

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 31.08.2023 10:27:22

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)

### Объемные наноматериалы

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

34

самостоятельная работа

101

часов на контроль

45

#### 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	101	101	101	101
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):  
*дтн, профессор, С.В.Добаткин*

Рабочая программа

**Объемные наноматериалы**

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-23-2.plx Инновационные конструкционные материалы, 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, Инновационные конструкционные материалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра металловедения и физики прочности**

Протокол от 17.05.2022 г., №8

Руководитель подразделения Никулин С.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – получение фундаментальных знаний по объемным наноматериалам и связи между составом и нанокристаллической структурой сплавов с одной стороны и их механическими свойствами с другой студентами по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов (уровень магистратуры).
1.2	
1.3	

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.04
<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-5-31 Фазовые превращения в материалах и закономерности структурообразования.	
<b>ПК-4: Способен планировать, осуществлять комплексные исследования и разработку инновационных конструкционных материалов (в том числе, наноматериалов) различного назначения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-32 Основные способы деформационно-термической обработки для получения конструкционных наноматериалов	
ПК-4-31 Влияние структурных характеристик на свойства материалов.	
<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 Выбирать материалы и технологические процессы для решения задач профессиональной деятельности.	
<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-У2 Выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий	
ПК-4-У1 Анализировать и управлять структурой и свойствами металлов и промышленных сплавов на их основе.	
<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-В1 Методами анализа фазового состава и структуры металлов и сплавов по фазовым диаграммам и методом световой микроскопии.	
<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 Навыками использования методов структурного анализа и определения механических свойств материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных.	
ПК-4-В2 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 1.1.Получение объемных нанокристаллических материалов</b>							
1.1	Компактирование нанопорошков /Лек/	3	1	ПК-4-32	Л1.1 Э1			
1.2	Нанокристаллизация объемных аморфных сплавов /Лек/	3	1	ПК-4-32	Л1.2			
1.3	Интенсивная пластическая деформация (ИПД). Способы ИПД /Лек/	3	4	ПК-4-32	Л1.1Л3.1			
1.4	Химико-металлургические и деформационные способы получения нанопорошков /Пр/	3	1	ПК-4-32	Л1.1Л1.2			Р1
1.5	Методы компактирования нанокристаллических порошков /Пр/	3	1	ПК-4-32	Л1.1			Р2
1.6	Способы и оборудование для интенсивной пластической деформации. Контрольная работа №1 (1 час). /Пр/	3	5	ПК-4-32	Л1.1Л3.1		КМ1	Р3
1.7	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	35	ПК-4-32	Л1.1Л1.1			
	<b>Раздел 2. Структура объемных наноматериалов</b>							
2.1	Границы раздела в объемных наноматериалах. Формирование неравновесных границ зерен при ИПД. /Лек/	3	2	ПК-4-32 ПК-5-31	Л1.1Л3.1 Э1			
2.2	Фазовые превращения при формировании нанокристаллической структуры. /Лек/	3	2	ПК-5-31 ПК-5-В1	Л1.2Л1.1			
2.3	Термическая стабильность нано- и субмикроструктурных материалов /Лек/	3	2	ПК-5-31	Л1.1			
2.4	Структурные и фазовые превращения в нанокристаллических материалах. Контрольная работа №2 (1 час). /Пр/	3	3	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-5-31 ПК-5-В1	Л1.1		КМ2	Р4
2.5	Возможности повышения термической стабильности нано- и субмикроструктурных материалов /Пр/	3	3	ПК-4-У1 ПК-5-31	Л1.1			Р5
2.6	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	35	ПК-4-32 ПК-5-31 ПК-5-В1	Л1.1Л1.1			

	<b>Раздел 3. 3. Свойства объемных наноматериалов</b>							
3.1	Механические и функциональные свойства объемных наноматериалов /Лек/	3	4	ПК-4-31 ПК-4-В1 ПК-5-У1	Л1.1Л1.1 Э1			
3.2	Возможности использования нано- и субмикрорекристаллических материалов /Лек/	3	1	ПК-4-У2 ПК-4-В2 ПК-5-У1	Л1.2Л3.1			
3.3	Влияние размера зерна на физические, механические и функциональные свойства наноматериалов. Контрольная работа №3 (1 час). /Пр/	3	2	ПК-4-31 ПК-4-В1 ПК-5-У1	Л1.1		КМ3	Р6
3.4	Применение наноматериалов /Пр/	3	2	ПК-4-У2 ПК-4-В2 ПК-5-У1	Л1.2Л3.1			Р7
3.5	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	31	ПК-4-31 ПК-4-У2 ПК-4-В1 ПК-4-В2 ПК-5-У1	Л1.1Л1.1			

### 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 объемных наноматериалов»	ПК-4-32	Возможно ли компактированием нанопорошков получить объемный наноматериал ? Возможно ли нанокристаллизовать объемный аморфный сплав ? Какие способы интенсивной пластической деформации Вы знаете ? Из каких соображений делается выбор объемных наноматериалов для элементов конструкций и оборудования?
КМ2	Контрольная работа №2 «Структура объемных наноматериалов»	ПК-4-31;ПК-5-31;ПК-4-У1;ПК-5-В1	Как влияет размер зерна на механические свойства? Параметр Холла-Петча. Какие фазовые превращения происходят при формировании нанокристаллической структуры деформационными методами? Какие особенности границ зерен в объемных наноматериалах после интенсивной пластической деформации Вы знаете? Какие фазовые и структурные превращения в нанокристаллических материалах происходят при нагреве? Расскажите про ультрамелкозернистые структуры основных промышленных сплавов и их аномалии. Как определить фазовый состав и структуру металлов по фазовой диаграмме и световой микроскопии?
КМ3	Контрольная работа №3 «Свойства объемных наноматериалов»	ПК-4-31;ПК-5-У1;ПК-4-В1	Можно ли одновременно повысить механические и функциональные свойства объемных наноматериалов ? Какими методами структурного анализа и определения механических свойств Вы пользуетесь при изучении объемных наноматериалов. Для решения задач профессиональной деятельности необходимо установить связь между составом и наноструктурой сплавов с одной стороны и их механическими свойствами с другой, чтобы ориентироваться в уровнях механических свойств материалов в различных структурных состояниях. 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.

КМ4	Экзамен	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У2;ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-4-У1	Как влияет размер зерна на механические свойства? Параметр Холла-Петча. 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. Из каких соображений делается выбор объемных наноматериалов для элементов конструкций и оборудования?
-----	---------	---	---

### 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-4-32	Химико-металлургические и деформационные способы получения нанопорошков
P2	Практическая работа №2	ПК-4-32	Методы компактирования нанокристаллических порошков
P3	Практическая работа №3	ПК-4-32	Способы и оборудование для интенсивной пластической деформации
P4	Практическая работа №4	ПК-5-31;ПК-5-В1	Структурные и фазовые превращения в нанокристаллических материалах
P5	Практическая работа №5	ПК-5-31;ПК-4-У1	Возможности повышения термической стабильности нано- и субмикроструктурных материалов
P6	Практическая работа №6	ПК-4-31;ПК-4-В1;ПК-5-У1	Влияние размера зерна на физические, механические и функциональные свойства наноматериалов
P7	Практическая работа №7	ПК-4-У2;ПК-4-В2;ПК-5-У1	Применение наноматериалов

### 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)

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене:

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") и защиты курсовой работы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1		Наноматериалы и наноструктуры	Библиотека МИСиС	,

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Андриевский Р. А.	Наноматериалы на металлической основе в экстремальных условиях: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2016
Л2.2	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.3	Добаткин С. В.	Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрористаллические материалы, полученные интенсивной пластической деформацией: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Рогачев С. О.	Металлические наноматериалы для медицины: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

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

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

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas

### 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
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.
А-211	Лаборатория	"дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер"
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

## 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).