

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 30.08.2023 16:32:13

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)

Физические методы исследования материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра физического материаловедения

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Биомедицинские наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

74

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лабораторные	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 Вадим Юрьевич

Рабочая программа

Физические методы исследования материалов

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 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-8.plx Биомедицинские наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСиС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Биомедицинские наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСиС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра физического материаловедения

Протокол от 11.04.2022 г., №8-04

Руководитель подразделения А.Г. Савченко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать компетенции, предусмотренные учебным планом, по применению физических методов исследования материалов и процессов.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Биоорганическая химия	
2.1.2	Биофизика. Часть 2. Молекулярная биофизика	
2.1.3	Дифракционные и микроскопические методы	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Органические наноматериалы	
2.1.6	Основы физической и коллоидной химии	
2.1.7	Производственная практика	
2.1.8	Биофизика. Часть 1. Биофизика биологических процессов	
2.1.9	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.10	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.11	Метрология и испытания функциональных материалов	
2.1.12	Основы органической химии	
2.1.13	Основы химии высокомолекулярных соединений	
2.1.14	Теория фаз и фазовых превращений	
2.1.15	Учебная практика	
2.1.16	Физические свойства наноматериалов	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения
Знать:
ПК-4-31 принципы определения совокупности физических методов для решения задач комплексных исследований и разработки функциональных материалов
ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения
Знать:
ПК-3-31 критерии выбора материалов и технологических процессов, использующих физические методы исследования
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Знать:
ОПК-4-31 способы использования физических методов исследования материалов для решения задач в области материаловедения
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 физические явления, используемые в методах исследования материалов;
ОПК-1-32 физические свойства материалов и влияющие на них факторы;
ОПК-1-33 терминологию в области метрологии, относящуюся к методам измерений, испытаний и исследований материалов.

ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У3 применять полученную информацию для обоснованного выбора метода физического метода исследования
ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения
Уметь:
ПК-4-У1 планировать комплексные исследования и разработку функциональных материалов с учётом особенностей применяемых физических методов исследований
ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения
Уметь:
ПК-3-У1 выбирать материалы и технологические процессы при разработке технологии производства функциональных материалов (в том числе наноматериалов) на основе анализа результатов физических методов исследований
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У2 осуществлять расчет характеристик материалов и параметров процессов по первичным экспериментальным данным
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У3 использовать физические методы исследования для изучения свойств функциональных материалов и происходящих в них фазовых и структурных превращений;
ОПК-1-У2 сравнивать различные физические методы исследования между собой;
ОПК-1-У1 описывать физические методы исследования, лежащие в их основе физические явления, физические свойства, принцип, процедуру, метрологические характеристики;
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Уметь:
ОПК-4-У1 описывать соответствие между экспериментальными результатами, полученными разными физическими методами исследования
Владеть:
ОПК-4-В1 опытом обработки и анализа экспериментальных результатов физических методов исследования
ПК-4: Способен осуществлять комплексные исследования и обосновывать рациональный выбор материалов и оборудования при разработке технологии производства наноструктурированных лекарственных средств различного назначения
Владеть:
ПК-4-В1 опытом планирования комплексного исследования функционального материала
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 навыком использования данных фундаментальных наук в области физических методов исследования;
ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
Владеть:
ОПК-4-В2 опытом формулирования выводов и рекомендаций на основе результатов физических методов исследования материалов
ПК-3: Способен планировать экспериментальные исследования и разработку наноструктурированных лекарственных средств различного назначения

Владеть:

ПК-3-В1 опытом использования физического метода исследования функционального материала для рационального выбора материала и технологического процесса

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. Классификация и описание физических методов исследования материалов							
1.1	Классификация физических методов исследования функциональных материалов. Описание методов измерений и испытаний. /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			Р1
1.2	Классификация физических методов исследования функциональных материалов. Описание методов измерений и испытаний. /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
	Раздел 2. Тепловые методы исследования							
2.1	Термический анализ /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2 Э3			Р2
2.2	Термический анализ /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2 Э3			
2.3	Изучение обратимых и необратимых фазовых превращений методом дифференциального термического анализа /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э2			Р3

