

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:14:59

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, микро- и нанокристаллические материалы

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

6 ЗЕТ

Часов по учебному плану

216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 9

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

103

часов на контроль

45

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	103	103	103	103
Часы на контроль	45	45	45	45
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Шуваева Е.А.

Рабочая программа

Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы

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 физического материаловедения

Протокол от 29.06.2023 г., №11-06

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины - формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а также научить современным представлениям о формировании функциональных характеристик аморфных, нанокристаллических и микрокристаллических материалов с особыми физическими свойствами, о материаловедческих проблемах формирования в них оптимальных эксплуатационных характеристик и о физико-химических аспектах процессов и явлений, протекающих в этих материалах.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.26
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.1.2	Композиционные материалы	
2.1.3	Конструирование композиционных материалов	
2.1.4	Методы исследования структур и материалов. Часть 2	
2.1.5	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия	
2.1.6	Специальные сплавы	
2.1.7	Инженерия поверхности	
2.1.8	Металловедение и термическая обработка металлов	
2.1.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 1	
2.1.10	Методы исследования физических свойств полупроводниковых структур	
2.1.11	Наноматериалы	
2.1.12	Сверхтвердые материалы	
2.1.13	Фазовые и структурные изменения при формировании материалов и эпитаксиальных структур	
2.1.14	Физика полупроводниковых приборов	
2.1.15	Физика прочности	
2.1.16	Физика прочности и механические свойства материалов	
2.1.17	Физико-химия металлов и неметаллических материалов	
2.1.18	Физические основы деформации и разрушения	
2.1.19	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.20	Металловедение инновационных материалов	
2.1.21	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.22	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.23	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.24	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.25	Разработка новых материалов	
2.1.26	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.27	Физика диэлектриков	
2.1.28	Физика полупроводников	
2.1.29	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.30	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.31	Компьютеризация эксперимента	
2.1.32	Материалы наукоемких технологий	
2.1.33	Основы дизайна металлических материалов	
2.1.34	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.35	Современные проблемы материаловедения	
2.1.36	Теория поверхностных явлений	
2.1.37	Электроника	
2.1.38	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 1. Магнитно-мягкие сплавы	
2.1.39	Атомное строение фаз	
2.1.40	Технологии материалов с особыми физическими свойствами	
2.1.41	Физика магнитных явлений	
2.1.42	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.43	Материаловедение	
2.1.44	Методы исследования материалов	

2.1.45	Метрология и технические измерения функциональных материалов
2.1.46	Планирование научного эксперимента
2.1.47	Техника физико-химического эксперимента
2.1.48	Кристаллография
2.1.49	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.50	Введение в научно-исследовательскую деятельность
2.1.51	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.1.52	Биохимия наноматериалов
2.1.53	Материалы альтернативной энергетики
2.1.54	Теория симметрии
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Биоорганическая химия
2.2.2	Высокотемпературные керамические материалы
2.2.3	Жаропрочные и радиационно-стойкие материалы
2.2.4	Квантовая теория твердого тела
2.2.5	Математическое и компьютерное моделирование материалов и процессов электроники
2.2.6	Методы непараметрической статистики
2.2.7	Объемные наноматериалы
2.2.8	Процессы получения и обработки сверхтвердых материалов
2.2.9	Структура и технологичность сплавов
2.2.10	Физико-химия эволюции твердого вещества
2.2.11	Ядерно-спектроскопические и синхротронные методы исследований
2.2.12	Аттестация и испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов
2.2.13	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве функциональных материалов
2.2.14	Материаловедение и технологии перспективных материалов
2.2.15	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой оптики
2.2.16	Менеджмент качества
2.2.17	Металлические материалы для крупных транспортных систем
2.2.18	Металловедение высокопрочных сплавов
2.2.19	Методология и практика определения размерных характеристик материалов
2.2.20	Методология научных исследований
2.2.21	Оптические явления в кристаллах. Часть 2
2.2.22	Основы клеточной биологии
2.2.23	Оформление результатов научной деятельности
2.2.24	Практическое применение теории функционала электронной плотности
2.2.25	Симметрия наносистем
2.2.26	Современные компьютерные технологии в структурном анализе
2.2.27	Спектроскопические и зондовые методы
2.2.28	Термомеханическая обработка металлов и сплавов
2.2.29	Управление проектами
2.2.30	Химические основы биологических процессов
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.33	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.34	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.35	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.36	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.37	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.38	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.39	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.40	Некоторые главы кристаллохимии
2.2.41	Методы исследования макро- и микроструктуры материалов

2.2.42	Аттестация и сертификация изделий электронной техники
2.2.43	Управление коллективами
2.2.44	Цифровое материаловедение

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 Технологические возможности, особенности эксплуатации и экономические характеристики термического оборудования, реализующего типовые режимы термической и химико-термической обработки

ПК-1-32 Технологические возможности типовых режимов термической и химико-термической обработки аморфных, микро- и нанокристаллических сплавов

ПК-1-31 Правила работы с электронной конструкторско-технологической информацией

Уметь:

ПК-1-У3 Выбирать технологическое оборудование для реализации типовых режимов термической и других видов обработки аморфных микро- и нанокристаллических материалов

ПК-1-У2 Формулировать предложения по изменению конструктивных требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей материалов или термической и других видов обработки

ПК-1-У1 Анализировать различную, в том числе и конструкторскую, документацию на детали машин и приборов, на инструменты, подвергаемые типовым технологическим процессам термической и других видов обработки

Владеть:

ПК-1-В3 Навыками внесения предложений по изменению требований к эксплуатационным свойствам в целях более эффективной реализации возможностей аморфного, микро- или нанокристаллического материала или термической обработки

ПК-1-В2 Навыками выбора способа термической другой обработки аморфных, микро- и нанокристаллических материалов для получения необходимых свойств

ПК-1-В1 Навыками выбора металлических аморфных, микро- и нанокристаллических материалов для деталей машин, приборов и инструмента

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
	Раздел 1. Структура и свойства аморфных сплавов. Применение аморфных материалов							
1.1	Основные модели структур аморфного состояния /Лек/	9	4	ПК-1-У1	Л1.2 Л1.6 Л1.9Л2.3 Л2.4			
1.2	Представления о дефектах аморфной фазы /Лек/	9	2	ПК-1-32	Л1.2 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л2.4			
1.3	Экспериментальные методы изучения атомной структуры аморфных сплавов /Лек/	9	6	ПК-1-31	Л1.9 Л1.11Л2.3 Л2.4 Э2 Э3 Э4			
1.4	Особенности физических и механических свойств аморфных материалов /Лек/	9	4	ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.2 Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4			
1.5	Применение аморфных материалов /Лек/	9	2	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.11 Л1.12Л2.3 Л2.4 Э1			

1.6	Сопоставление данных различных исследований с расчетными данными о функции радиального распределения атомов, полученных исходя из различных известных моделей аморфной структуры. /Пр/	9	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.9Л3.1 Э3 Э4			P1
1.7	Модели структур аморфного состояния. Характеристика аморфизирующихся металлических систем. Сплавы металл-металлоид, металл-металл. Особенности структуры реальных аморфных материалов. /Пр/	9	2	ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2	Л1.6 Л1.8 Л1.9			P2
1.8	Механические, электрические, тепловые и магнитные свойства аморфных материалов. Магнитомягкие, инварные и элинварные аморфные сплавы. /Пр/	9	4	ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.11 Л1.12 Э4 Э5 Э6 Э7			P3
1.9	Перспективы применения аморфных материалов. Положительные и отрицательные качества аморфных материалов /Пр/	9	4	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.11 Л1.12 Э1 Э4 Э5 Э6			P4
1.10	Контрольная работа на тему: Структура и свойства аморфных сплавов /Пр/	9	1	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.2 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7		КМ1	P5
1.11	Подготовка к практическим занятиям по структуре и свойствам аморфных сплавов. Выполнение домашнего задания 1 /Ср/	9	34	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3	Л1.1 Л1.2 Л1.6 Л1.8 Л1.9 Л1.11 Л1.12Л3.1Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			P8
1.12	Изучение релаксации напряжений в ленточных образцах аморфных сплавов /Лаб/	9	4	ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.2Л3.3			P11
1.13	Изучение закономерностей охрупчивания аморфных магнитно-мягких сплавов /Лаб/	9	4	ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.2Л3.3			P12
1.14	Влияние параметров тороидальных образцов, приготовленных из лент аморфного сплава, на их магнитные свойства /Лаб/	9	4	ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.2			P13
1.15	Влияние режимов термической обработки на формирование гистерезисных магнитных свойств аморфных сплавов /Лаб/	9	5	ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.2 Л1.8 Л1.9			P14

