

ОТЗЫВ официального оппонента
о диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Шевцова Владислава Сергеевича
на тему: «Развитие теории коллективной самоорганизации и
взаимодействий в системах многих магнитных диполей и ее приложение
к элементам спинтроники»
по специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика»

Диссертационная работа Шевцова В.С. посвящена исследованию явлений коллективной самоорганизации систем многих магнитных диполей в тонких ферромагнитных пленках, основанном на методах минимизации полной энергии таких пленок и экспериментальных данных. Подход основан на использовании классических моделей доменных границ, а также использованы теоретические модели, основа которых продиктована результатами наблюдений с помощью магнито-силового микроскопа. Это позволило создать новые эффективные модели описания микромагнитных структур в тонких ферромагнитных пленках состава FeNiCo с одноосной анизотропией.

Актуальность темы. Задача о вычислении коллективной самоорганизующейся спиновой структуры в тонких ферромагнитных пленках является актуальной проблемой спинтроники, наряду с поиском эффективных с точки зрения элементов спинтроники структур. Несмотря на большое количество работ разных авторов, посвященных данной теме, не удается создать общую теоретическую модель, которая позволяла бы определять микромагнитные структуры ферромагнитных нанополосок, так как эти структуры могут быть самыми разнообразными. В этой связи результаты, описанные в первой главе диссертации, вносят определённый вклад в решение этой проблемы.

Научная новизна и практическая значимость исследований.

Диссертация Шевцова В.С. содержит ряд новых результатов, среди которых можно отметить разработанные модели распределения намагниченности в тонких ферромагнитных пленках с одноосной анизотропией. Впервые была разработана и применена для магниторезистивных элементов спинтроники модель одномерной неоднородности, основанная на минимизации функционала полной магнитной энергии. Также удалось реализовать оригинальный эффективный алгоритм решения микромагнитной равновесной задачи для длинных тонких пленок с одноосной анизотропией.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, обоснована использованием классических физических теорий и использованием строгих аналитических методов решения. Результаты, описанные в диссертации, опубликованы в ведущих тематических журналах и неоднократно докладывались на престижных международных конференциях.

Краткая характеристика основного содержания работы.

Диссертация В.С. Шевцова состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, содержащего 111 наименований. Объем диссертации составляет 122 страницы.

Во **введении** дается обзор литературы по теме диссертации, обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цель работы и задачи, а также положения, выносимые на защиту, указывается новизна полученных результатов, обосновывается теоретическая и практическая значимость работы, приводятся сведения об апробации.

В **первой главе** представлено развитие теории коллективной самоорганизации системы многих магнитных диполей. Основываясь на

большом количестве экспериментальных результатов, автором были получены модели распределения микромагнитных структур в тонких ферромагнитных пленках с одноосной анизотропией. Следует отметить, что созданные модели дают хорошее соответствие экспериментальным данным. При этом аналогичные расчеты, выполненные с использованием известного программного пакета OOMMF, также дают схожие результаты, но алгоритмы автора позволили добиться уменьшения времени вычислений на несколько порядков.

Во **второй главе** автором проводится исследование характеристик элементов спинтроники на основе моделей, разработанных и описанных в первой главе. В частности, изучаются особенности протекания тока в элементах различной структуры для теоретического определения параметров их работы. Для всех случаев проведены сравнения с экспериментальными результатами, которые демонстрируют хорошее совпадение.

В **третьей главе** показано применение разработанных моделей к спин-туннельным элементам спинтроники. Объектом исследования автора являлся спин-туннельный переход в форме эллипса, а для расчета процесса перемагничивания элемента использовалась модель когерентного вращения вектора намагниченности. Полученные в результате этого теоретические зависимости сопротивления элемента от внешнего магнитного поля показали сходство с экспериментальными данными для аналогичных образцов.

В **четвертой главе** автором рассмотрена теория детектирования магнитных диполей в пространстве и выполнена экспериментальная реализация устройства магнитной локации. Следует отметить, что экспериментальная реализация данного метода сопряжена с рядом трудностей, однако авторский макет устройства магнитного локатора

показывает хорошую точность при определении положения магнитного диполя в виде цилиндрического магнита в пространстве.

В заключении приведены основные результаты диссертации.

Замечания по работе.

1. В главе 1 вариационная задача (1.16) сводится к решению системы N уравнений Лагранжа, однако не указано явно, как именно была получена эта система (1.20).
2. В главе 3 отсутствует ссылка на работы, в которых показана формула (3.1) для зависимости сопротивления элемента от ориентации вектора намагниченности свободного слоя.
3. Найденные аналитические формулы для определения координат магнитного диполя (4.24 - 4.26) можно было бы записать в более компактном виде, используя замены.
4. В главе 4 для решения задачи магнитной локации была выбрана база $a = 10$ см, однако не указано, чем обусловлен такой выбор. Представляется интересным решение данной задачи при других параметрах a .

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Шевцов Владислав Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. – «Теоретическая физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры распределенных
информационно-вычислительных систем
института системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Университета «Дубна»

Иноземцева Наталья Германовна

Контактные данные:

тел.: 7(496)2166025, e-mail: nginozv@uni-dubna.ru
Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:
01.04.02 – Теоретическая физика

Адрес места работы:

141982, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, к. 1,
кабинет 1-312.
ФГБОУ ВО «Университет «Дубна», институт системного анализа и
управления, кафедра распределенных информационно-вычислительных
систем
Тел.: +7(49621)66025; e-mail: solga@uni-dubna.ru

Подпись профессора кафедры распределенных
информационно-вычислительных систем
института системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Университета «Дубна»
Н.Г. Иноземцовой удостоверяю: