

О Т З Ы В

**ведущей организации Научно-исследовательский институт
экспериментальной и теоретической физики (НИИЭТФ) Казахского
национального университета имени Аль-Фараби**

**на диссертационную работу Пирзода Баходура Гулмахмада
«Исследование физических свойств солитоноподобных волн в
анизотропных магнетиках», представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук**

по специальности 1.3.3 -теоретическая физика

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках и направлена на изучение физических механизмов их формирования, динамики, устойчивости и взаимодействия с внешними воздействиями, а также на анализ перспектив практического использования таких нелинейных возбуждений в современных направлениях физики твёрдого тела. Тематика исследования относится к числу актуальных проблем теоретической физики и физики конденсированного состояния, где изучение нелинейных волновых процессов в магнитных средах играет важную роль как в фундаментальном понимании свойств сложных систем, так и в развитии передовых технологий.

Актуальность диссертационной работы не вызывает сомнений. Солитоноподобные волны являются устойчивыми локализованными структурами, существование и свойства которых обусловлены балансом нелинейности и дисперсии. В анизотропных магнетиках, где магнитные свойства зависят от направления в пространстве, такие волны приобретают особое значение, поскольку именно анизотропия существенно влияет на

условия их формирования, динамику распространения и устойчивость.

Исследование данных процессов представляет собой важную научную задачу, поскольку позволяет расширить фундаментальные представления о нелинейной динамике магнитных систем и создать теоретическую основу для управления магнитными возбуждениями. Одновременно данная проблематика имеет выраженную прикладную направленность, связанную с развитием спинтроники, магнитных кристаллов и энергоэффективных элементов памяти и логики, где устойчивые нелинейные возбуждения рассматриваются как потенциальные носители информации.

Основное внимание в диссертационной работе уделено теоретическому анализу механизмов формирования солитоноподобных волн в анизотропных магнетиках, исследованию их динамических свойств, устойчивости и взаимодействия как между собой, так и с внешними электрическими и магнитными полями. Автором рассмотрены модели, основанные на уравнениях нелинейной динамики магнитных систем, выполнен анализ влияния формы магнитной анизотропии на характер решений и проведено численное моделирование эволюции солитонных структур. В работе показано, что анизотропные свойства магнетиков оказывают определяющее влияние на формирование и распространение солитоноподобных волн, что имеет принципиальное значение для понимания физической природы данных возбуждений.

Существенным достоинством диссертационной работы является комплексный подход к исследованию, включающий анализ взаимодействия солитоноподобных волн с внешними электрическими и магнитными полями. Полученные результаты демонстрируют возможность управления динамикой и свойствами солитонов за счёт внешних воздействий, что открывает перспективы их использования в управляемых магнитных и спинтронных системах. В работе предложены модели динамики солитоноподобных волн, позволяющие предсказывать их поведение в различных условиях и средах, что

расширяет существующие теоретические представления и способствует развитию методов описания нелинейных процессов в магнитных материалах.

Научную новизну диссертационной работы определяют полученные лично соискателем результаты, связанные с установлением роли магнитной анизотропии в процессах формирования и распространения солитоноподобных волн, описанием механизмов их взаимодействия с внешними полями, разработкой моделей динамики, способных обеспечивать прогнозирование поведения солитонов, а также анализом возможностей практического применения этих возбуждений. В работе показано, что солитоноподобные волны обладают высокой устойчивостью к внешним возмущениям, что имеет важное значение для их использования в условиях сильно возмущённых сред. Существенным результатом является разработка принципа топологической защиты солитонов, обеспечивающего их стабильность в пространстве и времени и предотвращающего разрушение при взаимодействии с дефектами и шумами.

В диссертации также рассмотрены перспективы использования солитонов в спинтронике для создания новых типов электронных устройств, основанных на спиновых волноводах и логических элементах, а также энергоэффективных и высокоскоростных спинтронных систем на основе солитоноподобных волн. Оценены возможности применения солитонов для управления распространением магнетонных волн в магнетонных кристаллах, что открывает новые подходы к созданию фильтров и устройств обработки сигналов. Отдельное внимание уделено анализу возможности использования солитонов в квантовых вычислениях в качестве кубитов благодаря их устойчивости и способности к когерентному переносу квантовой информации, а также рассмотрению подходов к сокращению размеров функциональных элементов электронного оборудования при сохранении или повышении их производительности.

Значимость результатов исследования для науки заключается в том, что полученные теоретические выводы расширяют фундаментальные представления о нелинейной динамике магнитных систем и могут быть использованы при дальнейшем развитии теории солитоноподобных возбуждений в анизотропных средах. Результаты диссертационной работы обоснованы и достоверны, поскольку опираются на использование общепризнанных аналитических и численных методов теоретической физики, а также находятся в согласии с существующими теоретическими моделями и экспериментальными данными, известными в литературе.

Практическая значимость диссертационной работы определяется возможностью использования полученных результатов при разработке и анализе элементов памяти и логики в спинтронных устройствах, при проектировании магнитных кристаллов и систем управления распространением спиновых волн, а также при интерпретации данных экспериментов по нейтронному рассеянию в магнитных системах. Материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе при чтении курсов по теоретической физике, физике конденсированного состояния и физике магнитных явлений для студентов старших курсов и аспирантов.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в научных трудах автора, в том числе в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, а также представлены в докладах на республиканских и международных научных конференциях, что подтверждает апробацию полученных результатов.

Отмечая высокую научную и практическую ценность диссертационной работы, следует указать на отдельные замечания. В частности, в работе могло бы быть более подробно рассмотрено сопоставление полученных теоретических результатов с конкретными экспериментальными данными, а также более чётко разграничены

иллюстративные численные примеры и результаты, имеющие статус основных научных выводов. Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки выполненного исследования.

Диссертационная работа отличается логичной структурой, последовательным изложением материала и корректным использованием научной терминологии. Работа читается с интересом, основные результаты изложены достаточно полно и убедительно.

Заключение. Диссертация Пирзода Баходура Гулмахмада представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Полученные автором новые научные результаты имеют существенное значение для развития теоретической физики и физики конденсированного состояния. Работа соответствует требованиям ВАК РФ и Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.3.3 — теоретическая физика, а её автор **Пирзода Баходур Гулмахмад** заслуживает присуждения учёной степени **кандидата физико-математических наук**.

Отзыв на диссертацию обсуждён на заседании научного семинара кафедры теоретической и ядерной физики.

Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики (НИИЭТФ) Казахского национального университета имени Аль-Фараби

«11» 03 2026 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой теоретической и ядерной физики, доктор физико-математических наук, профессор

Подпись заверяю
Главный специалист отдела кадров



М.Е. Абишев

Г.Т. Жанкушукова