

ОТЗЫВ

Научного руководителя диссертационной работы Е.В. Скороходова
«Зондовая магнитно-резонансная силовая спектроскопия ферромагнитных наноструктур»

Диссертационная работа Е.В. Скороходова посвящена исследованиям ферромагнитного резонанса (ФМР) в планарных ферромагнитных наноструктурах методами магнитно-резонансной силовой микроскопии и спектроскопии.

Актуальность данных исследований обусловлена несколькими обстоятельствами. С одной стороны, развитие методов электронной литографии привело к существенному расширению возможностей по управлению спектром и модовым составом спиновых колебаний в магнитных наноструктурах, что позволяет разрабатывать новые системы СВЧ-ассистированной записи информации, спиновой логики и приборов СВЧ нанoeлектроники (перестраиваемые фильтры, невзаимные элементы, компактные генераторы и детекторы СВЧ излучения). С другой стороны, в последнее время в мире были разработаны новые методы диагностики колебаний намагниченности в магнитных объектах с малыми латеральными размерами. В рамках диссертационной работы Е.В. Скороходовым были отработаны методики локальной диагностики СВЧ свойств магнитных наноструктур на разработанном в ИФМ РАН магнитно-резонансном силовом микроскопе (МРСМ), и проведены исследования резонансных свойств целого ряда ферромагнитных наноструктур.

Перед Е.В. Скороходовым были поставлены следующие задачи. Первая – в рамках создания стенда МРСМ ему были поручены разработка оптимальной системы СВЧ накачки образцов и отработка методик регистрации спектров ФМР и зависимостей резонансных свойств образцов от внешнего магнитного поля. Вторая – проведение МРСМ исследований ФМР в тонких пленках с магнитной анизотропией типа «легкая плоскость» и «легкая ось». Третья – исследования резонансных свойств доменной структуры многослойных тонкопленочных структур с перпендикулярной магнитной анизотропией. Четвертая – МРСМ исследования спин-волновых резонансов в прямоугольных микрополосках пермаллоя. Пятая – исследование резонансных колебаний намагниченности доменной стенки, запиннированной в микрополоске V-образной формы. Шестая – МРСМ исследования низкочастотного резонанса в магнитных нанодисках, связанного с гиротропным движением магнитного вихря.

Со всеми поставленными задачами Е.В. Скороходов блестяще справился. Наиболее важными результатами диссертации являются следующие.

- Развита комбинированная методика, включающая оптическую магнитометрию, магнитно-силовую микроскопию и магнитно-резонансную силовую спектроскопию, позволяющая определять параметр магнитной анизотропии, размеры магнитных доменов и резонансные характеристики магнитных пленок. Эффективность данной методики апробирована при изучении доменной структуры и обменного взаимодействия в многослойных пленках Co/Pt с перпендикулярной магнитной анизотропией.
- Предсказан и экспериментально зарегистрирован методами магнитно-резонансной силовой микроскопии ферромагнитный резонанс одиночной доменной стенки в ферромагнитной нанопроволоке V-образной формы.

- Проведены исследования влияния поля МРСМ зонда на гиротропную моду резонансных колебаний магнитного вихря в ферромагнитном диске. Данная методика востребована в тестовых экспериментах по разработке массивов вихревых наноосцилляторов для управления парциальной резонансной частотой отдельного элемента.

Полученные в рамках данной работы результаты без сомнения соответствуют мировому уровню. Они опубликованы в 11 статьях в ведущих научных журналах и представлялись на многочисленных научных конференциях.

За время работы по теме диссертации Е.В.Скороходов показал высокий научный уровень, проявил целеустремленность и настойчивость в достижении результатов. Все исследованные в диссертационной работе планарные наноструктуры были изготовлены Е.В. Скороходовым и все МРСМ измерения были проведены им лично.

Считаю, что диссертационная работа Е.В.Скороходова удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

Ведущий научный сотрудник ИФМ РАН, д.ф.-м.н.,

В.Л. Миронов

Подпись В.Л. Миронова заверяю:

Учёный секретарь ИФМ РАН, к.ф.-м.н.



Д.М. Гапонова

10.06.2022