

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 12.05.2023 17:25:05

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)

Термодинамика и кинетика аморфизирующихся систем

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 51

самостоятельная работа 57

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дтн, Профессор, Филонов Михаил Рудольфович

Рабочая программа

Термодинамика и кинетика аморфизирующихся систем

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 02.04.2015 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – научить анализировать физико–химические процессы, протекающие в условиях сверхбыстрой закалки металлических расплавов при получении аморфных и нанокристаллических материалов. Обучить современным экспериментальным методам физико-химических исследований расплавленных, кристаллических и аморфных материалов.
1.2	Задачи:
1.3	научить
1.4	1. осуществлять экспериментальные исследования физико–химических свойств материалов в аморфном, кристаллическом и расплавленном состоянии;
1.5	2. особенностям конструкции оборудования для получения аморфных и нанокристаллических
1.6	3. методам расчета физико-химических свойств материалов в жидком и твердом состоянии.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.18
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Диффузия и диффузионно-контролируемые процессы	
2.1.2	Материаловедение	
2.1.3	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.4	Металловедение инновационных материалов	
2.1.5	Методы исследования материалов	
2.1.6	Метрология и стандартизация цифровых технологий в материаловедении и металлургии	
2.1.7	Метрология и технические измерения функциональных материалов	
2.1.8	Метрология, стандартизация и технические измерения	
2.1.9	Метрология, стандартизация и технические измерения в электронике	
2.1.10	Основы материаловедения и методов исследования материалов	
2.1.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.15	Разработка новых материалов	
2.1.16	Технология функциональных материалов	
2.1.17	Фазовые равновесия и дефекты структуры	
2.1.18	Физика диэлектриков	
2.1.19	Физика полупроводников	
2.1.20	Введение в квантовую теорию твердого тела	
2.1.21	Дефекты кристаллической решетки	
2.1.22	Компьютеризация эксперимента	
2.1.23	Планирование и организация научно-исследовательской работы	
2.1.24	Планирование научного эксперимента	
2.1.25	Теория поверхностных явлений	
2.1.26	Теория симметрии	
2.1.27	Электроника	
2.1.28	Кристаллография	
2.1.29	Практическая кристаллография	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Атомная и электронная структура поверхности и межфазных границ	
2.2.2	Высокотемпературные материалы	
2.2.3	Композиционные и керамические материалы	
2.2.4	Композиционные материалы	
2.2.5	Компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.6	Компьютерное моделирование процессов получения материалов	
2.2.7	Математические методы моделирования физических процессов	
2.2.8	Металловедение сварки	

2.2.9	Методы исследования структур и материалов. Часть 2
2.2.10	Объемные наноматериалы
2.2.11	Поверхностное модифицирование материалов и защитные покрытия
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	Специальные сплавы
2.2.21	Структура и свойства функциональных наноматериалов
2.2.22	Физическое материаловедение сплавов с особыми магнитными свойствами, часть 2. Магнитно-твердые сплавы
2.2.23	Функциональные материалы электроники
2.2.24	Экстремальные технологии получения наноматериалов

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен осуществлять обработку и анализ научно-технической информации и результатов исследований

Знать:

ПК-1-31 классификацию материалов, место и свойства аморфных материалов

Уметь:

ПК-1-У1 сопоставлять условия протекания процессов аморфизации и кристаллизации и факторы регулирования скоростей с конечным качеством получаемого продукта

Владеть:

ПК-1-В1 навыками анализа по установлению причинно-следственной связи между свойствами исходных компонентов, а также процессами и явлениями, происходящими при аморфных материалах

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. Строение, состав и свойства аморфных и микрокристаллических металлических сплавов							
1.1	Особенности строения и физико-химических свойств металлических аморфных и микрокристаллических сплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.2	Степень аморфности. Типы систем склонных к стеклованию. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.3	Модели стеклования металлических расплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.4	Промышленные аморфизирующие сплавы на основе железа и кобальта. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.5	Методы получения аморфных материалов. Технологические схемы с способы производства. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1

