схема? 21. Какие функции выполняет отсечной клапан главной циркуляционной газодувки? 22. Какой тип подшипниковых узлов циркуляторов применяется для ВТГР? 23. Какие системы отвода остаточных тепловыделений от а.з. предусмотрены в модульных ВТГР? 24. Какова допустимая температура твэлов ВТГР, обеспечивающая гарантированное удержание продуктов деления оболочками микротвэлов при нормальной эксплуатации и в случае аварий? 25. Назначение основной и вспомогательной (автономной) петель теплоотвода. 26. Способы перегрузки а.з. из шаровых твэлов. 27. Состав основного оборудования системы перегрузки топлива ВТГР с блочной а.з. 28. Как часто осуществляется перегрузка ТВС в модульных ВТГР с блочной а.з.? 29. Основные этапы технологического процесса перегрузки ТВС в модульных ВТГР с блочной а.з. 30. На чем основан контроль герметичности твэлов в модульных ВТГР? 31. В какие периоды жизненного цикла модульных ВТГР с а.з. с призматическими ТВС с а.з. из шаровых твэлов осуществляется контроль выгорания топлива? 32. Методы неразрушающего контроля выгорания облученных твэлов. 33. Назначение системы хранения и транспортирования гелия и ее подсистемы хранения чистого гелия 34. Понятие «Технология теплоносителя» и что оно включает? 35. Чем обусловлена привлекательность гелия как теплоносителя первого контура ВТГР? 36. Какими главными особенностями ВТГР определяется нормирование качественного и количественного состава гелиевого теплоносителя? <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Концепции активной зоны модульных ВТГР»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнительный анализ теплофизических аспектов проблем выбора типов твэлов для ВТГР. 2. Соображения, влияющие на выбор концепции а.з.: вопросы проектирования, технологичности, режима работы реактора, стоимости изготовления. 3. Инженерные проблемы создания реакторов с шаровыми твэлами. <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Преобразование энергии в ЯЭУ с мо-</u></p>
3.2.1	<p>21. Какие функции выполняет отсечной клапан главной циркуляционной газодувки?</p> <p>22. Какой тип подшипниковых узлов циркуляторов применяется для ВТГР?</p> <p>23. Какие системы отвода остаточных тепловыделений от а.з. предусмотрены в модульных ВТГР?</p> <p>24. Какова допустимая температура твэлов ВТГР, обеспечивающая гарантированное удержание продуктов деления оболочками микротвэлов при нормальной эксплуатации и в случае аварий?</p> <p>25. Назначение основной и вспомогательной (автономной) петель теплоотвода.</p> <p>26. Способы перегрузки а.з. из шаровых твэлов.</p> <p>27. Состав основного оборудования системы перегрузки топлива ВТГР с блочной а.з.</p> <p>28. Как часто осуществляется перегрузка ТВС в модульных ВТГР с блочной а.з.?</p> <p>29. Основные этапы технологического процесса перегрузки ТВС в модульных ВТГР с блочной а.з.</p> <p>30. На чем основан контроль герметичности твэлов в модульных ВТГР?</p> <p>31. В какие периоды жизненного цикла модульных ВТГР с а.з. с призматическими ТВС с а.з. из шаровых твэлов осуществляется контроль выгорания топлива?</p> <p>32. Методы неразрушающего контроля выгорания облученных твэлов.</p> <p>33. Назначение системы хранения и транспортирования гелия и ее подсистемы хранения чистого гелия</p> <p>34. Понятие «Технология теплоносителя» и что оно включает?</p> <p>35. Чем обусловлена привлекательность гелия как теплоносителя первого контура ВТГР?</p> <p>36. Какими главными особенностями ВТГР определяется нормирование качественного и количественного состава гелиевого теплоносителя?</p> <p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Концепции активной зоны модульных ВТГР»:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнительный анализ теплофизических аспектов проблем выбора типов твэлов для ВТГР. 2. Соображения, влияющие на выбор концепции а.з.: вопросы проектирования, технологичности, режима работы реактора, стоимости изготовления. 3. Инженерные проблемы создания реакторов с шаровыми твэлами.
3.3.1	<p><u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Преобразование энергии в ЯЭУ с мо-</u></p>

