

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 21.09.2023 14:31:38

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)

Приборы и устройства магнитоэлектроники

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:

экзамен 3

аудиторные занятия

34

самостоятельная работа

56

часов на контроль

54

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	УП	РП	УП	РП
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	56	56	56	56
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Бибиков Сергей Борисович

Рабочая программа

Приборы и устройства магнитоэлектроники

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 наноэлектроника, 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 наноэлектроника, 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 28.06.2021 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель - научить пониманию физических принципов работы, концепций выбора формы магнитного элемента и параметров магнитного материала для обеспечения требуемых параметров разрабатываемой магнитоэлектронной аппаратуры.
1.2	Задачи:
1.3	1. Раскрыть сущность резонансных процессов, протекающих в магнитном материале и указать пути воздействия на эти явления.
1.4	2. Сформировать представления об основных типах невзаимных магнитоэлектронных приборов и роли магнитных материалов в формировании их параметров.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.1.2	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.1.3	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.1.4	Методы исследования материалов	
2.1.5	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.1.6	Научно-исследовательская практика	
2.1.7	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.1.8	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.9	Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники	
2.1.10	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.11	Методы математического моделирования	
2.1.12	Основы технологии углеродных наноматериалов	
2.1.13	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.14	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
2.1.15	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования	
2.1.16	Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов наноконпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.	
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	
Знать:	
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.	
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов наноконпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.	
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов наноконпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.	
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	

Знать:
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.
ОПК-1-31 Физические принципы работы ферритовых элементов и устройств магнитоэлектроники, техники СВЧ и владеть основными приемами расчетных оценок.
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Знать:
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов нанокomпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов нанокomпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Знать:
ПК-4-31 Принципы создания и особенности материалов электроники с использованием органических соединений.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-31 Физические основы работы перспективных материалов нанокomпозиционных и наноструктурированных материалов, метаматериалов, радиокерамики.
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, выработать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-31 Основы расчёта радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций

Уметь:
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
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
Уметь:
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Прогнозировать изменение свойств материалов при воздействии внешних факторов (температуры и пр.)
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
ПК-4-У1 Самостоятельно выбирать и оценивать перспективные разработки в области материаловедения для современной радиоэлектроники, радиотехники.
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
Уметь:
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
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
Уметь:
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от

величины магнитного поля управления.
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от величины магнитного поля управления.
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
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
Уметь:
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от величины магнитного поля управления.
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от величины магнитного поля управления.
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от величины магнитного поля управления.
ОПК-1-У1 Измерять электродинамические параметры ферритов на высоких и сверхвысоких частотах в зависимости от величины магнитного поля управления.
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
Уметь:
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
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
Уметь:
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
УК-1-У1 Прогнозировать свойства изделий, включающих в качестве базовых элементов ферритовую керамику, магнитные сплавы и другие магнитных материалы.
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-нанoeлектроники, применения энергосберегающих технологий и использования последних достижений науки и техники
Уметь:
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
ПК-4-У2 Оценивать перспективы развития новых электронных компонентов и материалов.
Владеть:
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии

изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
ПК-4-В1 Идентифицировать новые области исследований, новые проблемы физики магнитных материалов, технологии изготовления и применения материалов и приборов магнитоэлектроники.
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
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
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
Владеть:
УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.
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
Владеть:
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
ОПК-1-В1 Навыками подготовки исходных данных для выбора материала, типа конструкции и режимов эксплуатации изделий.
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В1 Методами оценки и прогнозирования свойств материалов электронных компонентов с целью улучшения функциональных характеристик изделий из них.

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

Владеть:

УК-1-В1 Методами расчёта электро- радиотехнических параметров материалов типа ферритовой керамики и композиционных материалов с магнитомягкими наполнителями.

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. Динамика спинового магнитного момента и доменной границы в ферритах							
1.1	Тензор магнитной проницаемости в форме Полдера. Электромагнитная волна в феррите. Эффективные магнитные проницаемости. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.2 Э1			
1.2	Расчёт компонент тензора проницаемости частично намагниченного феррита (на ПЭВМ). /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.4Л3.1			
1.3	Динамика движения доменной границы в переменном магнитном поле. Уравнение Деринга . Резонанс доменных границ, частотный интервал области магнитных потерь. /Лек/	3	2	ПК-2-31	Л1.4 Л1.5 Э1			
1.4	Расчёт дисперсии магнитной проницаемости при резонансе доменных границ /Пр/	3	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.4Л3.1			
1.5	Уравнение движения намагниченности в неограниченной ферритовой среде. Собственные и вынужденные колебания. Прецессия намагниченности. /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-4-31	Л1.7 Э1			
1.6	Ферромагнитный резонанс в феррите (моделирование на ПЭВМ). /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.7			
1.7	Изучение процессов намагничивания среды, распространения электромагнитного излучения в ферромагнитных материалах, Природы анизотропии магнитной проницаемости под воздействием внешних полей. /Ср/	3	19	УК-1-31 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1 Л1.2			
	Раздел 2. Магнитные устройства сверхвысоких частот.							

