

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

---

---

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

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ПИШ

\_\_\_\_\_ А.В. Тумасов  
Подпись

«04» июля 2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ОД.2.1 Конструкционные материалы ядерных реакторов**

для подготовки магистров

Направление подготовки: 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность: «Материалы для высокотемпературных ядерных реакторов»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023

Выпускающая кафедра МТМиТОМ

Кафедра-разработчик МТМиТОМ

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен

Разработчик (и): Чегуров Михаил Константинович, к.т.н., доцент

г. Нижний Новгород, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++)

по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 24.04.2018г. № 306,

на основании учебного плана принятого УМСНГТУ

протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов» протокол от 27.06.2023 г. № 6

Зав. кафедрой            д.т.н., профессор, А.А. Хлыбов \_\_\_\_\_

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-технических технологий материаловедения (ИФХТиМ)

Протокол от 04.07.2023 г. № 11

Директор ИФХТиМ            \_\_\_\_\_ Мацулевич Ж.В.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 22.04.01 – п-14

Начальник МО            \_\_\_\_\_ Н.Р. Булгакова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ /Н.И. Кабанина/

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.....	6
5. Структура и содержание дисциплины.....	8
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	12
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	17
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	18
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	19
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	20
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	20
12.Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	22

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Цель освоения дисциплины:

Целью изучения дисциплины является формирование знаний из каких конструкционных материалов изготовлены ядерные энергетические установки.

### Задачи освоения дисциплины (модуля):

- знание влияние различных легирующих элементов на структурные, механические и коррозионные свойства конструкционных материалов;
- владение теорией дефектов, коррозионных процессов, структурных изменений влияющих на работоспособность конструкционных материалов.
- умение выбирать материалы с заданными физическими и технологическими свойствами для различных узлов в ядерных энергетических установках.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина Б1.В.ОД.2.1 «Конструкционные материалы ядерных реакторов» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПВО и УП по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Общая химия, Теория строения материалов, Материаловедение.

Дисциплина «Конструкционные материалы ядерных реакторов» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Конструкционные материалы ядерных реакторов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Таблица 1 – Формирование компетенций по дисциплинам  
(очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
<b>ПК-4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Физическое материаловедение		*		
Радиационная повреждаемость материалов		*		
<b>Конструкционные материалы ядерных реакторов</b>	*			
Неметаллические материалы			*	
Ядерные топливные материалы			*	
Материаловедение		*	*	
Технология высокоэнергетических методов обработки материалов		*		
Нанокристаллические материалы и нанотехнологии в энергетическом машиностроении		*		
Научно-исследовательская работа		*		
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				*

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины			
<b>ПК-6</b>				
Современные порошковые материалы и композиты	*			
<b>Конструкционные материалы ядерных реакторов</b>	*			
Методология выбора материалов в атомном машиностроении			*	
Неметаллические материалы			*	
Основное технологическое оборудование атомных станций	*			
Преддипломная практика				*
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				*

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

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
Освоение дисциплины причастно к ТФ D/01.7 (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»), ТФ B/01.7 (ПС 40.136) «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов».						
ПК-4. Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	ИПК-4.1 Использует современные представления о влиянии структуры материалов на их свойства ИПК-4.2 Использует знания о взаимодействии материалов с полями, высокоэнергетическими частицами и излучением ИПК-4.3 Составляет технологию получения материалов с учетом структуры, а также возможностей модификации поверхности для получения требуемых свойств	Знать: Основные конструкционные материалы, применяемые в ядерных реакторах	Уметь: Оценивать влияние факторов эксплуатации на свойства и долговечность конструкционных материалов ядерных реакторов.	Владеть: Общей информацией в области основных проблем и тенденций развития материаловедения конструкционных материалов ядерных реакторов	Реферат, индивидуальные практические задачи по разделам курса.	Вопросы для устного собеседования

<p><b>ПК-6</b></p> <p>Готов проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов</p>	<p><b>ИПК-6.1</b> Выбирает материалы для различных условий эксплуатации</p> <p><b>ИПК-6.2</b> Осведомлен о свойствах материалов в различных эксплуатационных условиях</p> <p><b>ИПК-6.3</b> Использует знания о долговечности и экономичности основных типов материалов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>Методику выбора материалов для ядерных реакторов.</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <p>Оценивать свойства конструкционных материалов в процессе эксплуатации ядерного реактора.</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <p>Навыками в выполнении инженерных расчётов при выборе материалов для ядерных реакторов.</p>		
---	---	---	--	--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

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

##### Для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 1 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	144	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>1.2. Внеаудиторная работа, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	50	50
Подготовка к экзамену (контроль)	54	54



## 5.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 –Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
1 семестр								
ПК-4, ИПК-4.1 ИПК-4.2 ИПК-4.3  ПК-6, ИПК-6.1 ИПК-6.2 ИПК-6.3	Раздел 1 Ядерные энергетические установки							
	Тема 1.1Ядерные энергетические установки с разным числом контуров.	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 1.2 Тепловыделяющие элемен- ты.	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 1.3 Особенности конструкции паровых турбин АЭС.	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Работа по освоению 1 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	3	-	3	15			
	Раздел 2 Конструкционные материалы, используемые на АЭС и области их применения							
	Тема 2.1 Требования предъявляемые к конструкционным материалам трубо-	1	-	1	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3];	Реферат, индивиду- альные практические	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	проводов АЭС					[7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	задачи по разделам курса, тесты	
	<b>Тема 2.2</b> Требования, предъявляемые к материалам активной зоны	1	-	1	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	<b>Тема 2.3</b> Требования, предъявляемые к материалам оборудования, находяще- го свне активной зоны	1	-	1	2	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	<b>Тема 2.4</b> Перлитные стали для корпу- сов водо-водяных энергетических ре- акторов и других сосудов давления	2	-	2	4	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	<b>Тема 2.5</b> Коррозионностойкие стали	3	-	3	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	<b>Тема 2.6.</b> Конструкционные материа- лы турбин	2		2	3			
	<b>Тема 2.7.</b> Конструкционные материа- лы трубопроводов и арматуры	1		1	2			
	<b>Работа по освоению 2 раздела:</b>							
	<b>реферат, эссе (тема)</b>							
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>11</b>	<b>20</b>			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической под- готовки (трудоемкость в ча- сах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час			
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час				
	Раздел 3 Цветные металлы и сплавы оборудования АЭС							
	Тема 3.1. Алюминий и его сплавы.	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 3.2 Цирконий и его сплавы	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса, тесты	
	Тема 3.3Титан и его сплавы	1	-	1	5	Подготовка к ЛЗ и ПЗ [7.1.1]; [7.1.2]; [7.1.3]; [7.2.1]; [7.2.2]; [7.3.1]	Реферат, индивиду- альные практические задачи по разделам курса,тесты	
	Работа по освоению 3 раздела:							
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	3	-	3	15			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	-	17	50			
	ИТОГО по дисциплине (в том числе не менее 20% с использо- ванием интерактивных образовательных технологий)	17	-	17	50			

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Конструкционные материалы ядерных реакторов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов».

1) Примерный перечень тем для рефератов:

1. Аустенитные коррозионностойкие стали.
2. Жаропрочные материалы.
3. Материалы стойкие к газовой коррозии

2) Примерный перечень индивидуальных заданий к практическим работам:

1. Сравнить склонность к межкристаллитной коррозии аустенитных сталей с и без легирования титаном.
2. Объяснить с позиции дислокационной теории стабильность механических свойств жаростойких материалов при повышенных температурах.
3. Объяснить влияние структуры на анизотропию свойств.

3) Примерный перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Требования предъявляемые к материалам турбин.
2. Нержавеющие стали мартенситного класса.
3. Перлитные стали для корпусов водо-водяных энергетических реакторов.

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

Таблица 5 Шкала оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценке выполнения практических работ

Шкала оценивания (баллы полученные в ходе тестирования)	Экзамен
$96 < R \leq 100$	Отлично
$81 < R \leq 95$	Хорошо
$70 < R \leq 80$	Удовлетворительно
$0 < R \leq 70$	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### 6.3. Система подсчета баллов тестовых заданий

#### Тест с индивидуальной (ручной) проверкой преподавателем

На каждый представленный вопрос приводится нескольких вариантов ответа. Количество баллов, начисляемых за правильный ответ, зависит от количества правильных вариантов ответа.

