

**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

(подпись)(ф. и. о.)

27 июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**M1.B.Од.6 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок»  
для подготовки магистров**

Направление подготовки: 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: "Ядерное топливо и основное оборудование  
высокотемпературных газовых реакторов"  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная,очно-заочная,заочная)

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 252/7  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: экзамен, зачет  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

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

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

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

(подпись)

«29 » мая 2023 г

Рабочая программа дисциплины М1.В.ОД.6 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 г. № 152 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол №22 от 25.05.2023 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы протокол от 30.05.2023 г. № 8

Зав. кафедрой, *д.т.н, профессор, Андреев В.В* \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭиТФ, где реализуется данная программа,  
протокол от 20.06.2023 г. № 23

Председатель УМС, директор ИЯЭиТФ \_\_\_\_\_ М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.04.02-в-14  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

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

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
РЕЦЕНЗИЯ .....	26

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Целью освоения дисциплины является:**

- развитие компетенций в области инженерных расчётов и проектирования судовых ядерных энергетических установок;

## **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- изучение основ проектирования оборудования и систем судовых ядерных паропроизводящих установок различных типов с учетом особенностей их эксплуатации и предъявляемых специфических требований.
- изучение конструкции основного оборудования судовых водо-водяных реакторных установок под давлением.
- изучение основ управления реактором и другими единицами оборудования.
- изучение методик теплового и гидравлического расчета основного реакторного оборудования и вспомогательных систем.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) М1.В.ОД.6 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 1-м курсе во 2-м семестре и на 2-м курсе в 3-ем семестре магистратуры. Кроме дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» в формировании компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 параллельно участвуют дисциплины: «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок», «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Специальные методы измерения и контроля», «Методы и приборы физических измерений», «Нейтронно-физические характеристики ВТГР», «Кинетика ядерных реакторов», «Специальные главы конструирования ядерных установок», «Инженерное проектирование», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» получают необходимые навыки проектирования основного оборудования атомных электростанций и судовых ядерных энергетических установок.

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.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области высокотемпературных газовых реакторов.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» у обучающегося частично формируется компетенция ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1, таблица 2, таблица 3, таблица 4).

**Таблица 1 - Формирование компетенции ПК-1**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-1	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

**Таблица 2 - Формирование компетенции ПК-2**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-2	Специальные главы конструирования ядерных установок				
	Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Методы и приборы физических измерений				
	Нейтронно-физические характеристики ВТГР				
	Кинетика ядерных реакторов				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Научно-исследовательская работа				

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
	Проектная практика				
	Научно-исследовательская работа				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

Таблица 3 - Формирование компетенции ПК-4

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-4	Инженерное проектирование				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Методы и приборы физических измерений				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

Таблица 4 - Формирование компетенции ПК-7

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-7	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Компьютерные технологии в профессиональной деятельности				
	Проектная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП**

Профессиональная компетенция ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 формируется 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 5).

