

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»

Теоретическая и прикладная значимость исследования. Изучение нелинейных закономерностей природы, связанных с явлениями устойчивых локализованных когерентных структур, в последние годы стало объектом интенсивных исследований, что привело к разработке высокоэффективных методов для анализа их характеристик, а также получения аналитических и численных решений. Применение современных численных методов позволяет использовать вычислительную мощность современных компьютеров для решения эволюционных уравнений, обеспечивая высокую точность, устойчивость и надёжность результатов. Эти подходы значительно расширяют возможности моделирования сложных динамических систем в различных физических и технических условиях.

Актуальность подобных исследований определяется не только их фундаментальной значимостью, но и существенным прогрессом в экспериментальных методах, таких как спектроскопия и управление квантовыми состояниями. Эти достижения открывают перспективы для прямого наблюдения и точного контроля над спиновыми системами высокой размерности. Междисциплинарный характер данной тематики охватывает широкий спектр научных и технологических направлений, подчёркивая её высокую востребованность.

Исследования когерентных спиновых структур находят широкое применение в науке и технике. В магнитных материалах динамика и формирование доменных структур определяют их ключевые физические свойства. В спинтронике использование спиновых состояний для передачи и обработки информации открывает новые горизонты в создании высокоэффективных вычислительных устройств. В квантовых технологиях, таких как квантовые вычисления и симуляции, спиновые системы с $S > 1/2$ благодаря расширенным степеням свободы являются перспективной платформой для реализации многоуровневых кубитов.

Диссертационная работа посвящена одной из актуальнейших проблем современной науки — изучению формирования и динамики когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами $S \geq 1$. Данное направление исследований охватывает широкий спектр фундаментальных вопросов, связанных с квантовой механикой, нелинейной физикой и спинтроникой, а также имеет важные практические приложения. Системы с высокими значениями спина обладают сложной внутренней структурой и расширенными степенями свободы, что делает их перспективными объектами для изучения процессов самоорганизации, устойчивости и динамики когерентных состояний.

В работе рассматриваются как скалярные, так и векторные версии нелинейного уравнения Шрёдингера, что позволяет автору исследовать широкий круг явлений, связанных с формированием локализованных структур в различных физических условиях. Важность проведённого исследования определяется не только его фундаментальным вкладом, но и потенциальными приложениями. Результаты работы имеют значение для квантовой оптики, квантовых вычислений, спинтроники и материаловедения, а также могут быть полезны при разработке новых методов управления когерентными структурами в квантовых устройствах.

2. Научная новизна и методологическая основа

Работа представляет собой значительный вклад в развитие теории нелинейных систем, предлагая новые подходы к анализу когерентных структур в системах со спинами $S \geq 1/2$. Автором впервые проведено комплексное исследование процессов формирования многосолитонных решений в нелинейных диссипативных средах с учётом влияния внешних полей и диссипативных процессов. Одним из ключевых результатов работы является выявление условий устойчивости когерентных структур и анализ их динамики в открытых квантовых системах.

Диссертация отличается высоким уровнем методологической проработки. В работе использованы современные математические методы и численные алгоритмы, позволяющие детально исследовать сложные динамические процессы. Автор разработал эффективные алгоритмы численного моделирования и предложил программные комплексы для анализа нелинейных уравнений, описывающих поведение когерентных структур в системах со высокими спинами. Такой подход не только расширяет возможности исследования нелинейных явлений, но и создаёт основу для дальнейшего моделирования квантовых систем и оптимизации методов управления их динамикой.

3. Общая оценка работы и рекомендации

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и соответствует всем требованиям, предъявляемым к исследованиям данного типа. Автор продемонстрировал глубокое понимание исследуемой проблематики, высокую степень владения современными методами математического моделирования и численного анализа, а также способность формулировать и решать сложные научные задачи.

Несмотря на высокий уровень проработки, работа не лишена некоторых недостатков, которые могут быть учтены в дальнейших исследованиях. В частности, следовало бы уделить больше внимания анализу возможности экспериментальной верификации полученных результатов, а

также детальному сравнению предложенных численных методов с уже существующими подходами. Кроме того, дальнейшее расширение модели на другие классы нелинейных уравнений могло бы способствовать более универсальному описанию когерентных структур.

Тем не менее, отмеченные замечания не умаляют общей высокой оценки диссертации. Работа является значимым вкладом в развитие теории нелинейных систем, квантовой механики и спинтроники. Полученные результаты обладают не только теоретической, но и широкой практической ценностью. Диссертационная работа на тему «Формирование и динамика когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами $S \geq 1/2$ » отвечает всем критериям, предъявляемым к докторским диссертациям, и её автор 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

— *Review* —

Мустахим Рофиевич Жумаев

«25» августа 2025г.

Бухарский государственный технический университет, профессор кафедры
«Точных наук».

Почтовый адрес: 200117, Республика Узбекистан, г. Бухара, ул. Каюма Муртазоева, д. 15. Телефон: +998 936012902. Адрес электронной почты: mrjumaev2010@mail.ru. Web-сайт организации: www.bstu.uz

Подпись М.Р. Жумаева удостоверяю,



Начальник отдела кадров БГТУ

Г.Т.Жумаева