	Раздел 2. Особенности микроструктуры нано- и микрокристаллических материалов, влияние технологических факторов на качество материалов при их получении.							
2.1	Особенности атомной и микроструктуры нанокристаллических материалов /Лек/	9	2	ПК-1-32	Л1.2 Л1.3 Л1.10Л2.1Л3.1 Л3.2			
2.2	Представления о концентрационном переохлаждении жидкости при положительном градиенте температур и его влияние на формирование структуры микрокристаллических материалов. Особенности структуры /Лек/	9	6	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.2 Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.7Л2.1			
2.3	Влияние технологических факторов на качество нано- и микрокристаллических материалов /Пр/	9	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.10Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			Р6
2.4	Подготовка к практическому занятию о влиянии технологических факторов на качество нано- и микрокристаллических материалов. Выполнение домашнего задания 2 /Ср/	9	35	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-У3 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.2 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.10Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			Р9
	Раздел 3. Свойства нанокристаллических и микрокристаллических материалов. Области применения							
3.1	Свойства и применение нанокристаллических материалов - основные направления использования /Лек/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.7Л2.1 Л2.3 Э1			
3.2	Свойства и применение магнитно-мягких микрокристаллических материалов /Лек/	9	4	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-33	Л1.2 Л1.5 Э1			
3.3	Контрольная работа на тему: Применение аморфных, нано- и микрокристаллических материалов /Пр/	9	2	ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.11 Л1.12Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.2 Э1		КМ2	Р7
3.4	Подготовка домашнего задания 3 по свойствам и применению нано- и микрокристаллических материалов /Ср/	9	34	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-1-В3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.5 Л1.7 Л1.10Л1.1Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7			Р10