1.6	Диаграммы состояния аморфизирующихся систем. Расчет степени аморфности систем Fe-Co-B и Fe-Si-B. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.7	Расчет объемных характеристик сплавов в жидком, аморфном и кристаллическом состоянии. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.8	Расчет параметров ближнего порядка по данным рентгеновского дифракционного анализа. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
1.9	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	7	19	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	Р1
	Раздел 2. Строение и физико-химические свойства легкостеклющихся металлических расплавов							
2.1	Структура металлических расплавов. Квазигазовые и квазикристаллические модели жидких металлов. Модель Бернала. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.2	Статистический подход к окислению топологически неупорядоченных систем. Уравнение Леувиля. Корреляционные функции. Парная функция распределения. Интегральные уравнения ББГКИ, ПИЕ и др. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.3	Межчастичный потенциал взаимодействия. Модельные потенциалы. Решения интегрального уравнения ПИ в приближении твердофазного потенциала. Уравнение состояния. Метод Монте-Карло и молекулярной динамики. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.4	Модель жидкости твердых сфер. Описание структуры и физико-химических свойств металлических расплавов в приближении твердофазного потенциала. Расчет вязкости, плотности и поверхностного натяжения. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.5	Теоретические и экспериментальные подходы к исследованию. Структуры и физико-химических свойств расплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2

2.6	Методика и аппаратура высокотемпературных измерений. Дифракционные методы исследования структуры расплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.7	Диаграммы состояния аморфизирующихся систем. Расчет степени аморфности систем Fe-Co-B и Fe-Si-B. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.8	Расчет объемных характеристик сплавов в жидком, аморфном и кристаллическом состоянии. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.9	Расчет параметров ближнего порядка по данным рентгеновского дифракционного анализа. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
2.10	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	7	19	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	Р2
	Раздел 3. Получение аморфных и нанокристаллических сплавов методом спиннингования							
3.1	Теплофизические закономерности получения аморфных и нанокристаллических лент методом спиннингования. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.2	Решение уравнения Фурье для различных граничных условий. Профиль температуры в подсопельной области. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.3	Гидродинамика формирования жидкой зоны и твердой ленты на поверхности барабана-холодильника. Теплофизический и гидродинамический режим формирования ленты. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.4	Влияние физико-химических свойств расплава на технологические параметры процесса спиннингования. Температурный режим и условия формирования аморфной ленты. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3

3.5	Геометрия и характерные дефекты аморфных и нанокристаллических лент. Структура и свойства лент, как следствие быстрой закалки рас-плавов. Температура разлива и температура гомогенизации. Расчет технологических параметров процесса спиннингования. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.6	Устройства промышленных литейных машин типа "Сириус" и "Урал-100". Выплавка шихтовых материалов. Температуры выплавки и разлива. Использование новых керамических материалов при выплавке и разливе аморфизирующихся сплавов. /Лек/	7	2	ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.7	Решение уравнения Фурье для различных граничных условий. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.8	Построение температурного профиля в подсопельной области. /Пр/	7	2	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.9	Расчет устойчивости жидкой зоны на поверхности барабана-холодильника. /Пр/	7	1	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3
3.10	Проработка материалов лекций, практических занятий, подготовка домашних заданий. /Ср/	7	19	ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ3	Р3

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		ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аморфное и стеклообразное состояние. 2. Важнейшие характеристики структуры аморфного состояния. 3. Влияние дефектов на физико-химические свойства нанокристаллических и аморфных сплавов. 4. Два основных направления построения моделей структуры бинарных аморфных сплавов. 5. Как изменится степень аморфности металлического сплава при увеличении времени затвердевания в два раза? 6. Какая величина является предельной для плотности упаковки расплавов на основе железа и почему? 7. Какой метод измерения поверхностного натяжения металлических расплавов обеспечивает точность порядка 0,3—1,0 %.? 8. Классификация дефектов аморфной структуры. 9. Методы измерения физико-химических свойств легко стеклющихся расплавов. 10. Методы изучения структуры металлических расплавов. 11. Методы получения аморфных сплавов, основанные на затвердевании жидкого металла. 12. Методы получения аморфных сплавов, основанные на осаждении из газовой фазы. 13. Методы получения аморфных сплавов, основанные на переходе из кристаллического состояния в аморфное. 14. Методы электролитического и химического осаждения аморфных пленок из растворов электролитов. 15. Модели структуры металлических расплавов. 16. Модели, основанные на квазижидкостном описании структуры аморфных сплавов. 17. Области применения аморфных сплавов на основе железа и кобальта, полученных закалкой из жидкого состояния. 18. Особенности физико-химических свойств легко стеклющихся расплавов. 19. Проверка структурных моделей аморфного состояния высокоразрешающими методами. 20. Проверка структурных моделей аморфного состояния с помощью независимого измерения физических свойств аморфных сплавов. 21. Проверка структурных моделей аморфного состояния с помощью независимого измерения физических свойств аморфных сплавов. 22. Промышленно значимые сплавы на основе железа и кобальта. 23. Типы систем, склонных к аморфизации. 24. Факторы, определяющие эффективность применения в широких масштабах аморфных сплавов. 25. ФРР и парная ФРР. Различия в интерпретации.
-----	--	---------	--

КМ2		ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none">1. Кинетика образования зародышей и роста новой фазы.2. Изменение энергии Гиббса при образовании зародышей.3. Влияние переохлаждения на термодинамические и кинетику и термодинамику образования новой фазы.4. Перечислите факторы, облегчающие процесс аморфизации.5. Влияние условий получения нанокристаллических сплавов на их структуру и свойства.6. Какие факторы влияют на величину критической скорости охлаждения?7. Нарисуйте схематически диаграмму температура-время-превращение и обозначьте на ней области существования аморфной фазы.8. Рассчитайте критическую скорость охлаждения расплава Fe₈₁B₁₃Si₄C₂, при T₀=1450 0C, T_m=1130 0C, τ_m=3•10⁻⁵ с.9. Как и почему изменяется частота зародышеобразования при изменении плотности расплава?10. Структура аморфных сплавов в рамках модели жёстких сфер.11. В каком интервале температур модель жидкости твердых сфер лучше всего описывает вязкость жидких металлов?12. Модели стеклования и их особенности.13. Особенности модели стеклования, предполагающей подавление процесса роста кристаллов в твердом состоянии.14. Влияние диффузии на скорость роста зародышей твердой фазы.15. Влияние вязкости расплава на кинетику образования новой фазы.16. Как влияет температура стеклования на структуру аморфных сплавов?17. Особенности политерм плотности систем Fe-B и Co-B.18. Зависимость вязкости расплавов системы Fe-B от температуры.19. Термодинамические условия образования аморфной фазы.20. Критерии определения склонности к стеклованию.
-----	--	---------	---

