

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Экспериментальные методы физики твердого тела

Закреплена за подразделением

Кафедра физической химии

Направление подготовки

03.04.02 ФИЗИКА

Профиль

Физика конденсированного состояния

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 2

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

30

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	30	30	30	30
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*дфмн, Профессор, Петелин Александр Львович*

Рабочая программа

**Экспериментальные методы физики твердого тела**

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 03.04.02 ФИЗИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

03.04.02 ФИЗИКА, 03.04.02-МФ3-22-1.plx Физика конденсированного состояния, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

03.04.02 ФИЗИКА, Физика конденсированного состояния, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО 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 - изучить методы научных исследований, организацию и планирование физических исследований,
1.2	анализ полученных экспериментальных результатов на примере исследований структуры кристаллов, дефектов строения, атомного состава материалов

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Атомно-кристаллическая структура твердых фаз	
2.1.2	Неравновесные конденсированные системы (I)	
2.1.3	Специальный физический практикум	
2.1.4	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
2.1.5	Компьютерное моделирование в физическом материаловедении	
2.1.6	Магнитные материалы	
2.1.7	Методы теории электронной структуры твердых тел	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	История и методология физики	
2.2.2	Наночастицы и наноматериалы	
2.2.3	Термодинамическое моделирование химических процессов в многокомпонентных гетерогенных системах	
2.2.4	Электронные свойства неравновесных материалов	
2.2.5	Научно-педагогическая практика	
2.2.6	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Инженерия поверхности	
2.2.8	Радиационная обработка поверхности	
2.2.9	Тонкопленочные материалы	
2.2.10	Физика дифракции	
2.2.11	Экспериментальные методы в физике магнетизма	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

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

<b>ПК-2: Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций.</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 методы получения и исследования материалов
<b>ОПК-3: Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, проектировании и разработке, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-3-31 принципы применения компьютерных и информационных технологий
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 задачи научных исследований в области физики конденсированного состояния
<b>ПК-2: Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций.</b>
<b>Уметь:</b>

ПК-2-У1 использовать технологии получения и исследования материалов
<b>ОПК-3:</b> Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, проектировании и разработке, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
<b>Уметь:</b>
ОПК-3-У1 самостоятельно решать задачи научных исследований с применением компьютерных и информационных технологий
<b>ОПК-1:</b> Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 использовать знания новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
<b>ПК-2:</b> Способен проводить экспериментальные исследования и компьютерное моделирование физических процессов, в том числе, в рамках научно-исследовательских, опытно-технологических или опытно-конструкторских работ выполняемых в рамках тематик организаций.
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками анализа технологии получения и исследования материалов
<b>ОПК-3:</b> Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, проектировании и разработке, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
<b>Владеть:</b>
ОПК-3-В1 навыком решения задач научных исследований с применением компьютерных и информационных технологий
<b>ОПК-1:</b> Способен применять фундаментальные знания в области физики, знания в междисциплинарных областях для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 навыками определения характеристик исследуемой системы

#### 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. Экспериментальные методы исследования</b>							
1.1	Введение. Обзор экспериментальных методов. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.2	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

1.3	Сочетание методов исследования структуры и свойств материалов /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
1.4	Сканирующая электронная микроскопия /Лаб/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			P1
1.5	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 2. Методы исследования структуры и химического состава твердых тел</b>							
2.1	Методы исследования структуры твердых тел. Локальность, точность, нижний предел обнаружения. Применимость методов. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.2	Рентгеноструктурный анализ. /Лаб/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			P2
2.3	Микроскопия. Макроструктура, микроструктура, атомная структура. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.4	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

2.5	Химический состав: общий состав тела, распределение элементов, локальные методы анализа. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.6	Ядерная гамма-резонансная спектроскопия /Лаб/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р3
2.7	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	1	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.8	Сочетание методов исследования структуры и химического состава сплавов. /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.9	Механические испытания /Лаб/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			Р4
2.10	Дополнительные исследования структуры. ЯГР спектроскопия для исследований структуры. /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
2.11	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	13	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 3. Исследование свойств твердых тел</b>							
3.1	Сочетание методов исследования структуры и свойств материалов. Выбор комплекса измерений /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			

3.2	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.3	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.4	Дифференциальный термический анализ и калориметрия /Лаб/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			P5
3.5	Механические испытания. Сочетание с данными о структуре и составе материалов /Лек/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1			
3.6	Фазовые превращения. Сочетание с данными о структуре, составе и свойствах материалов /Лек/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э1		КМ1	
3.7	Выполнение индивидуальных заданий /Ср/	2	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-3-31 ОПК-3-У1 ОПК-3-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-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	Коллоквиум	ОПК-3-31;ОПК-3-У1;ОПК-3-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-2-31	<p>Термогравиметрия</p> <p>Для сравнительного анализа процессов восстановления гематита выбраны три состава, содержащие гематит и углерод, присутствующий в различных углеродсодержащих веществах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гематит с графитом,</li> <li>- гематит с коксом,</li> <li>- гематит с шунгитом.</li> </ul> <p>Гематит представлял собой химически чистый (100 масс%) Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; графит – химический чистый углерод (100 масс%). Содержание углерода в коксе и шунгите было следующим: в коксе -87,8 масс%, в шунгите – 32,9 масс%.</p> <p>Образцы содержали шунгит Зажогинского месторождения, имеющий следующий химический состав (см. табл.).</p> <p>Таблица</p> <table border="1"> <tr> <td>Элемент</td> <td>SiO<sub>2</sub></td> <td>TiO<sub>2</sub></td> <td>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></td> <td>MgO</td> <td>CaO</td> <td>Na<sub>2</sub>O</td> <td>K<sub>2</sub>O</td> <td>S</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>H<sub>2</sub>O<sub>крис</sub></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Содержание в масс %</td> <td>54,4</td> <td>0,25</td> <td>4,30</td> <td>1,70</td> <td>0,57</td> <td>1,10</td> <td>0,32</td> <td>1,20</td> <td>0,42</td> <td>32,6</td> </tr> </table> <p>3,14</p> <p>Компонентный состав всех подготовленных проб был подобран таким образом, чтобы соотношение Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и углерода для всех образцов было одинаково и составляло 33% по массе углерода по отношению к массе Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Таким образом, количество углерода было во всех образцах в одинаковой степени избыточно по отношению к необходимому для полного восстановления железа.</p> <p>Задание: Провести анализ термогравиметрических данных, представленных на экспериментально полученных зависимостях массы и термических эффектов в 4-х исследованных образцах от температуры, и построить модели процессов, происходящих в образцах при нагреве.</p>	Элемент	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	C	H <sub>2</sub> O <sub>крис</sub>											Содержание в масс %	54,4	0,25	4,30	1,70	0,57	1,10	0,32	1,20	0,42	32,6
Элемент	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	C																										
H <sub>2</sub> O <sub>крис</sub>																																				
Содержание в масс %	54,4	0,25	4,30	1,70	0,57	1,10	0,32	1,20	0,42	32,6																										

## 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	Лабораторная работа 1 Сканирующая электронная микроскопия	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Возможности метода, его особенности .</p> <p>список вопросов к защите лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К каким материалам применим данный метод.</li> <li>2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования.</li> <li>3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат.</li> <li>4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований</li> </ol>
P2	Лабораторная работа 2 Рентгеноструктурный анализ	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Возможности метода, его особенности .</p> <p>список вопросов к защите лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К каким материалам применим данный метод.</li> <li>2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования.</li> <li>3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат.</li> <li>4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований</li> </ol>
P3	Лабораторная работа 3 Ядерная гамма-резонансная спектроскопия	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Возможности метода, его особенности .</p> <p>список вопросов к защите лабораторных работ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. К каким материалам применим данный метод.</li> <li>2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования.</li> <li>3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат.</li> <li>4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований</li> </ol>

P4	Лабораторная работа 4 Механические испытания	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;ОПК-1-31	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований
P5	Лабораторная работа 5 Дифференциальный термический анализ и калориметрия	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Возможности метода, его особенности . список вопросов к защите лабораторных работ 1. К каким материалам применим данный метод. 2. В каком случае он не может дать правильный результат при стандартной процедуре исследования. 3. Какие дополнительные исследования могут позволить получить правильный результат. 4. Влияет ли неправильно определенный (неконтролируемый) химический состав (или температура) на вывод из исследований

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

На примере одного из заданий:

- Сплав меди с оловом, содержащий 0,05 % (ат) олова, быстро охлажден от  $T = 7000\text{C}$  до комнатной температуры. Задача: исследовать конечные структуры, фазовые составы, содержание элементов в фазах, механические свойства сплава и кинетику процессов старения при 50 и 1000С.
- Проведена серия опытов по спеканию порошка керамики на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с различным исходным размером зерен порошка. Задача: исследовать структуру керамики после спекания, определить ее прочность, термостойкость, химическую стойкость по отношению к расплавам оксидов металлов и выбрать оптимальную дисперсность исходного порошка для спекания.
- Подготовлен образец стали после сверхбыстрой закалки. Задача: с помощью исследований фазового состава, кристаллографических и структурных особенностей имеющихся фаз, механических и магнитных свойств определить исходное содержание углерода в стали и режим закалки.
- Приготовлены образцы многослойного композиционного материала из последовательных слоев сталей двух марок – 08X18H10 + 08X18. Материал получен горячей прокаткой стопки пластин данных сталей, осуществляющейся в несколько заходов; толщина слоев для разных образцов имеет значения от 100 до 10 мкм. Задача: исследовать материал для определения его структуры и качества – толщины слоев, механических свойств материала вдоль и поперек направления прокатки, целостности и отсутствия или наличия дефектов на границах слоев, влияния температуры на свойства, наличия внутренних напряжений и способов их релаксации.
- Имеется элемент охлаждающего контура АЭС – труба из конструкционной стали; охлаждающая жидкость – расплав Na. Задача: Исследовать стойкость трубы при рабочей температуре 2500С и длительность безопасной эксплуатации; определить опасность «пропотевания», т.е. проникновения расплава охлаждающего металла сквозь материал трубы по границам зерен (и др. дефектам) с выделением на внешней поверхности.
- Спеканием металлических порошков заданного состава получены металлические образцы. Задача: исследовать, как влияет дисперсность исходного порошка на кинетику (скорость) процесса спекания, на конечную плотность материала, на наличие макро- и микропор, определить распределение пор (трещин и др. пустот) по размерам; как зависит кинетика спекания от температуры.
- Порошок  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  восстанавливается водородом ( $\text{H}_2$ ) в открытой системе при температуре 8000С в течение 3-х часов. Задача: исследовать кинетику процесса в зависимости от дисперсности исходного порошка оксида, определить конечный химический и фазовый составы образца и степень восстановления до чистого Fe.
- Приготовлены образцы композиционного материала так же, как в варианте 4., но из слоев сталей - 08X18H10 + У8. Проведена химико-термическая обработка (азотирование 5400С в течение 45 час.) поперечного (перпендикулярного к направлению прокатки) сечения. Задача: провести исследование глубины и качества (структурной однородности, твердости и т.д.) азотированного слоя в сравнении с азотированным слоем на моно стали 08X18H10.
- Приготовлены образцы микропровода с металлической жилой в стеклоизоляции, полученные вытяжкой из расплава металла сквозь стеклянные фильеры. Жила имеет диаметр от 3 до 20 мкм, толщина стеклоизоляции – 10-15 мкм. Задача: определить какую структуру имеет металл жилы в зависимости от ее толщины – микро- нано-кристаллическую или аморфную; исследовать фазовый состав и прочность микропровода в зависимости от диаметра жилы и от рабочей температуры (0 – 1200С) и механизм разрушения при обрыве.
- Шихтовой материал для выплавки чугуна в доменной печи кроме стандартных компонентов содержал 0,002% (по массе)  $\text{B}_2\text{O}_3$ . Задача: используя имеющиеся после плавки образцы чугуна и шлака определить коэффициенты распределения бора между продуктами плавки.
- Приготовлен сплав – Al + 1% (по массе) In. Задача: исследовать, как влияет индий на зернограничную хрупкость алюминия в присутствии Ga.

Дать описание способа приготовления образцов, методики исследования, интерпретацию результатов

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

«отлично» – студент 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;

б) «хорошо» – студент 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;

в) «удовлетворительно» – студент 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;

г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы;

д) "не явка" - студент не явился на экзамен

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.	Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1982

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Киттель Ч., Гусев А. А.	Введение в физику твердого тела: учеб. руководство	Библиотека МИСиС	М.: МедиаСтар, 2006

**6.1.3. Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	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

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

Э1	-Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс]	– Режим доступа: <a href="http://edu.ru">http://edu.ru</a>
----	---	--

**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

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

И.1	Университетская информационная система РОССИЯ <a href="https://uisrussia.msu.ru/">https://uisrussia.msu.ru/</a>
И.2	
И.3	

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

A-411	Учебно-научная лаборатория руднотермических процессов:	лабораторная установка для получения сырых окатышей из железорудных концентратов, лабораторная установка для обжига железорудных окатышей, лабораторная установка для определения восстановимости железорудных материалов, лабораторная установка для определения размягчаемости железорудного сырья в восстановительной атмосфере, лабораторная установка для определения минералогического состава руд, агломератов и окатышей, лабораторная установка для обогащения железных руд на магнитном сепараторе, лабораторная установка для определения реакционной способности и горячей прочности твердого топлива
A-242	Учебная аудитория/лаборатория:	4 монитора, 4 компьютера, лазерное МФУ, pH- метр 2 шт., микроскоп, весы аналитические, мини-шейкер, вискозиметр, шкаф сушильный, комплект учебной мебели
A-236	Печной зал:	шлифовально-полировальная установка Polimat2, пресс для горячей запрессовки Simplimet 1000, шлифовально-полировальный станок ВЕТА/1, шлиф-полировальный станок metaserv-2000, печь трубчатая LF-50/500-1200, мешалка магнитная 2 шт., терморегулятор ТП703-12, камера вытяжная с рабочей поверхностью, микроскоп, весы аналитические
M-102	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	Комплект учебной мебели на 12 рабочих мест, ноутбуки с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
A-323	Компьютерный класс	комплект учебной мебели пакет на 12 рабочих мест с компьютерами, принтер, лицензионных программ MS Office

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации

Для изучения дисциплины в библиотеке вуза должна быть в наличии обязательная и дополнительная учебная литература по рекомендации кафедры.