

Отзыв

официального оппонента, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника лаборатории пленочных технологий кафедры физики низкоразмерных структур ШЕН ФГБОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» Стеблій Максима Евгеньевича на диссертационную работу Руденко Романа Юрьевича «Динамические свойства вихревых структур намагниченности в нано-, микроточках», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Перспективным направлением развития электроники является спинтроника – направление, подразумевающее переход от переноса электрического заряда к контролю ориентации спинового магнитного момента в задачах хранения-передачи информации и совершения логических операций. Ранее проведенные исследования показали, что магнитная структура типа «вихрь» может быть использована для создания ячейки памяти, генератора спиновых волн, сенсоров и т.д. Таким образом, исследование динамических свойств магнитных «вихрей» является важным направлением развития спинтроники, что определяет актуальность диссертационная работа Романа Юрьевича.

Работа, представленная на 114 страницах, состоит из введения, 4-х глав, заключения и списка литературы, содержащего 111 наименований.

В первой главе, на основе обзора литературы, представлено описание вихревой структуры намагниченности, приведены примеры аналитического описания движения магнитного вихря на основе уравнения Тилия.

Вторая глава посвящена экспериментальным методам, использованным для получения магнитных микрообъектов, исследования их структурных и магнитных параметров, а также высокочастотных свойств.

В третьей главе представлены результаты исследования резонансных свойств ферромагнитных объектов в зависимости от величины внешнего магнитного поля, приложенного перпендикулярно плоскости пленки. Экспериментально полученные данные были сопоставлены с результатами аналитических расчетов, большое внимание в которых было уделено учету

эффекта диссипации энергии при высокочастотном движении ядра магнитного вихря.

В четвертой главе приведены результаты экспериментального и теоретического исследований высокочастотных свойств магнитных объектов с учетом магнитостатического взаимодействия. Показано, что в случае взаимодействующих объектов происходит снятие вырождения резонансной частоты. Вторая часть исследований посвящена влиянию внешнего магнитного поля, приложенного в плоскости образца, на величину резонансной частоты. Результаты экспериментальных исследований были сопоставлены с результатами аналитических расчетов на основе предложенной модели. Было установлено, что для магнитных структур квадратной формы эта зависимость более сильная, чем для круглых объектов. Анализ результатов аналитических расчетов, проведенных на основе предложенной модели, позволил заключить, что это связано с профилем потенциальной энергии ядра магнитного вихря в объекте.

К сильным сторонам работы следует отнести:

1. Глубокий анализ моделей и методов описания магнитной вихревой структуры, представленных в научной литературе.
2. Повсеместное сопоставление экспериментальных и аналитически полученных результатов, что позволило дать качественное объяснение наблюдаемым феноменам.
3. Создание установки для исследования высокочастотных магнитных свойств методом ферромагнитного резонанса.
4. Получение и интерпретация результатов, связанных с расщеплением резонансных кривых в результате магнитостатического взаимодействия; зависимостью резонансной частоты микрообъектов от величины внешнего магнитного поля, приложенного в разных направлениях; влиянием формы микрообъекта на особенности высокочастотного движения ядра магнитного вихря.

Достоверность полученных научных результатов подтверждается комплексным подходом, включающим в себя экспериментальное исследование, аналитический расчет, сопоставление с ранее полученными результатами для схожих систем. По теме диссертации опубликовано 6

статей в рецензируемых научных изданиях и 7 публикаций в материалах международных и всероссийских конференций.

Наряду с достаточно убедительными экспериментально подтвержденными выводами работа содержит ряд недостатков:

1. Первое положение, выносимое на защиту («Усовершенствован метод взрывной литографии...»), связано с технологической задачей получения образцов и не является научным результатом.
2. На основе исследования микрообъектов методом магнитной силовой микроскопии делается вывод о направлении вращения намагниченности, что ввиду отсутствия магнитных полюсов в остаточном состоянии не может быть обоснованно и однозначно интерпретировано.
3. В работе отсутствуют петли магнитного гистерезиса, полученные при изменении магнитного поля в направлении перпендикулярном плоскости микрообъектов. Такая информация необходима при анализе кривых поглощения, которые снимались в диапазоне ± 5 кЭ.
4. Не объяснено экспериментально наблюдаемое уменьшение в два раза поля резонанса при изменении расстояния между дисками с 4 до 5 мкм (ст. 78, Рис. 44).

Не лишена работа и ряда неточностей:

1. Термин «точка» применим к объектам, размерами которых можно пренебречь в рассматриваемой задаче, что не выполняется в представленной работе.
2. В работе используются жаргонные термины и обороты: «энергия стремится минимизировать» (ст. 13); «взаимодействие намагниченностей» (ст. 79); «гирросила» (ст. 80).
3. В тексте работы используются нестандартные единицы измерения: [Гс] для намагниченности насыщения M_s ; [Тл] для напряжённости магнитного поля H .

Приведенные выше замечания не меняют положительного впечатления о диссертационной работе, выполненной на достаточно высоком профессиональном уровне.

Заключение

Диссертация является законченным самостоятельным научным исследованием, выполненным автором на высоком научном уровне. В целом, полученные результаты являются новыми научными знаниями, что позволяет их квалифицировать как имеющие существенное значение для физики магнитных явлений. Полученные диссертантом результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Автореферат правильно и достаточно полно отражает содержание диссертации. Основные результаты работы опубликованы в 6 статьях в рецензируемых научных журналах, неоднократно обсуждались на различных конференциях.

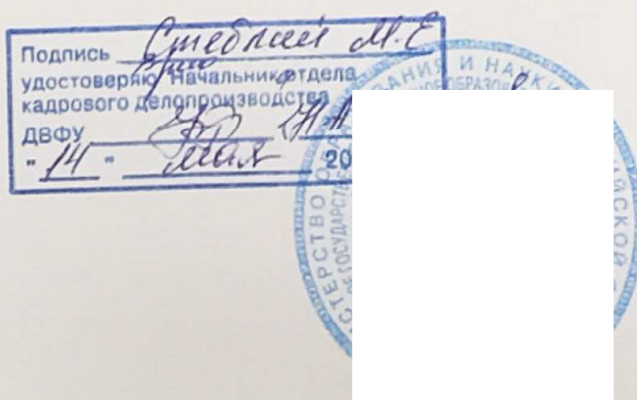
Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, а ее автор, Руденко Роман Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физики магнитных явлений.

научный сотрудник
лаборатории пленочных технологий КФНС
ШЕН ФГБОУ ВО «Дальневосточный
федеральный университет»,
к. физ.-мат. наук

Стеблий М. Е.

14.05.18

Адрес: 690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.
Телефон: +79024882557
E-mail: stebliyme@gmail.com



Сведения об оппоненте

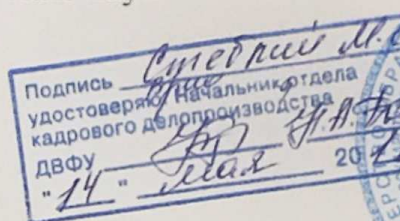
Фамилия, Имя, Отчество	Стеблый Максим Евгеньевич
Ученая степень	кандидат физико-математических наук
Ученое звание	-
Шифр и наименование специальности по которой защищена диссертация	01.04.07, физика конденсированного состояния
Полное наименование организации места работы	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»
Структурное подразделение и должность	Научный сотрудник лаборатории пленочных технологий кафедры физики низкоразмерных структур, Школа естественных наук, ДВФУ
Индекс, почтовый индекс организации места работы	690091, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.
Телефон	+79024882557
Адрес электронной почты	stebliyme@gmail.com

Список основных публикаций по теме диссертации за последние 5 лет

1. Steblyy M.E., S. Jain, A.G. Kolesnikov, Vortex dynamics and frequency splitting in vertically coupled nanomagnets. Scientific Reports 7 (1),1127 (2017).
2. Steblyy, M.E., Kolesnikov, A.G., Ognev, A.V. Manipulation of magnetic vortex parameters in disk-on-disk nanostructures with various geometry. Beilstein J. of Nanotech 6, 697 (2015).
3. Steblyy, M., Ognev, A., Samardak, A., V., Slavin, A. Influence of the properties of soft collective spin wave modes on the magnetization reversal in finite arrays of dipolarly coupled magnetic dots. JMMM 384, 166 (2015).
4. Steblyy, M.E., Ognev, A.V., Samardak, A.S. High-frequency switching of magnetic bistability in an asymmetric double disk nanostructure. APL 104, 112405 (2014).
5. Steblyy, M.E., Ognev, A.V., Samardak. Magnetoresistive properties of the small disk on a big disk nanostructure. JAP 113, 17B527 (2013).
6. Demidov, V.E, Samardak, A.S., Steblyy, M.E. Linear and nonlinear collective modes in magnetic microstructures formed by coupled disks. PRB 83, 184403 (2011).

научный сотрудник
 лаборатории пленочных технологий
 ФГБОУ ВПО «Дальневосточный
 федеральный университет»,
 к. физ.-мат. наук

Стеблый М. Е.



14.05.18