

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

---

---

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

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор ПИШ**

**А.В. Тумасов**

(подпись)(ф. и. о.)

27 июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФТД.3 «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла»  
для подготовки магистров**

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

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

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

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 144/4  
(часов/з.е.)

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

Разработчик(и): Орехова Е.Е.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2023 год

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

(подпись)

«29 » мая 2023 г.

Рабочая программа дисциплины ФТД.3 «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 г. № 152 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол №22 от 25.05.2023 г.

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

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

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

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

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.04.02-ф-4  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

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

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	14
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
РЕЦЕНЗИЯ .....	20

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

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

- Изучение специальных вопросов проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов

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

- Получить знания о физических основах проектирования биологической защиты и обеспечения радиационной безопасности на всех этапах эксплуатации ядерной энергетической установки.

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

Учебная дисциплина (модуль) ФТД.3 «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» включена в перечень дисциплин факультативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 2-м курсе в 3-м семестре. Кроме дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» в формировании компетенций ПК-3, ПК-6 параллельно участвуют дисциплины: «Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках», «Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок», «Реакторные установки типа "Высокотемпературный газовый реактор"», «Физическая теория ионизирующего излучения», «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок».

Студенты в процессе изучения дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» получают необходимые знания в области управления качеством, стандартизации и метрологии.

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

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

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

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

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» у обучающегося частично формируются компетенции ПК-3, ПК-6, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

**Таблица 1 - Формирование компетенций ПК-3, ПК-6.**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками			
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.
ПК-3	Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках				
	Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла				
	Ознакомительная практика				
	Научно-исследовательская работа				
	Проектная практика				
	Научно-исследовательская работа				
ПК-6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
	Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок				
	Реакторные установки типа «Высокотемпературный газовый реактор»				
	Физическая теория ионизирующего излучения				
	Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов				
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок				
	Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла				
	Научно-исследовательская работа				
	Проектная практика				
	Научно-исследовательская работа				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

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

Профессиональная компетенция ПК-3, ПК-6 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
ПК-3. Готов применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределённостей при проектировании	ИПК-3.2. Использует методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределённостей при проектировании.	- основные принципы организации и функционирования топливного цикла ядерной энергетики; - основные принципы повышения безопасности и снижения экологического риска ядерного топливного цикла	применять полученные знания к решению практических задач, связанных с организацией ядерного топливного цикла	методами моделирования, расчета и экспериментальных исследований ядерного топливного цикла для перспективных ядерных энергетических установок	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов
ПК-6. Способен анализировать и определять меры безопасности для новых установок и технологий, учитывать их соответствие требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	ИПК-6.1. Проводит анализ и определяет меры безопасности для новых установок и технологий в соответствии с требованиями законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам. ИПК-6.2. Использует законы в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другие нормативные акты.	меры безопасности для новых установок и технологий, потенциально возможные аварии, методы уменьшения риска их возникновения.	оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения.	методами оценки риска и определения мер безопасности для новых установок и технологий; сопоставления и анализа сценариев потенциально возможных аварий.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.7 «Контроль обеспечения ядерной, радиационной, технической, пожарной безопасности, требований охраны труда при работе со свежими отработавшим ядерным топливом в процессе производства электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- Разработка методов повышения безопасности ядерных установок, материалов и технологий.

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (з.е.) или 144 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 56 часов, самостоятельная работа обучающихся - 88 часов (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 3 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
1. Контактная работа:	<b>56</b>	<b>56</b>
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Занятия семинарского типа (ПЗ)	34	34
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	5	5
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	<b>88</b>	<b>88</b>
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	35	35
Подготовка к практическим занятиям	35	35
Подготовка к зачету (контроль)	18	18

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

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

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч						Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов	Контроль								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Контроль самостоятельной работы										
ПК-3. ИПК-3.2. ПК-6. ИПК-6.1. ИПК-6.2.	1. Средства контроля в ядерном реакторе	3	-	6	0,5	8	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 3-27	Семинар – диалог	-	-				
	2. Детекторы нейтронного излучения.	3	-	7	0,5	9	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 33-45 п.3 табл. 9 РПД, стр. 52 - 65	Семинар – диалог,	-	-				
	3. Исследование НФХ на критических стендах и установках.	3	-	7	1	9	-	п.1 табл. 9 РПД, стр. 110 – 159 п.2 табл. 9 РПД, стр. 56 - 89	Семинар – диалог	-	-				
	4. Исследование НФХ активных зон с шаровыми ТВЭЛ.	4	-	7	1	9	-	п.2 табл. 9 РПД, стр. 156 – 219 п.3 табл. 9 РПД, стр. 256 - 313	Семинар – диалог	-	-				
	5. Оперативный контроль	4	-	7	1	9	-	п.4 табл. 9 РПД,	Семинар – диалог	-	-				
	6. Расчетно-графическая работа	-	-	-	1	44	-	п.5 табл. 9 РПД,	-	-	-				
<b>ИТОГО:</b>		<b>17</b>	-	<b>34</b>	<b>5</b>	<b>88</b>	-		<b>144</b>						

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

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

**Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости**

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1.1	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Средства контроля в ядерном реакторе»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутри- и внеreakторные средства исследований и контроля нейтронно-физических характеристик активных зон на критических стенах, исследовательских установках и действующих реакторах. Физические и химические свойства металлов.</li> <li>2. Классификация, ассортимент выпускаемых промышленностью и область использования внутри- и внеreakторных чувствительных к нейtronам первичных средств (детекторов)</li> </ol>
2	1.2	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Детекторы нейтронного излучения»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сведения о физических принципах работы, измерительных возможностях, конструкции и характеристиках детекторов нейтронного излучения.</li> <li>2. Принципиальные особенности методик исследований НФХ, в которых используются тот или иной тип детекторов нейтронов.</li> </ol>
3	1.3	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Исследование НФХ на критических стенах и установках»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задачи, средства и методики проведения измерений плотности потока, переноса и спектральных параметров тепловых.</li> <li>2. Цель и средства проведения измерений распределения энерговыделения (плотности делений) и мощности в активных зонах (сборках) критических стендов и исследовательских реакторов.</li> </ol>
4	1.4	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Исследование НФХ активных зон»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнения кинетики для точечной модели активной зоны реактора.</li> <li>2. Исследования эффектов реактивности, связанные с изменениями технологических параметров критических сборок и реакторов.</li> </ol>
5	1.5	<p>Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Оперативный контроль»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие вопросы контроля активных зон энергетических реакторов ВТГР. Типы детекторов энерговыделения.</li> <li>2. Особенности построения, состояние и перспективы развития систем внутриреакторного контроля (СВРК) и энергоблоков АЭС с реакторами ВТГР</li> </ol>

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

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения зачета
1	Уравнения кинетики для точечной модели активной зоны реактора.
2	Временное поведение мощности реакторов при введении отрицательной и положительной реактивности.
3	Особенности и вопросы безопасности первого выхода в критическое состояние. Методы и средства измерений и вычислений реактивности.
4	Измерения дифференциальной и интегральной эффективности рабочих органов компенсирующей системы реактора.
5	Определение запаса реактивности активной зоны.
6	Исследования эффектов реактивности, связанные с изменениями технологических параметров критических сборок и реакторов.

7	Методики исследований нейтронно-физических характеристик в период работы реакторов.
8	Общие вопросы контроля активных зон энергетических реакторов.
9	Типы детекторов энерговыделения
10	Особенности построения, состояние и перспективы развития систем внутриреакторного контроля (СВРК).
11	Особенности работы токовых детекторов нейтронов систем СВРК.
12	Модели чувствительности детекторов.
13	Методика и проблемы перехода от результатов измерений с помощью ДПЗ к распределениям энерговыделения.
14	Методики проведения и штатные системы измерений.
15	Радиационные контрольно-измерительные и диагностические системы РУ АЭС с ВТГР.
16	Средства измерения нейтронно-физических характеристик.
17	Детекторы, применяемые при работе на критических сборках.
18	Определение распределения делящихся материалов по шаровым ТВЭЛ.
19	Активационные методы измерения — преимущества и недостатки.
20	Статистические методы измерения реактивности.
21	Динамические методы измерения реактивности.
22	Обеспечение безопасности при выходе в критическое состояние.
23	Определение запаса реактивности активной зоны.
24	Системы внутриреакторного контроля энергетических характеристик ЯР.

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

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

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

В результате изучения дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПК-3, ПК-6 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ПК-3, ПК-6 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 9.

## 5.3 Список тем расчетно-графических работ

Таблица 7 – Примерный перечень тем расчетно-графических работ

№ п/п	Наименование темы
1.	Расчет полей ионизирующего излучения для контейнера с пусковым источником нейтронов
2.	Расчет биологической защиты для ядерного реактора
3.	Расчет активации конструкционных материалов контейнера для пускового источника нейтронов
4.	Расчет активации конструкционных материалов для внутриреакторных металлоконструкций

**Таблица 8 – Шкала оценивания расчетно-графических работ (РГР)**

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

**Таблица 9 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Коды компетенций	Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПК-3 ПК-6	ИПК-3.2. ИПК-6.1. ИПК-6.2.	Семинары по всем темам	<b>Критерий 1</b> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара
			<b>Критерий 2</b> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

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

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями на практических семинарах, включая обязательное присутствие на коллоквиуме.

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

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 10.

**Таблица 10 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на зачете
ПК-3, ПК-6	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 7)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 7)
ПК-3, ПК-6 (итог по зачету)	Достаточный	«Зачтено», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не зачтено», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда**

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

**Таблица 11 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№ п/п	Автор (ы)	Заглавие	Издательство, год издания, гриф	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>				
1	Сухарев Ю.П	Физика ядерных реакторов	Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2012.—640 с.	43
2	Сухарев Ю.П.	Нейтронно-физические характеристики ВТГР. Особенности, обоснование	Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2014, — 958 с.	9
3	Сухарев Ю.П	Топливо ВТГР. Обращение с топливом. Топливные циклы	Учебное пособие, Нижний Новгород, НГТУ, 2014, — 958 с.	9
4	С.А. Петрицкий, С.Н. Юртаев	Энергетические ресурсы и установки.	Учебное пособие, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Н.Новгород. 2019	211
<b>2. Дополнительная литература</b>				
5	Эшби М.	Конструкционные материалы. Полный курс	Изд.дом "Интеллект", 2010. - 672 с..	14

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

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

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

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

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

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

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

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

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

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

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

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

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

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

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

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

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

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

В свободном доступе находятся:

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

### **7.2. Перечень программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 11 раздела 9 настоящей РПД.

## **8. 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/accen/>.

**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 «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» 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.	5232 Мультимедийная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb - 1 шт. 3. Мультимедийный проектор стационарный потолочный BENQ MW621ST - 1 шт. 4. Экран - 1 шт. 5. Рабочее место студента - 46.	1. Windows 10 Pro для учебных заведений (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; 3. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23 до 28.05.24) 4. Распространяемое по свободной лицензии: -OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. -Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО. -Adobe Acrobat Reader DC-Russian.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

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

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

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ПК-3, ПК-6.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

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

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

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

Уровень развития компетенций ПК-3, ПК-6 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

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

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

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях – семинары.

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

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

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

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

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

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

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

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

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

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

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### **10.5. Методические указания для выполнения расчетно-графической работы**

Выполнение расчетно-графической работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Расчет полей ионизирующего излучения для контейнера с пусковым источником нейтронов
2. Расчет биологической защиты для ядерного реактора
3. Расчет активации конструкционных материалов контейнера для пускового источника нейтронов
4. Расчет активации конструкционных материалов для внутриреакторных металлоконструкций

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

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

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

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК3: ИПК-3.2):**

1. Уравнения кинетики для точечной модели активной зоны реактора.
2. Временное поведение мощности реакторов при введении отрицательной и положительной реактивности.
3. Особенности и вопросы безопасности первого выхода в критическое состояние. Методы и средства измерений и вычислений реактивности.
4. Измерения дифференциальной и интегральной эффективности рабочих органов компенсирующей системы реактора.
5. Определение запаса реактивности активной зоны.
6. Исследования эффектов реактивности, связанные с изменениями технологических параметров критических сборок и реакторов.
7. Методики исследований нейтронно-физических характеристик в период работы реакторов.
8. Общие вопросы контроля активных зон энергетических реакторов.
9. Типы детекторов энерговыделения
10. Особенности построения, состояние и перспективы развития систем внутриреакторного контроля (СВРК).
11. Особенности работы токовых детекторов нейтронов систем СВРК.
12. Модели чувствительности детекторов.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК6: ИПК-6.1):**

1. Методика и проблемы перехода от результатов измерений с помощью ДПЗ к распределениям энерговыделения
2. Методики проведения и штатные системы измерений.
3. Радиационные контрольно-измерительные и диагностические системы РУ АЭС с ВТГР.
4. Средства измерения нейтронно-физических характеристик
5. Детекторы, применяемые при работе на критических сборках.
6. Определение распределения делящихся материалов по шаровым ТВЭЛ.
7. Активационные методы измерения — преимущества и недостатки.
8. Статистические методы измерения реактивности.
9. Динамические методы измерения реактивности.
10. Обеспечение безопасности при выходе в критическое состояние.
11. Определение запаса реактивности активной зоны.
12. Системы внутриреакторного контроля энергетических характеристик ЯР.

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования " Ядерное топливо и основное оборудование высокотемпературных газовых реакторов " по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии" (квалификация выпускника «магистр»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Учебная дисциплина «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируется профессиональная компетенций ПК-3, ПК-6, прописанные в учебном плане по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки 14.04.02 "Ядерные физика и технологии". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках», «Принципы и средства обеспечения безопасности ядерных реакторных установок», «Реакторные установки типа Высокотемпературный газовый реактор», «Физическая теория ионизирующего излучения», «Топливо и теплоносители газовых ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования и эксплуатации биологической защиты ядерных реакторов», «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации ядерных энергетических установок».

В процессе изучения учебной дисциплины «Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

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

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

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

(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.