2.1	Магнитный спектр феррита. Область естественного ферромагнитного резонанса. Влияние технологических факторов и состава феррита на формирование его магнитного спектра. /Лек/	3	2	ПК-2-31	Л1.2 Л1.4			
2.2	Учет потерь энергии в уравнении Ландау-Лифшица. Ферромагнитный резонанс, ширина линии ФМР в поликристаллических и монокристаллических ферритах /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.7			
2.3	Расчёт параметров поля в прямоугольном волноводе. /Пр/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1			
2.4	Расчёт размагничивающих факторов формы феррита /Пр/	3	2		Л1.4Л3.1			
2.5	Ферритовые материалы на основе металлических сплавов. Аморфные магнитные сплавы. Радиофизические свойства композиционных материалов с электропроводящими наполнителями. /Лек/	3	2	ПК-2-31 ПК-4-31	Л1.4Л3.1			
2.6	Магнитные устройства СВЧ техники. Принципы работы и расчёт основных характеристик типовых устройств магнитоэлектроники - вентилях, циркуляторов. /Ср/	3	19	ПК-2-У1	Л1.1			
	Раздел 3. Физика и конструкции радиочастотных магнитных компонентов							
3.1	Ферритовые вентиля и циркуляторы. Циркулятор типа Y. Требования к ферритам для элементов вентилях и циркуляторов. Выбор частотного диапазона использования феррита. /Лек/	3	2	УК-1-У1 ОПК-1-31	Л1.4 Л1.6			
3.2	Радиопоглощающие материалы и устройства. /Лек/	3	1	ОПК-1-У1	Л3.1			
3.3	Основы измерений радиофизических параметров коэффициента отражения и поглощения в ферритах и композиционных материалах. /Лек/	3	2	УК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.6 Л1.7Л3.1			

3.4	Расчет параметров высокочастотных линий передачи с диэлектриком и ферритом. /Пр/	3	2	УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1			
3.5	Расчет радиофизических коэффициентов поликристаллических ферритовых образцов для коаксиального тракта. /Пр/	3	1	УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.3			
3.6	Измерение спектра комплексной магнитной проницаемости феррита. /Пр/	3	2	ПК-2-В1	Л1.1 Л3.1			
3.7	Измерение дисперсии диэлектрической и магнитной проницаемостей в ВЧ -СВЧ диапазоне для образцов магнитодиэлектриков. /Пр/	3	2	ПК-2-31	Л1.1 Л1.4			
3.8	Расчёт радиофизических параметров ферритовых керамических материалов и магнитодиэлектриков на основе исходных магнитных свойств, диэлектрической проницаемости и потерь. /Ср/	3	18	ПК-4-В1	Л1.1			

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;УК-1-31;ПК-2-31;ОПК-1-У1;УК-1-У1;ПК-2-У1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение и свойства тензора магнитной проницаемости. 2. Частотные зависимости действительной и мнимой частей магнитной проницаемости. Особенности и физические ограничения. 3. Типы резонансов электромагнитного излучения в ферромагнитных материалах в полях малой напряжённости. 4. Что такое постоянная распространения в материалах? Зависимость от магнитной проницаемости и потерь. 5. Рабочий частотный диапазон волноводного тракта на примере прямоугольного волновода. Граничная частота. 6. Структура поля основной моды прямоугольного волновода. 7. Понятие волноводных мод в направляющих структурах на примере прямоугольного волновода. 8. Оценка влияния формы феррита и размеров доменов на макроскопические параметры образцов материалов. 9. Зависимость радиотехнических параметров плоскопараллельных образцов материалов с обобщённо-диэлектрическими и магнитными потерями от геометрии (толщины). 10. Принцип работы СВЧ устройств типа циркуляторов и вентилялей с элементами ферритовой керамики. 11. Принцип и режимы работы измерительной линии. 12. Как влияют материальные параметры среды на условия распространения волны в СВЧ-тракте? 13. Принцип работы двухпроводной коаксиальной линии. Структура поля, частотный диапазон. 14. Как измерить потери в тракте? 15. Для чего измеряют квадратичность детектора измерительной линии? 16. Понятие КСВН, связь с коэффициентом отражения. 17. Что такое коэффициенты отражения, прохождения, поглощения, что они характеризует? 18. Приведите примеры влияния нагрузки на коэффициент отражения исследуемого образца в направляющей структуре. 19. Какие параметры можно измерить с помощью измерительной линии? 20. Предложите способы автоматизации измерения КСВН.
-----	---------	---	--

