

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)

Физические методы исследований

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

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:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
кфмн, доцент, Введенский В.Ю.

Рабочая программа

Физические методы исследований

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 физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения Савченко А.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, научить применению физических методов исследования материалов.
1.2	Задачи дисциплины научить:
1.3	– проводить измерения и испытания физических свойств материалов, а также изучение фазовых и структурных превращений с использованием современных физических методов;
1.4	– использовать полученные знания для интерпретации и анализа результатов физических методов исследования;
1.5	– выбирать конкретные физические методы исследования материалов для решения задач, возникающих при решении задач в области материаловедения и разработки технологий материалов.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
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	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
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

ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний	
Знать:	
ПК-1-31 методики выполнения измерений тепловых, электрических и магнитных свойств	
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	
Знать:	
ОПК-1-31 основные физические методы исследования конденсированных сред	
ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний	
Уметь:	
ПК-1-У1 применять результаты физических методов исследования, полученные на современном оборудовании и приборах, для исследовательской деятельности в области физики конденсированного состояния	

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

Уметь:

ОПК-1-У1 описывать физические методы исследования, лежащие в их основе физические явления, физические свойства, принцип, процедуру, метрологические характеристики

ПК-1: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов научных исследований в области физики конденсированных состояний

Владеть:

ПК-1-В1 опытом обработки и анализа экспериментальных результатов физических методов исследования

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

Владеть:

ОПК-1-В1 опытом использования физических методов исследования для решения научно-исследовательских задач

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 1.1 Классификация и описание физических методов исследования							
1.1	Классификация физических методов исследования функциональных материалов. Описание методов измерений и испытаний. /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
1.2	Самостоятельная работа по разделу 1 /Ср/	2	2	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
	Раздел 2.2 Тепловые методы исследования							
2.1	Термический анализ /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э2			
2.2	Классификация калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
2.3	Метод смешения. Метод измерения локальной разности температур. Проточные калориметры. Калориметры теплового потока. /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
2.4	Сканирующая калориметрия /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
2.5	Модуляционная и импульсная калориметрия /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
2.6	Дилатометрия /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2			

2.7	Методы измерения теплопроводности /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
2.8	Изучение обратимых и необратимых фазовых превращений методом дифференциального термического анализа /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			Р1
2.9	Определение теплоемкости с помощью калориметрических измерений по методу смешения /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			Р2
2.10	Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью индуктивного dilatометра /Пр/	2	2	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			Р3
2.11	Определение температуропроводности методом импульсного нагрева /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1		КМ1	Р4
2.12	Самостоятельная работа по разделу 2 /Ср/	2	28	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э2			
	Раздел 3. 3 Методы измерения электрических свойств							
3.1	Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2			
3.2	Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э2			
3.3	Измерение электрических свойств на переменном токе /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
3.4	Измерение электрического сопротивления с помощью двойного моста постоянного тока /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		КМ2	Р5
3.5	Самостоятельная работа по разделу 3 /Ср/	2	16	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э2			
	Раздел 4. 4 Магнитные методы исследования							
4.1	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений. /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э2			
4.2	Магнитомеханические методы /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
4.3	Измерение динамических магнитных свойств /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			
4.4	Термомагнитный анализ /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			

