

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

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

22.03.01 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 10

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	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., Добаткин С.В.*

Рабочая программа

**Объемные наноматериалы**

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 объемным наноматериалам и связи между составом и нанокристаллической структурой сплавов с одной стороны и их механическими свойствами с другой для всесторонней реализации бакалавров направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов в различных областях и видах их профессиональной деятельности.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.34
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Биофизика	
2.1.3	Высокотемпературные и сверхтвердые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.4	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.5	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.6	Методы исследования характеристик и свойств материалов	
2.1.7	Методы электронной микроскопии для материалов твердотельной электроники	
2.1.8	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.9	Основы научно-технического перевода	
2.1.10	Практика научно-технического перевода и редактирования	
2.1.11	Тензорные методы в кристаллофизике	
2.1.12	Технология получения кристаллов	
2.1.13	Физические основы магнетизма и процессы перемагничивания материалов	
2.1.14	Физические свойства приповерхностных слоев и методы их исследований	
2.1.15	Функциональные наноматериалы	
2.1.16	Химия и технология полимерных материалов	
2.1.17	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.18	Композиционные материалы	
2.1.19	Конструирование композиционных материалов	
2.1.20	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.21	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.22	Специальные сплавы	
2.1.23	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.24	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы	
2.1.25	Атомное строение фаз	
2.1.26	Биохимия наноматериалов	
2.1.27	Инженерия поверхности	
2.1.28	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.29	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.30	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.31	Наноматериалы	
2.1.32	Сверхтвердые материалы	
2.1.33	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.34	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.35	Физика магнитных явлений	
2.1.36	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.37	Физика прочности	
2.1.38	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.39	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.40	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.41	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.42	Материаловедение	
2.1.43	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.44	Металловедение инновационных материалов	

2.1.45	Методы исследования материалов
2.1.46	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии
2.1.47	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.48	Метрология, стандартизация и технические измерения
2.1.49	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике
2.1.50	Основы материаловедения и методов исследования материалов
2.1.51	Разработка новых материалов
2.1.52	Фазовые равновесия и дефекты структуры
2.1.53	Физика диэлектриков
2.1.54	Физика полупроводников
2.1.55	Введение в квантовую теорию твердого тела
2.1.56	Дефекты кристаллической решетки
2.1.57	Компьютеризация эксперимента
2.1.58	Материалы альтернативной энергетики
2.1.59	Материалы наукоемких технологий
2.1.60	Основы дизайна металлических материалов
2.1.61	Планирование и организация научно-исследовательской работы
2.1.62	Планирование научного эксперимента
2.1.63	Современные проблемы материаловедения
2.1.64	Теория поверхностных явлений
2.1.65	Теория симметрии
2.1.66	Электроника
2.1.67	Кристаллография
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.2	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.3	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.4	Методология научных исследований
2.2.5	Оформление результатов научной деятельности
2.2.6	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.7	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.8	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.9	Управление проектами
2.2.10	Цифровое материаловедение
2.2.11	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.16	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.17	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.18	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.19	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.20	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.21	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.22	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.23	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.24	Менеджмент качества
2.2.25	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.26	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.27	Основы клеточной биологии
2.2.28	Практическое применение теории функционала электронной плотности

2.2.29	Симметрия наносистем
2.2.30	Управление коллективами
2.2.31	Химические основы биологических процессов

### 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-1-32 Фазовые превращения в материалах и закономерности структурообразования

ПК-1-31 Основные способы деформационно-термической обработки для получения конструкционных наноматериалов

**Уметь:**

ПК-1-У1 Выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий.

**Владеть:**

ПК-1-В1 навыками 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. Получение объемных нанокристаллических материалов</b>							
1.1	Интенсивная пластическая деформация (ИПД). Способы ИПД /Лек/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л3.1			
1.2	Нанокристаллизация объемных аморфных сплавов /Лек/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.2			
1.3	Компактирование нанопорошков /Лек/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1			
1.4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	10	24	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л1.1 Э1			
1.5	Методы компактирования нанокристаллических порошков /Пр/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1			
1.6	Химико-металлургические и деформационные способы получения нанопорошков /Пр/	10	2	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л1.2 Л1.1 Л3.1			
1.7	Способы и оборудование для интенсивной пластической деформации. Контрольная работа №1 (1 час). /Пр/	10	3	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л3.1		КМ1	Р3
	<b>Раздел 2. Структура объемных наноматериалов</b>							
2.1	Границы раздела в объемных наноматериалах. Формирование неравновесных границ зерен при ИПД. /Лек/	10	2	ПК-1-32	Л1.1Л3.1 Э1			

2.2	Фазовые превращения при формировании нанокристаллической структуры. /Лек/	10	2	ПК-1-32	Л1.2Л1.1			
2.3	Термическая стабильность нано- и субмикроструктурных материалов /Лек/	10	2	ПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1			
2.4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	10	24	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л1.1			
2.5	Возможности повышения термической стабильности нано- и субмикроструктурных материалов /Пр/	10	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1			Р5
2.6	Структурные и фазовые превращения в нанокристаллических материалах. Контрольная работа №2 (1 час). /Пр/	10	3	ПК-1-32	Л1.1			
<b>Раздел 3. Свойства объемных наноматериалов</b>								
3.1	Механические и функциональные свойства объемных наноматериалов. /Лек/	10	2	ПК-1-32 ПК-1-31	Л1.1Л1.1 Э1			
3.2	Возможности использования нано- и субмикроструктурных материалов /Лек/	10	2	ПК-1-32 ПК-1-31	Л1.2Л3.1			
3.3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	10	26	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1Л1.1			
3.4	Применение наноматериалов /Пр/	10	2	ПК-1-32 ПК-1-31	Л1.2Л3.1			
3.5	Влияние размера зерна на физические, механические и функциональные свойства наноматериалов. Контрольная работа №3 (1 час). /Пр/	10	3	ПК-1-В1	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 объемных наноматериалов»	ПК-1-31;ПК-1-32	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-1-32	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-1-В1	Можно ли одновременно повысить механические и функциональные свойства объемных наноматериалов? 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. 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. Какими методами структурного анализа и определения механических свойств Вы пользуетесь при изучении объемных наноматериалов.

### 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-1-31;ПК-1-32	Методы компактирования нанокристаллических порошков
P2	Практическая работа №2	ПК-1-31;ПК-1-32	Химико-металлургические и деформационные способы получения нанопорошков
P3	Практическая работа №3	ПК-1-31;ПК-1-32	Способы и оборудование для интенсивной пластической деформации
P4	Практическая работа №4	ПК-1-31;ПК-1-32	Структурные и фазовые превращения в нанокристаллических материалах
P5	Практическая работа №5	ПК-1-31;ПК-1-32	Возможности повышения термической стабильности нано- и субмикроструктурных материалов
P6	Практическая работа №6	ПК-1-31;ПК-1-32	Влияние размера зерна на физические, механические и функциональные свойства наноматериалов
P7	Практическая работа №7	ПК-1-31;ПК-1-32	Применение наноматериалов

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

Экзамен не предусмотрен.

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

Обучающийся для получения зачета должен выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как средняя арифметическая из оценок за текущие контрольные 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	,

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	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 Сергей Владимирович	Наноматериалы. Объемные металлические нано- и субмикрорекристаллические 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 Станислав Олегович	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	LMS Canvas
П.2	MS Teams

### 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
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"

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя литературу, указанную в разделе Содержание.