		<u>дульными ВТГР»:</u> 1. Выбор конфигурации системы преобразования энергии. 2. Газотурбинные циклы преобразования энергии. 3. Выбор количества систем преобразования энергии.
3.4.1		<u>Задания на практическое занятие по теме «Методика выполнения теплогидравлического расчета ВПТ в ЯЭУ с модульными ВТГР»:</u> <u>Задание 1</u> Для заданных значений расхода теплоносителя G (кг/с) второго и первого контуров, температур на входе $t_{\text{вх}}$ ($^{\circ}\text{C}$) и выходе $t_{\text{вых}}$ ($^{\circ}\text{C}$) из активной зоны реактора и ВПТ, перепада давления на ВПТ Δp (Мпа), тепловой мощности ВПТ $N_{\text{тепл.}}$ (МВт) произвести теплогидравлический расчет ВПТ с оптимизацией теплообменной поверхности. <u>Задание 2</u> 1. Ознакомиться с возможностями специальных программ вычислительной гидродинамики CFD и компьютерного инженерного анализа средств САЕ. 2. Использовать программные средства для решения задачи по распределению температуры «горячего» коллектора ВПТ (на основании исходных данных из результатов выполнения задания 1).
3.5.1		<u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Отвод остаточных тепловыделений от а.з. в модульных ВТГР»:</u> 1. Основные подходы к проектированию систем, предназначенных для отвода остаточных тепловыделений от а.з. 2. Основная и вспомогательная (автономная) петли теплоотвода. 3. Система пассивного отвода тепла.
3.6.1		<u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Способы и системы перегрузки топлива модульных ВТГР»:</u> 1. Системы перегрузки топлива ВТГР с а.з. из шаровых твэлов. 2. Системы перегрузки топлива ВТГР с блочной а.з. 3. Технологический процесс по обращению с перегружаемыми сборками.
3.7.1		<u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Контроль герметичности твэлов и выгорания топлива в модульных ВТГР»:</u> 1. Методы контроля герметичности твэлов и выгорания топлива. 2. Контроль выгорания топлива по измерению гамма-излучения Cs-137.
	3.8.1	3. Контроль выгорания топлива по измерению спектра резонансных нейтронов, прошедших через топливную сборку (шаровой твэл). <u>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Хранение, транспортирование и технология гелиевого теплоносителя»:</u> 1. Назначение, состав и принципиальная схема системы хранения и транспортирования гелия (на примере ЯЭУ ГТ-МГР). 2. Гелий как теплоноситель ВТГР. 3. Особенности коррозионных процессов в гелиевых контурах ВТГР. 4. Нормирование качества гелиевого теплоносителя, системы его очистки и контроля примесей.

Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации (экзамен) по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Перечень контрольных вопросов	Проверяемые компетенции (их индикаторы)
1.	Физико-технические основы ВТГР	ПК-2 (ИПК-2.1)
2.	Основные положения концепции модульного ВТГР	ПК-2 (ИПК-2.1)
3.	Краткая характеристика технологии производства водорода	ПК-2 (ИПК-2.1)
4.	Комбинированный способ выработки и непосредственное использование высокопотенциального тепла	ПК-3 (ИПК-3.2)
5.	Преимущества и проблемные вопросы в технологии модульных ВТГР	ПК-2 (ИПК-2.1)
6.	Общая характеристика основных схемно-компоновочных решений ЯЭУ с модульными ВТГР	ПК-3 (ИПК-3.2)
7.	Назначение, особенности компоновки и конструкции ЯЭУ ВГМ	ПК-3 (ИПК-3.2)
8.	Назначение, особенности компоновки и конструкции ЯЭУ ГТ-МГР	ПК-3 (ИПК-3.2)
9.	Назначение, особенности компоновки и конструкции ЯЭУ ВГМ-П	ПК-3 (ИПК-3.2)
10.	Назначение, особенности компоновки и конструкции ЯЭУ МГР-Т	ПК-3 (ИПК-3.2)
11.	Особенности конструкции и основные параметры а.з. из шаровых твэлов (на примере реактора ВГМ)	ПК-3 (ИПК-3.2)
12.	Особенности конструкции и основные параметры а.з. из призматических топливных сборок (на примере реактора ГТ-МГР)	ПК-3 (ИПК-3.2)
13.	Система компенсации реактивности и механизмы СУЗ в проектах ВТГР модульного типа	ПК-3 (ИПК-3.2)

№ п/п	Перечень контрольных вопросов	Проверяемые компетенции (их индикаторы)
14.	Выбор конфигурации системы преобразования энергии	ПК-3 (ИПК-3.2)
15.	Состав и особенности конструкции теплообменного оборудования ЯЭУ с модульными ВТГР	ПК-2 (ИПК-2.1) ПК-3 (ИПК-3.2)
16.	Главные циркуляторы первого контура ЯЭУ с модульными ВТГР	ПК-3 (ИПК-3.2)
17.	Основные подходы к проектированию систем отвода остаточных тепловыделений	ПК-3 (ИПК-3.2, ИПК-3.3) ПК-5 (ИПК-5.2) ПК-7 (ИПК-7.2)
18.	Краткие сведения о технологическом процессе перегрузки ТВС в модульных ВТГР и разгрузочно-загрузочном комплексе	ПК-3 (ИПК-3.2)
19.	Система контроля герметичности твэлов и выгорания топлива	ПК-3 (ИПК-3.2)
20.	Гелий как теплоноситель ВТГР. Система хранения и транспортирования гелия.	ПК-2 (ИПК-2.1)

Таблица 7 – Примерные варианты исходных данных для курсового проектирования

№ варианта	Электрическая мощность реактора $N_{эл}$, МВт	Расход теплоносителя G , кг/с	Temperatura теплоносителя, °C				Области энерготехнологического применения ЯЭУ с модульным гелиевым реактором (прототипы базовых реакторов)	
			1 контур		2 контур			
			на входе $t_{вх}$	на выходе $t_{вых}$	на входе $t_{вх}$	на выходе $t_{вых}$		
1	250	85	400	900	300	800	Производство электроэнергии и коммунального теплоснабжения (ГТ-МГР и МГР-100 ГТ)	
2	150	80	380	870	275	780		
3	90	50	310	815	220	720		
4	110	60	320	820	230	730	Производство электроэнергии и водорода методом высокотемпературного электролиза пара (МГР-100 ВЭП)	
5	70	40	300	800	200	700		
6	80	45	305	810	210	710	Производство водорода методом паровой конверсии метана (МГР-100 ПКМ)	
7	120	65	340	840	250	750		
8	130	70	350	850	260	760		
9	140	75	360	860	270	770	Высокотемпературное теплоснабжение нефтехимического производства (МГР-100 НП)	
10	115	55	330	830	240	740		

Примечание: 1. Примерная формулировка темы курсового проекта в зависимости от заданного значения электрической мощности, расхода и температуры теплоносителя, а также области энерготехнологического применения ЯЭУ с модульным гелиевым реактором – «Проект высокотемпературного промежуточного теплообменника ЯЭУ с модульным ВТГР электрической мощностью ... МВт, предназначенный для ...»

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/учебно-методическое управление](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 «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в декрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-2, 3, 5, 7 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций+ в процессе текущего и промежуточного контроля знаний

Коды компетенций	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-7	<ul style="list-style-type: none"> ИПК-2.1 • Семинары по темам 1.1.1, 1.2.1, 2.1.1, 2.2.1, 2.3.1, 2.4.1, 2.5.1, 3.2.1, 3.3.1, 3.5.1, 3.6.1, 3.7.1, 3.8.1 ИПК-3.2 • Контрольный опрос по предыдущим темам лекций ИПК-3.3 • Экзамен 	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа, в том числе и дополнений к нему	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара или контрольного опроса	Студент излагает материал ответа на вопрос, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара или контрольного опроса	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара или контрольного опроса, а также отказывается от выступления на семинаре или ответа при контрольном опросе
		<u>Критерий 2</u> 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 компетенций ПК-2, ПК-3
		<u>Критерий 3</u> Степень усвоения методики выполнения задания	Задание выполнено без ошибок	Задание выполнено, методика его выполнения выдержанна, но допущены незначительные ошибки в расчетах	Задание выполнено, методика его выполнения в целом выдержанна, но допущены значительные ошибки в расчетах	Задание не выполнено, методика его выполнения ошибочна, что исключает успешное овладение дескрипторами достижения компетенций ПК-5, ПК-7
	Курсовое проектирование	<u>Критерий 4</u> Уровень сформированности проектно-конструкторской компетентности	Студент продемонстрировал отличное знание предметной области (по критерию 2), доклад изложен выразительно, компактно и логично, в графической части, выполненной с ис-	Студент продемонстрировал хорошее знание предметной области (по критерию 2), имеются отдельные нарушения логической последовательности в изложении материала, в	Студент продемонстрировал удовлетворительное знание предметной области (по критерию 2), имеются частные нарушения логической последовательности в изложении материала, в	Студент продемонстрировал неудовлетворительное знание предметной области (по критерию 2), композиция доклада абсолютно не выстроена, в графической части, выполненной с ис-