4.5	Магнитооптические и магниторезонансные методы /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
4.6	Исследование доменной структуры ферромагнетиков /Лек/	2	1	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
4.7	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств /Пр/	2	1	ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1			Р6
4.8	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			Р7
4.9	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра /Пр/	2	2	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л3.1			Р8
4.10	Определение параметров динамической петли гистерезиса осциллографическим методом /Пр/	2	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1		КМ3	Р9
4.11	Самостоятельная работа по разделу 4 /Ср/	2	28	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 1 Э2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа по разделам 1-2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-У1	<p>Контрольная работа №1 Билет № 1.1</p> <p>1.1. а) Рассчитайте коэффициент преобразования средства измерений, отображаемого представленной ниже схемой. б) Найдите погрешность измерений, обусловленную дрейфом нуля, если дрейф нуля на выходе каждого блока составляет 0,01 В.</p> <p>1.2. Средство измерений является динамическим элементом с амплитудно-фазовой характеристикой (приводится формула). Определить: а) постоянную времени, б) время установления, в) амплитудно-частотную характеристику, г) статический коэффициент преобразования, д) верхнюю граничную частоту.</p> <p>1.3. Оцените абсолютную погрешность измерений температуры в установившемся режиме, если термический анализ осуществляется при скорости нагрева 10 К/мин, а постоянная времени термической инерции используемого термометра сопротивления равна 2 с.</p> <p>1.4. В калориметре, работающем по модуляционному методу, удалось добиться реализации адиабатического режима. Найдите время запаздывания колебаний температуры по отношению к колебаниям подводимой тепловой мощности частотой 2,5 кГц.</p> <p>1.5. Какова чувствительность оптико-механического dilatометра Стрелкова, если диаметр валика с закрепленным на нем зеркалом равен 1 мм, а расстояние между зеркалом и шкалой – 2 м?</p>

КМ2	Контрольная работа по разделу 3	ОПК-1-31;ПК-1-31;ПК-1-У1	<p>Контрольная работа № 2 Билет № 2.1</p> <p>2.1. Насколько уменьшится относительная погрешность измерения коэффициента теплопроводности методом Кольрауша при замене вольтметра с относительной погрешностью 3 % на вольтметр с относительной погрешностью 1 %?</p> <p>2.2. При измерениях теплопроводности методом Ангстрема амплитуда колебаний температуры в двух точках образца, через который проходит температурная волна, отличается в 2 раза. Чему равен угол сдвига фаз между этими колебаниями?</p> <p>2.3. Во сколько раз различаются теплопроводности образца и эталона при использовании метода Стакса–Чесмара, если градиент температуры в образце в 2 раза больше?</p> <p>2.4. Оцените относительную погрешность определения удельного электрического сопротивления методом Ван-дер-Пау для плёночного образца круглой формы, если погрешность измерения напряжения равна 1 %, силы тока – 0,5 % и толщины – 2 %.</p> <p>2.5. Как следует изменить сопротивление противолежащего плеча одинарного моста для восстановления равновесия, если измеряемое сопротивление увеличилось на 50 %?</p>
КМ3	Контрольная работа по разделу 4	ОПК-1-31;ПК-1-31;ОПК-1-У1;ПК-1-У1	<p>Контрольная работа № 3 Билет №3.1</p> <p>3.1. Циркулярное магнитное поле у внешней поверхности ферромагнитного кольцевого образца равно 100 А/м, у внутренней поверхности – 120 А/м. Каково отношение толщины кольца к среднему радиусу?</p> <p>3.2. Какой максимальный крутящий момент может действовать на кантилевер с магнитным моментом зонда 3 А·м² в магнитном поле с индукцией 2 Тл?</p> <p>3.3. Какое количество теплоты выделилось в 1 м³ ферромагнетика при перемагничивании по эллиптической петле гистерезиса синусоидальным магнитным полем амплитудой 1 А/м, если вязкая проницаемость равна 10?</p> <p>3.4. При какой минимальной частоте будет наблюдаться размерный резонанс в ферромагнетике, если длина образца составляет 100 мм, а скорость звука равна 5 км/с?</p> <p>3.5. Оцените расстояние между ближайшими интерференционными линиями на интерференционном изображении микромагнитной структуры ферромагнитной пленки толщиной 500 нм, если индукция насыщения материала равна 0,5 Тл.</p>

КМ4	Тест для самоконтроля по курсу.	ОПК-1-31;ПК-1-31	<p>Тест для самоконтроля по дисциплине «ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»</p> <ol style="list-style-type: none"> Статическая характеристика прибора имеет вид прямой линии. Как цена деления этого прибора зависит от значения измеряемой величины? а – линейно, б – не зависит, в – прямо пропорционально. Многопредельный амперметр со 150 делениями на шкале переключили из предела измерений 0,75 А на предел 0,15 А. Как при этом изменилась чувствительность? а – не изменилась, б – уменьшилась, в – увеличилась. Для оценивания какой характеристики точности измерений используют измерения на стандартном образце? а – правильности, б – прецизионности, в – воспроизводимости. Как зависит от времени динамическая погрешность измерений при подаче на вход прибора (динамического элемента второго порядка) постоянного сигнала? а – уменьшается и меняет знак, б – возрастает до нуля, в – убывает до нуля. Каким образом осуществляют изопериболический режим? а – тепловой изоляцией калориметра, б – поддержанием постоянной разности температур между калориметром и оболочкой, в – термостатированием оболочки. Какую величину находят по результатам градуировки калориметра смешения? а – теплоёмкость калориметрического вещества, б – теплоёмкость калориметра, в – поправку на теплообмен в окружающую среду. Какой калориметрический метод реализован в проточном калориметре? а – компенсационный, б – метод смешения, в – измерения локальной разности температур. Какая величина непосредственно измеряется в калориметре теплового потока? а – локальная разность температур, б – тепловой поток, в – плотность теплового потока. В каких режимах может работать калориметр теплового потока? а – адиабатический, б – изотермический, в – изопериболический. В каких единицах измеряется чувствительность термобатарей? а – мм/В, б – В/К, в – К/мВ. Какой тепловой режим не может быть реализован в сканирующем калориметре? а – изопериболический, б – изотермический, в – адиабатический. В каких координатах строится первичная экспериментальная кривая в температурном сканирующем калориметре? а – температура–расстояние, б – температура–время, в – скорость нагрева – время. В каком режиме работает калориметр Сайкса? а – сканирующем адиабатическом, б – режиме сканирования оболочки, в – изопериболическом. По какому закону изменяется со временем температура образца при использовании модуляционного метода калориметрии? а – линейному, б – синусоидальному, в – экспоненциальному. Как увеличение массы образца влияет на угол сдвига фаз между колебаниями температуры образца и подводимой к нему мощности? а – увеличивает, б – уменьшает, в – влияет немонокотонно. Какое значение угла сдвига фаз между колебаниями температуры и мощности нагрева эквивалентно полной тепловой изоляции образца? а – 0, б – 45°, в – 90°. Как увеличение времени термической инерции образца сказывается на потоке тепла от образца к оболочке? а – уменьшает, б – увеличивает, в – не влияет на теплообмен. В каком тепловом режиме работает импульсный калориметр? а – изопериболическом, б – адиабатическом, в – сканирующем. Как изменится коэффициент преобразования ёмкостного датчика перемещения дилатометра при увеличении начальной ёмкости датчика?
-----	---------------------------------	------------------	--

