

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 12.10.2023 12:49:17

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)

# Магнитные измерения

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

**Инженер-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 8

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

59

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	59	59	59	59
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*дфмн, Зав. каф., Костишин Владимир Григорьевич; ктн, Доцент, Тимофеев Андрей Владимирович*

Рабочая программа

**Магнитные измерения**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-23\_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Костишин В.Г.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цели дисциплины «Магнитные измерения» (профессиональные и образовательные)
1.2	- познакомить с основными методиками измерения, метрологическими характеристиками и способами применения магнитоизмерительных систем для получения информации о свойствах магнитотвердых и магнитомягких материалов в статических магнитных полях;
1.3	- выработать практические навыки работы с магнитоизмерительными системами;
1.4	- подготовить обучающихся к прохождению учебной и производственной практик, выполнению научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.
1.5	Данная дисциплина позволяет студентам сориентироваться в учебном процессе, четко представить дальнейшие перспективы освоения ими различных направлений отраслей промышленной электроники.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.11
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Дефекты в оптоэлектронных полупроводниковых приборах на широкозонных материалах	
2.1.2	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.1.3	Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники	
2.1.4	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.1.5	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.1.6	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.1.7	Полевые полупроводниковые приборы	
2.1.8	Полупроводниковая наноэлектроника	
2.1.9	Приемники оптического излучения	
2.1.10	Физика импульсного отжига	
2.1.11	Физико-математические модели процессов наноэлектроники	
2.1.12	Физические основы электроники	
2.1.13	Функциональная наноэлектроника	
2.1.14	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.1.15	Инженерная математика	
2.1.16	Квантовая и оптическая электроника	
2.1.17	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.1.18	Технология материалов электронной техники	
2.1.19	Физика диэлектриков	
2.1.20	Физика конденсированного состояния	
2.1.21	Физика магнитных явлений	
2.1.22	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
2.1.23	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.24	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.25	Статистическая физика	
2.1.26	Физические свойства кристаллов	
2.1.27	Электроника	
2.1.28	Основы квантовой механики	
2.1.29	Практическая кристаллография	
2.1.30	Физика	
2.1.31	Физическая химия	
2.1.32	Математика	
2.1.33	Органическая химия	
2.1.34	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Методы математического моделирования	
2.2.2	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.3	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	
2.2.4	Оформление результатов научной деятельности	

2.2.5	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.6	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.7	Физика наноструктур
2.2.8	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.9	Высоковакуумное оборудование в наноэлектронике
2.2.10	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.11	Мессбаэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.12	Микросхемотехника
2.2.13	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.14	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.15	Планирование научной деятельности
2.2.16	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.17	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.18	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.19	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.20	Программирование микроконтроллеров
2.2.21	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.22	Технология наногетероструктур
2.2.23	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.24	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.25	Проектирование и технология электронной компонентной базы
2.2.26	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.27	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.28	Физика и техника магнитной записи
2.2.29	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.30	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений A <sub>2</sub> B <sub>6</sub>
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.32	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**Знать:**

ОПК-1-33 Методы измерения основных параметров тонких магнитных пленок; промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений.

ОПК-1-32 Общие методы исследования ферромагнитных материалов; методы измерения магнитной анизотропии; основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах; методы измерения магнитной проницаемости, магнитной восприимчивости, коэрцитивной силы и магнитострикции;

ОПК-1-31 Основные магнитные характеристики вещества в постоянном магнитном поле; методы получения магнитного поля; методы измерения напряженности магнитного поля, индукции магнитного поля и магнитного потока; методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях;

**ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники**

**Уметь:**

ПК-5-У1 Понимать природу основных характеристик магнитного материала; обосновывать применение материала для создания конкретного типа прибора магнитоэлектроники

**ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники**

**Уметь:**

ПК-4-У1 Использовать полученные знания для прогнозирования и оценки свойств магнитных материалов, их кристаллической и магнитной структуры, состава и применять эти знания для обоснованного выбора магнитного материала с заданным комплексом функциональных свойств;

**ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности**

**Уметь:**

ОПК-1-У3 Ставить задачу исследования магнитных характеристик ферромагнитных материалов, строить алгоритм ее выполнения и практически выполнять измерительные операции; оценивать достоверность полученных результатов;
ОПК-1-У2 Использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники.
ОПК-1-У1 Осуществлять выбор тех или иных методов исследований (измерений, испытаний) для получения информации о магнитных свойствах (характеристиках, надежности) магнитных материалов и компонентов магнитоэлектроники;
<b>ПК-5: Способность проводить анализ и выбор перспективных технологических процессов при производстве изделий микроэлектроники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В2 Теоретическими знаниями и практическими навыками выполнения исследования в области физики магнитных явлений в составе малых исследовательских групп (решение задач, предлагаемых в лабораторных работах)
ПК-5-В1 Владеть навыками коммуникации в научной сфере деятельности
<b>ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыком самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях; решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
ОПК-1-В2 Выполнения расчетов некоторых магнитных характеристик образцов в зависимости от их химического состава, кристаллической структуры, геометрических параметров (толщины) и формы;
ОПК-1-В3 Подготовки образцов магнитных материалов для проведения измерений (испытаний); проведения измерений (испытаний) образцов магнитных материалов;

