

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.03.2023 15:21:16

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)

# Методы анализа структуры металлов и сплавов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения цветных металлов

Направление подготовки

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 7

в том числе:

аудиторные занятия 85

самостоятельная работа 41

часов на контроль 54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	41	41	41	41
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Чурюмов А.Ю.; к.т.н., Доцент, Поздняков А.В.; к.т.н., ассистент, Мочуговский А.Г.*

Рабочая программа

**Методы анализа структуры 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 22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, 22.03.02-БМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения цветных металлов**

Протокол от 24.06.2021 г., №10

Руководитель подразделения Солонин А.Н.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Ознакомление студентов с основными методами определения физических и механических свойств металлических материалов, закономерностями влияния на них химического состава, структуры и внешних факторов.
-----	--

**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	Производственная практика	
2.1.2	Производственная практика	
2.1.3	Производственная практика	
2.1.4	Производственная практика	
2.1.5	Производственная практика	
2.1.6	Производственная практика	
2.1.7	Производственная практика	
2.1.8	Производство алюминия и магния	
2.1.9	Производство стали в конвертерах	
2.1.10	Процессы и оборудование для формования и спекания металлических порошков	
2.1.11	Ресурсосбережение и экология современных процессов обработки металлов давлением	
2.1.12	Рециклинг металлов	
2.1.13	Теория термической обработки металлов и основы эксперимента	
2.1.14	Технология литейного производства	
2.1.15	Методы исследования свойств металлов и сплавов	
2.1.16	Основы пиро- и гидрометаллургического производства	
2.1.17	Основы теории литейных процессов	
2.1.18	Процессы и оборудование для получения металлических порошков	
2.1.19	Сырьевая и энергетическая безопасность предприятий	
2.1.20	Термодинамика и кинетика металлургических процессов	
2.1.21	Технологические процессы пластической обработки металлов и сплавов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Информационные технологии управления металлургическими печами	
2.2.2	Металлургия благородных металлов	
2.2.3	Металлургия редкоземельных и радиоактивных металлов	
2.2.4	Метрология, стандартизация и методы контроля и анализа веществ	
2.2.5	Основы промышленного дизайна и ювелирного дела	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика	
2.2.14	Преддипломная практика	
2.2.15	Преддипломная практика	
2.2.16	Преддипломная практика	
2.2.17	Преддипломная практика	
2.2.18	Преддипломная практика	
2.2.19	Преддипломная практика	
2.2.20	Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов	
2.2.21	Производство отливок из стали и чугуна	
2.2.22	Производство ферросплавов	
2.2.23	Разливка стали и спецэлектрометаллургия	

2.2.24	Технологические линии и системы автоматизации в ОМД
2.2.25	Технология порошковых материалов и изделий
2.2.26	Технология твердых сплавов
2.2.27	Химия окружающей среды
2.2.28	Цифровое моделирование процессов и инструмента ОМД

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

#### 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. Физические свойства металлов и сплавов</b>							
1.1	Термический анализ /Лек/	7	3		Л1.2			
1.2	Дилатометрический анализ /Лек/	7	4		Л1.2			
1.3	Электрические свойства /Лек/	7	3		Л1.2			
1.4	Определение плотности /Лек/	7	2		Л1.2			
1.5	Теплоемкость, теплопроводность, лазеры, оптические свойства. /Лек/	7	9		Л1.2			
1.6	Определение температур фазовых превращений методом дифференциального термического анализа /Лаб/	7	1		Л1.2 Л1.5			
1.7	Определение коэффициента термического расширения и температуры фазовых превращений в сплавах /Лаб/	7	2		Л1.2			
1.8	Измерение удельного электрического сопротивления методом двойного моста /Лаб/	7	1		Л1.2			
1.9	Измерения удельной электрической проводимости сплавов Al-Mg электроиндуктивным методом /Лаб/	7	1		Л1.2			
1.10	Определение плотности металлов и сплавов методом гидростатического взвешивания /Пр/	7	4		Л1.2			
1.11	Расчет теоретической плотности металлов /Пр/	7	4		Л1.2			
1.12	Определение теплоемкости и теплопроводности сплавов /Пр/	7	4		Л1.2			
1.13	Магнитные свойства металлов и сплавов /Пр/	7	6		Л1.2			
1.14	Магнитомягкие и магнитотвердые материалы /Ср/	7	3		Л1.2			
	<b>Раздел 2. Механические свойства металлов и сплавов</b>							

