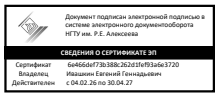
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

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.ДВ.2.1 «Нейтронно-физические характеристики ВТГР»

для подготовки магистров

Направление подготовки: 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Высокотемпературные газовые ядерные реакторные установки
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: 2026

Выпускающая кафедра: АТС
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АТС
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 108/3
(часов/з.е.)

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

Разработчик(и): Леванов С.Л.
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2026 г.

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

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 Советом ИЯЭиТФ,
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 14.04.01-в-18

Начальник методического отдела УМУ

_____
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины…….. 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……. 4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины……. 4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО……..... 6
5. Структура и содержание дисциплины……. 7
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины…… 10
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины…… 14
8. Информационное обеспечение дисциплины…… 15
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ……..... 16
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине…… 17
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 формирование знаний об основных нейтронно-физических характеристиках ВТГР и их особенностях по сравнению с другими типами реакторов.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

1) ознакомление с результатами обоснования нейтронно-физических характеристик разрабатываемых в России проектов ВТГР;

2) систематизация опыта расчетов нейтронно-физических характеристик ВТГР;

3) изучение требований к программам расчета нейтронно-физических характеристик ВТГР и рекомендаций для снижения расчетных погрешностей исследуемых характеристик.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Нейтронно-физические характеристики ВТГР» в паре с дисциплиной «Кинетика ядерных реакторов» включена в перечень дисциплин по выбору вариативной части учебного плана и направлена на углубление уровня освоения профессиональной компетенции ПК-2. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Привитие обучающимся компетенции ПК-2 начинается с изучения в 1-м семестре таких дисциплин, как «Методы решения инженерных задач при проектировании энергетических установок» и «Организация теплофизического эксперимента», продолжается во 2-м и 3-м семестрах вместе с изучением дисциплины «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», а также в процессе прохождения во 2-4 семестрах производственной практики «Научно-исследовательская работа» и завершается при подготовке к защите ВКР.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является то, что ее общая трудоемкость разделена практически поровну на контактную и самостоятельную работу студентов.

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

В результате освоения дисциплины «Нейтронно-физические характеристики ВТГР» у обучающегося частично формируется компетенция ПК-2 с формулировкой «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».
Индикатором частичного достижения компетенции ПК-2 выступает индикатор ИПК-2.3 «Использует методики и современные прикладные компьютерные программы для выполнения нейтронно-физических расчетов активных зон реакторов».

По данному индикатору сформулированы следующие дескрипторы:

а) знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ВТГР;

б) уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ВТГР;

в) владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ВТГР.

Полное формирование компетенции ПК-2 осуществляется последовательно при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ПК-2

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
	Методы решения инженерных задач при проектировании энергетических установок	•			

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-2	Организация теплофизического эксперимента	•			
	Нейтронно-физические характеристики ВТГР (Кинетика ядерных реакторов)		•		
	Научно-исследовательская работа		•	•	•
	Специальные методы измерения и контроля		•		
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок		•	•	
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				•

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

Профессиональная компетенция ПК-2 формируется с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этой компетенции и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторе достижения той же компетенции (таблица 2).

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-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-2.3* Использует методики и современные прикладные компьютерные программы для выполнения нейтронно-физических расчетов активных зон реакторов	Знать: правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ВТГР	Уметь: анализировать нейтронно - физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ВТГР	Владеть: методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ВТГР	• Перечень контрольных вопросов по предыдущим темам лекций (оценка по критериям 1-2) • Планы семинаров по темам 1.1.1, 1.2.1, 1.3.1 с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критериям 1-2) • Задания на практические занятия по темам 2.2.1÷2.2.7 (оценка по критерию 3)	Перечень контрольных вопросов, выносимых на экзамен (оценка по критериям 1-2)

Освоение дисциплины причастно к ТФ B/02.7 «Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики») и решает задачи подготовки обучаемых к использованию научно-технической информации и результатов исследований при проектировании и конструировании реакторов ВТГР, а также методик реакторных расчетов и современных прикладных компьютерных программ.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.) или 144 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 57 часов, самостоятельная работа обучающихся - 60 часов (таблица 3).