2.4	Изучение обратимых и необратимых фазовых превращений методом дифференциального термического анализа /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.5	Классификация калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4 Э9			Р4
2.6	Классификация калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4 Э9			
2.7	Метод смешения. Метод измерения локальной разности температур. Проточные калориметры. Калориметры теплового потока. /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			Р5
2.8	Метод смешения. Метод измерения локальной разности температур. Проточные калориметры. Калориметры теплового потока. /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			
2.9	Определение теплоемкости с помощью калориметрических измерений по методу смешения /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			Р6

2.10	Определение теплоемкости с помощью калориметрических измерений по методу смешения /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			
2.11	Сканирующая калориметрия /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			Р7
2.12	Сканирующая калориметрия /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4			
2.13	Модуляционная и импульсная калориметрия /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4 Э9			Р8
2.14	Модуляционная и импульсная калориметрия /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э4 Э9			
2.15	Дилатометрия /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2 Э9			Р9
2.16	Дилатометрия /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2 Э9			

2.17	Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью оптико-механического дилатометра /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			P10
2.18	Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью оптико-механического дилатометра /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э2			
2.19	Методы измерения теплопроводности /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-У3 ПК-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			P11
2.20	Методы измерения теплопроводности /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9			
2.21	Определение температуропроводности методом импульсного нагрева. Контрольная работа 1 /Лаб/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У3 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э8		КМ1	P12
2.22	Определение температуропроводности методом импульсного нагрева /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1Л2.1Л3. 1 Э8			
	Раздел 3. Методы исследования электрических свойств							

3.1	Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-У3 ПК -3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			P13
3.2	Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра–вольтметра. /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК- 3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			
3.3	Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-У3 ПК -3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			P14
3.4	Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК- 3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			
3.5	Измерение электрического сопротивления с помощью двойного моста постоянного тока /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-У3 ПК -3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			P15
3.6	Измерение электрического сопротивления с помощью двойного моста постоянного тока /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК- 3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			

3.7	Измерение электрических свойств на переменном токе. Контрольная работа 2 /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18		КМ2	Р16
3.8	Измерение электрических свойств на переменном токе. /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э10 Э18			
	Раздел 4. Магнитные методы исследования							
4.1	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений. /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э17 Э18			Р17
4.2	Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений. /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э17 Э18			
4.3	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств /Лаб/	3	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э11			Р18
4.4	Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств /Ср/	3	4	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э11			

4.5	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э11 Э18			P19
4.6	Измерение статических магнитных параметров магнитного материала с помощью гистерезисграфа /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э11 Э18			
4.7	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э18			P20
4.8	Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э18			
4.9	Магнитомеханические методы /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э18			P21
4.10	Магнитомеханические методы /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2 Э18			

4.11	Магнитооптические и магниторезонансные методы /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э19			P22
4.12	Магнитооптические и магниторезонансные методы /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э19			
4.13	Измерение динамических магнитных свойств /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э12 Э13 Э14 Э15 Э16 Э18			P23
4.14	Измерение динамических магнитных свойств /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э12 Э13 Э14 Э15 Э16 Э18			
4.15	Определение параметров динамической петли гистерезиса осциллографическим методом /Лаб/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э18			P24
4.16	Определение параметров динамической петли гистерезиса осциллографическим методом /Ср/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э18			

4.17	Термомагнитный анализ /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2			P25
4.18	Термомагнитный анализ /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э2			
4.19	Исследование доменной структуры ферромагнетиков /Пр/	3	1	ОПК-1-31 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У2 ОПК-4-В1 ОПК-4-В2 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э20		КМ3	P26
4.20	Исследование доменной структуры ферромагнетиков /Ср/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-4-31 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э20			

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 1	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3	<p>1. 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.</p> <p>2. 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.</p> <p>3. Для оценивания какой характеристики точности измерений используют измерения на стандартном образце? а – правильности, б – прецизионности, в – воспроизводимости.</p> <p>4. 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.</p>

