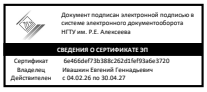
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ПИШ
_____ А.В. Тумасов

«20» мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.ОД.7 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» для подготовки магистров

Направление подготовки: 14.04.01 "Ядерная энергетика и теплофизика"

Направленность: "Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки"

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2026

Выпускающая кафедра: АТС

Кафедра-разработчик: АТС

Объем дисциплины: 252/7
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: зачет, экзамен

Разработчик(и): Самойлов А.М.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 год

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

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

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

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

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

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

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.04.01-в-

Начальник методического отдела УМУ

_____
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина

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. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения оп 7
5. Структура и содержание дисциплины 9
6. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины 11
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины 16
8. Информационное обеспечение дисциплины 17
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ 18
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине 18
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины 18
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины 20

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.7 «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-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7 параллельно участвуют дисциплины: «Методы решения инженерных задач при проектировании и конструировании энергетических установок», «Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках», «Специальные методы измерения и контроля», «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 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 формируются компетенции:

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;

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;

ПК-5 Способен использовать технологии 3D-моделирования при исследовании процессов тепломассопереноса для обоснования конструктивных решений в элементах энергетического оборудования;

ПК-7 Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности.

Полное формирование указанных компетенций последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПК

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				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Нейтронно-физические характеристики ВТГР				
	Кинетика ядерных реакторов				
	Научно-исследовательская работа				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-3	Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Специальные методы измерения и контроля				
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС				
	Специальные главы проектирование турбомашин для реакторных установок				
	Специальные главы конструирования ядерных установок				
	Проектная практика				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Научно-исследовательская работа				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-7	Компьютерные технологии в профессиональной деятельности				
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок				
	Проектная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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

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	
		Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
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	методики расчета и проектирования современного оборудования ВТГР, методики исследования нейтронно-физических, теплофизических процессов и свойств реакторных материалов	провести расчет и проектирование современного оборудования ВТГР		Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
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	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	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
проектирования						
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	основное оборудование и системы обеспечения безопасности ВТГР; основные методы расчета и проектирования реакторных установок нового поколения	решать конструктивные задачи, связанные с основным оборудованием 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
ПК-7. 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 ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики») и ТФ В/02.7 «Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий» (ПС 24.078 ««Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»») и решает задачи подготовки обучаемых к:

- разработке новых методов исследования высокотемпературных процессов на основе современных методик, учитывающих отечественный и мировой уровень развития соответствующих научных направлений и расчетному обоснованию конструктивных решений в элементах энергетического оборудования
- 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 7 зачетных единиц (з.е.) или 252 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 94 часа, самостоятельная работа обучающихся - 131 час (таблица 3).

Таблица 3 - 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.	**252/7**	**108/3**	**144/4**
1. Контактная работа:	**94**	**53**	**41**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	**85**	**51**	**34**
Занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
Занятия семинарского типа (ПЗ)	17	17	-
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	**9**	**2**	**7**
Консультации по дисциплине	4	2	2
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	5	-	5
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	**131**	**55**	**76**
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	**27**	-	**27**

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч						Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов	Контроль				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Контроль самостоятельной работы						
ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7, ИПК-2.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3, ИПК-5.2, ИПК-7.2.	1. Классификация реакторов, особенности устройства и принцип работы	17	-	5	2	26		п.1 табл. 15 РПД, стр. 3-51	Семинар – диалог	-	-
	2Основное оборудование реакторных установок	15	-	4	2	24		п.3 табл. 15 РПД, стр. 420 - 435	Семинар – диалог, коллоквиум	-	-
	3. Системы управления и защиты реактора	16	-	4	2	25		п.1 табл. 15 РПД, стр. 110 – 159 п.2 табл. 15 РПД, стр. 56 - 89	Семинар – диалог	-	-
	4. Принципы обеспечения ядерной и радиационной безопасности реакторных установок.	10	-	2	2	28		п.2 табл. 15 РПД, стр. 156 – 219 п.3 табл. 15 РПД, стр. 256 - 313	Семинар – диалог	-	-
	5. Материалы основного оборудования реакторных установок	10	-	2	1	28		п.4 табл. 15 РПД, п.5 табл. 15 РПД	Семинар – диалог	-	-
ИТОГО:		**68**	**-**	**17**	**9**	**131**					

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 – 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	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Классификация реакторов, особенности устройства, принцип работы» 1. Классификация реакторов, используемых в мировой практике 2. Краткая история создания и конструктивные особенности отечественных и зарубежных реакторов. 3. Эволюционное развитие реакторных технологий 4. Конструктивные особенности реакторов для установок петлевого, блочного и интегрального исполнения
2	2	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Основное оборудование реакторных установок» 1. Реактор, основные элементы корпуса и крышки, их устройство, материалы, особенности изготовления. 2. Внутриреакторные устройства, их назначение, устройство, материалы, особенности изготовления. 3. Средства компенсации избыточной реактивности. Назначение, классификация. 4. Варианты конструктивного исполнения активных зон 5. Теплообменное оборудование реакторных установок, назначение, устройство.
3	3	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Системы управления и защиты реактора» 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. Система ввода жидкого поглотителя 5. Процесс саморегулирования мощности реактора.
4	4	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Принципы обеспечения радиационной безопасности реакторных установок» 1. Реактор как источник ядерных излучений 2. Конструктивно-технологические требования к материалам биологической защиты. 3. Методические основы компоновки оборудования 1 контура и биологической защиты 4. Обеспечение радиационной безопасности персонала и населения
5	5	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Материалы основного оборудования реакторных установок» 1. Материалы основного оборудования реакторных установок 2. Характерные воздействия на конструкционные материалы при работе реакторных установок 3. Деградации материалов оборудования при эксплуатации реакторных установок, методы диагностирования 4. Принципы обеспечения и обоснования продления ресурса оборудования реакторных установок.

В таблице 6 представлен примерный перечень тем курсовых проектов по дисциплине

Таблица 6 – Примерный перечень тем курсовых проектов

№ п/п	Тема курсового проекта
1	Разработка теплообменника 1 контура гелий – гелий для ВТГР. Теплогидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
2	Разработка парогенератора гелий – вода для ВТГР. Тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
3	Разработка системы охлаждения шахты ВТГР. Принципиальная схема, теплогидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
5	Разработка системы охлаждения остановленного ВТГР. Принципиальная схема, гидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).

6	Разработка теплообменника гелий – вода системы охлаждения остановленного ВТГР. Тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
7	Разработка корпуса ВТГР. Конструктивная схема, расчет прочности, описание (чертеж, пояснительная записка).
8	Аналитический обзор развития высокотемпературных газовых реакторов, перспективные применения для получения водорода.
9	Разработка компрессора энергетического блока ВТГР. Конструктивная схема, расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).

Таблица 7 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена (3 семестр)
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 (2 семестр)
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.

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 доступна сайте учебно-методического управления *https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie* по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

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

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

В результате изучения дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-2, 3, 5, 7 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 3). Оценивание формируемых компетенций ПК-2, 3, 5, 7 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

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

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7	ИПК-2.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3, ИПК-5.2, ИПК-7.2.	Семинары по всем темам	Критерий 1 Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			Критерий 2 Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенций

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 (при наличии).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену/зачету в целом осуществляется по критериям и шкале оценивания, представленным в таблицах 9, 10

Таблица 9 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень освоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос
ПК-2, ПК-3, ПК-5, ПК-7 (итог по зачету)	Достаточный	«Удовлетворительно»/ «Зачтено», если все компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно» / «Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

Таблица 10 – 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.

В таблице 11 представлена шкала оценивания курсовых проектов

Таблица 11 – Шкала оценивания курсовых проектов

Оценка	Критерии оценивания	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Неудовлетворительно	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 выданной 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
Удовлетворительно	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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

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

Таблица 12 – 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

7.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

1) 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»

Таблица 13 – Перечень электронных библиотечных систем

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

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

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

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

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

В свободном доступе находятся:

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

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

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

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: *http://www.vlibrary.ru/*.

8.2. Перечень программного обеспечения

В таблице 14 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

Таблица 14 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных,	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием

	информационно-справочной системы	ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost //home/standarts
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

Также, для осуществления образовательного процесса может быть использовано программное обеспечение, представленное в таблице 16

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 15 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 15 – 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 «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 16.

Таблица 16 - 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.	№ 5210 Аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Рабочее место студента – 120 Доска меловая; Ноутбук HP Intel® Core™ i3- 5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EBX500; Экран.	Программное обеспечение: Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/КМР от 15.10.18) Dr.Web 2026 SRBK-Z197-67LX-4N3W, до 02.06.2027; 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); Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

– виды аудиторной работы;

– формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ПК-2, 3, 5, 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-2, 3, 5, 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 студент может быть аттестован на промежуточной аттестации в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

11.2. 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.

11.3. 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.

11.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

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.

Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Разработка теплообменника 1 контура гелий – гелий мощностью для ВТГР. Тепло-гидравлический расчет, конструктивная схема, описание (чертеж, пояснительная записка).
2. Разработка парогенератора гелий – вода для ВТГР. 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, гидравлический расчет, описание (чертеж, пояснительная записка).
5. Разработка теплообменника гелий – вода системы охлаждения остановленного ВТГР. 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).

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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