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч	
	Всего	в том числе во 2 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость	108	108
1. Контактная работа:	**57**	**57**
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	6	6
Консультации по дисциплине	6	6
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	**24**	**24**
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы, подготовка к зачету)	24	24
3. Контроль на промежуточной аттестации (экзамен)	**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				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					
ПК-2: ИПК-2.1	*Раздел 1. Особенности нейтронно-физических характеристик ВТГР*								
	Тема 1.1. Конструктивные и компоновочные решения в проектах реакторов ВТГР, определяющие особенности их нейтронно-физических характеристик	2	-	0,6	1	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - дискуссия	-	-
	Тема 1.1.1. Реакторы ВТГР с активной зоной из призматических ТВС, с насыпной активной зоной и шаровыми твэлами	-	2	-	2		Семинар - диалог	-	-
	Тема 1.2. Уран-плутониевый и чисто плутониевый топливные циклы ВТГР	1	-	0,6	1		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 1.2.1. Ядерно-физические свойства изотопов в спектре ВТГР. Выгорание топлива, баланс нейтронов в активной зоне и их термализация в графите	-	2	-	1		Семинар - диалог	-	-
	Тема 1.3. Резонансное поглощение нейтронов в активной зоне	2	-	0,6	1		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 1.3.1. Учет особенностей для расчета резонансного поглощения в ВТГР. Эквивалентность резонансного поглощения в блоке и гомогенной среде	-	2	-	1		Семинар - диалог	-	-
	Тема 1.4. Температурный коэффициент реактивности в ВТГР	1	-	0,6	1		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 1.5. Изменение коэффициента размножения с выгоранием для ВТГР с различными типами топлива	1	-	0,6	1		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 1.6. Энергораспределения в насыпной и блочной активных зонах	2	-	0,6	1		Лекция - визуализация	-	-

	Раздел 2. Методы и программы расчета нейтронно-физических характеристик ВТГР								
	Тема 2.1. Требования к методикам и программам расчета нейтронно-физических характеристик ВТГР	2	-	0,6	2	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - визуализация	-	-
	Тема 2.2. Основные программы для расчета нейтронно-физических характеристик ВТГР	2	-	0,6	2		Лекция - визуализация	-	-
	Тема 2.2.1. Ознакомление с программой MCU-FREE	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.2. Первичное опробование программы MCU-FREE для простейших расчетов	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.3. Расчёт критических сборок BNL и TRX	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.4. Расчёт твэльных и эквивалентных ячеек	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.5. Расчёт ячеек микротвэлов	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.6. Расчёт ячеек топливных компактов реактора ВТГР. Оценка влияния двойной гетерогенности на нейтронно-физические характеристики	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Тема 2.2.7. Расчёт ячейки ТВС реактора ВТГР	-	4	-	1		Работа в малых группах	-	-
	Раздел 3. Систематизация погрешностей расчета основных нейтронно-физических характеристик								
	Тема 3.1. Методические погрешности и чувствительность нейтронно-физических характеристик к используемым ядерным данным	2	-	0,6	2	Проработка текущего материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе	Лекция - визуализация	-	-
	Тема 3.2. Прогнозируемые погрешности расчета основных нейтронно-физических характеристик активных зон ВТГР	2	-	0,6	2		Лекция - визуализация	-	-
ИТОГО:		17	34	6	24				

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

Номера тем		Перечни контрольных вопросов, темы и содержание заданий по пройденным темам
цикла лекций	практических занятий	
1.1÷1.6		Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций: 1. С чем связано возрождение интереса к ВТГР в XXI веке? 2. Назовите преимущества гелия, используемого в качестве теплоносителя в реакторах типа ВТГР. 3. Какие функции выполняет графит высокотемпературных реакторов? 4. На какое значение энергии (в эВ) приходится максимальное значение плотности потока тепловых нейтронов в центре активной зоны ВТГР? 5. Что является существенной особенностью ВТГР с точки зрения размещения топлива? 6. Какова примерная величина отношения высоты активной зоны к ее диаметру у ВТГР модульного типа? 7. Назовите три интегральных параметра, характеризующих основные делящиеся изотопы, участвующие в уран-плутониевом или чисто плутониевом топливном цикле ВТГР. 8. От чего зависят параметры, указанные в предыдущем вопросе? 9. Отранжируйте по эффективности конверсии (η-1), начиная с первого места, все перечисленные изотопы урана и плутония в ВТГР: U-235, Pu-239, U-233, Pu-241. 10. Назовите продолжительность (в сутках) кампании топлива в ВТГР при его работе на полной мощности. 11. Начиная с энергии какой величины (в эВ), устанавливается спектр Ферми в ВТГР с урановым топливом и в ВТГР с топливом на основе чистого плутония? 12. От чего зависит эффект резонансного поглощения нейтронов в активной зоне ВТГР? 13. Что такое температурный коэффициент реактивности и чем он определяется? 14. Одинаков ли характер изменения коэффициента размножения с выгоранием в ячейке ВТГР с низкообогащенным урановым топливом и с плутониевым топливом? 15. Сформулируйте основную задачу физического проектирования активной зоны ВТГР. 16. Какие два фактора способствуют уменьшению выгорания топлива?
	1.1.1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Реакторы ВТГР с активной зоной из призматических ТВС, с насыпной активной зоной и шаровыми твэлами»: 1. Преимущества, недостатки и особенности конструкции призматических активных зон ВТГР. 2. Некоторые характеристики конструкции ВТГР с насыпной активной зоной. 3. Преимущества, недостатки и особенности конструкции ВТГР с шаровыми твэлами.
	1.2.1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Ядерно-физические свойства изотопов в спектре ВТГР. Выгорание топлива, баланс нейтронов в активной зоне и их термализация в графите»: 1. Ядерно-физические свойства изотопов в спектре ВТГР. 2. Выгорание топлива, баланс нейтронов в активной зоне. 3. Термализация нейтронов в графите.
	1.3.1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Учет особенностей для расчета резонансного поглощения в ВТГР. Эквивалентность резонансного поглощения в блоке и гомогенной среде»: 1. Резонансное поглощение нейтронов в активной зоне ВТГР. 2. Эквивалентность резонансного поглощения в блоке и гомогенной среде. 3. Насыпная и блочная активные зоны ВТГР.

