

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ахметовой Айгуль Альфредовны «Устойчивые состояния вихреподобных неоднородностей в одноосных ферромагнитных пленках с модулированными материальными параметрами», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 — физика конденсированного состояния

Диссертационная работа А. А. Ахметовой посвящена исследованию вихреподобных магнитных неоднородностей, стабилизируемых в одноосных ферромагнитных плёнках с помощью локальных изменений материальных параметров (дефектов типа «потенциальная яма»). Интерес к таким структурам обусловлен перспективами их использования в спинтронике и элементах магнитной памяти, где критически важны управляемость, миниатюрность и точный контроль стабильности магнитных состояний. Одним из подходов к созданию устойчивых вихреподобных конфигураций является искусственное формирование областей с пониженной анизотропией, что позволяет локализовать неоднородности и управлять их свойствами. В связи с этим, теоретическое описание структуры, условий возникновения и поведения таких объектов в магнитных полях представляет собой актуальную задачу.

В диссертации автором получены следующие новые результаты:

- В рамках микромагнитного подхода показано, что на столбчатых дефектах типа «потенциальная яма» в одноосных ферромагнитных плёнках могут существовать четыре типа вихреподобных образований блоховского типа, различающихся полярностью ядра и ориентацией намагниченности на периферии. Два из них несут ненулевой топологический заряд, а два других являются нетопологическими солитонами (стабильными конфигурациями намагниченности, гомотопически эквивалентными однородному состоянию намагниченности). Показано, что топологически нетривиальные состояния энергетически предпочтительнее во всей исследованной области параметров.
- Установлен пороговый характер зарождения неоднородностей: существуют критические значения радиуса дефекта, глубины потенциальной ямы и фактора качества Q , ниже которых образования не возникают. Построены диаграммы устойчивости в плоскости $Q-R_0$, выявлены зависимости характерных размеров (радиуса ядра и размера вихреподобного образования) от параметров плёнки и дефекта.
- Изучены процессы перемагничивания под действием внешнего поля двух ориентаций: перпендикулярной и планарной. В перпендикулярном поле, направленном противоположно полярности ядра, обнаружена

последовательная трансформация топологического солитона в нетопологический с последующим его исчезновением. Поле в плоскости вызывает движение вихреподобного образования как целого в перпендикулярном полю направлению, причём направление смещения позволяет однозначно определить хиральность структуры.

- Впервые показано, что при малых значениях фактора качества ($Q \leq 1$) топологически нетривиальные вихреподобные состояния могут стабилизироваться на дефекте уже при наличии перпендикулярного магнитного поля.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием корректных микромагнитных уравнений, применением хорошо апробированных численных методов (пакетов OOMMF и Ubermag), а также согласием с известными предельными случаями и данными экспериментов.

В качестве вопроса хотелось бы уточнить следующее:

1. В работе рассматриваются вихреподобные структуры блоховского типа, для которых азимутальный угол имеет вид $\varphi = \pm\pi/2$. Можно ли создать условия существования вихреподобных структур неелевского типа (как, например, скирмионы в плёнках с поверхностным взаимодействием Дзялошинского-Мория) и как на них повлияют дефекты рассмотренного типа? Возможны ли здесь качественные отличия?

Считаю, что диссертационная работа А. А. Ахметовой является завершённым научным исследованием, содержащим новые результаты, имеющие значение для физики магнитных явлений. Она удовлетворяет всем требованиям п. 9–11 Положения о присуждении учёных степеней (утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 — физика конденсированного состояния.

доктор физ.-мат. наук,
в.н.с. отдела теории электронных
и кинетических свойств нелинейных
систем ФГБНУ ДонФТИ

 Метлов К. Л.
Дата: 3 августа 2026 г.

Адрес: ФГБНУ «Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина»,
283048, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, д. 72.

Телефон: +7 (949) 305-28-00. E-mail: metlov@donfti.ru .

Подпись заверяю:
Учёный секретарь
ФГБНУ «Донецкий физико-технический
институт им. А. А. Галкина»
Е. А. Пилипенко

