

Отзыв

на автореферат диссертации Головчанского Игоря Анатольевича «Динамика магнитного момента в гибридных системах сверхпроводник-ферромагнетик», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

Диссертационное исследование Головчанского И.А. посвящено изучению динамики магнитного момента в различных гибридных системах, в основе которых лежит взаимодействие между сверхпроводящей и ферромагнитной подсистемами. Актуальность исследований магнитодинамических явлений связана с чрезвычайно широкими возможностями их применений в науке о материалах, в области магноники и смежных областях – в качестве инструмента передачи и обработки информации посредством спиновых волн. Резонансные спектроскопические методы изучения магнитных материалов имеют ряд неоспоримых преимуществ, таких, как высочайшая чувствительность, позволяющая работать с изготовленными литографией тонкопленочными образцами; беспрецедентная информативность, позволяющая получить информацию о намагниченности насыщения, магнито-кристаллической анизотропии, наведенной и поверхностной анизотропии, а также динамических характеристиках в различных магнитных полях и на разных частотах. Использование техники широкополосного ферромагнитного резонанса для исследования динамики намагниченности также не часто встречается, а она имеет ряд преимуществ перед стандартной техникой ферромагнитного резонанса с фиксированной частотой и резонатором. Особенно эти преимущества проявляются в исследованиях гибридов магнитных и сверхпроводящих систем, которым посвящена диссертация И.А. Головчанского.

В этом направлении исследований получены следующие основные результаты:

1. Впервые, с использованием широкополосного метода, исследована динамика магнитного момента ферромагнитных тонких пленок и микроструктур слабого разбавленного ферромагнетика $\text{Pd}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}$ при криогенных температурах. Установлены основные магнитные характеристики сплава и характерные времена динамики магнитного момента. Экспериментальные данные свидетельствуют в пользу кластерного магнетизма в тонких пленках $\text{Pd}_{0.99}\text{Fe}_{0.01}$.
2. Разработан подход к изучению магнитодинамических характеристик единичных ферромагнитных микроструктур с использованием сверхпроводящего высокочастотного резонатора на чипе. Повышенная чувствительность метода обусловлена высокой добротностью электромагнитного резонатора.
3. Разработано сверхпроводящее гибридное устройство, позволяющее определять резонансные характеристики единичных ферромагнитных микроструктур с высокой собственной магнитной анизотропией без применения анализатора цепей. Устройство основано на длинном джозефсоновском переходе, индуктивно связанном с ферромагнитной микроструктурой и работающим в режиме «ступеней нулевого поля».
4. Проведено экспериментальное исследование спин-волнового резонанса магнитостатических поверхностных спиновых волн, индуктивно взаимодействующих со

сверхпроводящей поверхностью, обнаружено увеличение фазовой скорости спиновых волн. Исследованы законы дисперсии поверхностных магнитоэлектронных и обратных объемных спиновых волн, индуктивно взаимодействующих со сверхпроводящей поверхностью.

5. Впервые проведено системное экспериментальное изучение динамики магнитного момента в трехслойных системах сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник. Показано, что электронное взаимодействие между подсистемами радикально сдвигает ферромагнитный резонанс в область более высоких частот.
6. Предложены методы формирования гибридных сверхпроводящих магнитных кристаллов. Изучены спин-волновые спектры структур, состоящие из запрещенных и разрешенных зон.
7. Впервые продемонстрировано сверхсильное фотон-магнонное взаимодействие на чипе с рекордными характеристиками взаимодействия: коэффициента связи, силы односпиновой связи и кооперативности. Рекордные характеристики взаимодействия достигнуты за счет формирования квазичастицы плазмон-магнон-поляритон в гибридной структуре, состоящей из ферромагнитных, сверхпроводящих и диэлектрических слоев.

Полученные основные результаты являются оригинальными и новыми, имеющими не только фундаментальное значение для понимания динамики намагниченности в гибридных структурах, включающих ферромагнитные и сверхпроводящие сегменты, но и большой практический интерес со стороны разработчиков сверхпроводящей электроники. Эти результаты прошли экспертизу самых авторитетных мировых научных изданий, в которых они опубликованы.

Считаю что диссертационное исследование Головчанского И.А. выполнено на высоком научном уровне. Диссертационное исследование полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор, Головчанский Игорь Анатольевич, несомненно заслуживает присвоение искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

Доктор физ.-мат. наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, ведущий научный сотрудник лаборатории нелинейной оптики Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», профессор, Тагиров Ленар Рафгатович

Адрес: 420029, г. Казань,
ул. Сибирский тракт, д.10/7,
тел. (843)2319074
e-mail: ltagirov@mail.ru
9 декабря 2022 г.