КМЗ		ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Влияние коэффициента теплопередачи на скорость охлаждения аморфной ленты. 2. Влияние продолжительности теплового контакта ленты и барабана на структуру затвердевшего сплава. 3. Выбор контролируемых технологических параметров при получении аморфных сплавов методом спиннингования расплава на вращающийся барабан-холодильник. 4. Выбор материала и поверхностной геометрии барабана-холодильника. 5. Границы применимости гидродинамической и теплофизической моделей формирования аморфной ленты. 6. Двухвалковый метод спиннингования. 7. Как изменится толщина аморфной ленты при формировании в условиях идеального теплофизического режима при уменьшении времени формирования ленты в 3 раза? 8. Как изменится толщина аморфной ленты согласно уравнению Блазиуса, если скорость вращения диска увеличить в 2 раза? 9. Метод плоской струи. 10. Метод спиннингования на внутреннюю поверхность диска. 11. Метод спиннингования по одновалковой схеме. 12. Метод центрифугирования. 13. Методы, позволяющие увеличить время контакта ленты с барабаном при спиннинговании по одновалковой схеме. 14. Нарисуйте схематически вид ВК на контактной поверхности ленты при разливке на барабан с продольными, поперечными и пересекающимися под углом 450 царапинами. 15. Недостатки существующих на сегодняшний день подходов к описанию процесса формирования аморфной ленты. 16. Огнеупоры, используемые для расплавления сплавов в методе спиннингования. 17. Ограничения, накладываемые используемой технологией, при выборе технологических параметров в методе спиннингования расплава на вращающийся барабан-холодильник. 18. Покажите схематически, как изменится форма задней пятки при изменении скорости вращения барабана-холодильника. 19. Определение толщины аморфной ленты при гидродинамическом, теплофизическом и смешанном режимах формирования. 20. Определите, каким должен быть динамический контактный угол при разливке расплава на барабан для соблюдения условия сплошности ленты, если локальный угол наклона микрорельефа равен 250. 21. Основная технологическая задача при получении аморфных сплавов методом спиннингования расплава на вращающийся барабан-холодильник и ее решение. 22. Основные параметры технологического процесса при получении аморфных сплавов методом спиннингования расплава на вращающийся барабан-холодильник. 23. Особенности влияния физико-химических свойств расплавов на технологические параметры получения аморфной ленты. 24. Особенности моделирования процесса формирования аморфной ленты. 25. Покажите схематически, как зависит толщина аморфной ленты от вязкости, плотности и поверхностного натяжения расплава. 26. Покажите схематически, как изменяется температурный профиль ленты по длине при изменении теплопроводности. 27. Получение двухслойных и массивных аморфных материалов методом спиннингования. 28. Постановка задачи определения профиля жидкой зоны в подсопельной области. 29. Рассчитайте относительную и массовую потерю сплава при разливке на барабан-холодильник, если $\rho = 7.10^{-3}$ г/см³, $V_d = 20$ м/с, $b = 10^{-2}$; $\rho_0 = 2.10^{-5}$ см, $\rho = 0,7$, $\tau T = 7.10^{-1}$ с. 30. Режимы получения быстроокаленной ленты на вращающемся барабане-холодильнике. 31. Трудности, возникающие, при задаче получения аморфной ленты со строго заданными геометрическими и служебными параметрами.
-----	--	---------	--

			32. Этапы процесса получения аморфных сплавов методом спиннингования расплава на вращающийся барабан-холодильник. 33. В каком интервале температур следует расплавлять сплавы системы Fe-B для получения гомогенного расплава и почему? 34. Крупнейшие отечественные и зарубежные производители аморфных сплавов.
--	--	--	---

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	Расчетно-графическая работа 1	ПК-1-У1	Расчет функций распределения атомной плотности (по вариантам)
P2	Расчетно-графическая работа 2	ПК-1-У1	Установление связи атомно-миграционных характеристик жидких металлов с потенциалом межчастичного взаимодействия (по вариантам)
P3	Расчетно-графическая работа 3	ПК-1-У1	Динамика формирования аморфных сплавов в виде лент на вращающейся медной подложке (по вариантам)

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)

По курсу предусмотрен дифференцированный зачет.

Шкала оценивания знаний обучающихся:

50 баллов - расчетное задание

50 баллов - контрольная работа

Самостоятельная работа оценивается зачет/незачет.

«Отлично» \geq 95 баллов

«Хорошо» 75 - 94 балла

«Удовл» 51 - 74 балла

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 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 "зачет" проставляется, если обучающийся набрал в сумме 51 и более баллов.

Оценка "незачет" проставляется, если обучающийся набрал в сумме менее 51 балла.

Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятий в течение всего 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
Л1.2	Кекало И. Б., Шуваева Е. А.	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

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Пустов Ю. А.	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

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	CAD
П.3	MATLAB

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

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, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
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.
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. Практические занятия нацелены на закрепление на практике лекционного материала.

Предусматриваются расчетные домашние задания по различным разделам. 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 с возможностью проведения занятий в интерактивной форме
- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.