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	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-У1;УК-1-В1	Расчёт компонент тензора проницаемости частично намагниченного феррита.
P2	ПР №2	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Расчёт дисперсии магнитной проницаемости при резонансе доменных границ
P3	ПР №3	УК-1-У1;УК-1-В1	Ферромагнитный резонанс в феррите (моделирование на ПЭВМ).
P4	ПР №4	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Расчёт параметров поля в прямоугольном волноводе.
P5	ПР №5		Расчёт размагничивающих факторов формы феррита
P6	ПР №6	УК-1-У1;УК-1-В1	Расчет параметров высокочастотных линий передачи с диэлектриком и ферритом.
P7	ПР №7	УК-1-У1;УК-1-В1	Расчет радиофизических коэффициентов поликристаллических ферритовых образцов для коаксиального тракта.
P8	ПР №8	ПК-2-В1	Измерение спектра комплексной магнитной проницаемости феррита.
P9	ПР №9	ПК-2-31	Измерение дисперсии диэлектрической и магнитной проницаемостей в ВЧ -СВЧ диапазоне для образцов магнитодиэлектриков.

P10	Самостоятельная работа №1	УК-1-31	Изучение процессов намагничивания среды, распространения электромагнитного излучения в ферромагнитных материалах, Природы анизотропии магнитной проницаемости под воздействием внешних полей.
P11	Самостоятельная работа №2	ПК-2-У1	Магнитные устройства СВЧ техники. Принципы работы и расчёт основных характеристик типовых устройств магнитоэлектроники - вентилях, циркуляторов.
P12	Самостоятельная работа №3		Расчёт радиофизических параметров ферритовых керамических материалов и магнитодиэлектриков на основе исходных магнитных свойств, диэлектрической проницаемости и потерь.

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

Используются билеты, каждый содержит три вопроса.

Пример вопросов билета.

1. Типы резонансов электромагнитного излучения в ферромагнитных материалах в полях малой напряжённости.
2. Принцип работы СВЧ устройств типа циркуляторов и вентилях с элементами ферритовой керамики.
3. Какие параметры можно измерить с помощью измерительной линии?

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

Правильные, развернутые ответы на 3 вопроса в билетах - оценка "отлично".

В целом правильные ответы на вопросы, с незначительными неточностями, или подробный развёрнутый ответ на 2 вопроса с ошибками в ответе на один вопрос - оценка "хорошо".

Правильный ответ на один вопрос с ошибками в ответе на два вопроса - оценка "удовлетворительно".

Отсутствие или неправильные ответы, или ответы с грубыми ошибками на три вопроса - оценка "неудовлетворительно".

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Никольский В. В.	Электродинамика и распространение радиоволн	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1973
Л1.2	Шостак А. С.	Электродинамика сплошных сред: курс лекций: курс лекций	Электронная библиотека	Томск: ТУСУП, 2012
Л1.3	Летюк Л. М., Костишин В. Г., Гончар А. В.	Технология ферритовых материалов магнитоэлектроники	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2005
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	Летюк Л. М., Морченко А. Т., Захаров Н. А.	Материаловедение ферритов. Разделы: Процессы выращивания эпитаксиальных ферритовых пленок. Подложечные материалы, их особенности и области применения: Учеб. пособие для студ. спец. 0643	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л1.6	Крутогин Д. Г.	Материалы и элементы электронной техники: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2006
Л1.7	Крутогин Д. Г.	Элементы и устройства магнитоэлектроники: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2008

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	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

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
Э1	Приборы и устройства магнитоэлектроники	Zoom
6.3 Перечень программного обеспечения		
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		

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, ПК с 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.
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
<p>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.</p> <p>При освоении данного курса студент должен пользоваться библиотекой вуза, а также электронными базами учебной литературы, в соответствии с настоящей программой.</p>