#### 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. Основные магнитные характеристики вещества в постоянном поле. Методы получения магнитного поля.</b>							
1.1	Основные магнитные характеристики вещества в постоянном поле. Методы получения магнитного поля. Выдача тем рефератов. /Лек/	8	6	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.2	Расчет напряженности (индукции) магнитного поля для разных источников. Расчет основных магнитных характеристик в магнитоодноосных пленках и тонких пластинах ферромагнетиков по параметрам их доменной структуры. /Пр/	8	6	ОПК-1-31 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-У1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			Р3
1.3	Методы создания магнитного поля и измерения его индукции. Градуировка электромагнита. /Лаб/	8	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			Р9,Р10

1.4	Основные магнитные характеристики вещества в постоянном поле. Методы получения магнитного поля. Начало выполнения работы над рефератом. /Ср/	8	12	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			Р1
	<b>Раздел 2. Методы измерения напряженности и индукции магнитного поля. Общие методы исследования ферромагнитных материалов.</b>							
2.1	Методы измерения напряженности и индукции магнитного поля. Общие методы исследования ферромагнитных материалов. /Лек/	8	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.2	Расчет температурной зависимости намагниченности ферро- и ферримагнетиков с помощью феноменологической теории молекулярного поля Вейсса. Контрольная работа №1. /Пр/	8	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1		КМ2	Р4
2.3	Получение и изучение импульсного магнитного поля. /Лаб/	8	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			Р11
2.4	Методы измерения напряженности и индукции магнитного поля. Общие методы исследования ферромагнитных материалов. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	13	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			Р1
	<b>Раздел 3. Методы исследования магнитной анизотропии. Методы исследования магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы.</b>							
3.1	Методы исследования магнитной анизотропии. Методы исследования магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы. /Лек/	8	6	ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.2	Расчет размагничивающих факторов магнетиков разной формы. Расчет внутренних полей намагниченных образцов с учетом размагничивающих факторов формы. /Пр/	8	6	ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			Р5

3.3	Методы получения кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков /Лаб/	8	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			P12
3.4	Методы исследования магнитной анизотропии. Методы исследования магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	10	ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			P1
	<b>Раздел 4. Основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах. Методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях.</b>							
4.1	Основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах. Методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях. /Лек/	8	7	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.2	Расчет толщины, показателя преломления и спектра оптического поглощения эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов по их спектрам пропускания и отражения. /Пр/	8	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			P6
4.3	Изучение с помощью эффекта Фарадея особенностей доменной структуры в прозрачных ферромагнетиках. /Лаб/	8	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			P13
4.4	Основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах. Методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	12	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			P1

	<b>Раздел 5. Методы исследования основных параметров тонких магнитных пленок. Промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений.</b>							
5.1	Методы исследования основных параметров тонких магнитных пленок. Промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений. /Лек/	8	9	ОПК-1-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.2	Расчет магнитных параметров монокристаллических пленок $Y_3Fe_5O_{12}$ по их спектрам ФМР. Расчет компонент тензора магнитной проницаемости насыщенного феррита. Контрольная работа №2. Сдача и защита рефератов. /Пр/	8	8	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1		КМ3	Р1,Р7,Р8
5.3	Автоматизированный магнитооптический гистерограф и его использование для изучения магнитных характеристик феррит-гранатовых пленок. Исследование магнитной проницаемости и потерь ферритов в переменных магнитных полях. /Лаб/	8	4	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			Р14,Р15
5.4	Методы исследования основных параметров тонких магнитных пленок. Промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений. Завершение выполнения работы над рефератом. /Ср/	8	12	ОПК-1-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			Р1

### 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	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33	1) Основные магнитные характеристики вещества в постоянном магнитном поле. 2) Методы получения магнитного поля. 3) Методы измерения напряженности и индукции магнитного поля. 4) Общие методы исследования ферромагнитных материалов. 5) Методы исследования магнитной анизотропии. 6) Методы исследования магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы. 7) Основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах. 8) Методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях. 9) Методы исследования основных параметров тонких магнитных пленок. 10) Промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений.
КМ2	Контрольная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Магнитный момент. Кривая намагничивания, петля гистерезиса. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Остаточная индукция и коэрцитивная сила.
КМ3	Контрольная работа №2	ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-5-У1	Магнитной анизотропия. Определение основных магнитных параметров материала по спектрам ферромагнитного (ферримагнитного) резонанса.

**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	Реферат	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Ниже представлены темы рефератов: 1. Магнитная вязкость и методы ее исследования. 2. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования. 3. Магнитотепловые эффекты и методы их исследования. 4. Методы и установки исследования ядерного магнитного резонанса. 5. Виды магнитооптических эффектов в магнетиках и методы их исследования. 6. Методы мессбауэровской спектроскопии и исследование с их помощью магнитной микроструктуры ферримагнетиков. 7. Методы наблюдения доменной структуры в магнитных материалах. 8. Современное состояние разработок по методам измерения характеристик материалов с ЦМД. 9. Электронный парамагнитный резонанс и аппаратура для его исследования. 10. Современные методы исследования магнитострикции в объемных и пленочных ферримагнетиках. 11. Методы измерения основных характеристик радиопоглощающих материалов. 12. Современные материалы для записи информации и методы измерения их характеристик. 13. Современные вибромагнитометры и их использование для магнитных измерений материалов магнитоэлектроники.
P2	ПР №1	ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет напряженности (индукции) магнитного поля для разных источников.
P3	ПР №2	ОПК-1-31;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет основных магнитных характеристик в магнитоодноосных пленках и тонких пластинах ферримагнетиков по параметрам их доменной структуры.

P4	ПР №3	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет температурной зависимости намагниченности ферро- и ферримагнетиков с помощью феноменологической теории молекулярного поля Вейсса.
P5	ПР №4	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет размагничивающих факторов магнетиков разной формы. Расчет внутренних полей намагниченных образцов с учетом размагничивающих факторов формы.
P6	ПР №5	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет толщины, показателя преломления и спектра оптического поглощения эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов по их спектрам пропускания и отражения.
P7	ПР №6	ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет магнитных параметров монокристаллических пленок $Y_3Fe_5O_{12}$ по их спектрам ФМР.
P8	ПР №7	ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ПК-4-У1	Расчет компонент тензора магнитной проницаемости насыщенного феррита.
P9	ЛР №1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Методы создания магнитного поля и измерения его индукции.
P10	ЛР №2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Градуировка электромагнита.
P11	ЛР №3	ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Получение и изучение импульсного магнитного поля.
P12	ЛР №4	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Методы получения кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков.
P13	ЛР №5	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Изучение с помощью эффекта Фарадея особенностей доменной структуры в прозрачных ферримагнетиках.
P14	ЛР №6	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Автоматизированный магнитооптический гистериограф и его использование для изучения магнитных характеристик феррит-гранатовых пленок.

P15	ЛР №7	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-У1	Исследование магнитной проницаемости и потерь ферритов в переменных магнитных полях.
-----	-------	--	--

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

Экзаменационный билет состоит из двух вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Экзамен сдается устно. Билеты хранятся на кафедре. Для допуска к экзамену необходимо выполнение реферата, также написание контрольных работ №1, №2 и защита всех лабораторных работ.

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

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

«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;  
«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;  
«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;  
«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  
«неявка» – студент на экзамен не явился.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Перминов Александр Сергеевич, Шуваева Евгения Александровна, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	Методы испытаний магнитных материалов: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л1.2	Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	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 Александр Сергеевич, Введенский Вадим Юрьевич, Лилеев Алексей Сергеевич	Сертификация магнитных материалов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов напр. 'Физ. материаловедение' и спец. 'Стандартизация и сертификация'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2006
Л2.2	Введенский В. Ю., Лилеев А. С., Перминов А. С.	Экспериментальные методы физического материаловедения: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Летюк Леонид Михайлович, Ануфриев Александр Николаевич, Морченко Александр Тимофеевич	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э1	LMS Canvas	https://lms.misis.ru/login/canvas		
<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>				
П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit			
П.2	Microsoft Office			
П.3	LMS Canvas			
П.4	MS Teams			
П.5	ОС Linux (Ubuntu) / Windows			
П.6	MATLAB			
П.7	MATCAD			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	eLIBRARY <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>			
И.2	American Institute of Physics (AIP) <a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>			
И.3	Springermaterials <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>			

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
К-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
К-428	Учебная аудитория	4 лабораторные установки, установка для роста углеродных нанотрубок методом PECVD, печь ИК нагрева MIRA-5000, в том числе: доска учебная, монитор, системный блок, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
К-436	Лаборатория	измеритель магнитной индукции, генератор, петлемер индукционный, установка МК-39, универсальная магнитооптическая установка на базе микроскопа NU-2E, комплект учебной мебели на 6 посадочных мест
К-435	Лаборатория	спектральный эллипсометрический комплекс, векторный анализатор электрических цепей, петлемер индукционный, смеситель, магнитометр АТЕ-8702, комплект учебной мебели на 8 посадочных мест
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации. Лабораторные работы проводятся с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы.