

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Пирзода Баходур Гулмахмад «Исследование физических свойств солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках» представленную к защите в объединенный диссертационный совет 99.0.057.02 по защите докторских и кандидатских диссертаций при Таджикском национальном университете на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3.- теоретическая физика

Диссертационная работа Пирзода Баходур Гулмахмад посвящена исследованию солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках и выполнена по научной специальности 1.3.3 — теоретическая физика. Выбранная тема является актуальной и научно значимой, поскольку связана с одной из фундаментальных проблем современной физики конденсированного состояния — изучением нелинейных магнитных возбуждений и механизмов их формирования, устойчивости и управляемого распространения в анизотропных средах. Интерес к солитоноподобным волнам обусловлен тем, что они представляют собой устойчивые локализованные структуры, способные распространяться без изменения формы за счёт баланса нелинейности и дисперсии, а в условиях магнитной анизотропии приобретают дополнительные физические особенности, имеющие принципиальное значение как для развития общей теории нелинейных процессов, так и для прикладных задач современной электроники.

Актуальность исследования существенно усиливается в контексте интенсивного развития спинтроники, магноники и наноэлектроники, где возрастают требования к энергоэффективности, быстродействию и устойчивости функциональных элементов. В этих условиях особую

значимость приобретает поиск физических механизмов, обеспечивающих надёжное управление потоками информации на основе спиновых и магнонных возбуждений. Солитоноподобные волны в анизотропных магнетиках обладают высокой устойчивостью к внешним возмущениям, направленным характером распространения и чувствительностью к форме магнитной анизотропии, что делает их перспективной основой для создания элементов магнитной памяти, логики, спиновых волноводов и фильтрующих структур. Кроме того, универсальность применяемых теоретических подходов позволяет использовать полученные результаты в смежных областях физики, включая нелинейную оптику и фотонные технологии, что подчёркивает междисциплинарный характер и актуальность выполненного исследования.

Диссертационная работа имеет чётко выстроенную и логически завершённую структуру и состоит из введения, трёх глав, заключения и списка литературы. В первой главе «Литературный обзор» выполнен систематический анализ современных теоретических и экспериментальных исследований солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках, а также рассмотрены перспективы практического применения солитонных возбуждений, включая технологии магнитной памяти и магнонные кристаллы. Вторая глава «Анализ и моделирование динамики солитоноподобных волн» посвящена исследованию солитонных решений нелинейного уравнения Шрёдингера с самосогласованным потенциалом, анализу многомерной динамики магнитных систем с учётом квадрупольных и октупольных мод спиновых возбуждений, а также изучению нелинейных обобщений модели Ландау–Лифшица и их геометрической структуры. В третьей главе «Прикладные аспекты и технологическое приложение солитоноподобных волн» рассмотрены эволюция и устойчивость солитонов в нелинейных средах, анализ одно-, двух- и трёхсолитонных решений, а также влияние квантовых и

тепловых флуктуаций солитонов и особенности нейтронного рассеяния в анизотропных магнетиках.

Методика исследования основана на комплексном использовании аналитических методов теоретической физики, включая методы нелинейной динамики, теории дифференциальных уравнений и вариационных подходов, численного моделирования динамики солитоноподобных волн с применением современных вычислительных алгоритмов, а также сравнительного анализа полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными. Такой методический подход обеспечил корректную постановку задач, надёжную верификацию разработанных моделей и выявление новых закономерностей в поведении солитонных возбуждений в анизотропных магнитных средах.

Научная новизна диссертационной работы заключается в выявлении определяющей роли магнитной анизотропии в формировании и распространении солитоноподобных волн, разработке теоретических моделей их динамики с учётом внешних электрических и магнитных полей, а также в обосновании новых подходов к управлению солитонными возбуждениями в магнитных средах. Полученные результаты расширяют существующие представления о нелинейных магнитных процессах и вносят вклад в развитие теории конденсированного состояния.

Теоретическая значимость работы состоит в углублении фундаментальных представлений о нелинейных процессах в анизотропных магнетиках и возможности использования полученных результатов при дальнейшем развитии теории солитонов и теории неравновесных процессов. Практическая значимость диссертационного исследования заключается в возможности применения полученных результатов при проектировании и оптимизации элементов магнитной памяти, логических схем, спиновых

волноводов и устройств на основе магнетонных кристаллов. Разработанные в работе модели и численные методы позволяют прогнозировать поведение солитоноподобных волн в реальных материалах и могут быть использованы при создании энергоэффективных и высокоскоростных устройств спинтроники, а также при разработке многофункциональных устройств, совмещающих функции хранения и обработки информации.

Фундаментальное значение диссертационного исследования заключается в развитии теории нелинейных магнитных возбуждений и углублении представлений о природе солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках. Полученные результаты расширяют понимание механизмов формирования, динамики и устойчивости солитонов в условиях магнитной анизотропии и внешних воздействий, что способствует построению более универсальных моделей нелинейных процессов в конденсированных средах. Исследование вносит вклад в развитие теории конденсированного состояния, теории неравновесных систем и нелинейной динамики магнитных систем, создавая теоретическую основу для дальнейших исследований сложных магнитных явлений и их интерпретации на фундаментальном уровне.

Личный вклад соискателя Пирзода Баходур Гулмахмад является существенным и заключается в его самостоятельной постановке научных задач, разработке теоретических моделей солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках, аналитическом исследовании полученных уравнений и выполнении всех численных расчётов. Соискателем лично проведён анализ устойчивости и динамики солитонных решений, исследовано влияние формы магнитной анизотропии и внешних электрических и магнитных полей на характеристики солитоноподобных волн, а также выполнена интерпретация полученных результатов и формулировка основных выводов диссертационной работы.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием общепризнанных аналитических и численных методов исследования, корректной постановкой задач и хорошим согласием полученных данных с известными теоретическими и экспериментальными результатами. Основные результаты диссертационной работы прошли апробацию на республиканских и международных научных конференциях. По материалам диссертации опубликовано 4 статьи в журналах, входящих в Перечень ВАК Российской Федерации, и 4 статьи в материалах республиканских и международных научных конференций, что полностью соответствует установленным требованиям.

В целом диссертационная работа Пирзода Баходур Гулмахмад является завершённым, самостоятельным научно-квалификационным исследованием, соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 — теоретическая физика.

Научный руководитель

доктор физ.-мат. наук, профессор,
академик НАНТ,



Рахими Ф.К.

Подпись Рахими Ф.К., заверяю

Начальник отдела кадров Комитета по
начальному и среднему профессиональному

образованию при Правительстве

Республики Таджикистан



Назарзода Д.