В предлагаемых ответах содержатся правильные и неправильные варианты. Сумма баллов за правильные ответы уравнивается суммой баллов за неправильные ответы, которая равна по модулю количеству баллов за правильные ответы, но противоположна ей по знаку.

В случае если не отмечен ни один из ответов, считаем, что ответ на вопрос вообще не получен и он оценивается как максимальный отрицательный балл этого вопроса.

Баллы за правильные, неправильные и вопросы без ответа суммируются с учетом знака, относятся к количеству баллов за только правильные ответы и выражаются в процентах.

Таким образом тест позволяет выявить средневзвешенный показатель остаточных знаний студента среди правильных, неправильных ответов и варианта «не знаю» выраженные в процентах.

Пример 1. Количество предложенных ответов составляет 4 из них два правильных, а два неправильных, соответственно за каждый правильный ответ начисляется +1 балл, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет 2 балла в случае абсолютно правильного ответа и -2 балла в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов в случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется – 2 балла.

Пример 2. Количество предложенных ответов составляет 7, из них один правильный, а шесть неправильных, соответственно за правильный ответ начисляется +6 баллов, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет +6 баллов, в случае абсолютно правильного ответа, и -6 баллов, в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов, в случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется – 6 баллов.

Пример 3. Количество предложенных ответов составляет 4, из них один правильный, а три неправильных, соответственно за каждый правильный ответ начисляется +3 балла, а за каждый неправильный - 1 балл. Значит вес этого вопроса составляет +3 балла, в случае абсолютно правильного ответа, и -2 балла, в случае абсолютно неправильного ответа, и 0 баллов, в случае отметки всех ответов. В случае, если не отмечен ни один из ответов начисляется – 3 балла.

Итоговый результат выражается в процентах относительно максимально возможного количества баллов в данном тестовом задании.

**Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 71-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 81-95% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 96-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-4. Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействие с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	ИПК-4.1 Использует современные представления о влиянии структуры материалов на их свойства	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Не может ответить на все дополнительные вопросы.	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.
	ИПК-4.2 Использует знания о взаимодействии материалов с полями, высокоэнергетическими частицами и излучением  ИПК-4.3 Составляет технологию получения материалов с учетом структуры, а также возможностей модификации поверхности для получения требуемых свойств				
ПК-6. Готов проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и	ИПК-6.1 Выбирает материалы для различных условий эксплуатации  ИПК-6.2 Осведомлен о свойствах материалов в различных эксплуатацион-	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической по-	Способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные

долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов	<p>ных условиях</p> <p>ИПК-6.3 Использует знания о долговечности и экономичности основных типов материалов</p>	Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	<p>следовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами</p> <p>Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой</p>	<p>теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем. Не может ответить на все дополнительные вопросы.</p>	<p>ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы.</p>
---	--	---	--	--	--

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

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

### **7.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

Учебно-методическое обеспечение дисциплины реализуется в рамках функционирующей в вузе электронной информационно-образовательной среды. В дополнение к этому в образовательном процессе используется библиотечный фонд печатных изданий.

7.1.1. Влияние сред, температур и излучений на материалы ядерной энергетики : Учеб.пособие / В.И. Наумов, А.А. Хлыбов, Г.В. Пачурин. - Старый Оскол : ТНТ, 2022. - 455 с

7.1.2. Исследование механических свойств конструкционных материалов в разных эксплуатационных условиях : Учеб.пособие / Г.В. Пачурин; Под общ.ред.Г.В.Пачурина. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 146 с.

7.1.3. Материаловедение. Теория и технология термической обработки : Учеб.пособие / Г.Н. Гаврилов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Нац.исслед.Мордовский гос.ун-т им.Н.П.Огарёва, Научно-исслед.ин-т материаловедения; Под ред.Е.Н.Каблова, Г.Н.Гаврилова. - Н.Новгород ; Саранск : Изд-во Мордов.ун-та, 2019. - 274 с

### **7.2. Справочно-библиографическая литература**

7.2.1. Основы конструирования и расчёта химико-технологического, природо-охранного оборудования и основного оборудования АЭС : Справочник:В 4-х т. Т.1 / А.С. Тимонин [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева; Под общ.ред.А.С.Тимонина. - 6-е изд.,перераб., доп.и испр. - М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 799 с

7.2.2. Структура и коррозия металлов и сплавов : Атлас:Справочник / Под ред.Е.А.Ульянина. - М. : Металлургия, 1989. - 400 с.

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

7.3.1. Материаловедение. Прогнозирование свойств материалов. Комплекс учебно-методических материалов / В.К. Сорокин, Т.М. Колосова, Н.Новгород, НГТУ, 2010. – 78 с.



#### 7.4 Перечень журналов по профилю дисциплины:

- 7.4.1 «Металловедение и термическая обработка металлов» Сайт — <http://mitom.folium.ru/index.php/mitom>
- 7.4.2. «Инженерное образование». Сайт — <http://www.ac-raee.ru/ru/magazin.htm>
- 7.4.3. Вестник машиностроения. Сайт — [https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik\\_mashinostroeniya/](https://www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya/)
- 7.4.4. «Прогрессивные технологии и системы машиностроения». Сайт - <http://ptsm.donntu.org/>
- 7.4.5. Научный журнал «Молодой ученый». Сайт — [moluch.ru](http://moluch.ru).
- 7.4.6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Сайт — <https://cyberleninka.ru>

### 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

#### 8.1 Перечень информационных справочных систем

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.
7. Федеральный портал. Российское образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>– Загл. с экрана.
8. Российский образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru/default.asp>– Загл. с экрана.
9. «Инжиниринг» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.enginrussia.ru> – Загл. с экрана.
10. Университетские сети знаний [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unicor.ru>– Загл. с экрана.
11. Федеральный образовательный портал. Инженерное образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.techno.edu.ru>– Загл. с экрана.
12. Портал для студентов для поиска информации по изучаемым дисциплинам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.twirpx.com>– Загл. с экрана.
13. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.exponenta.ru](http://www.exponenta.ru) – Загл. с экрана.
14. Портал «Металлург» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.bestmetallurg.narod.ru](http://www.bestmetallurg.narod.ru) – Загл. с экрана.

Таблица 7. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>

## 8.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 8. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	OpenOffice (FreeWare) <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>

## 8.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
4	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

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

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
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

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

#### 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	№1333(1) Лаборатория термической обработки металлов. Рабочее место студента – 16. (кафедра «МТМиТОМ»),	1.Электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ-1,6.2,5.1/9-И4 2.Микроскоп стереоскопический МБС-10 3.Микроскоп МИМ-7 4.Весы лабораторные аналитические модели ВЛА-200г-М 5.Прибор универсальный для измерения твердости металлов и сплавов ИТ5010 6.Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТР 5006	Microsoft Windows 10 P7 office( C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-Russian.

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		7. Прибор для измерения твердости по методу Роквелла ТК-2 8. 8. Доска меловая; 9. Экран настенный; 10. Мультимедийный проектор 11. Переносной ноутбук.	
	№1333(2) Лаборатория механических испытаний Рабочее место студента – 12	1. Универсальная испытательная машина типа УММ-5 2. Универсальная испытательная машина КМ-50-1 3. Телевизионная установка прикладного назначения ПТУ-42 4. Прибор переносной для измерения твердости металлов ИТ 5070-01 5. Образцовые переносные динамометры системы Н.Г. Токаря 6. Станок полировально-шлифовальный СШПМ-1 7.	
	№1333(3) Лаборатория металлографических исследований Рабочее место студента – 8	1. Микроскоп "Альтами МЕТ 1С" 2. Камера Альтами UCМOS03100KPA 3. Весы аналитические типа АДВ-200 2 кл. 4.	
	1361 Экспериментальная лаборатория жаропрочных материалов и композитов (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «МТМиТОМ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	(1) Учебная аудитория Рабочее место студента – 12 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Проектор ACER projector X118HP, Китай; Проекционный экран Lumien ECO Picture LEP -100105, Китай; Переносной ноутбук  (2) Мультимедийный класс Рабочее место студента – 14 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Персональный компьютер, 14 шт. Телевизор Philips 55PUS8057/60, Китай, 2 шт.;  (3) Лаборатория жаропрочных материалов и композитов Рабочее место студента – 5 Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения: Дефектоскоп УСД-60ФР;	Microsoft Windows 10 P7 office( C/н 5260001439) Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.2023) Adobe Acrobat Reader DC-Russian.  Интерактивный комплекс «Виртуальное материаловедение»: Thixomet PRO; COMSOL Multiphysics SIAMS 800

