

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной 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)

Физика магнитных явлений

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

7 ЗЕТ

Часов по учебному плану

252

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

130

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	130	130	130	130
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	252	252	252	252

Программу составил(и):

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

Рабочая программа

Физика магнитных явлений

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 17.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Костишин В.Г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель – формирование диалектического понимания природы магнетизма и образования функциональных свойств в «твёрдом теле - магнетике» и создание фундамента для понимания строения и принципа работы приборов магнитоэлектроники.
1.2	Задачи – научить пониманию современного состояния учения о магнитных явлениях в твёрдых телах, анализу связи кристаллического строения и электронной структуры твердого тела с типом магнитного упорядочения и, как итог, - с формированием характерного комплекса магнитных свойств.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.1.2	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.1.3	Статистическая физика	
2.1.4	Физические свойства кристаллов	
2.1.5	Основы квантовой механики	
2.1.6	Практическая кристаллография	
2.1.7	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.8	Физика	
2.1.9	Физическая химия	
2.1.10	Математика	
2.1.11	Органическая химия	
2.1.12	Химия	
2.1.13	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Ионно-плазменная обработка материалов	
2.2.2	Компьютерные технологии проектирования процессов наноэлектроники	
2.2.3	Материаловедение ферритов и родственных магнитных систем	
2.2.4	Научно-исследовательская работа	
2.2.5	Научно-исследовательская работа	
2.2.6	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.2.7	Основы технологии электронной компонентной базы. Технология тонких пленок	
2.2.8	Полевые полупроводниковые приборы	
2.2.9	Приемники оптического излучения	
2.2.10	Физика импульсного отжига	
2.2.11	Физико-математические модели процессов наноэлектроники	
2.2.12	Физические основы электроники	
2.2.13	Вакуумная и плазменная электроника	
2.2.14	Квантоворазмерные структуры в наноэлектронике	
2.2.15	Магнитные измерения	
2.2.16	Математические модели технологических процессов получения магнитоэлектроники и радиокерамики	
2.2.17	Моделирование технологических процессов получения материалов электронной техники	
2.2.18	Наноэлектроника полупроводниковых приборов и устройств	
2.2.19	Оборудование производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.20	Основы технологии электронной компонентной базы	
2.2.21	Приборы квантовой и оптической электроники	
2.2.22	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.23	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.24	Процессы вакуумной и плазменной электроники	
2.2.25	Технология производства ферритовых материалов и радиокерамики	
2.2.26	Методы математического моделирования	
2.2.27	Методы характеристики полупроводниковых материалов и структур	
2.2.28	Моделирование процессов и устройств полупроводниковой электроники	

2.2.29	Оформление результатов научной деятельности
2.2.30	Силовые полупроводниковые приборы
2.2.31	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур
2.2.32	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
2.2.33	Физика наноструктур
2.2.34	Физико-химия и технология наноструктур
2.2.35	Высоковакуумное оборудование в нанoeлектронике
2.2.36	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники
2.2.37	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники
2.2.38	Микросхемотехника
2.2.39	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии
2.2.40	Неразрушающие методы контроля процессов формирования гетерокомпозиций
2.2.41	Планирование научной деятельности
2.2.42	Приборные структуры на некристаллических материалах
2.2.43	Приборные структуры на широкозонных полупроводниках
2.2.44	Приборы и устройства магнитоэлектроники
2.2.45	Приборы и устройства на основе наносистем
2.2.46	Программирование микроконтроллеров
2.2.47	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах Часть 1
2.2.48	Технология наногетероструктур
2.2.49	Конструирование светоизлучающих устройств
2.2.50	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии
2.2.51	Нормы и правила оформления ВКР
2.2.52	Оборудование для производства наногетероструктурных солнечных элементов
2.2.53	Основы надежности элементной базы электроники в условиях ионизирующего излучения космического пространства
2.2.54	Радиационно-технологические процессы в электронике
2.2.55	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования
2.2.56	Физика и техника магнитной записи
2.2.57	Физика СВЧ полупроводниковых приборов
2.2.58	Электроника органических полупроводников (материалы, технологии, приборы)
2.2.59	Электронные и оптические свойства широкозонных соединений А2В6
2.2.60	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.61	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.62	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.63	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

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

Знать:

ПК-4-31 Теорию кривой намагничивания и петли гистерезиса; особенности поведения магнетиков в постоянных и переменных магнитных полях

ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники

Знать:

ПК-3-31 Причины образования доменной структуры; методы наблюдения доменной структуры

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

Знать:

ОПК-1-31 Основные типы магнитного состояния вещества и причины их возникновения; теорию ферромагнетизма, теорию антиферромагнетизма и ферримагнетизма; основные виды взаимодействия в магнитном кристалле в упорядоченном состоянии