2.1	Общие понятия и определения при измерении механических свойств /Лек/	7	2		Л1.3 Л1.4			
2.2	Схемы напряженного состояния. /Пр/	7	2		Л1.3			
2.3	Упругие свойства и неполная упругость металлов /Лек/	7	1		Л1.1 Л1.4			
2.4	Упругие свойства и неполная упругость металлов /Ср/	7	3		Л1.3			
2.5	Упругие константы и неполная упругость металлов /Пр/	7	2		Л1.4			
2.6	Определение модуля нормальной упругости, пределов пропорциональности и упругости при растяжении /Лаб/	7	1		Л1.3 Л1.6			
2.7	Пластическая деформация и деформационное упрочнение /Лек/	7	3		Л1.3 Л1.4			
2.8	Пластическая деформация и деформационное упрочнение моно- и поликристаллов /Пр/	7	4		Л1.4			
2.9	Влияние структуры и внешних факторов на деформационное поведение сплавов /Ср/	7	3		Л1.4			
2.10	Влияние легирования и структуры на деформационное упрочнение /Пр/	7	2		Л1.4			
2.11	Связь механических свойств при статических испытаниях с составом и структурой материала /Пр/	7	2		Л1.4			
2.12	Расчет диаграмм истинных напряжений по первичным кривым растяжения /Лаб/	7	1		Л1.4			
2.13	Разрушение /Лек/	7	1		Л1.4			
2.14	Фрактографический анализ при различных видах разрушения /Пр/	7	4		Л1.4			
2.15	Свойства при статических испытаниях /Лек/	7	1		Л1.4			
2.16	Статические испытания на растяжение, сжатие и изгиб /Лаб/	7	2		Л1.4			
2.17	Обработка первичных кривых статических испытаний /Ср/	7	1		Л1.3 Л1.4			
2.18	Свойства при динамических испытаниях /Лек/	7	1		Л1.4			
2.19	Испытания на вязкость разрушения и ударную вязкость /Лаб/	7	2		Л1.4			
2.20	Твердость /Лек/	7	1		Л1.3 Л1.4			
2.21	Испытание на твердость по Виккерсу, Бринеллю и Роквеллу /Лаб/	7	2		Л1.3 Л1.4			

2.22	Определение микротвердости /Лаб/	7	2		Л1.3			
2.23	Жаропрочность /Лек/	7	1		Л1.4			
2.24	Анализ кривых ползучести и определение вклада внутризеренной и межзеренной деформации в общее удлинение при ползучести /Ср/	7	10		Л1.4			
2.25	Испытания на длительную прочность /Лаб/	7	2		Л1.4			
2.26	Усталость /Лек/	7	1		Л1.4			
2.27	Усталостные испытания /Ср/	7	4		Л1.4			
2.28	Износостойкость /Лек/	7	1		Л1.4			
2.29	Влияние структуры на износостойкость материалов /Ср/	7	10		Л1.4			
2.30	Характеристики поверхности разрушения. Анализ влияния структуры /Ср/	7	3		Л1.3 Л1.4			
2.31	Разрушение металлов при горячей пластической деформации /Ср/	7	4		Л1.4			

### 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	Экзамен		1. Как зависит электросопротивление от состава в системе эвтектического типа? 2. Что позволяет определить термический анализ? 3. Чем отличаются модули нормальной упругости и сдвига? 4. В чем состоит эффект Баушингера? Каков его механизм? 5. Что такое деформационное упрочнение и чем оно обусловлено? 6. Напишите уравнение Холла – Петча для зависимости предела текучести от размера зерна. Каков физический смысл слагаемых в этом уравнении? 7. Как частицы избыточных фаз влияют на характеристики ползучести? Какими способами можно повысить пределы ползучести и длительной прочности жаропрочных материалов?

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Лабораторные работы по темам, представленным в содержании курса.

Презентации студентов по отдельным темам, выполненным в рамках самостоятельной работы.

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

Оценочные материалы для экзамена представлены в файлах приложения.

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

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности определен в Положении о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Оценивание ответов на теоретические вопросы:

«Отлично» - Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер;

«Хорошо» - Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера;

«Удовлетворительно» - Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей;

Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности;

«Неудовлетворительно» - Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы.

Оценивание решения задач:

«Отлично» - Обучающийся выполняет полное и аргументированное решение задачи;

«Хорошо» - Обучающийся выполняет полное решение задачи, но не может аргументировать свое решение;

«Удовлетворительно» - Обучающийся в целом правильно решает задачу, но не может аргументировать свое решение и/или

Обучающийся правильно понимает способ решения задачи, но допускает ошибки при решении задачи;

«Неудовлетворительно» - Обучающийся не может решить задачу.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1998
Л1.2	Лившиц Б. Г., Крапошин В. С., Линецкий Я. Л., Лившиц Б. Г.	Физические свойства металлов и сплавов: Учебник для металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1980
Л1.3	Золоторевский В. С., Портной В. К.	Механические свойства металлов : ч. 1 : Статические испытания: лаб. практикум для студ. спец. 0404, 0407, 0408, 0414	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л1.4	Портной В. К., Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов: лаб. практикум для студ. спец. 11.07	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990
Л1.5	Мамзурина О. И., Поздняков А. В., Чурюмов А. Ю., Барсуков А. Д.	Физические свойства металлов и сплавов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.6	Золоторевский В. С., Портной В. К., Солонин А. Н., Просвиряков А. С.	Механические свойства металлов. Статические испытания: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

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

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

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

К-306	Лаборатория механических испытаний:	универсальная испытательная машина для высокотемпературных испытаний с нагрузкой до 100кН LFM-100, универсальная испытательная машина ИР 5057-50 с нагрузкой до 50кН, дилатометр Linseis L75, твердомер ИТ 5010, инструментальный микроскоп БМИ-1, твердомер TP5006, твердомер ТШ-2
Б-033	Лаборатория "Деформационно-термические процессы":	комплекс физического моделирования термомеханических процессов системы Gleeble 3800
К-303	Лаборатория термической обработки:	печь термическая СНОЛ ЭКСИ-1 (5 шт.), Nabertherm Kotom модернизированный, устройство для измерения длительной твердости на базе Твердомера ТШ-2, сушильный шкаф SNOL 58/360 (2 шт.), универсальный твердомер 930N Wolpert&Wilson, машины для испытаний на многоцикловую усталость Instron RRM-A2 (2 шт.), машины для испытаний на ползучесть и длительную прочность Instron M3 (2 шт.), маятниковый копер Instron POE2000 для испытаний на ударную вязкость
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.
К-317	Учебная аудитория:	Световые металлографические микроскопы 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели
К-317	Учебная аудитория:	Световые металлографические микроскопы 16 шт., пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования: доска, экран, комплект учебной мебели

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### Лабораторные работы

Обязательным условием освоения курса является выполнение и защита всех лабораторных работ.

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, имеющие рукописный конспект. После выполнения лабораторной работы, следует оформление ее результатов (проведение расчетов, построение зависимостей, схематичное изображение микроструктур изучаемых сплавов).

Защита проходит в устном режиме при наличии полностью выполненной и оформленной лабораторной работы.

Практические занятия направлены на усвоение тематик курса и подготовку к контрольным работам.

### Контрольные работы

Каждая контрольная работа проводится в форме тестов. Возможно формирование итоговой зачетной оценки по результатам выполнения и защиты лабораторных работ и написания контрольных работ.

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предусматривает углубленное изучение разделов и тем дисциплины, основных и дополнительных источников учебной и научной литературы.

Самостоятельная работа направлена на поиск учебной и научной информации, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, на выработку умений и навыков рациональной организации своей деятельности.

Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку лекционных материалов (конспекты, презентации) и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы с использованием библиотечных и электронных образовательных ресурсов, источников информации в сети «Интернет» по изучаемой теме дисциплины;
- освоение материала, предусмотренного для самостоятельного изучения;
- подготовка к практическим, семинарским и лабораторным занятиям;
- подготовка к экзамену.

### Основная литература:

1. Поздняков А.В., Мамзурина О.И., Чурюмов А.Ю., Барсуков А.Д. Физические свойства металлов и сплавов: Лаб. практикум – М.: Изд. Дом МИСиС, 2012. – 82 с.
2. Золоторевский В.С., Портной В.К., Просвириков А.С., Солонин А.Н. Механические свойства металлов. ч. 1.



Статические испытания. Л. – М.: МИСиС, 2013.