

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.075.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН),  
ФАНО ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 01 июня 2018 года № 6

О присуждении Руденко Роману Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамические свойства вихревых структур намагниченности в нано-, микроточках» по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений принята к защите 26 марта 2018 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 003.075.01 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), ФАНО. 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, приказ Минобрнауки №1513/НК от 25.11.2016 года Соискатель Руденко Роман Юрьевич 1986 года рождения.

В 2008 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева» по специальности «Учитель физики и информатики». В 2011 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на базе Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева».

Работает ассистентом в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ).

Диссертация выполнена на кафедре общей физики СФУ (Минобрнауки) и Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН) обособленном подразделении «Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук» (ИФ СО РАН, ФАНО) в лаборатории магнитодинамики.

Научный руководитель – кандидат физ.-мат.наук, доцент Орлов Виталий Александрович, доцент кафедры общей физики СФУ.

Официальные оппоненты:

Вахитов Роберт Миннисламович, доктор физ.-мат.наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет», заведующий кафедрой теоретической физики.

Стеблій Максим Евгеньевич, кандидат физ.-мат. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», научный сотрудник лаборатории пленочных технологий. Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, в своем положительном заключении, подписанном Алексеем Александровичем Гаврилюком – доктор физ.-мат.наук, доцент, заведующий кафедрой общей и экспериментальной физики указала, что результаты исследования позволят продвинуться в понимании эффектов возникающих в массивах нано-, микроэлементов в переменных магнитных полях. Изученные эффекты следует учитывать при проектировании устройств

спинктроники различного назначения. Предложен аналитический расчет частот годротропного движения ядер магнитных вихрей в квадрате решетке нано-Микро элементов с чередующимися полярностями и киральностями. Это способствует более глубокому пониманию процессов управления состоянием намагниченности в наноточках.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 6 статей в рецензируемых изданиях и журналах списка ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации: **1.** П. Д. Ким, В. А. Орлов, Р. Ю. Руденко, В. С. Прокопенко, И. Н. Орлова, С.С. Замай, Коллективная динамика магнитных вихрей в массивах взаимодействующих наноточек // Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики. - 2015. - Т. 101. – С. 620-626. **2.** П. Д. Ким, В. С. Прокопенко, В. А. Орлов, Р. Ю. Руденко, Т. В. Руденко, Б. В. Васильев, В. П. Живаев, Т. А.Ким. Магнитные структуры пермалловых пленочных микропятен // Доклады академии наук. - 2015. - Т. 463, - С. 28-31. **3.** П. Д. Ким, В. А. Орлов, В. С. Прокопенко, С. С. Замай, В. Я. Принц, Р. Ю. Руденко, Т. В. Руденко. О низкочастотном резонансе магнитных вихрей в микро и нанопятнах. // Физика твердого тела. - 2015. - Т. 57. – С. 29-36. **4.** P. D. Kim, V. A. Orlov R.Y. Rudenko V. S. Prokopenko, I. N. Orlova, A. V. Kobayakov. On the resonant state of magnetization in array of interacting nanodots // Journal of magnetism and magnetic materials. – 2017. - Vol. 440. - P. 171–174. Общий объем публикаций 2,7 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

*Ведущая организация.* Отзыв положительный. Замечания: **1.** Непонятно в чем проявилось усовершенствование метода взрывной литографии с резистивным напылением? **2.** Рисунок 17. Интенсивности линий не соответствует массовому содержанию элементов. Линия Cr и линии переходных металлов имеют одинаковые интенсивности, но массовый состав этих элементов в пленках значительно различается. **3.** Складывается ощущение, что автор работы вместо метода энергодисперсионной рентгеновской

спектроскопии (EDX), описывает метод волно-дисперсионной рентгеновской спектроскопии по длине волны (WDS).

