ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 6D.KOA-011
НА БАЗЕ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

Аттестационное дело № ____

Решение диссертационного совета от 24.09.2025 г., протокол №94

О присуждении Мухамедовой Шоире Файзуллоевне, гражданке Республики Таджикистан, учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплекс программ.

Диссертация Мухамедовой Шоиры Файзуллоевны на тему «Формирование и динамика когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами S≥1/2» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплекс программ, принята к защите 11.06.2025г., протокол №89, Диссертационным советом 6D.KOA-011 при Таджикском национальном университете (734025, г. Душанбе, пр. Рудаки, 17).

Соискатель Мухамедова Шоира Файзуллоевна, 1974 года рождения, в 1996 году окончила с отличием математический факультет Худжандского государственного университета, по специальности «Математика и информатика».

В 2015 году защитила кандидатскую диссертацию на тему «Локализованные когерентные структуры в нелинейных диссипативных системах» по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния» под руководством доктора физико-математических наук, профессора, члена-корреспондента Академии наук Республики Таджикистан Муминова Хикмата Халимовича.

В период подготовки диссертации с 2017 года по настоящее время

являлась докторантом кафедры информационно-коммуникационных технологий и программирования Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация выполнена на кафедре информационно-коммуникационных технологий и программирования Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики.

Научные консультанты:

Рахими Фарход Кодир - доктор физико-математических наук, профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана, председатель Комитета по начальному и среднему профессиональному образованию при Правительстве Таджикистана.

Муминов Хикмат Халимович - доктор физико-математических наук, профессор, академик Национальной академии наук Таджикистана.

Официальные оппоненты:

1. **Одинаев Раим Назарович** - доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института Таджикского национального университета;

2. **Умаров Максуджон Файзулоевич** - доктор физико-математических наук, профессор кафедры общей физики и физики твёрдого тела Государственного образовательного учреждения «Худжандский государственный университет имени академика Б. Гафурова».

3. **Жумаев Мустаким Рофиевич** - доктор физико-математических наук, профессор кафедры точных наук Бухарского государственного технического университета Республики Узбекистан.

Ведущая организация: Институт математики им. А. Джураева Национальной академии наук Таджикистана, в своём положительном заключении, подписанном председателем заседания, к.ф.-м.н., ведущим

сотрудником отдела дифференциальных уравнений НАНТ Рахмоновым Б.А., экспертом д.ф.-м.н., профессором, членом-корреспондентом НАНТ, заведующим отделом теории функций и функционального анализа ИМ НАНТ Исхоковым С.А., учёным секретарём института, к.ф.-м.н, Аминовым А.С. и заверенный директором института — к.ф.-м.н. Рахимзода А.О., указала, что диссертационная работа Мухамедовой Шоиры Файзуллоевны на тему «Формирование и динамика когерентных структур в нелинейных диссипативных системах со спинами $S \geq 1/2$» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является завершённым научным исследованием и соответствует всем требованиям «Порядка присуждения учёных степеней» (в редакции постановления Правительства РТ № 295 от 26 июня 2023 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, а её автор Мухамедова Ш.Ф. — заслуживает присуждения искомой учёной степени по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются признанными специалистами в исследуемой области (имеют опубликованные работы, близкие к теме диссертации).

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что сотрудники Института математики имени А. Джураева НАН Таджикистана являются признанными специалистами в области математического моделирования, нелинейных систем, дифференциальных и интегральных уравнений, и имеют широко известные достижения в этой области, в том числе близкие к теме диссертации, и способны объективно оценить научную и практическую ценность диссертационного исследования.

Соискатель имеет более 60 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 44 работ, среди которых 2 монографии, 16 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Монографии:

1. **Мухамедова, Ш.Ф.** Формирование когерентных структур в нелинейных диссипативных средах: монография / Х.Х. Муминов, Ш.Ф. Мухамедова // -Худжанд: Издательство Дабир. - 2021. – 182 С. ISBN 978-999-75-75-51-7

2. **Мухамедова, Ш.Ф.** Математическое моделирование многосолитонных решений скалярных и векторных нелинейных уравнений Шрёдингера: монография / Ш.Ф. Мухамедова, Ф.К. Рахими // Худжанд: Издательство Дабир. - 2024. – 205 С. ISBN 978-99985-66-70-5

Статьи, опубликованные в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и ВАК Министерства образования и науки РФ:

1. **Мухамедова, Ш. Ф. Диссипативные солитоны уравнения Свифта-Хоенберга / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2015. – Т. 58, № 12. – С. 1091-1095.**

2. **Мухамедова, Ш. Ф.** Численное моделирование эволюции многосолитонных решений скалярного нелинейного уравнения Шредингера с потенциалом отталкивания [Текст] / Ш. Ф. Мухамедова, Х. Х. Муминов // Учёные записки. — 2018. — № 2 (45). — С. 6–12.

