

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 09.07.2023 21:51:05

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

28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 8

аудиторные занятия

39

самостоятельная работа

105

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	Неделя 12			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	13	13	13	13
Лабораторные	13	13	13	13
Практические	13	13	13	13
Итого ауд.	39	39	39	39
Контактная работа	39	39	39	39
Сам. работа	105	105	105	105
Итого	144	144	144	144

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 28.03.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.03.01-БНМТ-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

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	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.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Инженерная математика	
2.1.2	Конструкционные материалы и их технологии	
2.1.3	Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники	
2.1.4	Оборудование микро- и нанотехнологий	
2.1.5	Оборудование производства магнитных материалов	
2.1.6	Технология материалов нанoeлектроники и микросистемной техники	
2.1.7	Физические основы микро- и наносистемной техники	
2.1.8	Функциональные материалы и их технологии	
2.1.9	Материаловедение наноструктурированных материалов	
2.1.10	Материалы и элементы микро- и наносенсорики	
2.1.11	Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем	
2.1.12	Физика диэлектриков	
2.1.13	Физика конденсированного состояния	
2.1.14	Физика магнитных явлений	
2.1.15	Физика полупроводников и основы твердотельной электроники	
2.1.16	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.17	Метрология, стандартизация и технические измерения технологии материалов электроники	
2.1.18	Общее материаловедение	
2.1.19	Статистическая физика	
2.1.20	Физические свойства кристаллов	
2.1.21	Электроника	
2.1.22	Математическая статистика и анализ данных	
2.1.23	Методы математической физики	
2.1.24	Основы квантовой механики	
2.1.25	Практическая кристаллография	
2.1.26	Физика	
2.1.27	Физическая химия	
2.1.28	Электротехника	
2.1.29	Математика	
2.1.30	Органическая химия	
2.1.31	Информатика	
2.1.32	Химия	
2.1.33	Инженерная и компьютерная графика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

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

<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Знать:</b>
УК-2-31 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
<b>ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации</b>
<b>Знать:</b>
ПК-5-31 Методы измерения основных параметров тонких магнитных пленок
ПК-5-32 Промышленные методы контроля и аттестации магнитных материалов, изделий из магнитных материалов и средств магнитных измерений
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-32 Методики и приемы научного исследования
УК-1-31 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
<b>ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-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; обосновывать применение материала для создания конкретного типа прибора магнитоэлектроники
<b>УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У1 Ставить задачу исследования магнитных характеристик ферромагнитных материалов, строить алгоритм ее выполнения и практически выполнять измерительные операции; оценивать достоверность полученных результатов
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Осуществлять выбор тех или иных методов исследований (измерений, испытаний) для получения информации о магнитных свойствах (характеристиках, надежности) магнитных материалов и компонентов магнитоэлектроники; понимать природу основных характеристик магнитного материала
<b>ПК-5: Способен давать рекомендации по повышению устойчивости материалов, элементов, приборов и устройств микро- и наносистемной техники к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и к экстремальным условиям их эксплуатации</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>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>
<b>Владеть:</b>
УК-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

**УК-2: Способен собирать и интерпретировать данные и определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, умение обосновывать принятые решения**

**Владеть:**

УК-2-В1 Выполнения расчетов некоторых магнитных характеристик образцов в зависимости от их химического состава, кристаллической структуры, геометрических параметров (толщины) и формы

УК-2-В2 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	2	УК-1-32 УК-2-31	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	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Методы создания магнитного поля и измерения его индукции. Градуировка электромагнита. /Лаб/	8	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1			
1.4	Основные магнитные характеристики вещества в постоянном поле. Методы получения магнитного поля. Начало выполнения работы над рефератом. /Ср/	8	20	УК-1-32 УК-2-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
	<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	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-2-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

2.2	Расчет температурной зависимости намагниченности ферро- и ферромагнетиков с помощью феноменологической теории молекулярного поля Вейсса. Контрольная работа №1. /Пр/	8	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.3	Получение и изучение импульсного магнитного поля. /Лаб/	8	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В2 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1			
2.4	Методы измерения напряженности и индукции магнитного поля. Общие методы исследования ферромагнитных материалов. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	22	УК-1-31 УК-1-32 УК-2-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
	<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	2	УК-1-31 УК-1-32 ПК-5-32	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	1	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.3	Методы получения кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков /Лаб/	8	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-У1 УК-2-В2 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1			
3.4	Методы исследования магнитной анизотропии. Методы исследования магнитной восприимчивости и коэрцитивной силы. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	20	УК-1-32 УК-2-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
	<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	3	УК-1-32 УК-2-31 ПК-5-31 ПК-5-32	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	3	УК-1-32 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.3	Изучение с помощью эффекта Фарадея особенностей доменной структуры в прозрачных ферромагнетиках. /Лаб/	8	3	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В2 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1			
4.4	Основные методы исследования магнитострикции в магнитных материалах. Методы исследования магнитных материалов в переменных магнитных полях. Выполнение работы над рефератом. /Ср/	8	21	УК-1-32 УК-2-31 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
	<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	4	УК-1-32 ПК-5-31 ПК-5-32	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	5	УК-1-32 УК-1-В1 УК-2-У1 УК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

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	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-2-31 УК-2-У1 УК-2-В2 ПК-5-31 ПК-5-32 ПК-5-У1 ПК-5-В1 ПК-5-В2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Э1			
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	22	УК-1-32 ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 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	Зачет	УК-2-31;УК-1-32;УК-1-31;ПК-5-31;ПК-5-32	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	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-31;УК-1-31;ПК-5-32;УК-1-32;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1	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	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-1-32	Магнитной анизотропия. Определение основных магнитных параметров материала по спектрам ферромагнитного (ферримагнитного) резонанса.
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы



P1	Реферат	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-31;УК-1-31;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-1-32;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1	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 ферромагнетиков. 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 ферромагнетиках. 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	ПК-5-У1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;УК-1-У1;УК-1-32	Расчет напряженности (индукции) магнитного поля для разных источников.
P3	ПР №2	ПК-5-У1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;УК-1-У1;УК-1-32	Расчет основных магнитных характеристик в магнитоодноосных пленках и тонких пластинах ферромагнетиков по параметрам их доменной структуры.
P4	ПР №3	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-31;УК-1-31;ПК-5-32;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;УК-1-32	Расчет температурной зависимости намагниченности ферро- и ферромагнетиков с помощью феноменологической теории молекулярного поля Вейсса.
P5	ПР №4	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-1-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;ПК-5-32;УК-1-У1;УК-1-32	Расчет размагничивающих факторов магнетиков разной формы. Расчет внутренних полей намагниченных образцов с учетом размагничивающих факторов формы.
P6	ПР №5	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-1-32	Расчет толщины, показателя преломления и спектра оптического поглощения эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов по их спектрам пропускания и отражения.
P7	ПР №6	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;ПК-5-32;ПК-5-31;УК-1-32	Расчет магнитных параметров монокристаллических пленок $Y_3Fe_5O_{12}$ по их спектрам ФМР.
P8	ПР №7	ПК-5-У1;ПК-5-В1;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-2-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-1-32	Расчет компонент тензора магнитной проницаемости насыщенного феррита.
P9	ЛР №1	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Методы создания магнитного поля и измерения его индукции.

P10	ЛР №2	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Градуировка электромагнита.
P11	ЛР №3	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Получение и изучение импульсного магнитного поля.
P12	ЛР №4	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-1-31;УК-2-У1;УК-1-В1;ПК-5-32;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Методы получения кривой намагничивания и петли гистерезиса ферромагнетиков.
P13	ЛР №5	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-31;УК-2-У1;УК-1-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Изучение с помощью эффекта Фарадея особенностей доменной структуры в прозрачных ферримагнетиках.
P14	ЛР №6	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-31;УК-1-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-2-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Автоматизированный магнитооптический гистериограф и его использование для изучения магнитных характеристик феррит-гранатовых пленок.
P15	ЛР №7	ПК-5-У1;ПК-5-В1;ПК-5-В2;УК-2-У1;УК-1-В1;ПК-5-31;ПК-5-32;УК-2-31;УК-1-31;УК-1-У1;УК-2-В2;УК-1-32	Исследование магнитной проницаемости и потерь ферритов в переменных магнитных полях.

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

Экзамен не предусмотрен. Для допуска к зачету 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 справляемыми 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
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Перминов А. С., Шуваева Е. А., Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	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 В. Ю., Лилеев А. С.	Физические методы исследования. Магнитные свойства: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение, спец. 150702 - Физика металлов	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2010

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Перминов А. С., Введенский В. Ю., Лилеев А. С.	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
Л3.1	Летюк Л. М., Ануфриев А. Н., Морченко А. Т.	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	<a href="https://lms.misis.ru/login/canvas">https://lms.misis.ru/login/canvas</a>
----	------------	---

### 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	MATLAB
П.7	MATCAD

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

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	Springer materials <a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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

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 MPLA-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
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.