Номера тем		Перечни контрольных вопросов, темы и содержание заданий по пройденным темам
цикла лекций	практических занятий	
2.1, 2.2		Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций: 1.Основания для выбора программ расчета нейтронно-физических характеристик. 2.Для решения каких задач в области технологии ВТГР (проектных или расчетных) используются диффузионная и кинетическая теории? 3.Какие программы, как правило, используются на этапе уточнения нейтронно-физических характеристик нейтронно-физических характеристик реактора? 4.Назовите известные Вам программы расчета ячеек активной зоны. 5.Назовите известные Вам программы расчета реактора в равновесном режиме выгорания. 6.Назовите известные Вам «реперные» программы расчета ячеек активной зоны и реактора.
	2.2.1	Задание на практическое занятие по теме «Ознакомление с программой MCU-FREE»: 1.Ознакомиться с историей разработки и назначением программы MCU и ее версии MCU-FREE. 2.Изучить возможности программы MCU по моделированию трехмерных систем с произвольной геометрией, визуализации исходных данных и графического отображения дополнительной информации, а также по расчету эффективного коэффициента размножения нейтронов, распределения энергии в топливных зонах, эффективной доли запаздывающих нейтронов, потоков частиц и других нейтронно-физических характеристик.
	2.2.2	Задание на практическое занятие по теме «Первичное опробование программы MCU-FREE для простейших расчетов»: Рассмотреть примеры исходных данных для программы MCU.
	2.2.3÷2.2.7	Задания на практические занятия по темам, указанным в разделе 2 табл. 4: Рассмотреть примеры решения основных задач, возникающих перед начинающим пользователем MCU, подробно разобрать примеры задания исходных данных для расчета: 1) критических сборок BNL и TRX; 2) твэльных и эквивалентных ячеек; 3) ячеек микротвэлов; 4) ячеек топливных компактов реактора ВТГР; 5) ячейки ТВС реактора ВТГР.
3.1, 3.2		Контрольные вопросы по пройденным темам цикла лекций: 1. Чем обусловлены методические погрешности при определении нейтронно-физических характеристик ВТГР? 2. Поясните влияние учета двойной гетерогенности размещения топливных частиц. 3. Поясните влияние учета гетерогенности размещения частиц выгорающего поглотителя. 4. Поясните влияние библиотек ядерных данных. 5. Поясните влияние степени пространственного и энергетического дробления. 6. Назовите значения (%) прогнозируемых погрешностей в расчетах Монте-Карло по коэффициенту размножения, эффективности стержней, температурным коэффициентам реактивности.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем контрольного опроса по следующему перечню вопросов для проверки усвоения компетенции ПК-2 по ее индикатору ИПК-2.3:

№ п/п	Перечень контрольных вопросов
1.	Актуальность технологии ВТГР в XXI веке
2.	Краткая характеристика гелия как теплоносителя в реакторах типа ВТГР
3.	Особенности конструкции ВТГР с активной зоной из призматических ТВС, с насыпной активной зоной и шаровыми твэлами
4.	Особенности нейтронно-физических характеристик ВТГР
5.	Ядерно-физические свойства изотопов в спектре ВТГР
6.	Выгорание топлива, баланс нейтронов в активной зоне
7.	Термализация нейтронов в графите
8.	Резонансное поглощение нейтронов в активной зоне
9.	Коэффициент реактивности
10.	Изменение коэффициента размножения с выгоранием для ВТГР с различными типами топлива
11.	Энергораспределения в насыпной и блочной активных зонах
12.	Требования к методикам и программам расчета нейтронно-физических характеристик ВТГР
13.	Программы расчета ячеек активной зоны
14.	Программы расчета реактора в равновесном режиме выгорания
15.	«Реперные» программы расчета ячеек активной зоны и реактора
16.	Методические погрешности при определении нейтронно-физических характеристик ВТГР

№ п/п	Перечень контрольных вопросов
17.	Чувствительность нейтронно-физических характеристик ВТГР к используемым ядерным данным
18.	Влияние учета двойной гетерогенности размещения топливных частиц
19.	Влияние учета гетерогенности размещения частиц выгорающего поглотителя
20.	Влияние библиотек ядерных данных
21.	Влияние степени пространственного и энергетического дробления
22.	Рекомендации по использованию расчетных приближений в нейтронно-физических расчетах ВТГР

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

Процедура оценивания формируемой компетенции 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. О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации, государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования: Положение по виду деятельности (НГТУ ПВД 11.4/158-23), утверждено 06.10.2023.

2. О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ: Положение по виду деятельности (НГТУ ПВД 11.1/30-23), утверждено 23.03.2023.

В результате изучения дисциплины «Нейтронно-физические характеристики ВТГР» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенции ПК-2 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторе ИПК-2.3 достижения той же компетенции (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ПК-2 в процессе текущего и промежуточного контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 6.

