

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.10.2023 16:13:05

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Термомеханическая обработка металлов и сплавов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Прикладная аналитика в металловедении

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

34

самостоятельная работа

92

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	92	92	92	92
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*дтн, проф., С.В.Добаткин*

Рабочая программа

**Термомеханическая обработка металлов и сплавов**

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-23-12.plx Прикладная аналитика в металловедении, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Прикладная аналитика в металловедении, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 22.05.2023 г., №11

Руководитель подразделения Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – дать необходимые базовые знания по термомеханической обработке металлов и сплавов для всесторонней реализации магистров по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
<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	
2.1.3	Производственная практика	
2.1.4	Технологии получения материалов	
<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-5-31 влияние структурных характеристик на свойства материалов;	
<b>ПК-4: Способен планировать, организовывать и производить технический контроль всего цикла термической обработки изделий, анализировать качество продукции с целью повышения эффективности термической обработки металлопродукции</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-32 основные виды и режимы термомеханической обработки	
ПК-4-31 принципы выбора материалов для термомеханической обработки;	
<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 анализировать и управлять структурой и свойствами металлов и промышленных сплавов на их основе	
<b>ПК-4: Способен планировать, организовывать и производить технический контроль всего цикла термической обработки изделий, анализировать качество продукции с целью повышения эффективности термической обработки металлопродукции</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий;	
<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-У1 определять механические свойства материалов при различных видах испытаний;	
<b>Владеть:</b>	
ПК-5-В1 методами планирования и проведения измерительных экспериментов, выбора и использования методов обработки экспериментальных данных и оценки результатов экспериментов;	
<b>ПК-4: Способен планировать, организовывать и производить технический контроль всего цикла термической обработки изделий, анализировать качество продукции с целью повышения эффективности термической обработки металлопродукции</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-4-В1 принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования;	

ПК-4-В2 навыками использования методов структурного анализа и определения механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных

#### 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. Изменение структуры металла при деформации</b>							
1.1	Структурные изменения в ходе холодной деформации. /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-5-У2	Л1.1 Э1			
1.2	Взаимосвязь процессов структурообразования и диаграмм деформации. /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-5-У2	Л1.1			
1.3	Структурные изменения в ходе горячей деформации. /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-5-У2	Л1.1			
1.4	Структурные изменения по окончании горячей деформации. /Пр/	3	2	ПК-5-31 ПК-5-У2	Л1.1			Р1
1.5	Самостоятельная работа /Ср/	3	23	ПК-5-31 ПК-5-У2	Л1.1Л2.3			
	<b>Раздел 2. Термомеханическая обработка стареющих сплавов</b>							
2.1	Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО) стареющих сплавов. /Лек/	3	1	ПК-4-32 ПК-5-У1	Л2.3Л2.2 Э1			
2.2	Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) стареющих сплавов. /Лек/	3	1	ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л2.3Л2.1 Л2.2			
2.3	Предварительная термомеханическая обработка стареющих сплавов (ПТМО). Контрольная работа №1 (1 час). /Пр/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.3		КМ1	Р2
2.4	Самостоятельная работа /Ср/	3	23	ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л2.3Л2.2			
	<b>Раздел 3. Термомеханическая обработка сталей</b>							
3.1	Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО) сталей, закаливаемых на мартенсит. /Лек/	3	1	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.1 Э1			
3.2	Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) сталей, закаливаемых на мартенсит. /Лек/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.1Л2.2			
3.3	Контролируемая прокатка низкоуглеродистых сталей. Контрольная работа №2 (1 час). /Пр/	3	4	ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-В2 ПК-5-31 ПК-5-У2	Л2.1		КМ2	Р3

3.4	Предварительная термомеханическая обработка (ПТМО) сталей. /Пр/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.1			Р4
3.5	Термомеханическая обработка сталей с деформацией во время перлитного превращения. /Пр/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.1			Р5
3.6	Самостоятельная работа /Ср/	3	23	ПК-4-31 ПК-4-32	Л2.1Л2.2			
<b>Раздел 4. Термомеханическая обработка металлов и сплавов с использованием интенсивной пластической деформации (ИПД)</b>								
4.1	Методы интенсивной пластической деформации (ИПД). /Лек/	3	2	ПК-4-32	Л1.1 Э1			
4.2	Особенности ультрамелкозернистой (УМЗ) (нано - и субмикроструктурной) структуры, полученной при ИПД. /Лек/	3	2	ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.1			
4.3	Механические и служебные свойства УМЗ материалов, полученных ИПД. /Лек/	3	2	ПК-4-В2 ПК-5-У1	Л1.1			
4.4	Термическая стабильность УМЗ материалов. Контрольная работа №3 (1 час). /Пр/	3	3	ПК-4-У1 ПК-4-В2 ПК-5-31 ПК-5-У1	Л1.1		КМ3	Р6
4.5	Возможности использования нано- и субмикроструктурных материалов. /Пр/	3	2	ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1			Р7
4.6	Самостоятельная работа /Ср/	3	23	ПК-4-32	Л1.1			