*Д.ф.-м.н., профессор Вахитов Р.М. - официальный оппонент.* Отзыв положительный. Замечания: **1.** В главе 3 говорится вначале об экспериментальном исследовании резонансных свойств пермаллоевых пленок с наноточками, а затем приводится теоретический расчет характерных частот вращения кора вихря на основе анализа уравнения Тилля с учетом инерционного и диссипативного слагаемых. Однако сравнение результатов полученных разными методами и представленными на рис. 33 вызывает массу вопросов. **2.** Имеется ошибочное написание формулы (42) для потенциала от квадратной микроточки. **3.** Ни на одном рисунке, где приведены экспериментально полученные графики зависимостей, не даны погрешности измерений.

*К.ф.-м.н. Стеблей - официальный оппонент.* Отзыв положительный. Замечания: **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  $\pm 5$  кЭ. **4.** Не объяснено экспериментально наблюдаемое уменьшение в два раза поля резонанса при изменении расстояния между дисками с 4 до 5 мкм (стр. 78, Рис. 44).

*Д.ф.-м.н., профессор Екомасов Е.Г. – отзыв положительный, критических замечаний нет.* *Д.ф.-м.н., профессор Захаров Ю.В. – отзыв положительный, критических замечаний нет.* *К.ф.-м.н Орлова Н.Н. – отзыв положительный, критических замечаний нет.*

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается опытом их работы и достижениями в области исследований соискателя.

*Диссертационный совет отмечает,* что в ходе выполненных соискателем исследований массивов нано- и микроточек различной формы:

- Оработана методика взрывной литографии с резистивным напылением, обеспечивающая изготовление ферромагнитных  $\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$  нанодисков различной формы, диаметра от 3 мкм и более, разного межэлементного расстояния с вихревой магнитной структурой.
- Методами зондовой силовой микроскопии исследована морфология элементов и их магнитная структура. Показано, что элементы массивов имеют вихревое распределение намагниченности.
- Экспериментально определена зависимость частоты гиротропного движения массива ядер магнитных вихрей от величины внешнего магнитного поля, ориентированного перпендикулярно поверхности пленки и ориентированного вдоль плоскости пленки для массивов круглых и квадратных элементов. Проведено сравнение с теоретическим расчетом с учетом эффективной массы и параметра затухания, а также предложено качественное объяснение различий этих зависимостей для массивов элементов разной формы.
- Экспериментально методом узкополосного ферромагнитного резонанса для дисков с различным расстоянием между ними обнаружено расщепление резонансных мод при гиротропном движения вихрей, причиной которого является магнитостатическое взаимодействие элементов. Выполненная оценка величины расщепления качественно согласуется с экспериментом.

*Теоретическая значимость* работы обоснована тем, что применительно к магнитным вихревым структурам был предложен аналитический расчет частот гиротропного движения ядер магнитных вихрей в квадратной решетке нано- и микро элементов с чередующимися полярностями и киральностями. Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в том, что результаты исследования позволят продвинуться в понимании эффектов возникающих в массивах нано-, микроэлементов в переменных

магнитных полях. Изученные эффекты необходимо учитывать при проектировании устройств спинтроники различного назначения. *Достоверность* результатов исследования подтверждается тем, что результаты работы получены на основе применения корректных методов экспериментального исследования и теоретических оценок; получено удовлетворительное согласие теоретических расчетов с данными эксперимента. *Личный вклад* соискателя заключается в участии в постановке задач, отработке методики получения образцов магнитных структур нано- и микроточек различной формы и размеров, экспериментальных исследованиях методами атомно-силовой силовой микроскопии и ферромагнитного резонанса, обработке результатов, проведении расчетов магнитных свойств образцов.

На заседании 01 июня 2018 года диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, и принято решение присудить Руденко Роману Юрьевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 10 докторов физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» и 9 по специальности 01.04.11 – «Физика магнитных явлений», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 19, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель  
диссертационного совета Д 003.075.01  
д.ф.-м.н., академик РАН

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 003.075.01  
д.ф.-м.н., с.н.с.



Шабанов В.Ф.

Втюрин А.Н.

01.06.2018 г.