

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

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЯЭиТФ
_____ М.А. Легчанов
«21» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.7 «Ядерные энергетические реакторы»
для подготовки специалистов

Направление подготовки: _____ 14.05.02 «Атомные станции: проектирование,
эксплуатация и инжиниринг»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: _____ "Проектирование и эксплуатация атомных станций"
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: _____ 2022

Выпускающая кафедра: _____ АТС
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: _____ АТС
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: _____ 324/9
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: _____ Экзамен, зачёт
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): _____ Соборнов А.Е.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

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

(подпись)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 154 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от «13» апреля 2023 г. № 17).

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

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

(подпись) С.М. Дмитриев

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

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.05.02-а-48

Начальник методического отдела УМУ

(подпись) Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ

(подпись) Кабанина Н.И

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	10
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	13
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	18
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	20
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	21
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	23
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	25

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является:

- формирования знаний по основным конструктивным элементам современных ядерных энергетических установок;
- формирование знаний о порядке проведения теплового и гидравлического расчёта активной зоны;
- формирования навыков по проектированию активной зоны ядерных реакторов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- формирование знаний у студента о типах энергетических ядерных реакторов и материалах, применяемых при их изготовлении;
- научить студента умению использовать теоретические положения и практические выкладки в процессе проектирования активных зон ядерных энергетических реакторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Ядерные энергетические реакторы» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части и направлена на углубление уровня и завершение освоения компетенций ПКС-1,4,7, 9. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых базируется данная дисциплина являются:

«Начертательная геометрия и инженерная графика», «Тепломассообмен в энергетических установках», «Механика жидкости и газа», «Ядерная физика» и «Атомные электрические станции», «Цифровые технологии в энергомашиностроении».

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

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

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» у обучающегося частично формируется компетенции ПКС-1,4,7,9 полное формирование, которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенций ПКС-1,4,7,9

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	А сем.	В сем.
ПКС-1	Атомные электрические станции											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Теоретические основы автоматического управления ЯЭУ											
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС											
	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Принципы обеспечения безопасности АЭС											
	Кинетика ядерных реакторов											
	Защита от ионизирующего излучения											

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	А сем.	В сем.
	Организация радиационной безопасности на АЭС											
	Специальные главы конструирования ядерных установок											
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-4	Циркуляционные насосы для электрических станций											
	Парогенераторы АЭС											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования											
	Турбомашины электрических станций											
	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Проектная практика											
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-7	Механика жидкости и газа											
	Техническая термодинамика											
	Механика											
	Электротехника и электроника											
	Материаловедение											
	Технология конструкционных материалов											
	Водоподготовка											
	Физика ядерных реакторов											
	Электрооборудование электростанций											
	Атомные электрические станции											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования											
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС											
	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Принципы обеспечения безопасности АЭС											
	Режимы работы атомных и тепловых электрических станций											
	Защита от ионизирующего излучения											
	Организация радиационной безопасности на АЭС											

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	А сем.	В сем.
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-9	Цифровые технологии в энергомашиностроении											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Проектная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

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

Профессиональная компетенция ПКС-1,4,7,9 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 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
ПКС-1 Способен применять в профессиональной деятельности знания по технологическим схемам, конструкции, оборудованию и опыту эксплуатации основных типов АС, по нейтронно-физическим и технологическим процессам в оборудовании, принципам контроля, автоматизированного управления и защиты АС, основам ядерной и радиационной безопасности, принципам обеспечения безопасной эксплуатации, нормативным требованиям к проектированию и эксплуатации АС	ИПКС-1.1 Знает технологические схемы, конструкции, оборудование и опыт эксплуатации основных типов АС.	актуальную на момент исследований информацию, касающуюся отечественного и зарубежного опыта проектирования и эксплуатации основных типов АС.	находить источники актуализации знаний в указанной области, критически подходить к полученной информации и оценивать ее достоверность.	навыками поиска достоверной научно-технической информации в области проектирования и эксплуатации АС.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8)	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
ПКС-4 Готов к разработке технических заданий, проектной и конструкторской документации на создаваемое технологическое оборудование, приборы, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС, в соответствии с требованиями нормативных документов	ИПКС-4.1 Знает требования нормативных документов, необходимые для разработки технологического оборудования, приборов, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС	нормативную базу, регламентирующую принципы и правила создания ядерных энергетических установок			Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8)	Выполнение курсового проекта
	ИПКС-4.2 Разрабатывает технические задания, проектную и конструкторскую документацию на создаваемое технологическое оборудование, приборы, электронную аппаратуру и программно-технические средства систем контроля и управления, включая средства радиационного контроля АЭС.	характерные особенности ядерных энергетических реакторов, принципы их функционирования; нормативную базу, регламентирующую принципы и правила создания, эксплуатации и снятия с эксплуатации ядерных энергетических реакторов	создавать графическую документацию и сопроводительную к ней текстовую	навыками работы с нормативной, проектной и рабочей технической документацией		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
ПКС-7 Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС, выполнять расчёты нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки с использованием современных методик и пакетов прикладных компьютерных программ	ИПКС-7.1 В профессиональной деятельности применяет знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС	характеристики и параметры, определяющие процессы, протекающие в основных элементах и системах ядерных энергетических установок	пользоваться специальной, методической и нормативной литературой, касающейся вопросов исследования процессов в ядерных реакторах		Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2 из таблицы 8)	Перечень контрольных вопросов
	ИПКС-7.2 Выполняет расчёты нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки с использованием современных методик и пакетов прикладных компьютерных программ	набор входных и выходных параметров расчетов характеристик ядерных энергетических установок	использовать алгоритмы проведения конструкторских и поверочных теплогидравлических расчетов ядерных реакторов	методиками проведения конструкторских и поверочных теплогидравлических расчетов ядерных реакторов		Выполнение курсового проекта
ПКС-9 Способен осваивать и применять цифровые технологии для объектов профессиональной деятельности	ИПКС-9.2 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		Выполнение курсового проекта

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- разработка проектов элементов оборудования, технологических систем, систем контроля и управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования, использование в разработке технических проектов новых информационных технологий;
- участие в проектировании основного оборудования АС и других ЯЭУ с учетом экологических требований и требований безопасной работы;
- выполнение теплогидравлических, нейтронно-физических и прочностных расчетов узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц (з.е.) или 324 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 128 часа, самостоятельная работа обучающихся -160 часов, контроль – 36 часа (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.		
	Всего	7 семестр	8 семестр
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	324/9	144/4	180/5
1. Контактная работа:	128	53	75
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	119	51	68
Занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
Практические занятия (ПЗ)	51	17	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	9	4	5
Консультации по дисциплине	4	2	2
Курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	-	3
Контактная работа на промежуточной аттестации	2	2	-
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	160	53	107
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	75	30	45
Подготовка к практическим занятиям, коллоквиуму	59	23	36
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	18	-	18
Подготовка к зачету	8	-	8
3. Подготовка к экзамену (контроль)	36	36	

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

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

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов				
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине					
7 семестр									
ПКС-1 ИПКС-1.1 ПКС-4 ИПКС-4.1 ИПКС-4.2	Введение в дисциплину. Основные понятия и определения.	1	-	-	-	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Тема 1. Классификация реакторов.	5	-	-	4	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №1. Основные элементы активной зоны АЭС.	-	3	-	4	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 2. Работа ядерного реактора.	5	-	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №2. Отравление и шлакование активной зоны.	-	3	-	4	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 3. Водо-графитовые реакторы.	5	-	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №3. Перегружаемые и неперегружаемые каналы	-	3	-	4	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 4. Реактор типа РБМК.	6	-	1	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №4. Основные элементы технологического канала.	-	3	-	4	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 5. Корпусные водо-водяные реакторы.	6	-	1	5	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №5. Процесс перегрузки топлива в активной зоне.	-	2	-	4	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 6. ВВРК и тяжеловодные реакторы.	6	-	-	5	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №6. Внутрикорпусные устройства кипящих реакторов.	-	3	-	4	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	ИТОГО за 7 семестр	34	17	2	53				
8 семестр									
ПКС-4 ИПКС-4.1	Тема 7. Транспортные ядерные установки.	6	-	-	9	п. 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-

Планируемые (контролируем ые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов				
		Лекции	Практические занятия	Консультации по дисциплине					
ИПКС-4.2 ПКС-7 ИПКС-7.1 ИПКС-7.2 ПКС-9 ИПКС-9.1	Практическое занятие №7. Этапы развития водо-водяных транспортных ядерных установок.	-	6	-	7	п. 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 8. Газоохлаждаемые реакторы.	7	-	-	9	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №8. Современные проекты газоохлаждаемых реакторов	-	7	-	9	п. 3, 5 табл. 10 РПД	Семинар	-	-
	Тема 9. Реакторы на быстрых нейтронах.	7	-	2	9	п. 1,2 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №9. Эволюция конструкции активной зоны реакторов типа БН.	-	7	-	7	п. 1,2 табл. 9 РПД	Семинар	-	-
	Тема 10. Реакторы с жидкометаллическим теплоносителем.	7	-	-	9	п. 1,2 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №10. Конструкция реактора типа БРЕСТ.	-	7	-	7	п. 1,2 табл. 9 РПД	Семинар	-	-
	Тема 11. Конструкции ТВС различных реакторов.	7	-	2	9	п. 1,5 табл. 9 РПД	Лекция	-	-
	Практическое занятие №11. Сравнительный анализ теплофизических характеристик ТВС различной геометрии.	-	7	-	6	п. 1,5 табл. 9 РПД	Семинар	-	-
	Курсовой проект (КП)	-	-	3	18	Методические указания по курсовому проектированию	Консультация	-	-
	ИТОГО за 8 семестр	34	34	5	107				
ИТОГО:		68	51	7	160				

