

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 21.09.2023 14:31:32

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 наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии

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):

дфмн, профессор, Панина Лариса Владимировна

Рабочая программа

Магнитные наносистемы, наноматериалы и нанотехнологии

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	Целью преподавания дисциплины является формирование знаний о ферромагнитных компонентах микросистемной техники, физических принципах их функционирования, базовых и специальных технологических операциях, используемых при создании элементов и устройств микросистемной техники с применением ферромагнитных материалов. Ставятся задачи изучения особенностей функционирования ферромагнитных элементов для устройств микросистемной техники, выбора материалов, методам их получения с заданными структурными и физическими свойствами на основе микро- нанотехнологий, а также изучения методов их характеристики.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
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	Мессбаэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.1.4	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.1.5	Научно-исследовательская практика	
2.1.6	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.1.7	Физико-химия и технология наноструктур	
2.1.8	Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	
2.1.9	История и методология науки и техники в области электроники	
2.1.10	Методы математического моделирования	
2.1.11	Основы технологии углеродных наноматериалов	
2.1.12	Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур	
2.1.13	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 1	
2.1.14	Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования	
2.1.15	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	Технический английский язык
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-33	Методы физико-технологического моделирования
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций	
Знать:	
ПК-2-31	Технический английский язык
ПК-2-32	Основные методы диагностики микро- и наномасштабных объектов, анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем
ПК-2-32	Основные методы диагностики микро- и наномасштабных объектов, анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-31	Технический английский язык
ПК-1-32	Основы физики наноразмерных пленок
ПК-1-32	Основы физики наноразмерных пленок

ПК-1-33 Методы физико-технологического моделирования
ПК-1-31 Технический английский язык
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)
ПК-3: Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
Уметь:
ПК-3-У1 Определять экономическую целесообразность внедрений новых технологий и процессов
ПК-3-У1 Определять экономическую целесообразность внедрений новых технологий и процессов
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У2 Анализировать воздействие сигналов (магнитных, механических) на линейные и нелинейные процессы намагничивания микро и нано материалов
ПК-2-У2 Анализировать воздействие сигналов (магнитных, механических) на линейные и нелинейные процессы намагничивания микро и нано материалов
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Уметь:
ПК-1-У1 Проводить анализ явлений ферромагнетизма в микро и наносистемах
ПК-1-У1 Проводить анализ явлений ферромагнетизма в микро и наносистемах
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 Работать на технологическом оборудовании (выполнять все действия, которые делает оператор)
ПК-3: Способность проводить экспериментальные работы и осваивать новые технологические процессы
Владеть:
ПК-3-В1 Разработка новых технологических процессов
ПК-3-В1 Разработка новых технологических процессов
ПК-3-В2 Обоснование экономической целесообразности их внедрения
ПК-3-В2 Обоснование экономической целесообразности их внедрения
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В1 Методами анализа линейных и нелинейных процессов намагничивания микро и нано систем
ПК-1: Способность разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Владеть:
ПК-1-В1 Сведениями об основных тенденциях развития нано- и микросистемной техники, а также о новейших разработках наноматериалов и компонентной базы в указанных областях
ПК-1-В1 Сведениями об основных тенденциях развития нано- и микросистемной техники, а также о новейших разработках наноматериалов и компонентной базы в указанных областях
ПК-2: Способность оптимизировать параметры технологических операций
Владеть:
ПК-2-В2 Навыками работы с измерительной аппаратурой, предназначенной для определения параметров и характеристик ферромагнитных материалов и элементов нано- и микросистемной техники
ПК-2-В2 Навыками работы с измерительной аппаратурой, предназначенной для определения параметров и характеристик ферромагнитных материалов и элементов нано- и микросистемной техники
ПК-2-В1 Методами анализа линейных и нелинейных процессов намагничивания микро и нано систем

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. Введение, классификация микро и наноразмерных ферромагнитных (ферримагнитных) микро и нано материалов							
1.1	Классификация микро и наноразмерных структур: от магнитных наночастиц до нанокристаллических материалов /Лек/	3	5	ПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-33 ПК-2-31 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-32 ПК-2-32	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.4 Л2.5 Э1			
1.2	Анализ особенностей процессов намагничивания в различных типах микро и нано структур /Пр/	3	2	ПК-1-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-1-32 ПК-1-33 ПК-1-33 ПК-1-У1 ПК-1-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Анализ особенностей процессов намагничивания в различных типах микро и нано структур. Анализ литературы. /Ср/	3	8	ПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.4Л2.4			
	Раздел 2. Методы измерения магнитных параметров (микро и нано размерных материалов)							
2.1	Методы измерения и анализа магнитных характеристик: кривой магнитного гистерезиса, магнитной анизотропии, температуры Кюри /Лек/	3	3	ПК-2-В2 ПК-2-В2 ПК-3-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-3-В2	Л1.2 Л1.4Л2.5 Э1			
2.2	Оптимизация метода вибрационного магнетометра для измерения кривой намагниченности микро и нано материалов. /Пр/	3	2	ПК-2-У2 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1			
2.3	Оптимизация индуктивного метода для измерения кривой намагниченности микро и нано материалов /Пр/	3	2	ПК-1-32 ПК-1-32	Л1.1Л2.2 Л2.5 Э1			
2.4	Домашняя работа №1 /Ср/	3	8	ПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-2-В1	Л1.4Л2.1 Л2.5 Э1			
	Раздел 3. Магнетизм наночастиц, применения в биологии							
3.1	Магнитные наночастицы, однодоменные частицы суперпарамагнетизм, магнитные жидкости. Использование магнитных нано и микрочастиц как маркеров. /Лек/	3	4	ПК-3-В2 ПК-3-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			

