

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 11

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	11 (6.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
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	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

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 - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , 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.37
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Биоорганическая химия	
2.1.2	Высокотемпературные керамические материалы	
2.1.3	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы	
2.1.4	Квантовая теория твердого тела	
2.1.5	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники	
2.1.6	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов	
2.1.7	Методы непараметрической статистики	
2.1.8	Объемные наноматериалы	
2.1.9	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.10	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.13	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов	
2.1.14	Структура и технологичность сплавов	
2.1.15	Физико-химия эволюции твердого вещества	
2.1.16	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований	
2.1.17	Биофизика	
2.1.18	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.19	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.20	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.21	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.22	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.23	Основы научно-технического перевода	
2.1.24	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.25	Технология получения кристаллов	
2.1.26	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.27	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.28	Функциональные наноматериалы	
2.1.29	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.30	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.31	Композиционные материалы	
2.1.32	Конструирование композиционных материалов	
2.1.33	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.34	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.35	Специальные сплавы	
2.1.36	Инженерия поверхности	
2.1.37	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.38	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.39	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.40	Наноматериалы	
2.1.41	Сверхтвердые материалы	
2.1.42	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.43	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.44	Физика прочности	
2.1.45	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.46	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	

2.1.47	Физические основы деформации и разрушения
2.1.48	Материаловедение
2.1.49	Материаловедение полупроводников и диэлектриков
2.1.50	Металловедение инновационных материалов
2.1.51	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.52	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.53	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.54	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.55	Разработка новых материалов
2.1.56	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.57	Физика диэлектриков
2.1.58	Физика полупроводников
2.1.59	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.60	Дефекты кристаллической решетки
2.1.61	Компьютеризация эксперимента
2.1.62	Материалы наукоемких технологий
2.1.63	Основы дизайна металлических материалов
2.1.64	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.65	Планирование научного эксперимента
2.1.66	Современные проблемы материаловедения
2.1.67	Теория поверхностных явлений
2.1.68	Электроника
2.1.69	Кристаллография
2.1.70	Производственная практика
2.1.71	Технологии получения материалов
2.1.72	Некоторые главы кристаллохимии
2.1.73	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы
2.1.74	Метрология и испытания функциональных материалов
2.1.75	Тензорные методы в кристаллофизике
2.1.76	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы
2.1.77	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.1.78	Атомное строение фаз
2.1.79	Биохимия наноматериалов
2.1.80	Технологии материалов с особыми физическими свойствами
2.1.81	Физика магнитных явлений
2.1.82	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы
2.1.83	Методы исследования материалов
2.1.84	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.85	Материалы альтернативной энергетики
2.1.86	Теория симметрии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.3	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.7	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

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

**ПК-1:** Способен к поиску новых направлений научных исследований и синтезу знаний в области материаловедения и технологии материалов, способен оформлять технические задания и отчетные материалы по планируемым и проведенным исследованиям

**Знать:**

ПК-1-33 влияние структурных характеристик на свойства материалов

ПК-1-32 принципы выбора материалов для термомеханической обработки

ПК-1-31 основные виды и режимы термомеханической обработки

**Уметь:**

ПК-1-У3 определять механические свойства материалов при различных видах испытаний

ПК-1-У2 выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий

ПК-1-У1 анализировать и управлять структурой и свойствами металлов и промышленных сплавов на их основе

**Владеть:**

ПК-1-В1 принципами выбора материалов для элементов конструкций и оборудования

### 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/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33	Л1.1 Э1			
1.2	Взаимосвязь процессов структурообразования и диаграмм деформации. /Лек/	11	2	ПК-1-31	Л1.1			
1.3	Структурные изменения в ходе горячей деформации. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33	Л1.1			
1.4	Структурные изменения по окончании горячей деформации. /Пр/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1			Р1
1.5	Самостоятельная работа /Ср/	11	16	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.1Л2.3			
	<b>Раздел 2. Термомеханическая обработка стареющих сплавов</b>							
2.1	Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО) стареющих сплавов. /Лек/	11	1	ПК-1-31	Л2.3Л2.2 Э1			
2.2	Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) стареющих сплавов. /Лек/	11	1	ПК-1-31	Л2.3Л2.1 Л2.2			
2.3	Предварительная термомеханическая обработка стареющих сплавов (ПТМО). Контрольная работа №1 (1 час). /Пр/	11	2	ПК-1-31	Л2.3		КМ1	Р2

2.4	Самостоятельная работа /Ср/	11	18	ПК-1-31	Л2.3Л2.2			
	<b>Раздел 3. Термомеханическая обработка сталей</b>							
3.1	Низкотемпературная термомеханическая обработка (НТМО) сталей, закаливаемых на мартенсит. /Лек/	11	1	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-32	Л2.1 Э1			
3.2	Высокотемпературная термомеханическая обработка (ВТМО) сталей, закаливаемых на мартенсит. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л2.1Л2.2			
3.3	Контролируемая прокатка низкоуглеродистых сталей. Контрольная работа №2 (1 час). /Пр/	11	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1	Л2.1		КМ2	Р3
3.4	Предварительная термомеханическая обработка (ПТМО) сталей. /Пр/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-32 ПК-1-У2 ПК-1-У1	Л2.1			Р4
3.5	Термомеханическая обработка сталей с деформацией во время перлитного превращения. /Пр/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-У1	Л2.1			Р5
3.6	Самостоятельная работа /Ср/	11	20	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1	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/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Э1			
4.2	Особенности ультрамелкозернистой (УМЗ) (нано - и субмикроструктурной) структуры, полученной при ИПД. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-33 ПК-1-32	Л1.1			
4.3	Механические и служебные свойства УМЗ материалов, полученных ИПД. /Лек/	11	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3	Л1.1			
4.4	Термическая стабильность УМЗ материалов. Контрольная работа №3 (1 час). /Пр/	11	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1	Л1.1		КМ3	Р6
4.5	Возможности использования нано- и субмикроструктурных материалов. /Пр/	11	2	ПК-1-В1 ПК-1-У2	Л1.1			Р7
4.6	Самостоятельная работа /Ср/	11	20	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У3	Л1.1			

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1 «Получение композиционных материалов при ТМО»	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У2	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-1-У1;ПК-1-33	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-1-У3;ПК-1-У2	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 ?
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа №1	ПК-1-33	Структурные изменения по окончании горячей деформации
P2	Практическая работа №2	ПК-1-31	Предварительная термомеханическая обработка стареющих сплавов (ПТМО).
P3	Практическая работа №3	ПК-1-31	Контролируемая прокатка низкоуглеродистых сталей
P4	Практическая работа №4	ПК-1-31	Предварительная термомеханическая обработка
P5	Практическая работа №5	ПК-1-31;ПК-1-32	Термомеханическая обработка сталей с деформацией во время перлитного превращения
P6	Практическая работа №6	ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1	Термическая стабильность УМЗ материалов
P7	Практическая работа №7	ПК-1-В1;ПК-1-У2	Возможности использования нано- и субмикроструктурных материалов
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
Экзамен не предусмотрен			
<b>5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)</b>			
Оценка за курс выставляется как среднее результатов контрольных работ.			

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
A-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.