Таблица 6 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемой компетенции в процессе текущего и промежуточного контроля знаний

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-2	ИПК-2.3	• Семинары по темам 1.1.1, 1.2.1, 1.3.1 • Контрольный опрос по предыдущим темам лекций • Экзамен	Критерий 1 Полнота и убедительность ответа, в том числе и дополнений к нему	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара или контрольного опроса	Студент излагает материал ответа на вопрос, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара или контрольного опроса	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара или контрольного опроса, а также отказывается от выступления на семинаре или ответа при контрольном опросе
			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 ПК-2
		Работа в малых группах по темам 2.2.1÷2.2.7	Критерий 3 Степень усвоения методики выполнения задания	Задание выполнено без ошибок	Задание выполнено, методика его выполнения выдержана, но допущены незначительные ошибки в расчетах	Задание выполнено, методика его выполнения в целом выдержана, но допущены значительные ошибки в расчетах	Задание не выполнено, методика его выполнения ошибочна

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

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

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

Оценивание формируемой компетенции по экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 7.

Таблица 7 – Шкала оценивания формируемой компетенции в процессе промежуточной аттестации

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

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

Таблица 8 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Сухарев Ю.П., Кодочигов Н.Г., Петрунин В.В. Нейтронно-физические характеристики ВТГР, особенности, обоснование: учеб. пособие/Ю.П. Сухарев, Н.Г. Кодочигов, В.В. Петрунин; под ред. С.М. Дмитриева; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 141 с.	13
2.	Абросимов Н.Г., Ганин М.Е., Головко В.Ф., Кодочигов Н.Г., Петрунин В.В. Ядерные энергетические установки с модульными ВТГР: учеб. пособие/Н.Г. Абросимов [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2014. – 207 с.	13
3.	Сухарев Ю.П., Кодочигов Н.Г., Петрунин В.В. Топливо ВТГР. Обращение с топливом. Топливные циклы: учеб. пособие/Ю.П. Сухарев, Н.Г. Кодочигов, В.В. Петрунин; под ред. С.М. Дмитриева; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – 121 с.	13
2. Дополнительная литература		
4.	Гребенник В.Н., Кухаркин Н.Е., Пономарев-Степной Н.Н. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы – инновационное направление развития атомной энергетики. – М.: Энергоатомиздат, 2008. -136 с.	Электронное издание

7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 9 – Список справочно-библиографической и научной литературы

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта	Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков
1. Справочно-библиографическая литература		
1.	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
2.	«AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт *AtomInfo.Ru* (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года)	Электронное периодическое издание
2. Научная литература		
3.	«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
4.	«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

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*;

- библиотека электронных учебников: *http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/*.

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;

- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;

- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Таблица 10 – Перечень электронных библиотечных систем

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

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

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

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

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

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: *https://www.elibrary.ru/defaultx.asp*;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: *https://cyberleninka.ru/journal*;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: *https://www.libnauka.ru/*
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: *http://www.vlibrary.ru/*.

8.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 11 раздела 10 настоящей РПД.

9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 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 11 - 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 «Нейтронно-физические характеристики ВТГР» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

Таблица 12 - 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 EB-X500; Экран.	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)
2.	№ 5214 Информационно-образовательный центр	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/КМР от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; Р7 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.

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 ПК-2.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

– работа на лекциях;

– выполнение практических заданий;

– работа на семинарах.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

– лекции;

– практические занятия (семинары, работа в малых группах);

- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

– конспекты;

– рабочие материалы;

– тезисы выступлений на семинарах.

Уровень развития компетенции ПК-2 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);

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

– при обсуждении выступлений на семинарах (знать, уметь).

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 - лекции – дискуссии, лекции - визуализация;

- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;

- на практических занятиях – работа в малых группах.

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

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции по конкретной данной дисциплине должны обеспечивать формирование всех компонентов («знать», «уметь», «владеть») компетенции ПК-2. 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.

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

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

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

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

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

11.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

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

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

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

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

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

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

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ПК-2 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 материа-

лов 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.