

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:48:09

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf71a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f9bce882b8d602

## **Аннотация рабочей программы дисциплины**

### **«Спинтроника»**

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль): «Элементная база наноэлектроники»

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

#### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Спинтроника» является профессиональная подготовка, позволяющая успешно вести самостоятельную разработку моделей статических и динамических процессов в магнитных микро- и наноструктурах, приборах и устройствах магнитной наноэлектроники и спинтроники, выполнять научно-исследовательские работы в области разработки и проектирования электронной компонентной базы с нанометровыми размерами систем и устройств, основанных на новых физических принципах, связанных с магнетизмом наноструктур и спин-транспортными явлениями.

Задачами курса служат:

1. формирование знаний в области магнетизма интерметаллических и оксидных объемных материалов, систем пониженной размерности, макроскопических квантовых и спин-транспортных явлений в наноразмерных и мезоскопических объектах,
2. развитие практических навыков в области разработки и отладки программ моделирования статических и динамических процессов в магнитных микро и наноструктурах, включая явления переноса спина,
3. создание научной основы для практической реализации классических и квантовых магнитных приборов и устройств на новых физических принципах
4. критический обзор современных тенденциях развития альтернативных направлений спинтроники и наноэлектроники.

#### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для её освоения требуются знания, умения и опыт деятельности, приобретаемые студентами при изучении следующих дисциплин: Физика. Электричество и магнетизм, Физика. Атомная физика. Строение вещества, Квантовая механика, Физические основы электроники, Физика конденсированного состояния, Наноэлектроника.

#### **3. Краткое содержание дисциплины**

##### **Модуль 1. Магнитные явления в твердых телах.**

1. Магнитная электроника: магнитные дисковые и магнитооптические ЗУ, магниторезистивная память (МОЗУ), магнитосенсорные устройства, магнитные

нано и микроэлектромеханические системы (МЕМС, МСМ), магнитные материалы и типичные требования.

2. Парамагнетизм Ланжевена, виды обменных взаимодействий.
3. Модель Гейзенберга, приближение молекулярного поля, диаграмма Слэтера-Полинга, итинерантный магнетизм.
4. Дипольные взаимодействия и анизотропия, магнитный гистерезис.
5. Анизотропия проводящих магнетиков (переходные d-металлы), редкоземельных металлов, сплавов и окислов, анизотропия пленок.
6. Магнитные домены и доменные границы в сильно и слабо анизотропных пленках.
7. Теория Брауна перемагничивания цилиндрических частиц, теоремы Аарони.

## **Модуль 2. Спиновый транспорт в мезоскопических наноструктурах.**

1. Макроскопическая квантовая когерентность и туннелирование в наночастицах, интегралы Фейнмана и инстантоны туннелирования, МКК в магнитной наночастице, магнитный аналог эффекта Аронова-Бома.
2. Гигантское магнитосопротивление и спин-зависимый транспорт: применение в магнитоэлектронике.
3. Итинерантный магнетизм и спиновая аккумуляция, спиновый транспорт в доменной границе и периодической структуре, поперечное магнитосопротивление.
4. Спиновый транспорт и передача вращательного момента, модель Слончевского – Берже.
5. Вращение и переключение спинов в слоистой структуре под действием токовой инжекции.
6. Атомно-силовой микроскоп (АСМ) – основные физические принципы работы. Собственные моды кантилевера и модель точечного наконечника.
7. Взаимодействие зонда с поверхностью и требования к жесткости кантилевера, разрешающая способность МСМ микроскопа.
8. Флуктуации колебаний кантилевера и предельная чувствительность АСМ.

### **Разработчик:**

Старший преподаватель каф. КФН



/ А. Е. Широков /