**Таблица 5 - 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	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПК-1 Способен формулировать технические задания, использовать информационные технологии и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете физических установок, использовать знания методов анализа экологической безопасности при проектировании и реализации проектов</b>	ИПК-1.2. Использует информационные технологии и пакеты прикладных программ, знания методов анализа экологической безопасности	основные информационные технологии и пакеты прикладных программ, используемые при проектировании и расчете ЯЭУ	применять основные информационные технологии и пакеты прикладных программ при проектировании и расчете ЯЭУ	навыками использования основных информационных технологий и пакетов прикладных программ при проектировании ЯЭУ	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПК-2</b> Способен провести расчет, концептуальную и проектную проработку современного оборудования ЯЭУ, исследование теплофизических процессов и свойств реакторных материалов	ИПК-2.1. Проводит расчет, концептуальную и проектную проработку современного оборудования ЯЭУ ИПК-2.2. Использует современные методики расчета, концептуальной и проектной проработки современного оборудования ЯЭУ	методики расчета и проектирования современного оборудования ВТГР, методики исследования нейтронно-физических, теплофизических процессов и свойств реакторных материалов	проводить расчет и проектирование современного оборудования ВТГР	-	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
<b>ПК-4</b> Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы в области ядерных технологий	ИПК-4.1. Проектирует, создаёт и внедряет новые продукты и системы в области ядерных технологий ИПК-4.2. Использует теоретические знания в реальной инженерной практике	основное оборудование и системы обеспечения безопасности ВТГР; основные методы расчета и проектирования реакторных установок нового поколения	решать конструктивные задачи, связанные с основным оборудованием и системами обеспечения безопасности ВТГР	методиками проектирования основного оборудования и систем обеспечения безопасности ВТГР	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ПК-7</b> Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПК-7.2. Применяет цифровые технологии в профессиональной деятельности.	перечень современных цифровых технологий и их функциональные возможности, применяемых при проектировании оборудования ЯЭУ	выполнять инновационные инженерные проекты, проводить нейтронно-физические, теплогидравлические и прочностные расчеты ЯЭУ и их элементов, используя современные цифровые технологии	навыками проектирования оборудования ЯЭУ	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.7 «Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежим и отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), освоение дисциплины причастно к освоению ТФ А/04.7 «Выполнение расчетного обоснования проектных решений в части ядерной и радиационной безопасности ОИАЭ» (ПС 24.104 «Инженер-проектировщик систем ядерной и радиационной безопасности объектов использования атомной энергии»), решают следующие профессиональные задачи:

- Создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных энергетических установках.
- 3D-моделирование и расчетное обоснование конструктивных решений при проектировании оборудования ядерных энергетических установок.
- Формирование целей проекта (программы) решения задач, критерии и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (з.е.) или 252 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 94 часа, самостоятельная работа обучающихся - 131 час (таблица 6).

**Таблица 6 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.		
	Всего	в том числе в 2 семестре	в том числе в 3 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость, ч/з.е.	<b>252/7</b>	<b>108/3</b>	<b>144/4</b>
1. Контактная работа:	<b>94</b>	<b>53</b>	<b>41</b>
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	<b>85</b>	<b>51</b>	<b>34</b>
Занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
Занятия семинарского типа (ПЗ)	17	17	-
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
Консультации по дисциплине	4	2	2
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	5	-	5
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	<b>131</b>	<b>55</b>	<b>76</b>
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	31	23	8
Подготовка к практическим занятиям	32	22	10
Подготовка к зачету	10	10	-
Подготовка к экзамену	10	-	10
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (подготовка)	48	-	48
3. Контроль	<b>27</b>	-	<b>27</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 7. 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 7 - 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					Контроль самостоятельной работы								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа студентов									
ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7, ИПК-1.2., ИПК-2.1., ИПК-2.2., ИПК-4.1., ИПК-4.2., ИПК-7.2.	1. Классификация реакторов, особенности устройства и принцип работы	17	-	5	2	26	5	п.1 табл. 9 РПД, стр. 3-51	Семинар – диалог	-	-				
	2 Основное оборудование реакторных установок	15	-	4	2	24	5	п.3 табл. 9 РПД, стр. 420 - 435	Семинар – диалог, коллоквиум	-	-				
	3. Системы управления и защиты реактора	16	-	4	2	25	5	п.1 табл. 9 РПД, стр. 110 – 159 п.2 табл. 9 РПД, стр. 56 - 89	Семинар – диалог	-	-				
	4. Принципы обеспечения ядерной и радиационной безопасности реакторных установок.	10	-	2	2	28	5	п.2 табл. 9 РПД, стр. 156 – 219 п.3 табл. 9 РПД, стр. 256 - 313	Семинар – диалог	-	-				
	5. Материалы основного оборудования реакторных установок	10	-	2	1	28	7	п.4 табл. 9 РПД, п.5 табл. 9 РПД	Семинар – диалог	-	-				
<b>ИТОГО:</b>		<b>68</b>	-	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>131</b>	<b>27</b>	<b>252</b>							

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**Таблица 8 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости**

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Классификация реакторов, особенности устройства, принцип работы»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реакторов, используемых в мировой практике</li> <li>2. Краткая история создания и конструктивные особенности отечественных и зарубежных реакторов.</li> <li>3. Эволюционное развитие реакторных технологий</li> <li>4. Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения</li> </ol>
2	2	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Основное оборудование реакторных установок»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления.</li> <li>2. Внутриреакторные устройства, их назначение, устройство, материалы, особенности изготовления.</li> <li>3. Средства компенсации избыточной реактивности. Назначение, классификация.</li> <li>4. Варианты конструктивного исполнения активных зон</li> <li>5. Теплообменное оборудование реакторных установок, назначение, устройство.</li> </ol>
3	3	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Системы управления и защиты реактора»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы воздействия на реактивность</li> <li>2. Электромеханический привод компенсирующей группы: назначение, основные требования, принципы конструирования, алгоритмы работы.</li> <li>3. Электромеханический исполнительный механизм аварийной защиты: назначение, основные требования, принципы конструирования.</li> <li>4. Система ввода жидкого поглотителя</li> <li>5. Процесс саморегулирования мощности реактора.</li> </ol>
4	4	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Принципы обеспечения радиационной безопасности реакторных установок»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реактор как источник ядерных излучений</li> <li>2. Конструктивно-технологические требования к материалам биологической защиты.</li> <li>3. Методические основы компоновки оборудования 1 контура и биологической защиты</li> <li>4. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения</li> </ol>
5	5	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Материалы основного оборудования реакторных установок»</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Материалы основного оборудования реакторных установок</li> <li>2. Характерные воздействия на конструкционные материалы при работе реакторных установок</li> <li>3. Деградации материалов оборудования при эксплуатации реакторных установок, методы диагностирования</li> <li>4. Принципы обеспечения и обоснования продления ресурса оборудования реакторных установок.</li> </ol>

**Таблица 9 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
1	Классификация реакторов, используемых в мировой практике
2	Краткая история создания и конструктивные особенности реакторов
3	Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
4	Эволюционное развитие реакторных технологий
5	Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
6	Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления
7	Внутрикорпусные устройства, назначение, конструктивное исполнение
8	Средства компенсации избыточной реактивности. Назначение, классификация.
9	Варианты конструктивного исполнения активных зон
10	Теплообменное оборудование реакторных установок, назначение, устройство
11	Методы воздействия на реактивность
12	Электромеханический привод компенсирующей группы: назначение, основные требования, принципы конструирования, алгоритмы работы.
13	Электромеханический исполнительный механизм аварийной защиты: назначение, основные требования, принципы конструирования.
14	Процесс саморегулирования мощности реактора.
15	Реактор как источник ядерных излучений
16	Конструктивно-технологические требования к материалам биологической защиты
17	Методические основы компоновки оборудования 1 контура и биологической защиты
18	Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения
19	Материалы основного оборудования реакторных установок
20	Характерные воздействия на конструкционные материалы при работе реакторных установок
21	Деградации материалов оборудования при эксплуатации реакторных установок, методы диагностики
22	Влияние состояния материалов на продление ресурса оборудования