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
				пользованием САПР, соблюдены все требования ЕСКД, расчетно-пояснительная записка соответствует всем требованиям стандарта, расчеты выполнены без ошибок, библиография представлена достаточно полно и оформлена без нарушений требований ГОСТР 7.0.100-2018, процент уникальности проекта превышает 70%	графической части, выполненной с использованием САПР, и в расчетно-пояснительной записке выявлены отдельные несущественные нарушения требований ЕСКД и стандарта, расчеты выполнены с единичными ошибками, не приводящими к нерациональным техническим решениям, библиография представлена недостаточно полно и оформлена с немногими негрубыми нарушениями требований ГОСТР 7.0.100-2018, процент уникальности проекта составляет 65 - 70%	графической части, выполненной с использованием САПР, и в расчетно-пояснительной записке выявлен ряд грубых нарушений требований ЕСКД и стандарта, расчеты выполнены с недопустимыми ошибками, исключающими правильные технические решения, библиография представлена недостаточно полно и оформлена со многими грубыми нарушениями требований ГОСТР 7.0.100-2018, процент уникальности проекта составляет менее 65%, но не менее 60%	пользованием САПР, и в расчетно-пояснительной записке выявлен ряд грубых нарушений требований ЕСКД и стандарта, расчеты выполнены с недопустимыми ошибками, исключающими правильные технические решения, библиография представлена недостаточно полно и оформлена со многими грубыми нарушениями требований ГОСТР 7.0.100-2018, процент уникальности проекта составляет менее 60%

Текущий контроль успеваемости обучающихся проводится в ходе учебного процесса до начала промежуточной аттестации как по разделам дисциплины, так и по дисциплине в целом.

Студенты в обязательном порядке выполняют все требования преподавателя по дисциплине в части текущего контроля. В течение двух недель, предшествующих подведению итогов текущего контроля преподаватель проводит не менее двух консультаций (в рамках планового объема часов) для ликвидации обучающимся имеющихся задолженностей по формам текущего контроля успеваемости. Обучающимся, не прошедшим текущий контроль по уважительной причине, подтвержденной документами, представленными в дирекцию ИЯЭиТФ в течение 3-х учебных дней после выхода на занятия, предоставляется возможность пройти текущий контроль в иные сроки, установленные кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» по согласованию с дирекцией ИЯЭиТФ.

При проведении промежуточной аттестации преподавателю предоставляется право оценивать результаты освоения дисциплины без опроса обучающихся, которые активно участвовали в работе на семинарских и практических занятиях, показали на контрольных опросах по пройденным темам необходимый уровень сформированности компетенций в ходе изучения дисциплины.

Оценивание формируемых компетенций на экзамене в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 9.

Таблица 9 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Описание шкалы оценивания на экзамене			
ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7	«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
По каждому вопросу	Каждый из двух вопросов экзаменационного билета оценивается по критериям 1 и 2 и соответствующим показателям (табл. 6)			
Итог по экзамену	Комбинации из двух оценок по обоим вопросам экзаменационного билета			
	«5»+«5» «5»+«4»	«5»+«3» «4»+«4» «4»+«3»	«3»+«3»	«5»+«2» «4»+«2» «3»+«2» «2»+«2»

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.

Таблица10 – 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

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
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
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

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 11 – 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 соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.	9
5.	Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb51f400defad83aca.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):	5 раз в год

№ 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
	http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331	
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 официальном сайте НГТУ на странице 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»;

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

Таблица 12 - 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 РОС-СТАНДАРТ	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 «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» может быть использовано программное обеспечение, представленное в таблице 14

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 13 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 13. 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 «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 14.

Таблица 14 - 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.	№ 5232 Мультимедийная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Рабочее место студента - 46 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 GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Прориетарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО)

№ 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
			Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
2.	Бокс (СОП) Экспериментальная лаборатория «Моделирование газодинамики высокотемпературных газовых реакторов»	Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью 10^{12} операций в секунду. Высоконапорный аэродинамический стенд Стенд исследования перемешивания неизотермических потоков газа в нижнем собирающем коллекторе высокотемпературный газовых реакторов 3D-принтеры DESIGNERPRO250	Комплекс CFD-программ (ЛОГОС-Тепло, ЛОГОС-Аэро-гидро)

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-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

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

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (семинары, работа в малых группах);
- консультации по разделам дисциплины, курсовому проекту и перед промежуточной аттестацией.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- тезисы выступлений на семинарах;
- курсовой проект.

Уровень развития компетенций ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

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

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 - лекция – дискуссия, лекция - визуализация;
- на семинарских занятиях - семинар – диалог;
- на практических занятиях – работа в малых группах;
- на консультациях по курсовому проекту – консультация – иллюстрация.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции по конкретной данной дисциплине должны обеспечивать формирование всех компонентов («знать», «уметь», «владеть») компетенций ПК-2, 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 ежедневно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

При проведении лекционных занятий применяются такие формы, как лекция-дискуссия и лекция-визуализация.

Лекция-дискуссия, или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-дискуссии состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Лекция-визуализация – это лекция, представляющая собой подачу лекционного материала с помощью технических средств обучения (аудио- и/или видеотехники). Основной целью лекции-визуализации является формирование у студентов профессионального мышления через восприятие устной и письменной информации, преобразованной в визуальную форму. Этот вид лекции наиболее эффективен на этапе введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину. Чтение лекции-визуализации сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов.

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала и как форма групповых практических занятий применяются для коллективной проработки (изучения) тем, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, и при этом являющихся наиболее трудными для индивидуального понимания и усвоения. Семинар включает:

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;

- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;

- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

Успех семинара зависит от качества подготовки к нему как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов. Основным методическим документом при подготовке студентов к данному семинару является его план, разработанный преподавателем.

11.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях при работе в малых группах

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют все компоненты («знать», «уметь» и «владеть») компетенций ПК-5, ПК-7 и ориен-

тированы 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.

11.5. Методические указания для выполнения курсового проекта

Выполнение курсового проекта 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.

В процессе выполнения студентом курсового проекта по дисциплине происходит формирование знаний, умений и навыков:

- по систематизации полученных знаний по дисциплине и конкретному объекту проектирования;
- осуществлению поиска, обобщению и анализу необходимой информации;
- проведению конструкторских расчетов элементов основного оборудования ЯЭУ с модульными ВТГР.
- проектированию элементов основного оборудования ЯЭУ с модульными ВТГР и разработке конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД;

Задачами курсового проекта являются:

- поиск, обобщение, анализ необходимой информации;
- разработка материалов в соответствии с заданием на курсовой проект;
- оформление курсового проекта в соответствии с заданными требованиями;
- выполнение графической части курсового проекта;
- подготовка и защита курсового проекта.

Поскольку предприятиями Госкорпорации «Росатом» выполнены проработки различных вариантов ЯЭУ с модульным гелиевым реактором для четырех областей энерготехнологического применения и при создании таких установок одной из важных является проблема высокотемпературных промежуточных теплообменников (ВПТ), предназначенных для передачи высокопотенциальной тепловой энергии от реактора к технологическому контуру, то целесообразно курсовое проектирование направить на обучение студентов решению данной проблемы.

Создание ВПТ требует проведения комплекса экспериментальных работ для уточнения проектных теплогидравлических характеристик, температурного состояния, вибрации, подтверждения надежности узлов теплообменника. При необходимости данные работы можно провести на лабораторной базе выпускающей кафедры.

Основными проблемами, возникающими при проектировании ВПТ, являются:

- создание (или выбор) и исследование конструкционных материалов, удовлетворительно работающих до температуры 1000°C;
- выбор оптимальных схемно-конструктивных и технологически приемлемых решений теплообменника.

При создании надежных и высокоэкономичных ВПТ большое значение имеет правильный выбор его конструкционной схемы, характеризующейся способом омывания теплопередающей поверхности, ее формой, компоновкой элементов, принципом движения теплоносителей. Анализ различных конструкционных схем показал, что для установок с ВТГР возможно применение металлических кожухотрубных теплообменников вертикального исполнения с односторонним подводом нагреваемой среды, змеевиковых, с U-образными трубками, трубками Фильда и прямотрубных с продольным или поперечным обтеканием.

Наиболее приемлемые варианты ВПТ — прямотрубный и змеевиковый, причем в последнем случае будут большие потери напора по стороне обогреваемой среды (в трубках). Поэтому предпочтение отдается прямотрубному кассетному ВПТО, с достаточной степенью удовлетворяющему большинству из вышеперечисленных требований.

11.6. 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 12. 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

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР», реализуемую по образовательной программе высшего образования «Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки» по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» (квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Атомные и тепловые станции» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Учебная дисциплина «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПК-2, 3, 5, 7, прописанные в учебном плане по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика». В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок», «Реакторные установки типа «Высокотемпературный газовый реактор», «Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается при выполнении научно-исследовательской работы, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придает привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющегося лидером в разработке отечественной технологии ВТГР, находящейся в первом ряду энергоисточников будущего.

Рецензент, заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н., профессор

_____ B.В. Андреев
(подпись)

«___» _____ 2023 г.