

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации М.В. Сапожникова «Эффекты магнито- и электростатического взаимодействия в коллективном поведении микро- и наносистем», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа М.В. Сапожникова посвящена исследованию электрических и магнитных свойств, спин-зависимых явлений и механизмов ферромагнитного упорядочения ансамблей магнитных наночастиц и наноструктурированных магнитных плёнок. Выбранное научное направление является одним из наиболее актуальных в области физики и технологии спинтроники и приборов на спин-зависимых эффектах. В рамках диссертационной работы Сапожникова М.В. решались новые актуальные задачи в рамках этой области.

В работе Сапожникова М.В. были разработаны, сформированы и исследованы наноструктурированные магнитные плёнки на основе  $\text{Co}$ , в которых были зарегистрированы магнитные скирмионы. Исследования в этой области входят в число мировых работ, посвящённых созданию магнитных элементов памяти нового поколения на основе наноразмерных магнитных доменов (скирмионов). В последние 2-3 года наблюдается прорыв в физике и технологии получения таких объектов, полученные результаты соискателя приносят новую информацию, в частности относительно механизмов формирования скирмионов. Другим направлением исследования диссертации является формирование и изучение свойств магнитных плёнок, осаждённых на поверхности коллоидного кристалла. В результате технологических экспериментов были получены наноструктурированные магнитные плёнки, представляющие собой упорядоченную структуру магнитных нанополусфер. Подобный технологический подход позволяет повысить управляемость процессом формирования магнитных наноструктур, что представляется важным практическим результатом. В рамках развития этих работ представлены результаты экспериментального исследования и численного моделирования невзаимных эффектов в подобных наноструктурированных магнитных плёнках. Наконец ещё одним объектом исследования являлись ансамбли коллоидных металлических и полимерных частиц, для этих исследований можно отметить интересный результат по описанию механизмов самоорганизации.

Всё вышеизложенное позволяет считать диссертационную работу Сапожникова М.В. актуальной.

К наиболее ценным научным результатам, полученным автором можно отнести следующие:

- 1) Проведено описание магнитных скирмионов в наноструктурированных магнитных плёнках, показано, что в таких плёнках магнитные скирмионы могут быть стабильными даже в отсутствие взаимодействия Дзялошинского-Мория, когда пространственная модуляция локальной плотности энергии доменной стенки осуществляется путём локального изменения толщины, либо материальных параметров плёнки.
- 2) Экспериментально реализованы плотные решётки магнитных скирмионов, которые формируются при приложении к наноструктурированной магнитной плёнке внешнего магнитного поля. Для достижения данного результата были разработаны технологические приёмы наноструктурирования плёнок и управления параметрами магнитных доменов в них.
- 3) Зарегистрирован и подробно описан комплекс явлений в наноструктурированных магнитных плёнках, нанесённых на поверхность коллоидного кристалла. В частности, обнаружены невзаимные эффекты при рассеянии света и возбуждении ферромагнитных спин-волновых резонансов в решётках магнитных вихрей и магнитных скирмионов.

Таким образом, диссертационная работа удовлетворяет критериям оригинальности и новизны, выводы по работе сформулированы ясно. Результаты работы опубликованы в российских и иностранных рецензируемых журналах, а также представлены на всероссийских и международных конференциях. Автореферат соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, автор работы Сапожников М.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

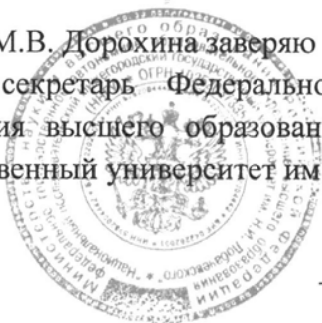
28.09.2018

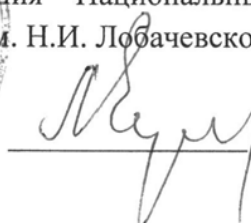
Дорохин Михаил Владимирович,  
д.ф.-м.н. по спец. 01.04.10 Физика полупроводников  
зав.лаб., Научно-исследовательский физико-технический институт  
ФГАОУВО "Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского"

 М.В. Дорохин

Подпись М.В. Дорохина заверяю  
Учёный секретарь Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский  
государственный университет им. Н.И. Лобачевского"

к.с.н.



 Л.Ю. Черноморская