

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 15.05.2023 10:02:49

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)

# Аморфные и нанокристаллические материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

83

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	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	83	83	83	83
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дфмн, Профессор, Калошкин Сергей Дмитриевич*

Рабочая программа

**Аморфные и нанокристаллические материалы**

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-22-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физической химии**

Протокол от 22.06.2021 г., №11-20/21

Руководитель подразделения Салимон А.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель освоения дисциплины - получить представление о методах получения аморфных и микрокристаллических сплавов, о свойствах и применении аморфных и микрокристаллических сплавов
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Нанобезопасность	
2.2.2	Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки	
2.2.3	Научно-исследовательская практика	
2.2.4	Неравновесные конденсированные системы, часть 2	
2.2.5	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2.6	Экспериментальные методы физики наноматериалов	
2.2.7	Научно-педагогическая практика	
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.9	Преддипломная практика	

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

**ПК-1: Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области получения и исследования наноматериалов и проводить испытания наноструктурированных композиционных материалов в соответствии с новыми техническими требованиями и осуществлять их контроль**

**Знать:**

ПК-1-31 методы получения микрокристаллических и наноструктурированных композиционных материалов

**Уметь:**

ПК-1-У1 выбирать оборудование для решения конкретных задач научных исследований

**Владеть:**

ПК-1-В1 методикой расчета физических величин, характеризующих свойства наноструктурированных композиционных материалов

**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. Методы получения аморфных и микрокристаллических сплавов</b>							
1.1	Методы получения аморфных сплавов из жидкого состояния /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.2	Трансляционной симметрия. Квазикристаллическое состояние. /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.3	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.4	Методы получения аморфных сплавов из газообразной фазы и из твердого состояния /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.5	Механоактивационный синтез /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			

1.6	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.7	Характеристика аморфизирующих систем. Понятие легкой аморфизации. /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.8	Критерии оценки склонности металлических систем к аморфизации /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
1.9	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	16	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1		КМ1	
<b>Раздел 2. Свойства аморфных сплавов</b>								
2.1	Превращения в аморфных сплавах. Методы исследования аморфных и метастабильных сплавов /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.2	Расчет скорости зарождения зародыша новой фазы. Зарождение нанокристаллов /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.3	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.4	Термодинамика превращений в аморфных сплавах /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.5	Механизм образования аморфной фазы - спинодальный распад /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.6	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л3.1 Э1			
2.7	Кинетика превращений в аморфных сплавах. Получение нанокристаллических материалов /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
2.8	Рассмотрение кинетических уравнений для превращений в аморфных сплавах /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			Р1
2.9	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	11	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
<b>Раздел 3. Энергия активации фазовых превращений аморфных тел</b>								
3.1	Определение энергии активации по изотермическим данным /Лек/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
3.2	Расчет энергии активации фазовых превращений /Пр/	1	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			
3.3	Выполнение индивидуального задания. Написание реферата /Ср/	1	8	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1			

3.4	Дифференциальный термический анализ /Лек/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.5	Механохимические методы получения неравновесного состояния /Пр/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.6	Выполнение индивидуального задания. Подготовка к зачету /Ср/	1	16	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

### 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	Тест	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	1.Оже-спектроскопия - облучение поверхности электронами и её анализ по энергии Оже-электронов. 2.Методы контроля атомного окружения. Ядерный $\gamma$ -резонансный спектроскопический анализ(ЯГРС). 3.Дифференциальный термомагнитный анализ(ДТМА) 4.TG(термогравиметрический) -метод термического анализа. 5.DSC(дифференциальная сканирующая калориметрия)

#### 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
Р1	Реферат	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ 1 Достоинства и недостатки изотермического, адиабатического и изопериболического режимов калориметрии 2 Стандартизованные методы определения геометрических размеров нанообъектов с помощью атомно-силового микроскопа

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

- 1.Оже-спектроскопия - облучение поверхности электронами и её анализ по энергии Оже-электронов.
- 2.Методы контроля атомного окружения. Ядерный  $\gamma$ -резонансный спектроскопический анализ(ЯГРС).
- 3.Дифференциальный термомагнитный анализ(ДТМА)
- 4.TG(термогравиметрический) -метод термического анализа.
- 5.DSC(дифференциальная сканирующая калориметрия)
- 6.Зависимость толщины аморфного слоя от скорости охлаждения
- 7.Расплющивание капли (Splat cooling)
- 8.Метод закалки на внутреннюю поверхность барабана
- 4.Метод экстракции из расплава
- 5.Метод нанесения на внешнюю поверхность вращающегося диска
- 6.Метод закалки между двумя валами
- 7.Метод расплющивания на двух криволинейных барабанах
- 8.Установка для получения микропровода в стеклянной оболочке
- 9.Метод получения аморфных порошков
- 10.Метод получения с помощью плазмотрона
- 11.Метод ионной имплантации
- 12.Метод механоактивационного синтеза
- 13.Сплавы металл - металлоид
- 14.Изменение объема  $V$  и вязкости  $\eta$  в процессе аморфизации металла при сверхбыстрой закалке из жидкости.
- 15.Критерии оценки склонности металлических систем к аморфизации

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

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания для решения простых задач, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «неявка» – обучающийся на экзамен не явился.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Арсенкин А. М., Быкова Ю. С., Горшенков М. В., др., Калошкин С. Д.	Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов: учебно-метод. пособие: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Металлургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Абрамов Н. Н., Белов В. А., Гершман Е. И., др., Калошкин С. Д.	Современные методы исследований функциональных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017

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

Э1	Нанотехнологии и наноматериалы Федеральный интернет портал	<a href="http://www.portalnano.ru/">http://www.portalnano.ru/</a>		
----	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	--	--

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office			
П.2	Консультант Плюс			

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

И.1	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</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.

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
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид промежуточной аттестации по дисциплине, установленный учебным планом, определяет состав ФОС.  
 Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий соответствуют регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.  
 Промежуточный контроль (экзамен) предназначен для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.  
 Экзамен принимается преподавателем - ведущим лектором и выставляется на основе результатов контрольных мероприятий семестра.