3.2	Расчет размеров однодоменности магнитных наночастиц. Оценка скорости движения магнитной наночастицы в вязкой жидкости /Пр/	3	3	ПК-2-В2 ПК-2-В2 ПК-3-В1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.5 Э1			
3.3	Домашняя работа №2 /Ср/	3	8	ПК-2-В1 ПК-2-В1 ПК-2-В2 ПК-2-В2	Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1			
Раздел 4. Магнетизм микро и нано проводов, применения в магнитной записи, сенсорах и постоянных магнитах								
4.1	Особенности процессов намагничивания микро и нанопроводов /Лек/	3	3	ПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-32	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
4.2	Оценка размеров аксиальных доменов в микропроводах. Оценка коэрцитивности нанопроводов /Пр/	3	2	ПК-3-У1 ПК-3-У1 ПК-3-В2 ПК-3-В2	Л1.4Л2.4 Л2.5 Э1			
4.3	Измерение кривой намагничивания микропроводов индуктивным и вибрационным методами /Пр/	3	2	ПК-2-У1 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-У2 ПК-3-В2 ПК-3-В2	Л1.2Л2.3 Э1			
4.4	Домашняя работа №3 /Ср/	3	8	ПК-2-32 ПК-2-32	Э1			
Раздел 5. Магнетизм тонких пленок, эффект гигантского магнитосопротивления								
5.1	Эффект гигантского магнитосопротивления и магнитоимпеданса в мультипленочных структурах /Лек/	3	2	ПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-1-В1	Л1.2 Л1.4Л2.2 Э1			
5.2	Оптимизация параметра магнитосопротивления многопленочных систем /Пр/	3	2	ПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-У1	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Э1			
5.3	Численный эксперимент-Оптимизация параметра магнитоимпеданса сэндвичевых структур. /Пр/	3	2	ПК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-32	Л1.1 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1			
5.4	Курсовая работа /Ср/	3	24	ПК-1-У1 ПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-31	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	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-2-В2;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-В2	Темы для изучения: Методы исследования материалов Физика, химия и технология наноструктур и наноструктурных композиций. Физико-химия и технология наноструктур Актуальные проблемы современной электроники и микроэлектроники Методы математического моделирования Технологии материалов для радиопоглощения и электромагнитного экранирования Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники Научно-исследовательская практика Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники Основы технологии углеродных наноматериалов Современные методы диагностики и исследования наногетероструктур Физика квантоворазмерных полупроводниковых композиций
-----	---------	---	--

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	Курсовая работа	ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-33;ПК-1-У1;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-В2	Эффект гигантского магнитосопротивления и магнитоимпеданса в мультипленочных структурах

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов. Экзамен сдается устно. Билеты хранятся на кафедре.

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

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации состоит из: типовых контрольных заданий к экзамену.

Критерии оценки:

«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 воп

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Карпенко Л. Н.	Расчёт и конструирование электромагнитных механизмов: учебное пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2014
Л1.2	Алакоз Г. М., Котов А. В., Курак М. В., Попов А. А., Сериков А. П.	Программно-аппаратные платформы и вычислительные наноструктуры	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.3	Мурашова Н. М.	Биология. Биологические наноструктуры: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Кузнецов Г. Д., Сергиенко А. А., Симакин С. Б., др.	Элионная технология в микро- и наноиндустрии. Неразрушающие методы контроля процессов осаждения и травления наноразмерных пленочных гетерокомпозиций: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Ермолаев И. Н., Долгов А. Н., Ежков В. В., Смирнов А. Д., Устинов П. И., Васильев А. А.	Магнитные пускатели переменного тока	Электронная библиотека	Москва, Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1961
Л2.2	Харитонов С. А.	Электромагнитные процессы в системах генерирования электрической энергии для автономных объектов: монография	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011
Л2.3	Пеккер И. И.	Физическое моделирование электромагнитных механизмов	Электронная библиотека	Москва: Энергия, 1969
Л2.4	Хачоян А. В., Бусев С. А., Мосолова Т. П., Гонсалвес К. Е., Хальберштадт К. Р., Лоренсин К. Т., Наир Л. С.	Наноструктуры в биомедицине: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015
Л2.5		Наноматериалы и наноструктуры	Библиотека МИСиС	,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1		http://www.intechopen.com/books/recent-application-in-biometrics/electromagnetic-sensor-technology-for-biomedical-applications
----	--	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	MATLAB
П.6	MATCAD

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru/)
И.2	Springerlink (https://link.springer.com/)
И.3	Web of Science (WOS) (https://apps.webofknowledge.com)
И.4	Scopus (https://www.scopus.com/)
И.5	Elsevier (https://www.sciencedirect.com/)

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
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
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

1. Лекции проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint и содержат анимационные представления с использованием программного обеспечения Mathematica
2. Домашние задания выполняются с использованием программных средств:
для математических вычислений – Mathematica;
для моделирования технологических процессов- среды программирования Visual C++, Mathematica.
Эти же средства используются для выполнения самостоятельных проектов.
3. Для успешного освоения изучаемой дисциплины для студентов организуются еженедельные консультации в компьютеризированном классе.
Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется путем индивидуального опроса студентов во время практических занятий. Студенты также выполняют индивидуальные и групповые проекты, которые оцениваются путем презентации и демонстрации.
Перед началом занятий студенты знакомятся с графиком выдачи и сдачи домашних заданий и проектов.
Рекомендуется на каждом практическом занятии проводить экспресс-опрос (с проставлением оценки) с целью установления усвояемости дисциплины.