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		<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности строения аморфных сплавов. 2. Методы исследования аморфного состояния. Сопоставление данных различных исследований с расчетными данными о функции радиального распределения атомов, полученных исходя из различных известных моделей аморфной структуры 3. Способы получения материалов в аморфном состоянии (осаждение из газовой фазы, закалка из жидкого состояния, методы получения аморфного состояния из кристаллического состояния: метод ионной имплантации, метод сэндвичей, механохимический синтез) 4. Характеристика аморфизирующихся металлических систем. Сплавы металл-металлоид, металл-металл. Критерии оценки склонности к аморфизации в металлических системах. Структурные критерии, термодинамический критерий. 5. Особенности структуры реальных аморфных материалов. Дефекты аморфной структуры (квазиточечные дефекты, концепция n-, p-, тау-дефектов, дефекты субмикроструктурного масштаба – квазидислокационные дефекты, дефекты дисклинационного типа и др.). Возможное влияние дефектности на различные физические свойства аморфных материалов. 6. Изменение объема и теплоемкости аморфной фазы в результате структурной релаксации и в районе температур стеклования и кристаллизации. 7. Влияние процессов структурной релаксации на термическое расширение и теплоемкость аморфных сплавов. Релаксация напряжений и явление охрупчивания в аморфных сплавах. 8. Упругие и механические свойства аморфных сплавов, элинварный и инварный эффекты. Влияние структурной релаксации на упругие и механические свойства аморфной фазы. 9. Теоретические представления об электрических свойствах аморфной фазы (теория Займана). Особенности электросопротивления аморфных сплавов. Влияние структурной релаксации на электросопротивление. Кроссовер-эффект.
КМ2	Контрольная работа №2		<ol style="list-style-type: none"> 1. Факторы определяющие высокий уровень магнитных свойств ферромагнитных аморфных сплавов. Особенности доменной структуры аморфных сплавов, полученных в виде лент и в виде проводов. Влияние процессов структурной релаксации на формирование магнитных свойств аморфных сплавов. 2. Инварные и элинварные аморфные сплавы. Перспективы применения аморфных материалов в качестве материалов с особыми упругими и тепловыми свойствами. 3. Влияние технологических факторов на качество нано- и микрокристаллических материалов. 4. Формирование микрокристаллической структуры посредством рекристаллизации и фазовых превращений. 5. Магнитно-мягкие сплавы типа ФАЙНМЕТ. 6. Наноструктурные полупроводники 7. Микрокристаллические магнитно-мягкие материалы (сплавы типа сендаст, сплавы системы Fe-Si, сплавы Fe-Co, Fe-Al, Fe-Ni) 8. Микрокристаллические сплавы как материалы высокого демпфирования. 9. Быстрозакаленные магнитотвердые материалы системы Nd-Fe-B 10. Методы получения материалов с нано- и микрокристаллической структурами. Технологические факторы, влияющие на уровень свойств и дальнейшее применение микро- и нанокристаллических материалов 11. Особенности микроструктуры нано- и микрокристаллических материалов. Выбор параметров структуры с точки зрения необходимого уровня эксплуатационных свойств

КМЗ	Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите основные методы получения аморфного состояния (спиннингованием струи расплава; методом экстракции расплава.; методом Улитовского – Тейлора; методом ионного распыления; методом плазменного напыления; методом вакуумного напыления; методом механоактивационного синтеза). 2. Какие кинетические факторы следует учитывать для оценки склонности сплава к аморфизации? 3. Какие термодинамические факторы следует учитывать для оценки склонности сплава к аморфизации? 4. Какое состояние можно считать наноструктурным? 5. В чем состоят сложности и особенности получения наноструктурного состояния? 6. Опишите получение нанокластеров методом сверхзвукового истечения частиц из сопла. 7. Опишите получение наноразмерных порошков методами газофазного синтеза. 8. Опишите методы получения нанокластеров и металлических нанопорошков путем ионной бомбардировки. 9. Опишите методы получения нанокластеров и металлических нанопорошков путем вакуумного испарения. 10. Опишите методы получения нанокластеров и металлических нанопорошков путем катодного распыления. 11. Опишите методы получения нанопорошков с помощью низкотемпературной плазмы и плазмохимическим синтезом. 12. Опишите получение наночастиц методом диспергирования. 13. Опишите получение наночастиц методом механохимического синтеза. 14. Опишите получение наночастиц методом осаждения из жидкой фазы. 15. Опишите получение нанокристаллического состояния пленок путем отжига и частичной кристаллизации аморфных лент, полученных спиннингованием из расплава. 16. Опишите метод интенсивной пластической деформации. 17. В чем сущность литографических методов получения нанобъектов? 18. Опишите основные методы получения и разделения фуллеренов. 19. Опишите основные методы получения нанортубок. 20. Каковы особенности получения микрокристаллических лент закалкой из расплава? 21. Формирование микрокристаллической структуры посредством рекристаллизации и фазовых превращений. 22. Какие процессы (структурные изменения) обуславливают переход аморфных сплавов при нагревании (отжиге) в состояние равновесия и по какому признаку классифицируются процессы структурной релаксации и физические свойства, связанные с этими процессами? 23. Что такое свободный объем аморфной фазы, зависит ли его величина от кинетики получения аморфной фазы? 24. Каковы закономерности кинетики релаксации изгибных напряжений? 25. В чем состоит суть явления вязко-хрупкого перехода (охрупчивания) аморфных сплавов? Для каких аморфных сплавов характерно это явление? 26. При каких условиях деформирования аморфные сплавы проявляют высокую пластичность? С помощью какого параметра оценивают пластичность аморфных сплавов? Как он определяется? 27. Как оценивают склонность аморфных сплавов к охрупчиванию? Какой параметр отражает степень склонности этих сплавов к охрупчиванию и как он зависит от условий эксперимента (времени отжига t_a)? 28. Какие закономерности влияния состава и легирования на склонность к охрупчиванию характерны для аморфных сплавов? 29. Как склонность к охрупчиванию зависит от геометрических параметров ленточных образцов аморфных сплавов, а следовательно, от способа ведения процесса закалки из жидкого состояния? 30. Какие факторы могут обусловить эффект анизотропности
-----	---------	---