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		<p>Твердомер комбинированный МЕТ-УД;  Энергодисперсионный спектрометр EDS;  Вытяжной шкаф;  Осциллограф;  Пикнометр;  Шлифовально-полировальный станок двухдисковый;</p> <p>(4) Лаборатория электронной микроскопии  Рабочее место студента – 3  Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:  Моторизованный прямой оптический микроскоп (50-1000х) с управляющей вычислительной станцией;  Прямой оптический микроскоп (50-500х);</p> <p>(5) Лаборатория рентгенографии  Рабочее место студента – 3  Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения:  Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 2;  Дифрактометр рентгеновский общего назначения Дрон 3.</p>	

## 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.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- интерактивные технологии;
- дискуссии;
- разбор конкретных ситуаций.

### 11.2 Методические указания для занятий лекционного типа

При преподавании дисциплины «Конструкционные материалы ядерных реакторов», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить актив-

ность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях реализуются интерактивные технологии, ведется конспектирование учебного материала, который раскрывает 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.

### **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа.**

На практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

### **11.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

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

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 7.

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

### **12.1 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:

- защита реферата;
- решение индивидуальных практических заданий;
- тест;
- экзамен.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

#### ***Примеры типовых заданий.***

**Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям (ПК-4, ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ПК-6, ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3)**

**Занятие по теме 2.4.** Перлитные стали для корпусов водо-водяных энергетических реакторов и других сосудов давления (2 часа)

Дать обоснование легирующих элементов сталей для корпусов энергетических реакторов.

**Занятие по теме 2.5.** Коррозионностойкие стали (3 часа)

Сравнить отечественные и зарубежные аналоги аустенитных нержавеющей сталей.

**Типовые рефераты (ПК-4, ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ПК-6, ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3)**

#### ***Примеры тем рефератов:***

1. Виды турбинных лопаток и их назначение.
2. Технология изготовления труб из аустенитных нержавеющей сталей.
3. Технология изготовления крепежа из нержавеющей сталей.

**Тесты (ПК-4, ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ПК-6, ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3)**

#### ***Примеры тестов:***

1. Из за чего возникает межкристаллитная коррозия в аустенитных нержавеющей сталях?

- из- за образования карбидов хрома на границах зерен;
- из- за образования карбидов хрома в теле зерна;
- после закалки стали;
- после низкого отпуска стали.

2. Какая структурная составляющая влияет на анизотропию свойств стали 14X17H2?

- аустенит;
- **δ феррит;**
- мартенсит;
- перлит;
- бейнит.

**Перечень вопросов и заданий для подготовки и проведения экзамена, для оценки сформированности компетенций (ПК-4, ИПК-4.1, ИПК-4.2, ИПК-4.3, ПК-6, ИПК-6.1, ИПК-6.2, ИПК-6.3)**

Часть I Ядерные энергетические установки.

1. Отличие одноконтурного от двухконтурного реактора?
2. Отличие одноконтурного от трехконтурного реактора?
3. Конструкция тепловыделяющих элементов.

**Пример оформления билета для проведения экзамена**

Нижегородский Государственный Технический Университет  
им. Р.Е. Алексеева

Кафедра «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов»

Дисциплина: «Конструкционные материалы ядерных реакторов»

Билет № 1

1. Конструкция тепловыделяющих элементов.
2. Отличие одноконтурного от трехконтурного реактора?

Зав. каф. МТМ и ТОМ Хлыбов А.А.

Преподаватель Чегуров М.К.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Конструкционные материалы ядерных реакторов», которые хранятся на кафедре «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов»