

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Мухамедовой Шоиры Файзуллоевны на тему «Формирование и динамика когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами $S \geq 1/2$ » представленные на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Актуальность и новизна исследования

Диссертационная работа посвящена изучению формирования и динамики когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами $S \geq 1/2$, что является одной из актуальных задач современной науки. В последние десятилетия особое внимание уделяется исследованию нелинейных процессов в квантовых системах, поскольку они играют ключевую роль в таких направлениях, как квантовая механика, спинтроника и квантовые вычисления. Работа представляет собой значительный вклад в развитие теории нелинейных квантовых систем. В ней разработаны математические модели и алгоритмы для описания многосолитонных решений скалярных и векторных версий нелинейного уравнения Шрёдингера, что является актуальной проблемой в теории нелинейных волн и спиновых систем. Существенной особенностью исследования является применение алгебро-геометрического подхода и метода обобщённых когерентных состояний $SU(2S+1)$ для описания нелинейных процессов, а также выявление влияния осциллирующих внешних полей на устойчивость и динамику солитонных решений. Выявленные закономерности позволяют значительно углубить понимание механизмов самоорганизации, формирования нелинейных возбуждений в ферромагнитных системах и открывают новые перспективы в изучении взаимодействий когерентных структур и солитонов. Это делает диссертацию актуальной не только с точки зрения фундаментальной науки, но и с позиций её прикладного применения в квантовых технологиях, спинтронике и моделировании сложных динамических систем.

2. Вклад в развитие науки и возможные приложения

Исследование вносит значительный вклад в развитие нескольких ключевых направлений науки. В первую очередь, диссертация расширяет границы теории нелинейных квантовых систем, углубляя понимание процессов самоорганизации, устойчивости и динамики когерентных структур. Кроме того, представленные в работе методы математического моделирования и аналитического описания нелинейных процессов находят применение в квантовой информатике и спинтронике. Развитие спиновых систем высокой размерности открывает новые перспективы для реализации многоуровневых квантовых кубитов, создания новых типов квантовых сенсоров и прецизионных измерительных устройств.

Практическая значимость исследования выражается в следующем:

- Полученные результаты могут быть использованы для описания динамики нелинейных диссипативных ферромагнитных систем, включая их поведение под воздействием внешних полей.
- Исследование влияния ненулевой скорости солитонов на их эволюцию позволяет разрабатывать новые методы управления нелинейными волнами и формировать устойчивые локализованные структуры.
- Разработанные численные методы моделирования, учитывающие диссипацию, подкачку и влияние внешних полей, позволяют прогнозировать поведение таких систем и оптимизировать их параметры.
- Выявленные механизмы взаимодействий когерентных структур могут быть полезны для оптимизации работы сложных нелинейных систем, требующих сбалансированного взаимодействия процессов подкачки и диссипации.

3. Методология исследования и основные результаты

В работе использованы современные аналитические и численные методы исследования нелинейных динамических систем. Автор разработал эффективные алгоритмы моделирования эволюции многосолитонных

решений в условиях диссипации и внешнего воздействия, что позволило получить новые важные результаты.

Ключевые достижения включают:

- Разработку и обоснование новых подходов к исследованию многосолитонных решений для скалярного и векторного НУШ с учётом диссипации и подкачки.
- Исследование механизмов бифуркации (удвоение периода, переход к хаосу и появление хаотических солитонов), что позволило глубже понять процессы самоорганизации в нелинейных средах.
- Обоснование механизмов взаимодействия нелинейных эффектов, диссипативных процессов и подкачки энергии, приводящих к формированию сложных структур, таких как пульсирующие и диссипативные солитоны предельного цикла.

4. Итоговая оценка работы и рекомендации

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, отличается глубиной проработки и оригинальностью подходов. Автор демонстрирует высокий уровень владения современными методами математического моделирования, аналитического описания и численного анализа нелинейных процессов в спиновых системах. Работа имеет выраженную междисциплинарную направленность и объединяет передовые идеи теоретической физики, вычислительных методов и квантовых технологий.

Несмотря на высокое качество выполненного исследования, в диссертации можно отметить несколько аспектов, требующих дальнейшего развития:

1. Важным аспектом для развития темы является возможность экспериментальной верификации полученных результатов. Включение анализа возможных экспериментальных подходов позволило бы дополнительно обосновать применимость предложенных моделей.
2. В работе предложены эффективные методы численного моделирования, однако не проведено детальное сравнение их вычислительной эффективности с альтернативными методами, что

могло бы дать более точную оценку преимуществ и ограничений используемых подходов.

Данные замечания носят рекомендательный характер и не умаляют научной ценности диссертации. Представленная работа вносит существенный вклад в развитие теории нелинейных квантовых систем, квантовой механики и спинтроники, а также способствует расширению существующих методов математического моделирования и анализа сложных динамических процессов. Учитывая высокий уровень проведённого исследования, его фундаментальную значимость, научную новизну и перспективность дальнейшего применения полученных результатов, диссертант Мухамедова Шоира Файзуллоевна заслуживает присуждения учёной степени доктора наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,
Доктор физико-математических наук,
По специальности 01.04.07-Физика
конденсированного состояния

Умаров Максуджон Файзулоевич

«18» августа 2025г.

Организация:

Государственное образовательное
учреждение «Худжандский государственный
университет имени академика Бободжона
Гафурова»

Почтовый адрес:

735700, Республика Таджикистан,
г. Худжанд, проезд Мавлонбекова, 1

Телефон:

+992 (3422) 6-52-73

Адрес электронной почты:

hgu-rector@khujandi.com

Web-сайт организации:

<https://www.hgu.tj>

Попись Умарова Максуджона Файзулоевича удостоверяю,
Начальник кадрового департамента
и особых дел ГОУ «Худжандский
государственный университет
имени академика Б. Гафурова»



З.С. Сайдуллозода