

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 21.09.2023 14:31:26

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)

# Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Материалы и технологии магнитоэлектроники

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 1

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

110

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	110	110	110	110
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кфмн, доцент, Бибиков Сергей Борисович*

Рабочая программа

**Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования**

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 11.04.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, 11.04.04-МЭН-23-1.plx Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, Материалы и технологии магнитоэлектроники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – теоретическая и практическая подготовка в области технологии получения магнитодиэлектрических и ферритовых материалов для радиопоглощения и магнитного экранирования
1.2	Задачи:
1.3	1. Научить выбирать типы экранирующих и поглощающих материалов, технологические способы их получения и режимы, обеспечивающие заданный комплекс свойств.
1.4	2. Научить принципам создания композиционных ферритовых материалов для радиопоглощения
1.5	3. Научить управлению диэлектрическими и магнитными свойствами ферритовых и магнитодиэлектрических материалов с помощью технологии.
1.6	4. Научить понимать роль химического и фазового составов при получении материалов, поглощающих электромагнитную энергию (ЭМЭ).

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.2.2	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.2.3	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.2.4	Методы исследования материалов	
2.2.5	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.2.6	Научно-исследовательская практика	
2.2.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.2.8	Физико-химия и технология наноструктур	
2.2.9	Высоковакуумное оборудование	
2.2.10	Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии	
2.2.11	Наноструктурированные покрытия, порошки и технологии их получения	
2.2.12	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (английский язык)	
2.2.13	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (немецкий язык)	
2.2.14	Практика научно-технического перевода и деловая переписка, второй иностранный язык (французский язык)	
2.2.15	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.16	Проектирование и технология электронной компонентной базы	
2.2.17	Радиационно-технологические процессы в электронике	
2.2.18	Технологии получения материалов	
2.2.19	Физика и техника магнитной записи	
2.2.20	Электретные и магнитоэлектрические материалы и технологии их получения	
2.2.21	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.22	Преддипломная практика	

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

<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	Зависимость характеристик магнитных материалов от состава и характера микроструктуры
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31	Технологии получения магнитодиэлектрических материалов
ПК-1-32	Взаимосвязь технологических факторов с диэлектрическими свойствами ферритов
<b>ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>	

<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 Основы расчёта характеристик радиопоглощающих и экранирующих материалов и структур на основе материальных параметров составляющих их сред.
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Методы определения и расчёта электрофизических параметров материалов в цепях с распределёнными параметрами.
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанозлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники</b>
<b>Знать:</b>
ПК-4-31 Взаимосвязь дисперсности ферритового порошка с его коэрцитивной силой и магнитной проницаемостью
<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У2 Управлять диэлектрическими свойствами с помощью технологии.
ПК-2-У1 Создавать ферритовые материалы с заданным уровнем магнитных потерь.
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанозлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Создавать ферритовые материалы с заданным уровнем обобщённо-диэлектрических и магнитных потерь.
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Анализировать влияние добавок на параметры микроструктуры и свойства ферритов.
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 Выбирать составы и технологические схемы изготовления магнитодиэлектриков и ферритов различного назначения.
<b>ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Рассчитывать характеристики радиопоглощающих и экранирующих материалов на основе данных частотных зависимостей диэлектрической и магнитной проницаемостей.
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Владеть:</b>
УК-1-В1 Навыками определения электрофизических параметров материалов в ВЧ и СВЧ диапазонах.
<b>ПК-4: Способность формулировать цели и задачи научных исследований, реализовывать их проведение в области физики магнитных явлений, материаловедения и технологии магнитных материалов в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники, микро-нанозлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-4-В1 Информацией о современных способах получения радиопоглощающих материалов

<b>ОПК-1: Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора, применять в профессиональной деятельности глубокие знания фундаментальных наук, знания в междисциплинарных областях</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Навыками расчёта характеристик радиопоглощающих и экранирующих материалов на основе данных частотных зависимостей диэлектрической и магнитной проницаемостей.
<b>ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 Опытном оценке свойств полуфабрикатов на разных стадиях технологического процесса
<b>ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками расчета и измерения свойств керамических 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. Типы экранирующих и радиопоглощающих материалов.</b>							
1.1	Типы экранирующих и поглощающих ЭМЭ материалов. Узкодиапазонные и широкодиапазонные магнитодиэлектрики. Составы, технология получения /Лек/	1	3	УК-1-31 ПК-1-31	Л1.4 Э1			
1.2	Влияние химического и фазового состава на свойства магнитодиэлектриков /Пр/	1	1	ПК-1-В1	Л1.2			
1.3	Изучение технологии приготовления ферритовых гранул и определение их геометрических размеров. /Ср/	1	3	ПК-1-У1	Л1.5Л3.1			
1.4	Способы получения магнитодиэлектриков /Пр/	1	1	ПК-1-31	Л3.1			
1.5	Расчет радиофизических параметров магнитодиэлектриков на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей. /Ср/	1	10	ОПК-1-31 ПК-1-31	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
1.6	Расчёт спектров комплексных магнитной и диэлектрической проницаемостей по данным измерений радиофизических параметров образцов материалов типа магнитодиэлектриков /Ср/	1	10	ПК-1-31	Л1.7	Использовать Курс лекций		

1.7	Расчёт экранирующих свойств материалов на основе высокопроводящих композиций и магнитных материалов различного класса. Изучение влияния магнитных свойств материала на его радиофизические параметры. /Ср/	1	10	УК-1-31 ПК-1-У1	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
<b>Раздел 2. Ферритовые композиции как РПМ</b>								
2.1	Ферритовые композиции как РПМ. Преимущества ферритов. Составы, технология получения /Лек/	1	3	ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.2Л1.7 Э1	В.Н.Анциферов, Л.М.Летюк, В.Г.Андреев, В.Г.Костишин Проблема порошкового материаловедения, ч. V Екатеринбург: УрО РАН 2005		
2.2	Высокопроницаемые ферриты /Пр/	1	1	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2 Л1.5			
2.3	Ферриты с большими магнитными потерями /Пр/	1	1	ПК-2-У1	Л1.2			
2.4	Магний-марганцевые ферриты с ППГ /Пр/	1	1	ПК-1-32 ПК-1-У1 ПК-2-У2	Л1.3Л3.2			
2.5	Влияние размеров гранул на свойства прессзаготовок /Ср/	1	3	УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-1-У1	Л1.6			
2.6	Влияние связующих на механическую прочность прессзаготовок и ферритов /Ср/	1	3	ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.6			
2.7	Изучение влияния технологических факторов на коэрцитивную силу литий-содержащих ферритов /Ср/	1	3	ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-У1	Л1.6			
2.8	Расчет частотных зависимостей радиофизических параметров ферритов на основе данных спектров магнитных и диэлектрических проницаемостей. /Ср/	1	10	УК-1-31 ПК-1-32	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
2.9	Расчёт спектров комплексной магнитной проницаемостей ферритовой керамики по данным измерений радиофизических параметров образцов. /Ср/	1	10	ПК-1-32	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
<b>Раздел 3. Способы получения полимерных РПМ</b>								

3.1	Способы получения радиопоглощающих и радиозкранирующих материалов на основе полимеров /Лек/	1	4	ПК-1-31 ПК-1-У1	Л1.1 Э1			
3.2	Магний-марганцевые ферриты для СВЧ /Пр/	1	1	ПК-1-У1	Л1.3			
3.3	Влияние добавок на свойства марганец-цинковых ферритов /Пр/	1	1	ПК-1-32 ПК-1-У1	Л1.3			
3.4	Исследование влияния технологии на диэлектрические свойства феррогранатов /Ср/	1	3	ПК-1-32 ПК-4-31	Л1.3			
3.5	Влияние режима спекания на диэлектрическую проницаемость литий-содержащих ферритов /Ср/	1	2	ПК-1-32	Л1.3	Использовать Курс лекций.		
3.6	Расчет электрофизических параметров материалов типа композитов с полимерными связующими. /Ср/	1	10	ПК-1-У1	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
	<b>Раздел 4. Материалы для поглощения электромагнитного излучения (ЭМИ) радиочастотного диапазона</b>							
4.1	Получение никель-цинковых и марганец-цинковых ферритов для поглощения ЭМИ радиочастот /Лек/	1	4	ПК-1-32	Л1.3 Э1			
4.2	Влияние добавок на свойства никель-цинковых ферритов /Пр/	1	1	ПК-1-В1	Л1.3			
4.3	Влияние сырья на формирование микроструктуры марганец-цинкового феррита /Пр/	1	1	ПК-1-В1	Л1.3			
4.4	Технологические особенности получения ферритов с гексагональной структурой /Пр/	1	1	ПК-1-У1	Л1.1 Л1.3			
4.5	Расчет радиофизических параметров материалов на основе ферритовой керамики и композитов с АМС на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей. /Ср/	1	10	ПК-1-31	Л1.7	Использовать Курс лекций.		
4.6	Расчёт спектров комплексных магнитной и диэлектрической проницаемостей композиционных материалов с магнитными наполнителями и ферритовой керамики по данным измерений радиофизических параметров образцов. /Ср/	1	10	ПК-4-У1	Л1.7	Использовать Курс лекций.		

	<b>Раздел 5. Материалы для поглощения ЭМИ ВЧ и СВЧ</b>							
5.1	Получение литий-содержащих феррошпинелей и иттриевых феррогранатов для поглощения ЭМИ ВЧ и СВЧ /Лек/	1	3	ПК-1-32	Л1.2 Э1			
5.2	Многокомпонентные литий-содержащие ферриты /Пр/	1	2	ПК-1-У1	Л1.2			
5.3	Сложнозамещенные феррогранаты /Пр/	1	2	ПК-1-У1	Л1.2			
5.4	СВЧ ферриты с ППГ /Пр/	1	2	ПК-2-В1	Л1.2	Лит-ра: Ю.А.Михайлин и Специальные полимерные композиционные материалы : Научные основы технологии 2008		
5.5	Способы управления параметрами микроструктуры и прочностью керамики /Пр/	1	1	ПК-1-У1	Л1.2			
5.6	Расчет радиофизических параметров материалов композиционных материалов на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей. /Ср/	1	13	ПК-4-В1	Л1.7	Использовать Курс лекций.		

### 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	Зачёт с оценкой	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-1-У1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-4-31;ПК-4-У1	<p>1. Понятие электромагнитного излучения. Формулировка и смысл уравнений Максвелла. Распространение электромагнитного излучения (ЭМИ): фазовая скорость, волновое (характеристическое) сопротивление. Параметры распространения ЭМИ в среде.</p> <p>2. Удельная электрическая проводимость. Определение, классификация материалов по этому параметру. Основные характеристики материалов с точки зрения взаимодействия с электромагнитным излучением.</p> <p>3. Понятие ближней и дальней зоны электромагнитного излучения. Граница ближней и дальней зоны. Постоянная распространения и волновое сопротивление для свободного пространства и особенности для прямоугольного волновода.</p> <p>4. Типы линий передачи. Топология и особенности работы. Структура поля. Структура поля в волноводах. Разложение поля на компоненты. Волновое уравнение. Базовые понятия и принцип решения для полых направляющих структур. Отличие электромагнитных полей в свободном пространстве, коаксиальной линии, прямоугольном и круглом волноводе.</p>



			<p>5. Основные технологические методы получения ферритовой керамики. Влияние химического состава на свойства ферритов. Основные типы кристаллической решетки керамик, обладающих ферромагнитными свойствами.</p> <p>6. Понятие магнитного момента, магнитной восприимчивости, магнитной проницаемости. Классификация магнитных материалов. Природа магнитных свойств материалов различных типов. Диамагнетизм и парамагнетизм. Примеры материалов. Зависимости магнитных свойств от температуры. Закон Кюри-Вейса.</p> <p>7. Поляризация среды. Физический смысл и количественные характеристики поляризационных эффектов. Виды поляризации. Понятие комплексной диэлектрической проницаемости. Общая связь между действительной и мнимой частями в диапазоне частот.</p> <p>8. Поляризация среды в переменном электрическом поле. Зависимость от частоты. Диэлектрические потери. Связь мнимой части диэлектрической проницаемости и электропроводности. Дипольно-ориентационная поляризация среды. Зависимости Дебая диэлектрической проницаемости. Диаграмма Коул-Коула. Резонансная поляризация, особенности частотной зависимости диэлектрической проницаемости</p> <p>9. Связь параметров поляризации между микро- и макромасштабами поляризации среды. Учет влияния соседних диполей и модель Лоренца. Уравнение Клаузиуса-Мосотти.</p> <p>10. Ферриты для СВЧ диапазона. Тензор магнитной проницаемости. Влияние подмагничивающего поля и принципы работы ферритовых СВЧ устройств.</p> <p>11. Диэлектрики сложного состава: типы смесей. Основные формулы определения эффективной диэлектрической проницаемости ("формулы смешения").</p> <p>12. Классификация радиотехнических материалов. Определение и оценка эффективности материалов, обеспечивающих поглощение электромагнитного излучения. Типы радиопоглощающих материалов (РПМ).</p> <p>13. Проблема согласования характеристического (волнового) сопротивления материала и свободного пространства. Влияние магнитной фазы на частотные зависимости коэффициента отражения. Модель отражения от одно- и двуслойной плоскопараллельной структуры. Анализ, влияние парциальных коэффициентов отражения.</p> <p>14. Применение многослойных и градиентных конструкций. Принцип повышения эффективности РПМ за счёт градиентной структуры. Пирамидальные РПМ – физические принципы снижения отражения радиочастотного излучения на различных частотах.</p> <p>15. Физические процессы, обеспечивающие экранирование электромагнитного поля материалом. Эффективность экранирования магнитного и электрического полей в различных диапазонах частот</p> <p>16. Экранирование электромагнитного излучения. Определение критериев эффективности и принципы обеспечения. Примеры радиоэкранирующих материалов и структур. Частотная зависимость коэффициента экранирования. Понятие скин-слоя. Влияние магнитной компоненты на эффективность экранировки.</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	ПР №1	ПК-1-В1	Влияние химического и фазового состава на свойства магнитодиэлектриков
P2	ПР №2	ПК-1-31	Способы получения магнитодиэлектриков
P3	ПР №3	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Высокопроницаемые ферриты

P4	ПР №4	ПК-2-У1	Ферриты с большими магнитными потерями
P5	ПР №5	ПК-1-У1	Магний-марганцевые ферриты с ППГ
P6	ПР №6	ПК-1-У1	Магний-марганцевые ферриты для СВЧ
P7	ПР №7	ПК-1-32;ПК-1-У1	Влияние добавок на свойства марганец-цинковых ферритов
P8	ПР №8	ПК-1-В1	Влияние добавок на свойства никель-цинковых ферритов
P9	ПР №9	ПК-1-В1	Влияние сырья на формирование микроструктуры марганец-цинкового феррита
P10	ПР №10	ПК-1-У1	Технологические особенности получения ферритов с гексагональной структурой
P11	ПР №11	ПК-1-У1	Многокомпонентные литий-содержащие ферриты
P12	ПР №12	ПК-1-У1	Сложнозамещенные феррогранаты
P13	ПР №13	ПК-2-В1	СВЧ ферриты с ППГ
P14	ПР №14	ПК-1-У1	Способы управления параметрами микроструктуры и прочностью керамики
P15	СР №2	ПК-1-31	Расчет радиофизических параметров магнитодиэлектриков на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей.
P16	СР №3	ПК-1-31	Расчёт спектров комплексных магнитной и диэлектрической проницаемостей по данным измерений радиофизических параметров образцов материалов типа магнитодиэлектриков.
P17	СР №4	ПК-1-У1	Расчёт экранирующих свойств материалов на основе высокопроводящих композиций и магнитных материалов различного класса. Изучение влияния магнитных свойств материала на его радиофизические параметры.
P18	СР №5	ПК-1-У1	Влияние размеров гранул на свойства прессзаготовок
P19	ПР №6	ПК-1-У1	Влияние связующих на механическую прочность прессзаготовок и ферритов
P20	ПК №7	ПК-1-У1	Изучение влияния технологических факторов на коэрцитивную силу литий-содержащих ферритов
P21	СР №1	ПК-1-У1	Изучение технологии приготовления ферритовых гранул и определение их геометрических размеров.
P22	СР №8	ПК-1-32	Расчет частотных зависимостей радиофизических параметров ферритов на основе данных спектров магнитных и диэлектрических проницаемостей.
P23	СР №9	ПК-1-32	Расчёт спектров комплексной магнитной проницаемостей ферритовой керамики по данным измерений радиофизических параметров образцов.
P24	СР №10	ПК-1-32	Исследование влияния технологии на диэлектрические свойства феррогранатов
P25	СР №11	ПК-1-32	Влияние режима спекания на диэлектрическую проницаемость литий-содержащих ферритов
P26	СР №12	ПК-1-У1	Расчет электрофизических параметров материалов типа композитов с полимерными связующими.
P27	СР №13	ПК-1-31	Расчет радиофизических параметров материалов на основе ферритовой керамики и композитов с АМС на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей.

P28	ПР №14	ПК-4-У1;УК-1-В1	Измерение магнитной и диэлектрической проницаемостей композиционных материалов с магнитными наполнителями и ферритовой керамики по данным измерений радиофизических параметров образцов.
P29	СР №15	ПК-4-В1	Расчет радиофизических параметров материалов композиционных материалов на основе данных магнитных и диэлектрических проницаемостей.

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

экзамен не предусмотрен

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

Оценка (дифференцированный зачёт) выставляется как средняя по результатам работы в семестре и определяется количеством правильных ответов на вопросы в ходе выполнения практических работ и контроля выполнения самостоятельных заданий. Оценка - количество правильных, аргументированных ответов: "отл." - более 90%, "хор." - 60%...90%, "удовл." - 33%...59%, неудовл. - менее 33%

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Летюк Л. М., Балбашов А. М., Крутогин Д. Г., др., Летюк Л. М.	Технология производства материалов магнитоэлектроники: Учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1994
Л1.2	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
Л1.3	Летюк Л. М., Журавлев Г. И.	Химия и технология ферритов: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	СПб.: Химия, 1983
Л1.4	Канева И. И., Крутогин Д. Г., Летюк Л. М., Летюк Л. М.	Материалы и компоненты магнитоэлектроники: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 20.02	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1990
Л1.5	Канева И. И., Крутогин Д. Г., Андреев В. Г., Летюк Л. М., Летюк Л. М.	Ферритовые материалы и компоненты магнитоэлектроники: практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л1.6	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Подгорная С. В., Маренкин С. Ф.	Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологий: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Летюк Л. М., Ануфриев А. Н., Морченко А. Т.	Физика магнитных материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 0648	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Канева И. И., Подгорная С. В., Андреев В. Г.	Технология микро- и наноэлектроники. Технология материалов магнитоэлектроники: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Рабинович О. И., Крутогин Д. Г., Маренкин С. Ф., Подгорная С. В.	Основы технологии электронной компонентной базы: учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2015

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования	Zoom
----	---	------

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

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

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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.
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
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

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При конспектировании лекций в конспект следует заносить всё, что рекомендует преподаватель. Изучение и отработка прослушанных лекций без промедления значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала. Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории. При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.