ОПК-1-32 Физические процессы, протекающие в магнетике при намагничивании и перемагничивании

ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Уметь:
ПК-4-У1 Осуществлять расчет энергии магнитной кристаллографической анизотропии в кубическом магнитном кристалле
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Уметь:
ОПК-1-У2 Обосновывать применение материала для создания конкретного типа прибора магнитоэлектроники;
ОПК-1-У1 Осуществлять расчеты спиновых, орбитальных и полных магнитных моментов атомов, размагничивающих полей и энергии размагничивания ферромагнитных образцов различной формы, резонансных характеристик
ОПК-1-У3 Использовать полученные знания для прогнозирования и оценки свойств магнитных материалов, их кристаллической и магнитной структуры, состава и применять эти значения для обоснованного выбора магнитного материала с заданным комплексом функциональных свойств;
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками выполнения расчетов некоторых магнитных характеристик образцов в зависимости от их химического состава, кристаллической структуры, геометрических параметров (толщины) и формы
ПК-3: Способность проводить предварительные измерения опытных образцов изделий электронной техники
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками подготовки образцов магнитных материалов для проведения измерений (испытания); навыками проведения измерений (испытаний) образцов магнитных материалов
ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
Владеть:
ОПК-1-В3 Навыками решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с физикой магнитных явлений;
ОПК-1-В2 Навыками самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах; объяснения их применения в практических ситуациях;

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. Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах							
1.1	Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах. Назначение и выполнение РГР №1. /Ср/	6	29	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			Р1
1.2	Закон Кюри –Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках. Наблюдение доменной структуры в ферромагнетиках с помощью эффекта Фарадея. /Лаб/	6	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1			Р11,Р12
1.3	Атом Резерфорда-Бора. Расчёт спиновых и орбитальных магнитных моментов в элементарных ферромагнетиках. Расчёт магнитного момента атома. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы. /Пр/	6	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			Р3,Р4,Р5

1.4	Природа магнитоупорядоченного состояния в твердых телах /Лек/	6	7	ОПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1			
	Раздел 2. Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии							
2.1	Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии. Выполнение и сдача РГР №1. /Ср/	6	22	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			Р1
2.2	Влияние двухвалентных ионов железа на электропроводность ферритов. /Лаб/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-3-В1 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			Р13
2.3	Расчёт намагничённости ферромагнетиков. Расчёт размагничивающих полей и энергии размагничивания для ферромагнитных образцов различной формы. Контрольная работа №1. /Пр/	6	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-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.4 Э1		КМ2	Р6,Р7
2.4	Энергия вещества в магнитоупорядоченном состоянии /Лек/	6	6	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Э1			
	Раздел 3. Доменная структура							
3.1	Доменная структура. Назначение и выполнение РГР №2. /Ср/	6	22	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2			Р2
3.2	Изучение статических параметров цилиндрических магнитных доменов в монокристаллических плёнках и пластинах ферритов. Влияние концентрации ионов $Вi^{3+}$ на одноосную магнитную анизотропию эпитаксиальных плёнок ферритов –гранатов. /Лаб/	6	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-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Э1			Р14,Р15
3.3	Доменная структура /Лек/	6	5	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-3-31 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2 Э1			
	Раздел 4. Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках							
4.1	Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках. Выполнение РГР №2. /Ср/	6	28	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1 Э2			Р2

4.2	Изучение намагниченности насыщения ферритов-шпинелей методом вибромагнетометра. /Лаб/	6	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-3-31 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			P16
4.3	Нахождение равновесной ориентации вектора намагниченности в ферромагнетиках с различной магнитной анизотропией и анизотропией формы. /Пр/	6	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-3-31 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.5 Э1			P8
4.4	Процессы намагничивания и обусловленные ими явления в магнетиках /Лек/	6	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э1			
	Раздел 5. Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела							
5.1	Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела. Выполнение и сдача РГР №2. /Ср/	6	29	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.5 Э1 Э2			P2
5.2	Изучение фазового состава магнитного наноматериала методом термомагнитного фазового анализа. /Лаб/	6	3	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-У3 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-1-В3 ПК-3-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.1 Э1			P17
5.3	Оценка характеристик ферромагнетика в процессе перемагничивания. Расчёт резонансных характеристик ферромагнетика. Контрольная работа №2. /Пр/	6	6	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-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Э1		КМ3	P9,P10
5.4	Явления, обусловленные магнитным состоянием твердого тела /Лек/	6	8	ОПК-1-31 ОПК-1-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.5 Э1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ПК-3-31;ПК-4-31	1) Орбитальные и спиновые магнитные моменты. Спин – орбитальное взаимодействие. Правило Хунда. Фактор Ланде. 2) Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы. 3) Энергия обменного взаимодействия. Магнитостатическая и магнитоупругая энергия. Магнитная анизотропия. 4) Закон Кюри –Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках. 5) Доменные стенки. Основные типы доменов и доменных стенок. Цилиндрические магнитные домены. 6) Кривая намагничивания. Процесс технического намагничивания магнетика. Петля гистерезиса. Основные параметры петли гистерезиса. 7) Коэрцитивная сила. Механизмы возникновения коэрцитивности. 8) Магнитострикция. Механизм возникновения магнитострикции. 9) Магнитотепловые явления. Магнитоэлектрический эффект. 10) Гальваномагнитные и термомагнитные эффекты. 11) Магнитооптические эффекты.
КМ2	Контрольная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Орбитальные и спиновые магнитные моменты атома элементарного ферромагнетика. Правило Хунда. Фактор Ланде.
КМ3	Контрольная работа №2	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Петли гистерезиса. Основные параметры петли гистерезиса. Магнитная проницаемость.

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
Р1	РГР №1	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Магнитная анизотропия. Поля рассеивания и размагничивания. Размагничивающие факторы формы.
Р2	РГР №2	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1	Резонансные явления в магнетиках.
Р3	ПР №1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Атом Резерфорда-Бора.
Р4	ПР №2	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Расчёт спиновых и орбитальных магнитных моментов в элементарных ферромагнетиках. Расчёт магнитного момента атома.
Р5	ПР №3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-У1;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Заполнение электронных оболочек. Термы.

P6	ПР №4	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Расчёт намагниченности ферромагнетиков.
P7	ПР №5	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Расчёт размагничивающих полей и энергии размагничивания для ферромагнитных образцов различной формы.
P8	ПР №6	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ПК-3-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-31	Нахождение равновесной ориентации вектора намагниченности в ферромагнетиках с различной магнитной анизотропией и анизотропией формы.
P9	ПР №7	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Оценка характеристик ферромагнетика в процессе перемагничивания.
P10	ПР №8	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-1-32;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Расчёт резонансных характеристик ферромагнетика.
P11	ЛР №1	ОПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-В1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-31;ОПК-1-32	Закон Кюри –Вейсса и обменное взаимодействие в ферромагнетиках.
P12	ЛР №2	ОПК-1-31;ПК-3-31;ПК-3-В1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-4-31;ОПК-1-32	Наблюдение доменной структуры в ферромагнетиках с помощью эффекта Фарадея.
P13	ЛР №3	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-3-В1;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Влияние двухвалентных ионов железа на электропроводность ферритов.
P14	ЛР №4	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Изучение статических параметров цилиндрических магнитных доменов в монокристаллических плёнках и пластинах ферритов.

P15	ЛР №5	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Влияние концентрации ионов Bi^{3+} на одноосную магнитную анизотропию эпитаксиальных плёнок ферритов–гранатов.
P16	ЛР №6	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-В1;ОПК-1-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Изучение намагниченности насыщения ферритов-шпинелей методом вибромагнетометра.
P17	ЛР №7	ОПК-1-31;ОПК-1-32;ОПК-1-В1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ОПК-1-У2;ОПК-1-У3;ОПК-1-В2;ОПК-1-В3	Изучение фазового состава магнитного наноматериала методом терромагнитного фазового анализа.

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 РГР №1 и №2, 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	Боровик Е. С., Мильнер А. С.	Лекции по магнетизму: учеб. пособие для физ. спец. ун-тов	Библиотека МИСиС	Харьков: Гос. ун-т им. А. М. Горького, 1966
Л1.2	Мишин Д. Д.	Магнитные материалы: Учеб. пособие для физ. и физ.-техн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 1991

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Преображенский А. А.	Магнитные материалы	Электронная библиотека	Москва: Высш. школа, 1955
Л2.2	Вонсовский С. В.	Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферромагнетиков: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Кекало Игорь Борисович, Шуваева Евгения Александровна	Аморфные нано- и микрокристаллические магнитные материалы: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов напр. Физ. материаловедение и спец. Наноматериалы	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008
Л2.4	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л2.5	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

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Летюк Леонид Михайлович, Ануфриев Александр Николаевич, Морченко Александр Тимофеевич	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	LMS Canvas	https://lms.misis.ru/login/canvas
Э2	Введение в теорию ферромагнетизма	https://openedu.ru/course/mephi/mephi_ittf/

6.3 Перечень программного обеспечения

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	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	eLIBRARY http://elibrary.ru/
И.2	American Institute of Physics (AIP) http://scitation.aip.org/
И.3	Springermaterials http://materials.springer.com/

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 MILA-5000, в том числе: доска учебная, монитор, системный блок, комплект учебной мебели на 20 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

К-436	Лаборатория	измеритель магнитной индукции, генератор, пеллемер индукционный, установка МК-39, универсальная магнитооптическая установка на базе микроскопа NU-2E, комплект учебной мебели на 6 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.