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1.	Размещение ЯЭУ на объектах.
2.	Опыт эксплуатации отечественных и зарубежных ЯЭУ при проектировании перспективных установок.
3.	Принципы выбора вариантов и принятия технических решений при конструировании оборудования и систем ЯЭУ.
4.	Особенности работы оборудования в составе ЯЭУ с различным теплоносителем 1 контура.
5.	Основы проектирования ядерных реакторов ЯЭУ.
6.	Приводы СУЗ
7.	Основы проектирования парогенераторов ЯЭУ.
8.	Основы проектирования насосов ЯЭУ.
9.	Основы проектирования вспомогательного оборудования ЯЭУ.
10.	Арматура ЯЭУ.
11.	Основы проектирования коммуникаций и систем
12.	Перегрузочное оборудование.
13.	Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления
14.	Внутрикорпусные устройства, назначение, конструктивное исполнение
15.	Способы компенсации избыточной реактивности.
16.	Конструкция АЗ ЯЭУ, преимущества, недостатки
17.	Конструкция и материалы теплообменного оборудования РУ
18.	Ядерная и радиационная безопасность
19.	Конструкции и принципы работы компенсирующей группы
20.	Конструкции и принципы работы аварийной защиты
21.	Виды излучений в ядерном реакторе.
22.	Реактор как источник ядерных излучений
23.	Материалы биологической защиты
24.	Принципы компоновки оборудования 1 контура
25.	Оборудование и материалы РУ
26.	Преимущества и недостатки реакторов различного типа
27.	История развития и конструктивные особенности реакторов ВТГР
28.	Преимущества и недостатки реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
29.	Основы конструирования ЯЭУ, удовлетворяющих современным требованиям по безопасности.
30.	Основное оборудование и материалы ЯЭУ
31.	Основы конструирования биологической защиты ЯЭУ.

## **5.2. 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»:

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 5). Оценивание формируемых компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 10.

**Таблица 10 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Коды компетенций	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций				
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»	
ПК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-7	ИПК-1.2. ИПК-2.1. ИПК-2.2. ИПК-4.1. ИПК-4.2. ИПК-7.2.	Семинары по всем темам	<b>Критерий 1</b> 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
			<b>Критерий 2</b> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое 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 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-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) 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.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность 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 на практических семинарах, включая обязательное присутствие на коллоквиуме.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 11.

**Таблица 11 – Критерии оценивания**

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

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 12.

**Таблица 12 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 10)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 10)
ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

### 5.3 Список тем курсовых проектов

**Таблица 13 – Примерный перечень тем курсовых проектов**

1.	Разработка теплообменника 1 контура гелий – гелий мощностью для ВТГР. Технодокументация тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
2.	Разработка парогенератора гелий – вода для ВТГР. Технодокументация тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
3.	Разработка системы охлаждения шахты ВТГР. Принципиальная схема, тепло-гидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
4.	Разработка системы охлаждения остановленного ВТГР. Принципиальная схема, тепло-гидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
5.	Разработка теплообменника гелий – вода системы охлаждения остановленного ВТГР. Технодокументация тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
6.	Разработка корпуса ВТГР. Конструктивная схема, расчет прочности, описание (чертеж, пояснительная записка).
7.	Аналитический обзор развития высокотемпературных газовых реакторов, перспективные применения для получения водорода.
8.	Разработка компрессора энергетического блока ВТГР. Конструктивная схема, расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).

**Таблица 14 – Шкала оценивания курсовых проектов**

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения на зачете	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Неудовлет- -ворительно	Обучающийся не в состоянии Продемонстрировать знания Теоретического материала, не может защитить свои решения, допускает грубые ошибки при ответах на вопросы или не отвечает на них.	Обучающийся выполнил курсовой проект, который не соответствует поставленной ему теме. ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект не более чем на 50% ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект, но без проработки некоторых разделов, при этом допущено множество грубых ошибок
Удовлет- -ворительно	Обучающийся усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически. На вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы вызывают у него затруднения.	Обучающийся выполнил курсовой проект в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов. ИЛИ Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется неплохой глубиной проработки, однако, в расчете была допущена грубая ошибка.
Хорошо	Обучающийся владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя. На большинство вопросов дает правильные ответы, однако умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы вызывают у него затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно.	Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Имеются недочеты в оформлении курсового проекта.

Отлично	Обучающийся свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании. На все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, демонстрирует умение анализировать данные, убедительно защищает свою точку зрения. Материал излагается грамотно, логично, последовательно.	Обучающийся выполнил курсовой проект в полном объеме. Проект характеризуется глубиной проработки всех разделов содержательной части. Оформление отвечает требованиям написания курсового проекта.
---------	--	---

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 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 15 – 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.	Африкантов И.И. Судовые атомные паропроизводительные установки (основы проектирования) / И.И. Африкантов, Ф.М. Митенков; Под ред. Н.М.Синева. - Л.: Судостроение, 1965. - 376 с.	15
2.	Кузнецов В.А. Судовые ядерные энергетические установки. Конструкция и особенности эксплуатации: Учебник / В.А. Кузнецов. - Л. : Судостроение, 1989. - 252 с.	36
3.	Шаманов Н.П. Судовые ядерные паропроизводящие установки : Учебник / Н.П. Шаманов, Н.Н. Пейч, А.Н. Дядик. - Л.: Судостроение, 1990. - 368 с.	19
4.	Сухарев Ю.П Физика ядерных реакторов Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2012.—640 с.	43
5.	Сухарев Ю.П. Нейтронно-физические характеристики ВТГР. Особенности, обоснование Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2014, — 958 с.	9
6.	Сухарев Ю.П Топливо ВТГР. Обращение с топливом. Топливные циклы Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2014, — 958 с.	9
7.	С.А. Петрицкий, С.Н. Юртаев Энергетические ресурсы и установки. Учебное пособие, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Н.Новгород. 2019	211
1. Дополнительная литература		
8.	Ручкин Ю.Н. Судовые энергетические установки и их элементы / Ю. Н. Ручкин ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Нижегородский гос. технический ун-т им. Р. Е. Алексеева. - Нижний Новгород : Нижегородский гос. технический ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2008. - 158 с.	8

### 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### 7.1. 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>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, 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 «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;

- Elsevier (журналы Freedom Collection);

- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);

- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);

- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

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/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 15 раздела 9 настоящей РПД.

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

В таблице 16 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 16 - 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

## 9. 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 «Управление качеством и техническое регулирование на предприятиях атомного энергетического машиностроения» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 17.

**Таблица 17 - 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	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb - 1 шт. 3. Мультимедийный проектор стационарный потолочный BENQ MW621ST - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Рабочее место студента - 46.	1. Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 до 28.05.24) 4. Распространяемое по свободной лицензии: -OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. -Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. -Adobe Acrobat Reader DC-Russian.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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, ПК-2, ПК-4, ПК-7.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- Формами выполнения видов аудиторной работы являются:
- лекции;
- практические семинары;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических семинарах и коллоквиуме (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 - проблемные лекции;
- на практических занятиях – семинары.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

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

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 7). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям 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.

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

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

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

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

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированной аудитории для самостоятельной работы (указано в таблице 15). В аудитории имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **10.5. 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.

Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Разработка теплообменника 1 контура гелий – гелий мощностью для ВТГР. Техногидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
2. Разработка парогенератора гелий – вода для ВТГР. Техногидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
3. Разработка системы охлаждения шахты ВТГР. Принципиальная схема, техногидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
4. Разработка системы охлаждения остановленного ВТГР. Принципиальная схема, гидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
5. Разработка теплообменника гелий – вода системы охлаждения остановленного ВТГР. Техногидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
6. Разработка корпуса ВТГР. Конструктивная схема, расчет прочности, описание (чертеж, пояснительная записка).
7. Аналитический обзор развития высокотемпературных газовых реакторов, перспективные применения для получения водорода.
8. Разработка компрессора энергетического блока ВТГР. Конструктивная схема, расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая:

- контроль по темам лекционных занятий,
- решение практических задач,
- решение индивидуальных практических заданий.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен, зачет

#### Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК1: ИПК-1.2):

1. Классификация реакторов, используемых в мировой практике
2. Краткая история создания и конструктивные особенности реакторов
3. Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
4. Эволюционное развитие реакторных технологий
5. Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения

#### Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК2: ИПК-2.1, ИПК-2.2):

1. Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления
2. Внутрикорпусные устройства, назначение, конструктивное исполнение
3. Средства компенсации избыточной реактивности. Назначение, классификация
4. Варианты конструктивного исполнения активных зон
5. Теплообменное оборудование реакторных установок, назначение, устройство
6. Деградации материалов оборудования при эксплуатации реакторных установок, методы диагностики

#### Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК4: ИПК-4.1, ИПК-4.2):

1. Методы воздействия на реактивность
2. Электромеханический привод компенсирующей группы: назначение, основные требования, принципы конструирования, алгоритмы работы.

3. Электромеханический исполнительный механизм аварийной защиты: назначение, основные требования, принципы конструирования.
4. Процесс саморегулирования мощности реактора.
5. Реактор как источник ядерных излучений
6. Влияние состояния материалов на продление ресурса оборудования

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК7: ИПК-7.2):**

1. Конструктивно-технологические требования к материалам биологической защиты
2. Методические основы компоновки оборудования 1 контура и биологической защиты
3. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения
4. Материалы основного оборудования реакторных установок
5. Характерные воздействия на конструкционные материалы при работе реакторных установок

**Пример оформления экзаменационного билета**

**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)**

Кафедра Ядерные реакторы и энергетические установки  
Дисциплина Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок

**БИЛЕТ № 12**

1. Процесс саморегулирования мощности реактора.
2. Методические основы компоновки оборудования 1 контура и биологической защиты

**Зав. кафедрой ЯРиЭУ**

«                » 2023 г.

Весь комплект экзаменационных билетов по дисциплине «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» хранится на кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки» в соответствии с утвержденной номенклатурой дел.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК1: ИПК-1.2):**

1. Размещение ЯЭУ на объектах.
2. Опыт эксплуатации отечественных и зарубежных ЯЭУ при проектировании перспективных установок.
3. Принципы выбора вариантов и принятия технических решений при конструировании оборудования и систем ЯЭУ.
4. Особенности работы оборудования в составе ЯЭУ с различным теплоносителем 1 контура.
5. Основы проектирования ядерных реакторов ЯЭУ.

6. История развития и конструктивные особенности реакторов ВТГР
7. Преимущества и недостатки реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
8. Основы конструирования ЯЭУ, удовлетворяющих современным требованиям по безопасности.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК2: ИПК-2.1, ИПК-2.2):**

1. Конструкция и материалы теплообменного оборудования РУ
2. Ядерная и радиационная безопасность
3. Материалы биологической защиты
4. Виды излучений в ядерном реакторе.
5. Реактор как источник ядерных излучений
6. Способы компенсации избыточной реактивности.
7. Оборудование и материалы РУ

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК4: ИПК-4.1, ИПК-4.2):**

1. Конструкция АЗ ЯЭУ, преимущества, недостатки
2. Конструкции и принципы работы компенсирующей группы
3. Конструкции и принципы работы аварийной защиты
4. Принципы компоновки оборудования 1 контура
5. Преимущества и недостатки реакторов различного типа
6. Основное оборудование и материалы ЯЭУ
7. Основы конструирования биологической защиты ЯЭУ.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК7: ИПК-7.2):**

1. Приводы СУЗ
2. Основы проектирования парогенераторов ЯЭУ.
3. Основы проектирования насосов ЯЭУ.
4. Основы проектирования вспомогательного оборудования ЯЭУ.
5. Арматура ЯЭУ.
6. Основы проектирования коммуникаций и систем
7. Перегрузочное оборудование.
8. Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления
9. Внутрикорпусные устройства, назначение, конструктивное исполнение

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования "Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов"

по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии"  
(квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Учебная дисциплина «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7, прописанные в учебном плане по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии". 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 14.04.02 "Ядерные физика и технологии". 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 «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок», «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Специальные методы измерения и контроля», «Методы и приборы физических измерений», «Нейтронно-физические характеристики ВТГР», «Кинетика ядерных реакторов», «Специальные главы конструирования ядерных установок», «Инженерное проектирование», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности».

В процессе изучения учебной дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», 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 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» 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 придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Головко В.Ф., д.т.н., профессор кафедры АТС

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.