### 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	Контрольная работа №1 «Получение композиционных материалов при ТМО»	ПК-4-32;ПК-4-31	1. Какие виды термомеханической обработки Вы знаете ? 2. Как при термомеханической обработке можно получить ультрамелкозернистую (УМЗ) структуру ? 3. Из каких соображений делается выбор материалов для термомеханической обработки?
КМ2	Контрольная работа №2 «Структура материалов после ТМО»	ПК-5-У2;ПК-5-31;ПК-4-В2	1. Расскажите про УМЗ структуры основных промышленных сплавов и их аномалии. 2. Какими методами структурного анализа Вы пользуетесь при изучении ТМО материалов ?
КМ3	Контрольная работа №3 «Свойства материалов после ТМО»	ПК-4-В2;ПК-5-У1	1. Какими методами определения механических свойств Вы пользуетесь при изучении ТМО материалов ? 2. Можно ли одновременно повысить механические и функциональные свойства объемных наноматериалов? 3. Как Вы выбираете вид испытаний на механические свойства ?

КМ4	Экзамен	ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-5-В1	1. Из каких соображений делается выбор ТМО материалов для элементов конструкций и оборудования? 2. Как Вы планируете и оцениваете механические и эксплуатационные свойства, а также размер структурных элементов после термомеханической обработки ? 3. Определите сплавы и режимы термической и термомеханической обработки, обеспечивающие формирование нанокристаллической структуры и необходимый комплекс механических свойств для различных условий эксплуатации с учетом экономических факторов
-----	---------	-------------------------	--

### 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
P1	Практическая работа №1	ПК-5-У2;ПК-5-31	Структурные изменения по окончании горячей деформации
P2	Практическая работа №2	ПК-4-32	Предварительная термомеханическая обработка стареющих сплавов (ПТМО).
P3	Практическая работа №3	ПК-4-32;ПК-4-31	Контролируемая прокатка низкоуглеродистых сталей
P4	Практическая работа №4	ПК-4-31;ПК-4-32	Предварительная термомеханическая обработка
P5	Практическая работа №5	ПК-4-31;ПК-4-32	Термомеханическая обработка сталей с деформацией во время перлитного превращения
P6	Практическая работа №6	ПК-5-31;ПК-4-У1	Термическая стабильность УМЗ материалов
P7	Практическая работа №7	ПК-4-У1;ПК-4-В1	Возможности использования нано- и субмикроструктурных материалов

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

Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов: 3 теоретических вопросов и 2 задач. Задачи в билетах являются типовыми и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ.

Билеты хранятся на кафедре.

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу. Студент верно решил 5 заданий из билета.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал. Студент верно решил 4 задания из билета.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике. Студент верно решил 3 задания из билета.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы. Студент решил менее 3 заданий из билета.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Преподаватель может выставить досрочно оценку за курс студенту, успешно и своевременно освоившему всю программу курса:

оценка "отлично" при условии среднего балла по контрольным работам не менее 4,75 и защиты курсовой работы;

оценка "хорошо" при условии среднего балла по контрольным работам не менее 4 (при отсутствии "3").

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Горелик С. С., Добаткин С. В., Капуткина Л. М., Горелик С. С.	Рекристаллизация металлов и сплавов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Бернштейн М. Л.	Т.1: Термомеханическая обработка сплавов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1968
Л2.2	Бернштейн М. Л.	Т.2: Термомеханическая обработка стали	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1968
Л2.3	Новиков Илья Изриэлович	Металловедение и термическая обработка: Разд.: Механические свойства: Пособие для выполнения лаб. работ для студ. спец. 11.06	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Scopus	<a href="https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basi">https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basi</a>
----	--------	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	LMS Canvas
П.2	Microsoft Office
П.3	MS Teams
П.4	MATCAD

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Scopus <a href="https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic">https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic</a>
-----	--

## 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
А-211	Лаборатория	"дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер"
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов материаловедения. Практические работы нацелены на практическое изучение влияния различных факторов на структуру и механические свойства изучаемых материалов, влияния их термической обработки, изучения влияния особенностей фазового и структурного состояния. Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории;
- использование платформы LMS Canvas для контроля усвоения материала.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Для успешного освоения программы студентам рекомендуется готовиться к занятиям заранее, используя литературу, указанную в разделе Содержание. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и подготовку студентами презентаций для доклада. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной

работе, что поддерживается системой текущей и итоговой аттестации.

Промежуточный контроль (экзамен) предназначен для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины или её части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков.

Экзамен проводится по расписанию, сформированному учебным отделом, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. По данной дисциплине экзамен проводится в письменной форме и студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. При написании экзамена можно пользоваться лекционными записями. Длительность экзамена составляет 180 минут. По истечении установленного времени студент должен сдать билет и свои ответы.

Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором. Экзамен проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий и защиты лабораторных работ, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в ведомости).