3. **Мухамедова, Ш. Ф.** Численное моделирование эволюции двухсолитонного решения скалярного нелинейного уравнения Шредингера с притягивающим потенциалом [Текст] / Ш. Ф. Мухамедова, Х. Х. Муминов // Известия Академии наук Республики Таджикистан. — 2017. — № 3 (168). — С. 44–51.

4. **Мухамедова, Ш.Ф.** Численное моделирование распространения сигнала в трёхуровневых системах квантовых вычислений в рамках многосолитонных решений векторного нелинейного уравнения Шредингера [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова, М. Асгари-Ларими // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2017. — № 4(169). — С. 40–55.

5. **Мухамедова, Ш. Ф.** Численное моделирование многосолитонного решения векторного нелинейного уравнения Шредингера с самосогласованным потенциалом $\bar{\varphi_1}\varphi_2 + \varphi_1\bar{\varphi_2}$ [Текст] / Ш. Ф. Мухамедова, Х. Х. Муминов, М. Асгари-Ларими // Известия Академии наук Республики Таджикистан. — 2018: — № 1 (170). — С. 33–49.

6. **Мухамедова, Ш.Ф.** Диссипативные бризеры скалярного нелинейного уравнения Шредингера с отталкивающим потенциалом [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. — 2019. — Т. 62, № 1-2. — С. 70–77.

7. **Мухамедова, Ш.Ф.** Диссипативные солитоны бризерного типа скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера с притягивающим потенциалом [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2019. — № 1(174). — С. 104–124.

8. **Мухамедова, Ш.Ф.** Некоторые особенности формирования и эволюции диссипативных бризеров скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2019. — № 3(176). — С. 20–31.

9. **Мухамедова, Ш.Ф.** О бризерах скалярного нелинейного уравнения Шредингера [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2019. — № 4(177). — С. 49–62.

10. **Мухамедова, Ш.Ф.** Диссипативные солитоны векторного нелинейного уравнения Шредингера с самосогласованным потенциалом при наличии подкачки [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2020. — № 2(179). — С. 7–19.

11. **Мухамедова, Ш.Ф.** Диссипативные солитоны скалярного нелинейного уравнения Шрёдингера [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан.

Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2020. — № 3(180). — С. 80–97.

12. **Мухамедова, Ш.Ф.** Генерация пульсации диссипативных солитонов векторного нелинейного уравнения Шредингера с самосогласованным потенциалом [Текст]ʹ / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2020. — № 3(180). — С. 55–79.
13. **Мухамедова, Ш.Ф.** Странный аттрактор в векторном нелинейном уравнении Шредингера [Текст] / Х. Х. Муминов, Ш. Ф. Мухамедова // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. — 2021. — Т. 57, № 2. — С. 35–42.

14. **Мухамедова, Ш.Ф.** Математическое моделирование эволюции диссипативных бризеров в нелинейном скалярном уравнении Шрёдингера с отталкивающем потенциалом [Текст] / Ш. Ф. Мухамедова // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. — 2024. — № 3(196). — С. 51–66.

15. **Мухамедова, Ш. Ф.** Устойчивость диссипативных солитонов в скалярном нелинейном уравнении Шрёдингера [Текст] / Ш.Ф. Мухамедова // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. — 2024. — Т. 70, № 3. — С. 32–43.

16. **Мухамедова, Ш. Ф.** Когерентные структуры векторного нелинейного уравнения Шрёдингера с самосогласованным потенциалом / Ш.Ф. Мухамедова, Ё.М. Мухсинов // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Серия: Естественные и экономические науки. - 2024. - Т. 71, № 4. - С. 24–43.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана новая математическая модель, описывающие механизмы формирования когерентных структур в спиновых системах высокой размерности,

учитывая диссипативные процессы и влияние внешних полей, с последующим созданием численных методов для их анализа;

- созданы и развиты новые численные методы для решения нелинейных эволюционных уравнений с учётом диссипации и внешней подкачки, что позволило более точно моделировать поведение локализованных возбуждений и эволюцию когерентных структур.

- установлены новые закономерности влияния внешних осциллирующих полей на устойчивость и динамику солитонных решений, определены критические параметры, обеспечивающие устойчивое существование когерентных структур.

- исследовано влияние диссипативных процессов в моделях систем со спинами S>1/2, а также изучение формирования и динамики устойчивых когерентных структур;

- сформирована теоретическая база для дальнейшего изучения нелинейных диссипативных систем с высокими спинами, открывающая новые возможности для исследования взаимодействий когерентных структур и их практического применения.;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- разработаны и обоснованы новые подходы к исследованию многосолитонных решений для скалярного и векторного нелинейного уравнения Шрёдингера, применимых к системам с высокими спинами, с учётом диссипации и подкачки внешними магнитными полями;

- проведённые исследования позволили существенно углубить понимание влияния потенциалов, механизмов подкачки и диссипации, а также ненулевой скорости солитонов на процессы формирования, устойчивости и динамики локализованных решений в нелинейных диссипативных ферромагнитных системах, что способствовало выявлению ключевых закономерностей их эволюции и условий устойчивого существования;

- исследованы механизмы бифуркации, такие как удвоение периода, переход к хаосу и появление хаотических солитонов, с учётом взаимодействий, характерных для высокоспиновых систем;

- обоснованы механизмы взаимодействия нелинейных эффектов, диссипативных процессов и подкачки энергии, приводящие к формированию сложных структур, включая пульсирующие и диссипативные солитоны предельного цикла.