			<p>параметра охрупчивания T_f?</p> <p>31. Каковы закономерности влияния, количества и соотношения неметаллических элементов на термическую стабильность (температуру T_x) аморфных сплавов?</p> <p>32. Какие наблюдаются закономерности по влиянию металлических элементов на термическую стабильность АС? Как интерпретируются эти закономерности?</p> <p>33. Каковы особенности гистерезисных магнитных свойств АС и какие причины их определяют?</p> <p>34. Какое микроструктурное строение имеют быстрозакаленные сплавы системы Fe-Si и какие условия охлаждения и механизмы кристаллизации определяют возникновение тех или иных зон микроструктуры?</p> <p>35. Какие специфические «закалочные» дефекты характерны для микрокристаллических сплавов с ОЦК решеткой, в частности, для сплавов системы Fe-Si, и какие факторы определяют их появление?</p> <p>36. Какие фазовые состояния характерны для сплавов системы Fe-Si в равновесном состоянии и для сплавов, полученных закалкой из расплава?</p> <p>37. Какие структурно-фазовые состояния могут влиять на пластичность микрокристаллических сплавов системы Fe-Si?</p> <p>38. Какие структурные превращения происходят при отжиге быстрозакаленных микрокристаллических сплавов системы Fe-Si и в чем проявляется их специфика? Как эти превращения влияют на уровень магнитных свойств и механическое состояние сплавов системы Fe-Si?</p> <p>39. Каковы физические основы создания редкоземельных магнитов?</p> <p>40. Опишите особенности фазово-структурного состояния, обеспечивающее формирование высококоэрцитивного состояния быстрозакаленных сплавов системы Nd-Fe-B.</p>
--	--	--	---

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	Практическое занятие 1	ПК-1-У1;ПК-1-У2	Сопоставление данных различных исследований с расчетными данными о функции радиального распределения атомов, полученных исходя из различных известных моделей аморфной структуры
P2	Практическое занятие 2	ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2	Модели структур аморфного состояния. Характеристика аморфизирующихся металлических систем. Сплавы металл-металлоид, металл-металл. Особенности структуры реальных аморфных материалов.
P3	Практическое занятие 3	ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Механические, электрические, тепловые и магнитные свойства аморфных материалов. Магнитомягкие, инварные и элинварные аморфные сплавы
P4	Практическое занятие 4	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Перспективы применения аморфных материалов. Положительные и отрицательные качества аморфных материалов
P5	Контрольная работа №1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3	Структура и свойства аморфных сплавов
P6	Практическое занятие 5	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Влияние технологических факторов на качество нано- и микрокристаллических материалов
P7	Контрольная работа №2	ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Применение аморфных, нано- и микрокристаллических материалов
P8	Домашнее задание №1	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33	Поиск и анализ статьи (не старше шести лет) о моделировании структуры аморфной фазы, к статье нужно подготовить в файле Word краткий отчет об основных подходах в рассматриваемой модели, о ее результатах и о возможном экспериментальном подтверждении модели