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	
7 семестр		
1	1	Основные виды реакторов; Основные элементы активной зоны реакторов различного типа; Теплофизические параметры теплоносителя первого контура;
2	2	Виды шлаков в активной зоне водо-водяного реактора; Развитие процесса отравления в активной зоне водо-водяного реактора; Влияние изотопов плутония на нейтронный поток в активной зоне;
3	3	Сравнение замедляющей способности различных сред; Конструктивные особенности Первой АЭС; Конструкция активной зоны с перегревом пара;
4	4	Особенности конструкции канальных реакторов, охлаждаемых водой; Виды материалов, применяемых в водографитовых реакторах; Соединение сталь-цирконий;
5	5	Основные элементы активной зоны корпусных водо-водяных реакторов; Типы перегрузки в водо-водяных реакторах; Материалы, используемые при создании корпусных водо-водяных реакторов;
6	6	Основные внутрикорпусные устройства в реакторах типа ВВРК; Особенности активных зон тяжеловодных реакторов; Современные конструкции тяжеловодных реакторов;
8 семестр		
7	7	Основные конструктивные решения в транспортных ядерных реакторах; Основные теплофизические параметры установок типа КЛТ и РИТМ; Перспективы развития транспортных установок со свинцово-висмутовым теплоносителем;
8	8	Основные элементы реакторов типа AVR; Основные элементы реакторов типа AGR; Современные проекты АСММ типа ГТМГР;
9	9	Особенности конструкции реакторов с натриевым теплоносителем; Основные проектные решения активной зоны современных реакторов БН; Особенности теплогидравлического расчёта ТВС реактора БН-800;
10	10	Особенности конструкции реакторов с жидкометаллическим теплоносителем; Основные проектные решения активной зоны реактора типа БРЕСТ; Особенности теплогидравлического расчёта активной зоны реактора БРЕСТ-ОД-300;
11	11	Сравнительный анализ конструкций ТВС различных реакторов; Конструкционные материалы ТВС и ТВЭЛ современных реакторных установок; ТВЭЛ перспективных реакторных установок и реакторов АСММ;

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
7 семестр	
1	Определение ядерного реактора.
2	Особенности ядерных реакторов.
3	Основные требования к ядерным реакторам.
4	Классификация и применение ядерных реакторов в энергетике.
5	Характеристики нейтронного поля в реакторе.
6	Реактивность. Эффекты реактивности.
7	Отравление и шлакование активной зоны.
8	Регулирование мощности реактора и контроль его работы.
9	Принципиальные тепловые схемы установок с водо-графитовыми реакторами.
10	Реакторы с перегружаемыми и неперегружаемыми каналами.
11	Реактор типа РБМК.
12	Технологический канал РБМК-1000.
13	Процесс перегрузки топлива на реакторе типа РБМК.

14	Корпусные водо-водяные реакторы.
15	Внутрикорпусные устройства реакторов типа ВВЭР.
16	Водо-водяные реакторы с кипящей водой.
17	Исследовательский реактор ВК-50.
18	Особенности конструкций тяжеловодных реакторов.
№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачёта
8 семестр	
1	Транспортные ядерные установки, охлаждаемые водой.
2	Ядерные реакторы со свинец-висмутовым теплоносителем.
3	Реактор стенда КМ-1 и РУ АПЛ проекта 705.
4	Общая характеристики газоохлаждаемых реакторов.
5	Реакторы АGR.
6	Магноксовые реакторы.
7	Высокотемпературные реакторы.
8	Реакторы с призматическими стержневыми ТВЭЛами.
9	Реакторы на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем.
10	Реакторы на быстрых нейтронах с гелиевым теплоносителем.
11	Общие характеристики реакторов с жидкометаллическим теплоносителем.
12	Ядерный реактор перспективных установок типа СВБР.
13	Ядерные реакторы установок типа БРЕСТ со свинцовым теплоносителем.
14	Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300.
15	Зарубежные ядерные реакторы, охлаждаемые ТЖМТ.
16	Сравнение конструкций ТВС и ТВЭЛ РБМК и ВВЭР.
17	Сравнение конструкций ТВС и ТВЭЛ реактора ВВЭР различных поколений.
18	Сравнение конструкций ТВС и ТВЭЛ реактора БН различных поколений.

Таблица 7 – Примерная тематика курсовых проектов

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
1	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа РБМК-1000 с тепловой мощностью 2800 МВт
2	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа РБМК-1000 с тепловой мощностью 3000 МВт
3	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа РБМК-1000 с тепловой мощностью 3200 МВт
4	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1000 с тепловой мощностью 2800 МВт
5	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1000 с тепловой мощностью 3000 МВт
6	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1000 с тепловой мощностью 3200 МВт
7	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1200 с тепловой мощностью 2800 МВт
8	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1200 с тепловой мощностью 3000 МВт
9	Ядерный реактор, охлаждаемый водой, типа ВВЭР-1200 с тепловой мощностью 3200 МВт
10	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-600 с тепловой мощностью 1300 МВт
11	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-600 с тепловой мощностью 1500 МВт
12	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-600 с тепловой мощностью 1700 МВт
13	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-800 с тепловой мощностью 1800 МВт
14	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-800 с тепловой мощностью 2000 МВт
15	Ядерный реактор, охлаждаемый натрием, типа БН-800 с тепловой мощностью 2200 МВт
16	Ядерный реактор, охлаждаемый гелием, типа ВГМ-300 с тепловой мощностью 700 МВт
17	Ядерный реактор, охлаждаемый гелием, типа ВГМ-300 с тепловой мощностью 800 МВт
18	Ядерный реактор, охлаждаемый гелием, типа ВГМ-300 с тепловой мощностью 900 МВт

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

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

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

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

В результате изучения дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенций ПКС-1,4,7,9 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПКС-1,4,7,9 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 8.

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

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПКС-1	ИПКС-1.1	Практические занятия	<u>Критерий 1</u> 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
ПКС-4	ИПКС-4.1 ИПКС-4.2		<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции.
ПКС-7	ИПКС-7.1 ИПКС-7.2						
ПКС-9	ИПКС-9.1						

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

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

Оценивание формируемых компетенций по курсовому проекту и по экзамену осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 9.

Таблица 9 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
Экзамен ПКС-1 ПКС-4 ПКС-7	Высокий уровень «5» (отлично)	В соответствии с критериями «Отлично» таблицы 8.
	Средний уровень «4» (хорошо)	В соответствии с критериями «Хорошо» таблицы 8.
	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	В соответствии с критериями «Удовлетворительно» таблицы 8.
	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	В соответствии с критериями «Неудовлетворительно» таблицы 8.
Курсовой проект ПКС-4 (ИПКС-4.2) ПКС-7 (ИПКС-7.1) ПКС-9 (ИПКС-9.1)	Высокий уровень «5» (отлично)	Проект выполнен абсолютно верно, чертежная часть полностью соответствует нормативам единой системы конструкторской документации.
	Средний уровень «4» (хорошо)	Проект выполнен с небольшим количеством недочётов, чертежная часть соответствует нормативам единой системы конструкторской документации, но присутствуют незначительные недочёты в указании размеров, допусков и пр. или неправильно выбран разрез или сечение на сборочном чертеже.
	Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Проект выполнен с большим количеством недочётов или с одним существенным недочетом, чертежная часть соответствует нормативам единой системы конструкторской документации, но присутствуют значительные недочёты в указании размеров, допусков и пр. или неправильно выбран формат для чертежей.
	Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Проект выполнен полностью не верно, использованы не верные расчётные зависимости, чертежная часть не соответствует нормативам единой системы конструкторской документации.

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 10 – 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.	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым	20

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 1; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 548 с.	
2.	А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяков, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Учебное пособие в 2-х ч. Ч. 2; под общ. ред. С.Е. Щеклеина и О.Л. Ташлыкова. - Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с.	30
3.	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС. Учебное пособие; под ред. С.М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015 - 288 с	49
4.	А.В. Безносков, Т.А. Бокова. Оборудование энергетических контуров с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями в атомной энергетике. Учебное пособие. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2012. - 536 с.	5
5.	Б.А. Дементьев. Ядерные энергетические реакторы. Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.	8
6.	А.Г. Алымов, Э.Г. Новинский Гидравлический расчет проточной части центробежных насосов для АЭУ : Учеб.пособие НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под общ.ред.Э.Г.Новинского. - Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. - 99 с.	10
7.	Ф.М. Митенков, Э.Г. Новинский, В.М. Будов Главные циркуляционные насосы АЭС Под ред.Ф.М.Митенкова. - 2-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 376 с. : ил. - (Библиотека эксплуатационника АЭС. Вып.31). - Библиогр.:с.365-361. - 1-60.	26
2. Дополнительная литература		
8.	С.М. Дмитриев и др. Основное оборудование АЭС с корпусными реакторами на тепловых нейтронах. Учебник. – М.: Машиностроение, 2013. – 415 с.	90
9.	А.В. Безносков, Ю.Г. Драгунов, В.И. Рачков. Тяжелые жидкометаллические теплоносители в атомной энергетике. Учебное пособие. – М.: ИздАт, 2007. - 434 с.	2
10.	А.Я. Крамеров, Я.В. Шевелёв. Инженерные расчеты ядерных реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 736 с.	4
11.	Б.Г. Ганчев, Л.Л. Калишевский, Р.С. Демешев и др. Ядерные энергетические установки. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 629 с.	31
12.	Г.Б. Усынин, Е.В. Кусмарцев. Реакторы на быстрых нейтронах. Учебное пособие для вузов; под ред. Ф.М. Митенкова. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.	80
13.	В.М. Будов, В.А. Фараонов. Конструирование основного оборудования АЭС. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 264 с.	20
14.	И.Я. Емельянов, В.И. Михан, В.И. Солонин. Конструирование ядерных реакторов. Учебное пособие для вузов; под общ. редакцией Н.А. Доллежала. – М.: Энергоиздат, 1982. – 400 с.	21
15.	Р. В. Радченко. Водород в энергетике. Учебное пособие; под общ. ред. Р. В. Радченко, А.С. Мокрушина, В.В. Тюльпа. - Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 229 с.	Электронное издание

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 11 – Список справочно-библиографической и научной литературы

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
1. Справочно-библиографическая литература		
1.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с.	12
2.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.	17
3.	П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2014. – 688 с.	28
4.	В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства	9

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

7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

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

- 1) [Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;](#)
- 2) [Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;](#)
- 3) [Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;](#)
- 4) [Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.](#)

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

8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

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

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;

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

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

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

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 13 раздела 10 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

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

Таблица 12 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
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 «Ядерные энергетические реакторы» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 13.

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

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236 Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска меловая. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500; Экран.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО) Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
	Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы	• Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50. • Ресиверная емкость. • Инвертор. • Газоанализатор. • Газовый расходомер. • Набор пневмометрических зондов. • КИП. • ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400. • Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО; - Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО; MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.
3	5214 Информационно-образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	Рабочее место студента – 28 Доска меловая; ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 Гб) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО; - Google Chrome, версия

№ 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
			49.0.2623.87, бесплатное ПО; • MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

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

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПКС-1,4,7,9.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

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

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (семинары, коллоквиум, работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

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

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях и коллоквиуме (уметь, владеть);

- при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах, коллоквиумы.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка за экзамен и за курсовой проект по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

11.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенций ПКС-1,4,7. Структура содержания лекций предусматривает

введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

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

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;
- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;
- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

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

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

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПКС-1,4,7,9 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах — это совместная работа студентов в группах из 2-4 человек над определенным заданием, при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы — решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

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

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

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в

специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 12. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Ядерные энергетические реакторы»
ОП ВО по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», направленность "Проектирование и эксплуатация атомных станций"
(квалификация выпускника – инженер-физик)**

Владимиром Ивановичем Мельниковым, профессором кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» ОП ВО по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», направленность «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника - специалист), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», на кафедре «Атомные и тепловые станции» (разработчик – старший преподаватель Соборнов А.Е.).

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

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Ядерные энергетические реакторы» закреплено три компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать её в объявленных требованиях.

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

Общая трудоёмкость дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» составляет 9 зачётных единиц (324 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Ядерные энергетические реакторы» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

Программа дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» не предполагает занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

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

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, зачёта и защиты КП, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

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

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 7 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, справочно-библиографической литературой – 12 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Ядерные энергетические реакторы».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Ядерные энергетические реакторы» ОП ВО по направлению 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», направленность «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанной старшим преподавателем Соборновым А.Е., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики и рынка труда. Реализация данной дисциплины позволит успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

В.И. Мельников, профессор кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им.

Р.Е. Алексеева, д.т.н.

(подпись)

«_____» _____ 2023 г.