		<p>5. Каким образом осуществляют изопериболический режим? а – тепловой изоляцией калориметра, б – поддержанием постоянной разности температур между калориметром и оболочкой, в – термостатированием оболочки.</p> <p>6. Какую величину находят по результатам градуировки калориметра смешения? а – теплоёмкость калориметрического вещества, б – теплоёмкость калориметра, в – поправку на теплообмен в окружающую среду.</p> <p>7. Какой калориметрический метод реализован в проточном калориметре? а – компенсационный, б – метод смешения, в – измерения локальной разности температур.</p> <p>8. Какая величина непосредственно измеряется в калориметре теплового потока? а – локальная разность температур, б – тепловой поток, в – плотность теплового потока.</p> <p>9. В каких режимах может работать калориметр теплового потока? а – адиабатический, б – изотермический, в – изопериболический.</p> <p>10. В каких единицах измеряется чувствительность термобатарей? а – мм/В, б – В/К, в – К/мВ.</p> <p>11. Какой тепловой режим не может быть реализован в сканирующем калориметре? а – изопериболический, б – изотермический, в – адиабатический.</p> <p>12. В каких координатах строится первичная экспериментальная кривая в температурном сканирующем калориметре? а – температура–расстояние, б – температура–время, в – скорость нагрева – время.</p> <p>13. В каком режиме работает калориметр Сайкса? а – сканирующем адиабатическом, б – режиме сканирования оболочки, в – изопериболическом.</p> <p>14. По какому закону изменяется со временем температура образца при использовании модуляционного метода калориметрии? а – линейному, б – синусоидальному, в – экспоненциальному.</p> <p>15. Как увеличение массы образца влияет на угол сдвига фаз между колебаниями температуры образца и подводимой к нему мощности? а – увеличивает, б – уменьшает, в – влияет немонокотнно.</p> <p>16. Какое значение угла сдвига фаз между колебаниями температуры и мощности нагрева эквивалентно полной тепловой изоляции образца? а – 0, б – 45о, в – 90о.</p> <p>17. Как увеличение времени термической инерции образца сказывается на потоке тепла от образца к оболочке? а – уменьшает, б – увеличивает, в – не влияет на теплообмен.</p> <p>18. В каком тепловом режиме работает импульсный калориметр? а – изопериболическом, б – адиабатическом, в – сканирующем.</p> <p>19. Как изменится коэффициент преобразования ёмкостного датчика перемещения дилатометра при увеличении начальной ёмкости датчика? а – увеличится, б – не изменится, в – уменьшится.</p> <p>20. Как изменится чувствительность дилатометра 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?</p>
--	--	--

			а – 660 см ² /с, б – 210 см ² /с, в – 105 см ² /с.
КМ2	Контрольная работа 2	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3	<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 – $R1/R2 = 0,5$; б – $R1/R2 = 1$; в – $R1/R2 = 2$.</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 – $(\omega C)-2 + R2 \gg 0$.</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>

КМЗ	Контрольная работа 3	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	<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 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 – намагниченность, 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 – намагниченность, 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 – намагниченности, б – удельной намагниченности, в –</p>
-----	----------------------	--	--

			<p>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 – намагниченность, б – удельная намагниченность, 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? 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 – $B(H)$, б – $B_m(H_m)$, 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?</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	<p>ПР 1 Классификация физических методов исследования функциональных материалов. Описание методов измерений и испытаний</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31</p>	<p>Классификация физических методов исследования по воздействию и отклику (используемому физическому явлению). Тепловые, электрические и магнитные методы исследований. Измерения и испытания в статическом и динамическом режиме</p>
P2	<p>ПР 2 Термический анализ</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31</p>	<p>Описание простого, дифференциального и деривативного термического анализа превращений и процессов, происходящих с поглощением или выделением теплоты. Использование уравнения теплового баланса для описания кривой термического анализа</p>
P3	<p>ЛР 1 Изучение обратимых и необратимых фазовых превращений методом дифференциального термического анализа</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31</p>	<p>Применение дифференциального термического анализа для исследования фазовых превращений разного характера. Изучение методики обработки термограмм</p>
P4	<p>ПР 3 Классификация калориметрических измерений по способу ввода тепла и способу получения измерительного сигнала. Режимы калориметрических измерений</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31</p>	<p>Калориметрические методы смешения, периодического и импульсного нагрева, протка тепла. Адиабатический, изотермический, изопериболический режимы измерений</p>
P5	<p>ПР 4 Метод смешения. Метод измерения локальной разности температур. Проточные калориметры. Калориметры теплового потока</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31</p>	<p>Процедура измерений и первичные экспериментальные данные в калориметрах смешения (дроп-калориметрах), проточных калориметрах, калориметрах теплового потока</p>
P6	<p>ЛР 2 Определение теплоемкости с помощью калориметрических измерений по методу смешения</p>	<p>ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1</p>	<p>Первичная кривая калориметрического опыта смешения. Разделение на начальный, главный и конечный периоды опыта. Обработка данных для определения постоянной времени калориметра и конвергенционной температуры. Расчёт поправки на теплообмен с окружающей средой и определение теплоёмкости</p>
P7	<p>ПР 5 Сканирующая калориметрия</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ПК-3-31;ПК-4-31</p>	<p>Режимы сканирования калориметров. Дифференциальные температурные и мощностные сканирующие калориметры</p>
P8	<p>ПР 6 Модуляционная и импульсная калориметрия</p>	<p>ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31</p>	<p>Метод периодического нагрева. Импедансный метод. Импульсный режим работы калориметра. Шлейфовый (светолучевой) осциллограф</p>

P9	ПР 7 Дилатометрия	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ПК-3-31;ПК-4-31	Классификация дилатометрических методов измерений. Расчёт чувствительности оптико-механического дилатометра. Использование ёмкостных и индуктивных преобразователей перемещения в дилатометрах
P10	ЛР 3 Определение температурного коэффициента линейного расширения с помощью оптико-механического дилатометра	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	Дилатометрическая кривая нагрева углеродистой стали. Изменения температурного коэффициента линейного расширения при магнитном и эвтектоидном превращении углеродистой стали. Определение дилатометрического эффекта (относительного изменения объёма) при эвтектоидном превращении
P11	ПР 8 Методы измерения теплопроводности	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-32;ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Классификация методов измерения коэффициента теплопроводности. Методы продольного и радиального потока тепла. Способы поддержания постоянного теплового потока и снижения паразитных потерь на теплообмен с окружающей средой. Метод горячей нити. Импульсный метод определения теплопроводности
P12	ЛР 4 Определение температуропроводности методом импульсного нагрева	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31	Уравнение теплопроводности для описания метода лазерной вспышки и расчёт температуропроводности по первичной кривой изменения температуры со временем
P13	ПР 9 Методы измерения удельного электрического сопротивления. Метод амперметра-вольтметра	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1	Статические измерения электрического сопротивления. Метод амперметра-вольтметра. Метод Ван-дер-Пау. Резистивный анализ
P14	ПР 10 Мостовой и потенциометрический метод измерения сопротивления	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-1-33;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31	Измерительный мост постоянного тока - одинарный (Уитстона) и двойной (Томсона). Условие равновесия. Использование потенциометра для измерения электрического сопротивления компенсационным методом.
P15	ЛР 5 Измерение электрического сопротивления с помощью двойного моста постоянного тока	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1	Изучения влияния термической обработки на электрическое сопротивление материала с помощью двойного моста Томсона

P16	ПР 11 Измерение электрических свойств на переменном токе	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-У1	Определение активного электрического сопротивления, индуктивности и ёмкости с помощью мостов переменного тока. Примеры использования измерения электрических параметров для определения неэлектрических физических свойств
P17	ПР 12 Классификация методов магнитных измерений. Измерения в замкнутой и разомкнутой магнитной цепи. Индукционные методы измерений	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-3-31	Классификация магнитных методов измерений по измеряемой величине и первичному измерительному преобразователю. Способы создания магнитного поля. Учет размагничивающего фактора при измерениях. Индукционные методы измерений петли гистерезиса и кривой намагничивания
P18	ЛР 6 Подготовка витого кольцевого образца из аморфной ленты для измерений магнитных свойств	ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-4-31	Методика приготовления витого кольцевого образца из ленты магнитомягкого материала.
P19	ЛР 7 Измерение статических магнитных параметров материала с помощью гистерезисграфа	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-У1	Определение координат точек петли гистерезиса и кривой намагничивания магнитного материала на гистерезисграфе в квазистатическом режиме перемагничивания
P20	ЛР 8 Определение удельной намагниченности ферромагнетика методом вибрационного магнитометра	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-33;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-4-31;ПК-3-У1	Определение удельной намагниченности ферромагнетика на вибромагнитометре
P21	ПР 13 Магнитомеханические методы	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-3-31	Измерения магнитного момента образца по силе взаимодействия с другим намагниченным телом или крутящему моменту, возникающему в магнитном поле. Определение константы магнитной анизотропии по кривой крутящего момента. Кантилеверная магнитометрия
P22	ПР 14 Магнитооптические и магниторезонансные методы	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1;ПК-3-31	Применение магнитооптических эффектов Фарадея и Керра для магнитных измерений ферромагнитных материалов. Ядерный магнитный резонанс. Ферромагнитный резонанс для определения константы магнитной анизотропии.

P23	ПР 15 Измерение динамических магнитных свойств	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31	Определение составляющих комплексной магнитной проницаемости в переменном магнитном поле. Динамические режимы перемагничивания. Определение потерь на перемагничивание
P24	ЛР 9 Определение параметров динамической петли гистерезиса осциллографическим методом	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-31	Определение упругой и вязкой составляющих проницаемости по эллиптической петле гистерезиса осциллографическим методом
P25	ПР 16 Термомагнитный анализ	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-3-У1;ПК-4-31	Термомагнитная кривая. Определение температуры Кюри. Закон аддитивности намагниченности и его использование для оценки количества магнитных фаз в гетерогенном материале
P26	ПР 17 Исследование доменной структуры ферромагнетиков	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-У2;ОПК-4-У3;ОПК-4-В1;ОПК-4-В2;ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-31;ПК-3-31	Изучение доменной структуры ферромагнетиков порошковым методом, с помощью магнитооптического эффекта Керра, методом Лоренцевой электронной микроскопии и методом магнитосилового микроскопии

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	Каныгина 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
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Перминов А. С., Введенский В. Ю., Шуваева Е. А., Могильников П. С.	Физические свойства твёрдых 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	Сергеев А.Г. Метрология: учебник. - М.: Логос, 2005. Электронный ресурс. Режим доступа: http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.html		http://booktech.ru/books/metrologiya/2328-metrologiya-2005-ag-sergeev.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. Электронный ресурс. Режим доступа: https://techlibrary.ru/b/201u1r1a1c1m1f1c_2t.2k.,_3c1j1m1a1t1p1c_2j.2q._3c1j1i1j1y1f1s1l1j1f_1n1f1t1p1e2c_1j1s1s1m1f1e1p1c1a1o1j2g_1n1f1t1a1m1m1p1c_1j_1s1q1m1a1c1p1c._2004.pdf		https://techlibrary.ru/b/201u1r1a1c1m1f1c_2t.2k.,_3c1j1m1a1t1p1c_2j.2q._3c1j1i1j1y1f1s1l1j1f_1n1f1t1p1e2c_1j1s1s1m1f1e1p1c1a1o1j2g_1n1f1t1a1m1m1p1c_1j_1s1q1m1a1c1p1c._2004.pdf	
Э3	Кунце Х.-И. Методы физических измерений: пер. с нем. - М.: Мир, 1989. Электронный ресурс. Режим доступа: http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html		http://booktech.ru/books/metrologiya/2468-metody-fizicheskikh-izmereniy-1989-hi-kunce.html	
Э4	Хеммингер В., Хёне Г. Калориметрия. Теория и практика. - М.: Химия, 1990. - 176 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://avidreaders.ru/download/kalorimetriya-teoriya-i-praktika.html?f=djvu		https://avidreaders.ru/download/kalorimetriya-teoriya-i-praktika.html?f=djvu	
Э5	Измерение коэффициента теплопроводности методом стационарного теплового потока. Составители: Дорохин М.В., Здоровейщев А.В., Кузнецов Ю.М. Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 45 с. Режим доступа: http://www.lib.unn.ru/students/src/ИКТ.pdf		http://www.lib.unn.ru/students/src/ИКТ.pdf	
Э6	Исследование теплопроводности твёрдых тел стационарным методом плоского слоя: Лаб. работа / Сост. В.И. Ляшков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 8 с. Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/093/38093/files/tstu2005-142.pdf		http://window.edu.ru/resource/093/38093/files/tstu2005-142.pdf	
Э7	Теплопроводность материалов: учебное пособие / А.Г. Коротких; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 97 с. Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STZIBULSKY/academic/Tab2/Teploprovodnost_mat.pdf		https://portal.tpu.ru/SHARED/s/STZIBULSKY/academic/Tab2/Teploprovodnost_mat.pdf	

Э8	Измерение теплофизических свойств теплоизоляционных материалов методом плоского «мгновенного» источника теплоты : монография / А. В. Гуров, С. В. Пономарев ; под науч. ред. С. В. Пономарева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 100 с. Режим доступа: https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/gurov-1.pdf	https://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2013/gurov-1.pdf
Э9	Походун А.И., Шарков А.В. Экспериментальные методы исследований. Измерения теплофизических величин. Учебное пособие. СПб: СПб ГУ ИТМО, 2006. - 87 с. Режим доступа: https://thermophysics.ru/pdf_doc/109.pdf	https://thermophysics.ru/pdf_doc/109.pdf
Э10	Шерченков А.А., Штерн Ю.И. Материалы электронной техники: Лабораторный практикум. Часть 3. - М.: МИЭТ, 2004. - 86 с. Режим доступа: http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/normal1/00wqvcr38v3u3/SHERSHENKOV.pdf	http://emirs.miet.ru/oroks-miet/upload/normal1/00wqvcr38v3u3/SHERSHENKOV.pdf
Э11	ГОСТ 8.377-80 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Материалы магнитомягкие. Методики выполнения измерений при определении статических магнитных характеристик Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200014136	http://docs.cntd.ru/document/1200014136
Э12	ГОСТ 12119.0-98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Общие требования. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200004949	http://docs.cntd.ru/document/1200004949
Э13	ГОСТ 12119.2-98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения магнитной индукции в пермеамetre. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200004947	http://docs.cntd.ru/document/1200004947
Э14	ГОСТ 12119.4-98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения удельных магнитных потерь и действующего значения напряженности магнитного поля. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200004946	http://docs.cntd.ru/document/1200004946
Э15	ГОСТ 12119.5-98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения амплитуд магнитной индукции и напряженности магнитного поля. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200004945	http://docs.cntd.ru/document/1200004945
Э16	ГОСТ 12119.6-98 Сталь электротехническая. Методы определения магнитных и электрических свойств. Метод измерения относительной магнитной проницаемости и удельных магнитных потерь мостом переменного тока. Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200004944	http://docs.cntd.ru/document/1200004944
Э17	Матюк В.Ф., Осипов А.А. Измерение магнитных характеристик магнитомягких материалов и изделий при квазистатическом перемагничивании. // Неразрушающий контроль и диагностика. - 2011, № 4. - С. 3-34. Режим доступа: http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf	http://science.by/upload/iblock/a16/a16b0ff873b70e09bf587761e1034d47.pdf

Э18	Катаев В.А. Методы измерений электрических и магнитных свойств функциональных материалов : учебное пособие. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2010. — 264 с. Режим доступа: http://elar.urfu.ru/handle/10995/40080	http://elar.urfu.ru/handle/10995/40080
Э19	Шалыгина Е.Е., Зубов В.Е., Шапаева Т.Б. Задача. Линейные магнитооптические эффекты в ферромагнетиках в отраженном свете. Спецпрактикум кафедры магнетизма. - М.: МГУ, 2016. - 23 с. Режим доступа: http://magn.phys.msu.ru/Rus/praki/kerr.pdf	http://magn.phys.msu.ru/Rus/praki/kerr.pdf
Э20	Зайкова В.А., Старцева И.Е., Филиппов Б.Н. Доменная структура и магнитные свойства электротехнических сталей: монография. - М.: Наука, 1992. - 272 с. Режим доступа: http://www.imp.uran.ru/sites/default/files/mono/files/domennaya_struktura_i_magnitnye_svoystva_elektrotehnicheskikh_staley2.pdf	http://www.imp.uran.ru/sites/default/files/mono/files/domennaya_struktura_i_magnitnye_svoystva_elektrotehnicheskikh_staley2.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

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
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	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
Б-416	Учебная аудитория	проектор; экран; маркерная доска; компьютер преподавателя; микроскоп Carl Zeiss Axio Scope A1, компьютерный класс на 12 компьютеров, 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.