

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

д.ф.-м.н., профессора Вахитова Р.М. на диссертационную работу Ахметовой Айгуль Альфредовны на тему: «Устойчивые состояния вихреподобных неоднородностей в одноосных ферромагнитных пленках с модулированными материальными параметрами», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

В настоящее время в магнетизме наблюдается активный интерес к различным вихреподобным магнитным неоднородностям, в частности, к скирмионам, в связи с возможностью создания на их основе устройств магнитной памяти, а также использования их в нейроморфных и резервуарных вычислениях. Столь повышенное внимание к скирмионам обусловлено их уникальными свойствами: топологическая защищенность, наномасштабные размеры, высокая подвижность, возможность управления ими с помощью малых токов и др. Однако, для того, чтобы скирмионы нашли практическое применение в спинтронике, необходимо решить ряд фундаментальных задач, связанных со способами их стабилизации и с определением их характеристик.

Первоначально устойчивые состояния скирмионов были найдены в киральных магнетиках типа $MnSi$, в которых они стабилизировались благодаря взаимодействию Дзялошинского-Мория в определенном диапазоне температур и внешнего магнитного поля. Последующие исследования их свойств показали, что существуют определенные ограничения на их возможные применения. Поэтому возник спрос на альтернативные способы стабилизации скирмионов в материалах, которые не являются киральными магнетиками. Одним из таких перспективных способов является наноструктурирование, которого можно достичь различными методами: на отверстиях (антидотах) или на дефектах. На кафедре теоретической физики была предложена идея стабилизации магнитных скирмионов в тонких ферромагнитных плёнках, содержащих колумнарные дефекты.

Перед Ахметовой А. А. была поставлена задача исследования свойств микромагнитных структур, образующихся в магнитных пленках с колумнарными дефектами, изучения их характеристик, исследования процессов их перемагничивания в магнитных полях различной направленности. В ходе изучения нового материала, связанного с темой диссертации, ей пришлось провести обзор большого количества литературных источников, освоить пакеты микромагнитного моделирования OOMMF и Ubermag. Тем не менее, она со всеми имеющимися трудностями полностью справилась и получила ряд новых и интересных результатов, среди которых можно отметить следующие:

1. В одноосных ферромагнитных пленках, содержащих колумнарные дефекты типа «потенциальная яма», возможно образование вихреподобных неоднородностей четырех типов, различающихся ориентацией намагниченности в центре кора (полярность) и направлением намагниченности на периферии; из них 2 типа неоднородностей идентичны нетопологическим солитонам, а 2 других типа – скирмионам.

2. Тип образовавшейся вихреподобной неоднородности, а также её структура зависят от материальных параметров плёнки и дефекта. Стабильность состояний вихреподобных неоднородностей определяются диаграммами устойчивости в переменных «фактор качества – размер дефекта», «фактор качества – магнитное поле» и т.д.

3. В зависимости от направления приложенного внешнего магнитного поля реализуются 2 различных сценария перемагничивания скирмиона. В случае магнитного поля, направленного вдоль нормали к поверхности плёнки, скирмион претерпевает серию трансформаций: от скирмиона к нетопологическому солитону и в финальной стадии в

однородно намагниченное состояние плёнки. В случае планарного внешнего поля магнитный скирмион, не изменяя своей топологии, перемещается в направлении перпендикулярном приложенному полю. Установлено, что по направлению перемещения скирмиона можно однозначно определить его киральность.

В ходе работы соискатель проделал большой объем работы, результаты которой были доложены на семинарах кафедры, а также на различного рода российских и международных конференциях. Им совместно с коллегами опубликовано 6 статей, все из которых входят в международную базу данных Scopus. Полученные им результаты расширяют представления о вихреподобных магнитных неоднородностях, в частности, магнитных скирмионах, и имеют реальные перспективы быть использованными в различных устройствах спинтроники.

Диссертация полностью отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В целом, Ахметову А. А. можно охарактеризовать как сформировавшегося научного работника, способного решать поставленные задачи, достойного присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель доктор физико-математических наук (01.04.07 – Физика конденсированного состояния), профессор кафедры теоретической физики физико-технического института федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Вахитов

Вахитов Роберт Миннисламович

«06» мая 2026 г.



Контакты:

450076, г.Уфа, ул. Заки Валиди 32,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»,
физико-технический институт, к. 210а, кафедра теоретической физики.
Телефон: +7 (347) 273-93-25; E-mail: VakhitovRM@Yahoo.com