P9	Домашнее задание №2	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Рассмотреть изменение дифракционного спектра для сплава 2НСР (выдается преподавателем) после отжига при 375, 400, 410 и 425 С (в названии файлов — температуры обработки). В файле excel привести все спектры, полученные после различных температур отжига, в отдельном файле Word подготовить отчет, в котором дать описание каждого спектра, привести сравнительный анализ спектров и высказать предположение о последовательности возможных превращений в этом сплаве.
P10	Домашнее задание №3	ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-У3;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Поиск и анализ статьи с описанием особенностей кристаллической структуры (параметры решетки, объем элементарной ячейки, точечная группа, сингония, особенности симметрии и т.п) в наноструктурном состоянии по сравнению с массивным материалом, к статье нужно подготовить в файле Word краткий отчет об основных особенностях наноструктурного состояния и влияния изменившихся структурных характеристик на физические или механические свойства.
P11	Лабораторная работа 1	ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Изучение закономерностей релаксации изгибных напряжений аморфной ленты
P12	Лабораторная работа 2	ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Изучение закономерностей охрупчивания аморфной ленты
P13	Лабораторная работа 3	ПК-1-В2;ПК-1-В3	Пробоподготовка аморфных, нано и микрокристаллических лент для последующей термообработки
P14	Лабораторная работа 4	ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-1-В3	Изучение влияния термической обработки на формирование свойств лент

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 3 заданий, типовые вопросы экзамена приведены в вопросах самоподготовки. Пример экзаменационного билета размещен в приложении к РПД.

Задание 1 - теоретический вопрос из раздела 1;

Задание 2 - теоретический вопрос из раздела 2;

Задание 3 - теоретический вопрос из раздела 3.

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.

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.

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;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся не выполнил практической части курса в полном объеме, на экзамене допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

Возможно проставление оценки за экзамен на основе оценок контрольных мероприятий семестра.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Прокошин А. Ф., Люборский Ф. Е.	Аморфные металлические сплавы: пер. с англ. : монография	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1987

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Кекало Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л1.3	Левина Вера Васильевна, Конюхов Юрий Владимирович, Филонов Михаил Рудольфович, др.	Физико-химия наноструктурных материалов: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л1.4	Кекало Игорь Борисович, Менушенков Владимир Павлович	Быстрозакаленные магнитно-твердые материалы системы Nd-Fe-B: Курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000
Л1.5	Кекало Игорь Борисович, Введенский Вадим Юрьевич, Нуждин Георгий Анатольевич, Кекало Игорь Борисович	Микрокристаллические магнитно-мягкие материалы: Курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л1.6	Кекало Игорь Борисович	Аморфные магнитные материалы: Разд.: Получение, процессы аморфизации, атомное строение, свойства: Курс лекций для студ. направл. 651800 и 654100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001
Л1.7	Кекало Игорь Борисович	Нанокристаллические магнитно-мягкие материалы: курс лекций для студ. физ.-хим. фак-та	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1999
Л1.8	Кекало Игорь Борисович	Аморфные магнитные материалы: Модели структуры, дефекты, релаксационные процессы: Курс лекций для студ. направл. 651800, 654100	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2002
Л1.9	Кекало Игорь Борисович	Атомная структура аморфных сплавов и ее эволюция: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение'	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л1.10	Дзидзигури Элла Леонтьевна, Сидорова Елена Николаевна	Процессы получения наночастиц и наноматериалов. Нанотехнологии: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л1.11	Кекало И. Б.	Процессы структурной релаксации и физические свойства аморфных сплавов. В 2 т. Т. 1: монография	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л1.12	Кекало И. Б.	Процессы структурной релаксации и физические свойства аморфных сплавов. Т. 2: монография	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2016
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.2	Лившиц Б. Г.	Металлография: учебник для студ. металлург. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.3	Пустов Юрий Александрович	Перспективные коррозионно-стойкие материалы и технологии защиты металлов от коррозии. Аморфные и нанокристаллические материалы (методы получения, структура и коррозионная стойкость): курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150701 - Физико-химия процессов и материалов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010
Л2.4	МИСиС, Скаков Ю. А.	Вып.147: Аморфные металлические сплавы: Сб.статей	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1983