Научно-практическая значимость исследования заключается в том, что:

- полученные результаты могут быть использованы для описания реальных физических процессов в нелинейных диссипативных ферромагнитных системах с высокими спинами, включая их поведение под воздействием внешних полей;

- изучение влияния ненулевой скорости солитонов на их динамику открывает новые возможности для управления нелинейными волнами и создания устойчивых локализованных структур в высокоспиновых системах;

- разработанные численные методы моделирования, учитывающие эффекты диссипации, подкачки, внешних полей и скорости солитонов, позволяют предсказывать их поведение и оптимизировать режимы работы таких систем;

- результаты работы могут быть применены в задачах квантовой информатики, спинтроники и материаловедения, где управление устойчивостью и динамикой солитонов играет ключевую роль;

- выявленные закономерности и механизмы взаимодействий когерентных структур могут быть использованы для оптимизации процессов в сложных нелинейных системах, требующих баланса между диссипацией и подкачкой энергии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- разработанные численные схемы обладают сходимостью, обеспечивают устойчивость получаемых решений и демонстрируют совпадение результатов тестовых расчётов с данными, приведёнными в работах других авторов.

- численные модели демонстрируют сохранение интегралов движения (импульса, числа частиц и энергии) с высокой точностью: $\frac{\Delta P}{P} \sim 10^{-5} - 10^{-6}$, $\frac{\Delta Q}{\mathrm{Q}} \sim 10^{-5} - 10^{-6}, \frac{\Delta E}{\mathrm{E}} \sim 10^{-6} - 10^{-7}$;

- проведённые вычислительные эксперименты подтвердили надёжность предложенных методов и показали соответствие полученных результатов литературным данным, что свидетельствует об их достоверности и объективности.

- установлено, что полученные результаты обладают новизной и находятся в согласии с исследованиями других авторов, на которые имеются необходимые ссылки.

- использованы строгие математические доказательства и численные эксперименты для подтверждения корректности предложенных методов.

Личный вклад соискателя в данной теоретической работе состоит:

- на основе теории разностных схем создан алгоритм и разработан комплекс компьютерных программ для численного моделирования, предназначенных для построения и анализа новых многосолитонных решений скалярного и двухкомпонентного векторного нелинейного уравнения Шрёдингера с учётом процессов диссипации, внешних магнитных воздействий и ненулевой скорости перемещения;

- выполнены численные эксперименты, подтвердившие возможность образования долгоживущих диссипативных солитонов в скалярном НУШ с потенциалом притяжения при наличии подкачки и диссипации, что свидетельствует о формировании когерентных структур и возникновении классического аттрактора в фазовом пространстве системы;

- впервые получены численные решения скалярного НУШ с притягивающим потенциалом и конденсатными граничными условиями при наличии диссипации и подкачки, описывающие долгоживущие диссипативные бризеры предельного цикла, движущиеся с ненулевой скоростью центра масс составляющих;

- продемонстрирована возможность передачи сигнала в трёхуровневых системах в форме бризеров – особых солитонных структур, представляющих собой связанные возбужденные состояния с характерной внутренней динамикой;

- смоделированы процессы обмена информацией между квантовыми битами с использованием векторного нелинейного уравнения Шрёдингера, что имеет важное значение для развития квантовых вычислений.

Содержание диссертации и основные результаты, выносимые на защиту, отражают личный вклад автора, представленный в опубликованных работах. Постановка задач исследования осуществлялась совместно с научным консультантом, который оказывал консультативную помощь и методическую поддержку на всех этапах выполнения работы. Все основные результаты диссертационного исследования получены лично соискателем.

На заседании 24 сентября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Мухамедовой Шоиры Файзуллоевны ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **16** человек, из них **5** докторов наук по специальности 05.13.18 –Математическое моделирование, численные методы и комплекс программ. Из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени **15** (2-человек онлайн), против – **нет**, недействительных бюллетеней - **нет**.

Председатель диссертационного совета,
6D.KOA-011 при Таджикском национальном
университете, академик НАН Таджикистана,
д.ф.-м.н., профессор М.И. Илолов

Учёный секретарь диссертационного совета,
6D.KOA-011 при Таджикском национальном
университете, к.ф.-м.н. А.Б. Гафоров

«24» сентября 2025г.