		<p>а – увеличится, б – не изменится, в – уменьшится.</p> <p>20. Как изменится чувствительность dilatометра Шевенара при добавлении промежуточных зеркал? а – не изменится, б – увеличится, в – уменьшится.</p> <p>21. Какой величине пропорциональна плотность теплового потока согласно закону Фурье? а – градиенту температуры, б – разности температур, в – второй производной температуры по координате.</p> <p>22. Для каких материалов применим метод Кольрауша? а – металлических, б – металлических и полупроводниковых, в – полупроводников и диэлектриков.</p> <p>23. Какое из нижеуказанных определений правильно описывает метод Стакса–Чесмара? а – дифференциальный, б – метод продольного потока тепла, в – метод замещения.</p> <p>24. Чему равна температуропроводность материала, в котором амплитуда колебаний температуры с частотой 100 Гц падает в 2 раза на расстоянии 1 см? а – 660 см²/с, б – 210 см²/с, в – 105 см²/с.</p> <p>25. Сколько опытов проводят при использовании метода Ван-дер-Пау? а – 1, б – 2, в – 4.</p> <p>26. Какой из указанных ниже методов измерения не является нулевым? а – компенсационный, б – мостовой, в – дифференциальный.</p> <p>27. Каким должно быть отношение сопротивлений плеч одинарного моста для обеспечения минимальной погрешности измерений сопротивления? а – $R_1/R_2 = 0,5$; б – $R_1/R_2 = 1$; в – $R_1/R_2 = 2$.</p> <p>28. Как увеличение ЭДС источника питания сказывается на чувствительности моста? а – уменьшает, б – увеличивает, в – не влияет.</p> <p>29. Какой гальванометр следует выбирать для контроля условия равновесия моста? а – самый чувствительный, б – самый точный, в – с наименьшим сопротивлением.</p> <p>30. Какую величину изменяют для достижения условия компенсации? а – рабочий ток потенциометра, б – компенсационное сопротивление, в – компенсирующее сопротивление.</p> <p>31. Каково минимальное число измерений, необходимое для исключения влияния большинства паразитных термоЭДС на результат измерений ЭДС Холла? а – 2, б – 3, в – 4.</p> <p>32. При каком условии метод амперметра-вольтметра может быть использован для измерений малой ёмкости? а – $(\omega C) - 1 \gg R$, б – $(\omega C) - 1 \ll R$, в – $(\omega C) - 2 + R_2 \gg 0$.</p> <p>33. Каково наименьшее число регулируемых элементов должно быть включено в конструкцию одинарного моста переменного тока? а – 1, б – 2, в – 3.</p> <p>34. Мост переменного тока состоит из двух конденсаторов и двух резисторов. Какие два элемента из четырёх указанных обязательно должны быть регулируемы? а – два конденсатора, б – два резистора, в – резистор и конденсатор.</p> <p>35. Какое по направлению внешнее магнитное поле прикладывают при магнитных испытаниях кольцевых ферромагнитных образцов? а – циркулярное, б – аксиальное, в – в плоскости кольца.</p> <p>36. Какую исходную форму имеют заготовки, из которых делают витые кольцевые образцы? а – лист, б – лента, в – стержень.</p> <p>37. Какие намагничивающие устройства преимущественно используют при испытаниях магнитно-твёрдых материалов? а – соленоиды, б – электромагниты, в – катушки Гельмгольца.</p> <p>38. Какой вид имеет график зависимости напряжённости циркулярного магнитного поля от радиуса? а – гипербола, б – прямая линия, в – экспонента.</p> <p>39. Каково максимально возможное размагничивающее поле в</p>
--	--	---