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н.	Рентгенографический и электронно-оптический анализ: учеб. пособие для вузов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2002
Л3.2	Дзидзигури Элла Леонтьевна, Сидорова Елена Николаевна	Ультрадисперсные среды: Методы рентгеновской дифрактометрии для исследования наноматериалов: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Мельниченко Александр Семенович	Анализ данных в материаловедении. Ч. 1: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение и Металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
Л3.4	Мельниченко Александр Семенович	Анализ данных в материаловедении. Ч. 2. Регрессионный анализ: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Производственное объединение - официальный сайт: "МСТАТОР"-производство магнитомягких материалов и электромагнитных компонентов	https://mstator.ru/amorfnye-i-nanokristallicheskie-magnitomyagkie-materialy
Э2	Федеральный закон № 102 от 26 июня 2008 года «Об обеспечении единства измерений»(с изменениями на 13 июля 2015 года)	http://docs.cntd.ru/document/902107146
Э3	ГОСТ 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. - Переизд. февраль 2019. - М.: Стандартинформ, 2019	http://docs.cntd.ru/document/1200077909
Э4	ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.-Переизд 2011. - М.: Стандартинформ, 2011	http://docs.cntd.ru/document/1200005367

Э5	ГОСТ 15.101-98 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Порядок выполнения научно-исследовательских работ-Переизд. Сент. 2010. - М.: Стандартиформ, 2010	http://docs.cntd.ru/document/1200003945
Э6	ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правило оформления. - Введ 2002-07-01. - М.: Изд-во стандартов, 2001.	http://docs.cntd.ru/document/1200026224
Э7	ГОСТ 8.377-80. Государственная система обеспечения единства измерений. Материалы магнитомякие. Методика выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик. -М.: Издательство стандартов, 1980	http://docs.cntd.ru/document/1200014136

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Microsoft Office
П.5	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	Иностраные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.5	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.6	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.7	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.8	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
Б-420	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; микроскопы металлографические 11 шт., комплект учебной мебели
Б-413	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютер преподавателя; компьютерный класс на 14 компьютеров, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели
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.
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

Б-429	Учебная аудитория	проектор; мультимедийная доска; маркерная доска, документ-камера; компьютерный класс на 6 студентов и преподавателя (7 компьютеров); установка для измерения магнитных характеристик; установка для определения потерь на перемагничивание МК-4Э; магнитноизмерительная установка МК-3Э; стенд для измерения удельного электросопротивления; дилатометр; твердометр по Роквеллу; комплект учебной мебели
-------	-------------------	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При изучении курса «Аморфные, микро- и нанокристаллические материалы» большое внимание следует уделить самостоятельной работе с учебниками, справочной литературой и текущими публикациями в ведущих российских и зарубежных журналах по рассматриваемым темам курса. Большую часть вопросов, возникающих в процессе самостоятельной подготовки, рекомендуется выносить для обсуждения на практических занятиях для наиболее полного понимания современных проблем в области материаловедения аморфных, нано- и микрокристаллических сплавов.

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:

- вопросов для самоконтроля,
- двух письменных контрольных работ,
- двух домашних заданий.

Контрольные работы проводятся в часы практических занятий. В случае положительных оценок за контрольные и домашние задания, при условии выполнения всех лабораторных работ в установленные учебным планом сроки, оценка за экзамен проставляется как среднеарифметическая за все перечисленные контрольные мероприятия, оцениваемые по пятибалльной системе.

Перед началом занятий студенты получают на текущий семестр календарный план проведения практических занятий, лабораторных работ и контрольных работ, график выдачи и сдачи домашних заданий.

Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации преподавателей в компьютерном классе.