

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Ахметовой Айгуль Альфредовны «Устойчивые состояния вихреподобных неоднородностей в одноосных ферромагнитных пленках с модулированными материальными параметрами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Актуальность темы диссертации. В настоящее время для устройств магнитной памяти в качестве носителей информации традиционно используются магнитные домены. Минимальный физический размер домена, который может быть использован в качестве ячейки памяти, достиг своего предела и дальнейшее уменьшение размеров ячейки приводит к потере устойчивости ее состояния. При поиске перспективных подходов к разработке магнитных запоминающих и логических устройств большое внимание уделяется скирмионам – вихреподобным топологически устойчивым спиновым текстурам, минимальный размер которых оценивается в 1 – 2 нанометра. В этом отношении актуальность диссертационной работы А. А. Ахметовой, посвященной исследованию топологии и характеристик магнитных вихреподобных неоднородностей, в том числе скирмионов, не вызывает сомнений. Тематика диссертационной работы актуальна как для развития теории магнитных материалов, так и для разработки перспективных прикладных устройств наноспинтроники на базе спиновых текстур.

Общая характеристика содержания диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и изложена на 124 стр. Список цитируемой литературы состоит из 202 работ.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и решаемые в работе задачи, выделена научная новизна полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор основных сведений о магнитных вихреподобных структурах и скирмионах, рассмотрены возможные применения скирмионов и влияние различных дефектов магнитных пленок на характеристики вихреподобных неоднородностей, локализующихся на данных дефектах.

Во второй главе приведены результаты аналитического исследования топологии вихреподобных неоднородностей, возникающих в ферромагнитных пленках с колумнарными дефектами, их геометрических характеристик, результаты изучения влияния параметров дефектов на структуру вихреподобных неоднородностей, найдены области их устойчивости.

В третьей главе приведены результаты исследования влияния внешнего магнитного поля различной направленности на структуру и характеристики вихреподобных неоднородностей. Результаты получены двумя методами: методом численного решения уравнения Эйлера-Лагранжа и с помощью микромагнитного моделирования, выполненного в специальных математических пакетах (OOMMF и Ubermag).

В заключении обобщены основные результаты диссертационного исследования.

Обоснованность и достоверность основных выводов и положений. Обоснованность выносимых на защиту положений подтверждается адекватностью используемой математической модели, согласованностью полученного численного решения уравнения Эйлера-Лагранжа с предельными случаями аналитических решений, использованием стандартных и современных методов исследования, включающими проведение микромагнитного моделирования в специализированных пакетах, которые активно используют и другие исследователи. Основные выводы и положения диссертации подробно рассматриваются и обсуждаются.

Публикации по теме диссертации. Результаты диссертационной работы опубликованы в 7 статьях в журналах, индексируемых в наукометрических базах Web of Science и Scopus, прошли апробацию на ряде всероссийских и международных конференций.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Новизна исследований и полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации. Отметим следующие результаты, расширяющие представления о структуре и свойствах вихреподобных неоднородностей при их локализации на дефектах в одноосных ферромагнитных пленках:

1. Теоретически показано, что магнитные скирмионы блоховского типа могут существовать как устойчивые структуры в некиральных магнетиках.

2. Найдены виды, геометрические параметры и области устойчивости вихреподобных неоднородностей скирмионного типа, способных формироваться на колумнарных дефектах типа «потенциальная яма».

3. Рассмотрены сценарии перемагничивания скирмиона при приложении магнитного поля вдоль и перпендикулярно нормали к поверхности ферромагнитной плёнки, показаны условия трансформации от скирмиона к нетопологическому солитону и в финальной стадии к однородно намагниченному состоянию плёнки.

Научная значимость полученных автором диссертации результатов. Теоретическая значимость диссертации состоит в получении новых данных по топологии и характеристиках магнитных вихреподобных неоднородностей, образующихся на дефектах цилиндрической формы в ферромагнитных пленках, исследования их поведения под действием внешних магнитных полей.

Замечания по работе.

1. В литературном обзоре недостаточно подробно освещены потенциальные способы применения магнитных скирмионов в спинтронике, и это при большом общем списке литературных источников (202 ссылки).

1. В работе приведены результаты численного расчета решения уравнения Эйлера-Лагранжа, описывающего распределение намагниченности, но особенности расчета практически не рассмотрены. В работе не приведены также и использованные скрипты по выполненным вычислениям в пакетах микромагнитного моделирования OOMMF и Ubermag.

2. При подведении итогов работы необходимо было бы пояснить, какие новые результаты приносит использование микромагнитного моделирования при исследовании свойств вихреподобных неоднородностей в магнитных пленках.

3. При рассмотрении топологии зарождающихся на дефектах вихреподобных неоднородностей во внимание принята константа магнитной кристаллографической анизотропии как параметр, характеризующий дефект. Другие параметры, например, константа обменного взаимодействия, намагниченность насыщения, не учтены. Насколько оправдан такой упрощенный подход при анализе свойств изучаемых в работе вихреподобных неоднородностей?

4. В тексте диссертационной работы имеются опечатки и неточности.

Приведенные выше замечания не изменяют общего положительного впечатления о диссертации.

Заключение. Диссертация Ахметовой Айгуль Альфредовны «Устойчивые состояния вихреподобных неоднородностей в одноосных ферромагнитных пленках с модулированными материальными параметрами» является законченным научным исследованием, обладающим научной новизной и практической значимостью, что соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в редакции от 18.03.2023 г), а ее автор, Ахметова Айгуль Альфредовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент: д.ф.-м.н., проф.,
в.н.с. Института радиотехники и электроники
им. В. А. Котельникова РАН



Логунов Михаил
Владимирович
02.09.2026

Контакты: 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп. 7
ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН
Тел.: +7 (495) 629-34-65
E-mail: logunov@cplire.ru

Подпись Логунова М. В. заверяю

*Старший инженер отдела кадров
Андреева 10.4*