		<p>ферромагнетике с индукцией насыщения 1 Тл? а – 800 кА/м, б – 126 кА/м, в – 79,6 кА/м.</p> <p>40. Чему равна относительная магнитная проницаемость тела в случае сферического образца из материала с проницаемостью 7? а – 2,33; б – 3; в – 7/4.</p> <p>41. Как постоянная веберметра и чувствительность связаны друг с другом? а – прямо пропорционально, б – обратно пропорционально, в – совпадают.</p> <p>42. Каково наименьшее число измерений для нахождения остаточной индукции индукционно-импульсным методом? а – 1, б – 2, в – 4.</p> <p>43. Как наличие воздушного зазора между образцом и измерительной обмоткой сказывается на измеренном значении магнитной индукции? а – повышает, б – понижает, в – не сказывается.</p> <p>44. Какое магнитное поле не влияет на ЭДС в измерительных катушках вибромагнитометра? а – постоянное (не зависящее от времени), б – постоянное однородное, в – внешнее.</p> <p>45. Из какого материала изготавливают сердечник феррозонда? а – из материала, свойства которого необходимо измерить, б – магнитно-мягкого, в – магнитно-твёрдого.</p> <p>46. Какие два магнитных поля прикладываются к сердечнику феррозонда? а – постоянное и переменное, б – взаимно перпендикулярные, в – переменные разной частоты.</p> <p>47. Как изменится коэффициент преобразования феррозонда при увеличении амплитуды возбуждающего поля в 2 раза? а – уменьшится в 4 раза, б – уменьшится в 2 раза, в – увеличится в 4 раза.</p> <p>48. В каких из указанных ниже магнитометров используется первичный магнитомеханический преобразователь? а – астатический, б – вибрационный, в – СКВИД.</p> <p>49. Какой магнитный параметр образца определяется магнитометрическим способом? а – намагничённость, б – магнитный момент, в – магнитная индукция.</p> <p>50. Какой метод измерения использован в астатическом магнитометре? а – магнитометрический, б – метод крутящих моментов, в – компенсационный.</p> <p>51. Какой преобразователь силы использован для получения выходного сигнала в весах Фарадея–Сексмита? а – оптико-механический, б – поляризационно-оптический, в – упруго деформируемое кольцо.</p> <p>52. Какую величину определяют методом Гуи? а – намагничённость, б – магнитную восприимчивость, в – магнитный момент.</p> <p>53. Для какого из силовметрических методов измерений нельзя использовать образец в форме шара? а – метод Фарадея, б – метод Фарадея–Сексмита, в – метод Гуи.</p> <p>54. Точность определения какой величины будет, как правило, выше при использовании метода Фарадея? а – намагничённости, б – удельной намагничённости, в – магнитной восприимчивости.</p> <p>55. Вращение какого объекта создаёт крутящий механический момент в крутильном магнитометре? а – образца, б – подвижного магнита, в – скручиваемого подвеса.</p> <p>56. Какая магнитная величина определяется по величине крутящего момента в крутильных весах? а – намагничённость, б – удельная намагничённость, в – магнитный момент.</p> <p>57. В каких веществах наблюдается эффект Фарадея? а – в прозрачных ферромагнетиках, б – в прозрачных магнетиках, в – в тонких слоях любого вещества под действием магнитного поля.</p> <p>58. Как ориентируют внешнее магнитное поле относительно луча света для наблюдения эффекта Фарадея?</p>
--	--	--

			<p>а – параллельно, б – перпендикулярно, в – вдоль плоскости поляризации.</p> <p>59. Какой эффект Керра возникает при отражении света от образца, намагниченность которого располагается в плоскости падения перпендикулярно к поверхности? а – меридиональный, б – экваториальный, в – полярный.</p> <p>60. Какой вид резонанса описывается как избирательное поглощение энергии электромагнитного поля? а – ферромагнитный, б – ядерный магнитный, в – магнитный.</p> <p>61. Какие величины могут быть измерены с помощью ядерного магнитного резонанса? а – константа магнитной анизотропии, б – напряжённость внешнего магнитного поля, в – намагниченность насыщения.</p> <p>62. Какая составляющая комплексной магнитной восприимчивости ферромагнетика пропорциональна потерям энергии? а – упругая, б – вязкая, в – амплитудная.</p> <p>63. Какое внешнее статическое поле прикладывают при наблюдении естественного ферромагнитного резонанса? а – больше поля насыщения, б – меньше поля насыщения, в – равное нулю.</p> <p>64. Что отличает резонансный магнитный спектр от релаксационного? а – наличие максимума вязкой составляющей проницаемости, б – минимум потерь энергии при резонансной частоте, в – максимум упругой составляющей проницаемости.</p> <p>65. Сколько гармоник содержится в спектре напряжения в измерительной обмотке образца при поддержании режима синусоидального изменения индукции? а – 1, б – 2, в – 3.</p> <p>66. Какую форму имеет петля гистерезиса при перемагничивании ферромагнетика малым синусоидальным полем? а – прямоугольную, б – линейную, в – эллиптическую.</p> <p>67. Чему равен тангенс угла потерь, если упругая проницаемость равна 25, а вязкая проницаемость – 100? а – 0,25; б – 4; в – (–0,25).</p> <p>68. График какой зависимости называется динамической кривой намагничивания? а – $V(H)$, б – $V_m(H_m)$, в – $I(H)$.</p> <p>69. Каким методом можно определить координаты одной точки петли гистерезиса без снятия всей петли? а – осциллографическим, б – методом феррометра, в – стробоскопическим.</p> <p>70. Какую проницаемость находят по индуктивности, измеренной мостовым методом? а – упругую, б – вязкую, в – амплитудную.</p> <p>71. Как влияет внешнее магнитное поле на значение намагниченности при температуре Кюри? а – уменьшает, б – увеличивает, в – не влияет.</p> <p>72. В каких координатах строится график Аррота–Белова? а – $(H/\sigma_2) - (\sigma_2)$, б – $(H/\sigma) - (\sigma)$, в – $(H/\sigma) - (\sigma_2)$.</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	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-1-31;ОПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Изучение обратимых и необратимых фазовых превращений методом дифференциального термического анализа
P2	Практическое занятие 2	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Определение теплоемкости с помощью калориметрических измерений по методу смешения
P3	Практическое занятие 3	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью индуктивного dilatометра
P4	Практическое занятие 4	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Определение температуропроводности методом импульсного нагрева

P5	Практическое занятие 5	ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1	Измерение электрического сопротивления с помощью двойного моста постоянного тока
P6	Практическое занятие 6	ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств
P7	Практическое занятие 7	ОПК-1-В1;ОПК-1-У1	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграф
P8	Практическое занятие 8	ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра
P9	Практическое занятие 9	ПК-1-У1;ПК-1-В1	Определение параметров динамической петли гистерезиса осциллографическим методом

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

По данной дисциплине экзамен не предусмотрен.

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

По дисциплине предусмотрен зачёт с оценкой.

Оценка получается как среднее арифметическое значение оценок за три написанные контрольные работы.

Обязательным условием является написание каждой из трёх контрольных работ на оценку не менее 3

("удовлетворительно").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каньгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л1.2	Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	Физические методы исследования. Магнитные свойства: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Перминов А. С., Введенский В. Ю., Шуваева Е. А., Могильников П. С.	Физические свойства твердых тел (N 3509): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Кунце Х.-И. Методы физических измерений. - М.: Мир, 1989. / URL: https://obuchalka.org/2013091773542/metodi-fizicheskikh-izmerenii-kunce-h-i-1989.html	https://obuchalka.org/2013091773542/metodi-fizicheskikh-izmerenii-kunce-h-i-1989.html		
----	--	---	--	--

Э2	Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 157 с. / URL: https://techlibrary.ru/b/2o1u1r1a1c1m1f1c_2t.2k.,_3c1j1m1a1t1p1c_2j.2q._3c1j1i1j1y1f1s1l1j1f_1n1f1t1p1e2c_1j1s1s1m1f1e1p1c1a1o1j2g_1n1f1t1a1m1m1p1c_1j_1s1q1m1a1c1p1c_2004.pdf	https://techlibrary.ru/b/2o1u1r1a1c1m1f1c_2t.2k.,_3c1j1m1a1t1p1c_2j.2q._3c1j1i1j1y1f1s1l1j1f_1n1f1t1p1e2c_1j1s1s1m1f1e1p1c1a1o1j2g_1n1f1t1a1m1m1p1c_1j_1s1q1m1a1c1p1c_2004.pdf
----	--	---

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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-416	Учебный комплекс по структурной диагностике и материаловедческой экспертизе неорганических материалов методами оптической микроскопии:	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, комплект учебной мебели
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
Б-429	Учебный комплекс по исследованию физических свойства и экспертизе материалов с особыми физическими свойствами:	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

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа организуется с помощью презентации в формате MS PowerPoint и электронных версий учебных пособий из библиотеки НИТУ "МИСиС". К лабораторным работам студентам выдаются вопросы для самопроверки, а также примеры вопросов индивидуального опроса студентов во время лабораторных занятий и трех письменных контрольных работ.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория Б-416, при численности менее 14 человек - Б-429.