

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію Єршова Костянтина Васильовича

«Магнітні властивості викривлених низьковимірних систем»,

яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук

за спеціальністю 01.04.02 – «теоретична фізика»

Дисертаційна робота Єршова К. В. присвячена важливій проблемі теоретичної фізики - дослідженню впливу ефектів кривини на статичні й динамічні властивості топологічно-нетривіальних розподілів намагніченості у магнетиках.

Актуальність теми дослідження

Динаміка топологічно-нетривіальних розподілів намагніченості (магнітних доменних стінок, вихорів, скірміонів) активно досліджується в останні роки. Значна кількість робіт в цьому напрямку спрямована на дослідження плоских систем. В той же час, поступово виникає інтерес до впливу викривленої геометрії на динамічні властивості магнітної підґратки. Це зумовлює актуальність теми дисертації, яка спрямована на дослідження статичних і динамічних властивостей намагніченості у викривлених низьковимірних магнетиках. Дослідження таких систем має і практичний інтерес, пов'язаний із застосуванням топологічно-нетривіальних розподілів намагніченості у виготовленні запам'ятовуючих пристроїв та приладів спінтроники. В той же час, дослідження мають фундаментальний науковий інтерес для теоретичної фізики. Зокрема, встановлюють вплив кривини на динаміку доменних стінок у викривлених дротах.

За своїм науковим спрямуванням дослідження, проведені в рамках дисертаційної роботи відповідають програмам і планам наукових досліджень Інституту теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України.

У рамках виконання цих науково-дослідних робіт здобувачем отримано результати, які становлять наукову новизну дисертаційного дослідження.

Зміст дисертації належним чином відображає мету роботи та основні поставлені завдання досліджень для досягнення цієї мети.

Оцінка наукових положень дисертації, висновків і рекомендацій, їх достовірності і

новизни

В першому розділі дисертації наводиться огляд відомих результатів про вплив викривленої геометрії на статичні й динамічні властивості намагніченості у одно- та двовимірних магнетиках. Також наведено фундаментальні взаємодії у магнетику і рівняння руху для намагніченості.

Другий розділ дисертації присвячено дослідженню впливу локалізованої кривини на статистику та динаміку поперечної доменної стінки. В рамках феноменологічної теорії Ландау-Ліфшиця-Гільберта, отримано ефективні рівняння руху для доменної стінки на локальному згині магнітного дроту. Аналітично досліджено лінійну динаміку доменної стінки та отримано вираз для частоти коливань доменної стінки на локальному згині, що є новим оригінальним результатом. Ще одним цікавим результатом є те, що орієнтація доменної стінки на згині одновісного дроту визначається топологічним зарядом стінки, на відміну від прямого дроту.

У третьому розділі досліджено вплив кручення на магнітні властивості тривимірної спіралі. У цьому розділі розглядається питання про вплив кривини та кручення на рівноважні стани намагніченості, динаміку спінових хвиль та поперечних доменних стінок. Важливими результатами цього розділу є те, що кривина та кручення суттєво змінюють дисперсійну залежність для магнонів у тривимірній спіралі. Розглядаючи динаміку доменних стінок у тривимірній спіралі, варто відмітити появу Уокерівської границі, яка відсутня у прямих одновісних дротах.

У четвертому розділі представлені результати чисельного моделювання динаміки магнітного вихору на зрізаних сферичних оболонках. Моделювання показали, що викривлена геометрія спрощує контроль хіральності магнітного вихору. Продемонстровано, що збільшення кривини магнітної оболонки збільшує амплітуди магнітного поля необхідні для зміни хіральності магнітного вихору. Цікавим результатом є те, що перемикання хіральності магнітного вихору може відбуватися з утворенням вихор-антивихорних пар.

Відповідність теоретичних результатів автора до результатів комп'ютерного моделювання визначає достовірність отриманих в дисертаційній роботі результатів.

Зауваження до дисертаційної роботи

Дисертація виконана на високому теоретичному рівні і справляє гарне враження.

Проте вона не позбавлена певних недоліків.

1. В розділах 2 і 3, в аналітичних розрахунках, нелокальна магнітостатична взаємодія зводиться до локальної анізотропії. Що буде, якщо в аналітичних розрахунках враховувати нелокальну магнітостатичну взаємодію?
2. В дисертації наводиться індукована кривиною і крученням взаємодія Дзялошинського-Моріі, яка виникає з обмінної взаємодії внаслідок наявності просторових похідних. У виразі для магнітостатичної взаємодії також наявні просторові похідні. Якщо розглядати магнітостатичну взаємодію для викривлених магнетиків, чи виникнуть там подібні доданки?

3. В розділі 3.3.1 досліджено динаміку доменної стінки у тривимірній спіралі під дією спін-поляризованого струму. При проходженні струму через магнетик виникає поле Ерстеда. Чи враховувався вплив поля Ерстеда на динаміку доменної стінки?

Зроблені зауваження не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та високу якість в цілому як глибокого та актуального дослідження і не впливають на достовірність і новизну результатів. Зазначені зауваження мають характер побажань на подальший розвиток роботи.

Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам

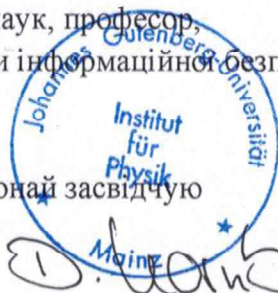
Результати дисертації є новими і належним чином обґрунтовані. Текст дисертації написано в достатній мірі ясно і з належною теоретико-фізичною та математичною строгістю. Результати дисертації своєчасно опубліковані у 5 статтях у провідних фахових наукових журналах, обговорювалися на авторитетних наукових конференціях, школах та семінарах.

Автореферат дисертації повно передає її зміст, відображає структуру та основні результати. Результати і висновки дисертації, безсумнівно, становлять практичну цінність і можуть ефективно враховуватись при проведенні подальших досліджень в теоретичній фізиці. Отримані результати також можуть бути використані у підготовці спецкурсів для студентів-фізиків з теоретичних спеціальностей.

Враховуючи актуальність обраної теми досліджень, наукову новизну підходів, значний об'єм виконаних досліджень, теоретико-фізичну цінність та обґрунтованість отриманих наукових результатів, вважаю, що дисертація К. В. Єршова «Магнітні властивості викривлених низьковимірних систем» цілком відповідає всім вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її автор Костянтин Васильович Єршов, без сумніву, заслуговує на присудження йому вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.02 – «теоретична фізика».

Офіційний опонент
доктор фіз.-мат. наук, професор,
професор кафедри інформаційної безпеки
ФТІ НТУУ «КПІ»

Підпис О. В. Гомонай засвідчую



Гомонай

О. В. Гомонай

O. Homonay