

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Головчанского Игоря Анатольевича на тему «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» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 21 декабря 2022 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 19.09.2022, протокол № 4.

Диссертация выполнена в лаборатории сверхпроводящих метаматериалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Научный консультант – д. ф.-м. н., профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией сверхпроводимости Института физики твердого тела РАН Рязанов Валери Владимирович.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 4 от 19.09.2022) в составе:

1. Мухин Сергей Иванович – д. ф.-м. н., профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ «МИСиС» председатель комиссии;

2. Панина Лариса Владимировна – д.ф.-м.н., профессор кафедры технологии материалов электроники НИТУ «МИСиС»;

3. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных нано-систем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»

4. Белотелов Владимир Игоревич – д.ф.-м.н., профессор РАН, доцент Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, заместитель научного директора Российского квантового центра (РКЦ), руководитель группы магнитоплазмоники и сверхбыстрого магнетизма РКЦ;

5. Таланов Юрий Иванович – д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории проблем сверхпроводимости и спинтроники Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского;

6. Арутюнов Константин Юрьевич – д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник института физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, профессор, заведующий лабораторией квантовой наноэлектроники Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова ВШЭ;

7. Мельников Александр Сергеевич – д.ф.-м.н., заведующий отделом физики сверхпроводников института физики микроструктур РАН.

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук (ИТПЭ РАН).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Разработаны подходы к изучению ферромагнитного резонанса в ферромагнитных тонких пленках и одиночных микроструктурах с помощью сверхпроводниковых систем: сверхпроводящих волноводов, сверхпроводящих резонаторов и джозефсоновских переходов. Продемонстрированы преимущества сверхпроводниковых систем.
- Исследована динамика магнитного момента в двуслойных структурах сверхтонких эпитаксиальных пленок железо-иттриевого граната и сверхпроводящего ниобия. Продемонстрирована роль поверхностных напряжений и сверхпроводящей вихревой фазы на спектр ферромагнитного резонанса.
- Получены законы дисперсии спиновых волн в гибридных системах сверхпроводник-ферромагнетик в условиях индуктивного и электронного взаимодействия между элементами системы. Разработаны методы микромагнитного моделирования для описания динамики магнитного момента в гибридных системах сверхпроводник-ферромагнетик.
- Предложены методы формирования магнитных кристаллов, состоящих из гибридных периодических структур сверхпроводник-ферромагнетик. Изучены спин-волновые спектры структур, состоящие из запрещенных и разрешенных зон. Рассмотрены закономерности формирования зонной структуры.
- Впервые реализовано т.н. сверхсильное фотон-магнитное взаимодействие в интегральных структурах с использованием подходов на новом физическом принципе.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Разработаны и подтверждены экспериментально методы микромагнитного моделирования динамики магнитного момента в гибридных системах сверхпроводник-ферромагнетик.
- Установлена применимость модели Хопфилда взаимодействия излучения с ансамблем двухуровневых систем в резонаторах Свихарта и неприменимость для таких систем модели Дике.
- Установлена применимость флаксометрических размагничивающих факторов для описания магнитных явлений в одиночных тонкопленочных ферромагнитных микроструктурах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- предложенные методы изучения ферромагнитного резонанса обладают улучшенной чувствительностью по отношению к количеству спинов в системе в случае применения сверхпроводниковых резонаторов, а также позволяют проводить исследования в суб-терагерцовом диапазоне естественных частот резонанса с помощью джозефсоновских переходов в режиме ступеней нулевого поля;
- конструктивное регулирование электромагнитного и электронного взаимодействия между сверхпроводящими и ферромагнитными слоями в

гибридных структурах открывает методику управления законами дисперсии спиновых волн;

- метод получения рекордных характеристик фотон-магнонного взаимодействия для интегральных гибридных СВЧ систем, открывает новые возможности для исследования фотон-магнонных явлений, включая применения в спинтронике.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- использованы актуальные методы моделирования и известные теоретические модели;
- получено количественное совпадение результатов экспериментов с результатами моделирования и литературными источниками;
- основные результаты исследования были представлены на конференциях высокого уровня, а также опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственной постановке всех задач диссертации, разработке технологии и изготовлении образцов микроструктур для исследований, проведении измерений и анализе и интерпретации экспериментальных данных, проведении моделирования, обсуждении полученных результатов с научным консультантом и соавторами, подготовке публикаций по выполненной работе.

Соискатель представил 12 опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, 12 опубликованных работ в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science, Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Головчанского И.А. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней изложены экспериментальные результаты и теоретические положения, квалифицируемые как значимое научное достижение в области сверхпроводящих и магнитных устройств, которое приводит к созданию современных направлений магноники, и спектроскопии магнитных микроструктур.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения И.А. Головчанскому ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в составе 7 человек, участвовавших в заседании, из 7 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за _7_, против_нет_, недействительных бюллетеней _нет_.

Председатель Экспертной комиссии



Мухин Сергей Иванович
21.12.2022