

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.09.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Инновационные конструкционные материалы

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	Неделя			
	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Беломытцев Михаил Юрьевич*

Рабочая программа

**Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-22-2.plx Инновационные конструкционные материалы, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Инновационные конструкционные материалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения проф. Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Дать студентам профессиональные теоретические и практические знания по сортаменту, обработке, применению, выбору жаропрочных и радиационно-стойких материалов для требуемой совокупности условий эксплуатации с учётом экономической целесообразности.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Управление качеством материалов и экспертиза металлопродукции	
2.1.2	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-5-32 Понимать влияние структурных характеристик на свойства материалов.	
ПК-5-31 Основы выбора жаропрочных и радиационно-стойких сплавов.	
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 Основные классы современных конструкционных материалов, их свойства и области применения.	
ПК-4-32 Понимать закономерности структурообразования и фазовые превращения в материалах.	
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-5-У2 Использовать нормативные правовые документы в своей деятельности.	
ПК-5-У1 Определять физические, химические и механические свойства материалов.	
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 Использовать стандарты и технические регламенты.	
ПК-4-У3 Использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики, химии и экологии в обучении и профессиональной деятельности.	
ПК-4-У2 Выбирать материалы для заданных условий эксплуатации.	
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-5-В2 Навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.	
ПК-5-В1 Навыками работы на компьютере и в Интернете.	
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Владеть:</b>	

ПК-4-В1 Принципами выбора материалов.

ПК-4-В2 Методами планирования и проведения экспериментов.

ПК-4-В3 Навыками расчёта и проектирования конструкций, оборудования и технологических процессов.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ</b>							
1.1	1. Маркировка сталей в РФ. 2. Основы классификации сталей. /Лек/	3	4	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ1,К М4	
1.2	1. Маркировка сталей в РФ. 2. Основы классификации сталей. 3. К.р. №1 /Пр/	3	2	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2			Р1,Р4
1.3	1. Маркировка сталей в РФ. 2. Основы классификации сталей. /Ср/	3	8	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ1,К М4	Р4
1.4	Подготовка к контрольной работе № 1, д.з. №1 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ1	Р1,Р4
	<b>Раздел 2. Теплостойкие, жаропрочные и тугоплавкие материалы</b>							
2.1	1. Жаропрочные стали. 2. Жаропрочные сплавы на основе никеля и кобальта. 3. Тугоплавкие металлы и их сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды. 5. Материалы на основе углерода и керамик. /Лек/	3	20	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ2,К М4	
2.2	1. Жаропрочные стали. 2. Жаропрочные сплавы на основе никеля и кобальта. 3. Тугоплавкие металлы и их сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды. 5. К.р. №2 /Пр/	3	10	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2			Р2,Р5
2.3	1. Жаропрочные стали. 2. Жаропрочные сплавы на основе никеля и кобальта. 3. Тугоплавкие металлы и их сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды. 5. Материалы на основе углерода и керамик. /Ср/	3	52	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2			Р2,Р5
2.4	Подготовка к контрольной работе № 2, д.з. №2 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ2,К М4	
	<b>Раздел 3. Радиационно-стойкие материалы</b>							

3.1	1. Стали для ядерной энергетики. 2. Сплавы никеля для атомных реакторов. 3. Циркониевые радиационно-стойкие сплавы. 4. Реакторный графит. /Лек/	3	10	ПК-4-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ3,К М4	
3.2	1. Стали для ядерной энергетики. 2. Циркониевые радиационно-стойкие сплавы. 3. К.р. №3 /Пр/	3	5	ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-У3 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-4-В3 ПК-5-У1 ПК-5-У2 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1Л2.1 Л2.2			Р3,Р6
3.3	1. Стали для ядерной энергетики. 2. Сплавы никеля для атомных реакторов. 3. Циркониевые радиационно-стойкие сплавы. 4. Реакторный графит. /Ср/	3	24	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ3	
3.4	Подготовка к контрольной работе № 3, д.з. №3 /Ср/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.1 Л2.2		КМ3,К М4	Р6

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	КР.1	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-5-31;ПК-5-32	Вопросы к контрольной работе 1. 1. Маркировка сталей в Российской Федерации. 2. Поиск аналогов российских и зарубежных марок сталей. 3. Общая классификация сталей. 4. Классификация жаропрочных сталей и материалов. 5. Классификация жаростойких сталей и материалов. 6. Анализ диаграммы состояния «железо-углерод».
КМ2	КР.2	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-4-В2;ПК-4-В3	Вопросы к контрольной работе 2. 1. Структура и принципы легирования жаропрочных сталей. 2. Термическая обработка теплоустойчивых сталей. 3. Структура и принципы легирования хромоникелевых жаропрочных сталей. 3. Термическая обработка хромоникелевых жаропрочных сталей. 4. Структура и принципы легирования гомогенных никелевых сплавов (нихромов). 5. Термическая обработка гомогенных никелевых сплавов (нихромов). 6. Структура и принципы легирования дисперсноупрочнённых никелевых сплавов (нимоников). 7. Термическая обработка дисперсноупрочнённых никелевых сплавов (нимоников). 8. Структура и принципы легирования жаропрочных материалов на основе цветных и тугоплавких металлов. 9. Термическая обработка жаропрочных материалов на основе цветных и тугоплавких металлов.

КМ3	КР.3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-4-В2;ПК-4-В3	<p>Вопросы к контрольной работе 3.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура и принципы легирования конструкционных сталей для ядерных реакторов.</li> <li>2. Теплоустойчивые стали для атомных реакторов.</li> <li>3. Виды охрупчивания реакторных материалов.</li> <li>4. Структура и свойства хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>5. Термическая обработка 12 %-ных хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>6. Аустенитные стали для горячей зоны реакторов.</li> <li>7. Структура и стабильность свойств аустенитных сталей в атомной энергетике.</li> <li>7. Сплавы циркония для атомной промышленности.</li> <li>8. Термическая обработка и структура сплавов никеля для атомной промышленности.</li> <li>9. Химический состав и структура сплавов тугоплавких металлов для радиационного применения.</li> </ol>
КМ4	Экзамен	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-5-32;ПК-5-В2;ПК-4-В2;ПК-4-В3	<p>Вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Маркировка сталей в Российской Федерации.</li> <li>2. Поиск аналогов российских и зарубежных марок сталей.</li> <li>3. Общая классификация сталей.</li> <li>4. Классификация жаропрочных сталей и материалов.</li> <li>5. Классификация жаростойких сталей и материалов.</li> <li>6. Анализ диаграммы состояния «железо-углерод».</li> <li>7. Структура и принципы легирования жаропрочных сталей.</li> <li>8. Термическая обработка теплоустойчивых сталей.</li> <li>9. Структура и принципы легирования хромоникелевых жаропрочных сталей.</li> <li>10. Термическая обработка хромоникелевых жаропрочных сталей.</li> <li>11. Структура и принципы легирования гомогенных никелевых сплавов (нихромов).</li> <li>12. Термическая обработка гомогенных никелевых сплавов (нихромов).</li> <li>13. Структура и принципы легирования дисперсноупрочнённых никелевых сплавов (нимоников).</li> <li>14. Термическая обработка дисперсноупрочнённых никелевых сплавов (нимоников).</li> <li>15. Структура и принципы легирования жаропрочных материалов на основе цветных и тугоплавких металлов.</li> <li>16. Термическая обработка жаропрочных материалов на основе цветных и тугоплавких металлов.</li> <li>17. Структура и принципы легирования конструкционных сталей для ядерных реакторов.</li> <li>18. Теплоустойчивые стали для атомных реакторов.</li> <li>19. Виды охрупчивания реакторных материалов.</li> <li>20. Структура и свойства хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>21. Термическая обработка 12 %-ных хромистых сталей для атомной промышленности.</li> <li>22. Аустенитные стали для горячей зоны реакторов.</li> <li>23. Структура и стабильность свойств аустенитных сталей в атомной энергетике.</li> <li>24. Сплавы циркония для атомной промышленности.</li> <li>25. Термическая обработка и структура сплавов никеля для атомной промышленности.</li> <li>26. Химический состав и структура сплавов тугоплавких металлов для радиационного применения.</li> </ol>

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	ПР.1	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-5-31;ПК-5-У2;ПК-5-В2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Маркировка сталей в РФ.</li> <li>2. Основы классификации сталей.</li> </ol>

P2	ПР.2	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У2;ПК-5-В1;ПК-5-В2	1. Жаропрочные стали. 2. Жаропрочные сплавы на основе никеля и кобальта. 3. Тугоплавкие металлы и их сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды.
P3	ПР.3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У2;ПК-5-В2	1. Стали для ядерной энергетики. 2. Циркониевые радиационно-стойкие сплавы.
P4	ДЗ 1	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-В1;ПК-5-В2	Основы классификации конструкционных сталей и материалов в РФ и диаграмма «железо- углерод»
P5	ДЗ 2	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-В1;ПК-5-В2	Теплостойкие, жаропрочные и тугоплавкие материалы
P6	ДЗ 3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У3;ПК-4-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-В1;ПК-5-В2	Радиационно-стойкие материалы

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По данной дисциплине предусмотрен устный экзамен. Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов по теории. Вопросы для подготовки к экзамену даны в учебнике Л1.2 (основная литература), и Л2.1, Л2.2 (дополнительная литература).

Вопрос 1 - вопрос по разделу 1 дисциплины.

Вопрос 2 - вопрос по разделу 2 дисциплины.

Вопрос 3 - вопрос по разделу 3 дисциплины.

Пример экзаменационного билета:

кафедра МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ  
И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

Курс „ Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы ”  
для группы МТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основы маркировки сталей в РФ.
2. Жаропрочные высокохромистые ферритно-мартенситные стали.
3. Циркониевые сплавы для ядерной энергетики.

Зав. кафедрой металловедения и  
физики прочности

( )

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Допуск к экзамену осуществляется при условии выполнения всех домашних заданий и положительного решения по контрольным работам. Отметка выставляется по результату устного ответа на вопросы экзаменационного билета и соотносится с критериями уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» ставится, если студент ответил на все вопросы экзаменационного билета.

Оценка «хорошо» ставится, если студент ответил на большую часть вопросов экзаменационного билета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент ответил хотя бы на один вопрос экзаменационного билета и показал начальный уровень знаний по остальным вопросам.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не ответил на один вопрос экзаменационного билета и не показал начальный уровень знаний ни по одному из вопросов.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

**6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г.	Специальные стали: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л2.2	Гуляев А. П., Гуляев А. А.	Металловедение: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Альянс, 2011

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных****7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно- образовательную среду университета

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов, характеризующих жаропрочные и радиационно-стойкие материалы. Практические занятия нацелены на формирование навыков выбора сплавов различных групп применения.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации