

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Шокира Фархода «Математическое моделирование динамических и топологических локализованных решений нелинейных эволюционных уравнений», представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа к.ф.-м.н. Шокира Фархода посвящена исследованию двумерных динамических и топологических локализованных структур, описываемых локализованными решениями нелинейных эволюционных уравнений методами математического моделирования, а также некоторым вопросам математического моделирования многомерных квантовых спиновых систем.

**Актуальность темы.** Известно, что основным ядром исследования нелинейных моделей физических явлений являются нелинейные дифференциальные уравнения математической физики. С другой стороны, одним из основных задач фундаментальной теоретической физики является поиск подходящих математических структур, моделирующих закономерности и внутренние связи физических явлений. Соответственно, поиск аналитических и численных решений нелинейных уравнений имеет большое значение и играет решающую роль в получении полезной информации о нелинейных физических явлениях. Известно, что нелинейные эволюционные уравнения возникают не только во многих областях математики, но и в других областях науки, таких как физика, механика и материаловедение. Сложность нелинейных эволюционных уравнений и проблемы их теоретического изучения с одной стороны, а также чрезвычайно широкий спектр их практического применения с другой, привлекли большой интерес многих математиков и исследователей других областей, занимающихся нелинейными науками.

Результаты по численному моделированию процессов взаимодействия хорошо локализованных структур (в том числе, солитонов), описываемых локализованными решениями нелинейных эволюционных уравнений, представленные в настоящей диссертационной работе, могут быть использованы в качестве теоретической базы для более эффективного управления и передачи и имеют существенные значения в практических приложениях от модельных примеров для обучения до применения в микроэлектронных устройствах. Локализованные решения нелинейных систем являются аттракторами динамики, к которым система сходится из широкого набора начальных условий и, как было отмечено выше – имеют широкий спектр различных практических применений особенно в магнитной

наноэлектронике и квантовых телекоммуникационных сетях, но и также в квантовой информатике, оптике, акустике, медицинской физики и т.д.

С точки зрения спиновой классификации, исследования диссертационной работы, проведены в рамках фермионных моделей, в квантовых системах со спином  $S = \hbar/2$ , а также в рамках систем  $S \geq \hbar/2$ . Известной научной задачей является описание состояний квантовой системы с высоким значением спина в гильбертовом пространстве, которое сопряжено со сложностью интуитивного понимания геометрической интерпретации исследуемых процессов. Исследуемые в рамках задач диссертационной работы вопросы по применению метода Майораны для описания корреляционных функций, вероятности согласования ориентированных квантовых систем  $|\psi\rangle_{(2S)}^{(j\hbar)}$  при различных значениях спинового числа  $S = j\hbar$ , также представляют теоретический и практический интерес, в том числе в проектировании произвольных квантовых состояний из когерентных до высокоточной генерации распределенной многокубитной запутанности.

Работа является завершённой научно-исследовательской работой, на основе результатов которой получены ряд научных достижений, имеющих важное значение и приложение как в теории, так и в практических внедрениях. Несомненной **научно-практической значимостью** работы можно считать то, что полученные результаты открывают новые направления в изучении двумерных динамических и топологических локализованных решений, а также имеют актуальное значение в исследовании высокоспиновых квантовых систем. Найденный аналитическими методами класс бризерных локализованных решений являются чрезвычайно сложными объектами для задач математического моделирования и полезны также в непосредственных практических задачах, в том числе для исследования свойств сигналов оптических волокон, явлений физики плазмы, возникновения электромагнитных полей, а также различных типов моделей нелинейных метаматериалов. Полученные модели эволюции процессов взаимодействия топологических локализованных структур в обращенном времени ( $t = -t'$ ), наряду с подтверждением фундаментальных свойств симметрии пространства-времени имеют также важные значения в прикладных задачах, в том числе, в медицинской визуализации.

Основные результаты диссертационного исследования Ф.Шокира опубликованы в более чем 95 работах, а также подтверждены 12 свидетельствами государственной регистрации компьютерных программ. В том числе изданы 3 монографии, более 18 статей опубликованы в научных изданиях рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан и Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, включая статьи в журналах, входящих в

международные базы цитирования Scopus и Web of Science, и более 60 статей в научных журналах и сборниках трудов конференций различного уровня.

Полученные результаты неоднократно докладывались Ф.Шокиром на научных семинарах сектора теоретической физики, отдела наноматериалов и нанотехнологий Физико-технического института им. С.У.Умарова Национальной академии наук Таджикистана, а также на международных и республиканских конференциях.

В период подготовки диссертации соискатель Ф.Шокир работал в должности старшего научного сотрудника (до 2016 г.), ведущего научного сотрудника (с 2016 г.) сектора теоретической физики отдела наноматериалов и нанотехнологий, докторанта ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ (с 01.03.2016 г. по 02.03.2019 г.), директора ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ (с 05.02.2019 г.).

Ф. Шокир в 1997 году окончил Худжандский государственный университет им. академика Б.Гафурова, по специальности «Прикладная математика». В 2011 году защитил диссертацию на тему «Динамические и топологические солитоны  $O(3)$  векторной нелинейной сигма-модели» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, на заседании диссертационного совета при Институте математики им. А.Джураева Академии наук Республики Таджикистан (ныне – Институт математики им. А.Джураева Национальной академии наук Таджикистана).

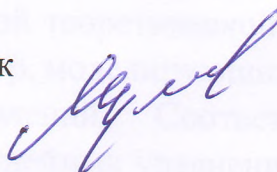
В течении многолетней совместной научно-исследовательской деятельности Ф.Шокир проявил себя изначально трудолюбивым, целеустремлённым и требовательным к себе соискателем, научным сотрудником, докторантом, способным к полной самостоятельной работе исследователем, который на высоком профессиональном уровне решает научные задачи, а также ставит новые научно обоснованные направления исследований. Основные научные результаты диссертационной работы получены Ф.Шокиром самостоятельно, начиная от разработки алгоритмов, численных схем и компьютерных кодов, позволяющих проведение численного моделирования эволюции как движущихся локализованных решений, так и процессов их взаимодействия в рамках  $(2+1)$ -мерных уравнений синус-Гордона и  $O(3)$  нелинейной сигма-модели – до получения двумерных эволюционных моделей взаимодействия новых топологических решений в виде доменных стенок и вихрей как в стандартном так и в обращенном времени. Следует отметить также получение непосредственно Ф.Шокиром аналитического вида нового класса осциллирующих (бризерных) решений  $(2+1)$ -мерного уравнения синус-Гордона, которые улучшили аналогичные результаты зарубежных авторов. Достоверность всех полученных результатов обеспечивается сходимостью разработанных численных схем, хорошей корреляцией полученных результатов тестовых

задач с известными литературными данными, устойчивостью численных моделей, а также подтверждается в аналогии с результатами других авторов и научных школ.

Исходя из вышеуказанного с полной уверенностью можно сказать, что диссертационная работа Ф.Шокира соответствует всем требованиям Высшей аттестационной комиссии при Президенте Республики Таджикистан, предъявляемым к докторским диссертациям. Считаю также, что соискатель Ф.Шокир является сформировавшимся специалистом в области математического моделирования нелинейных физических явлений как по уровню научной подготовки, так и по актуальности и значимости полученных результатов и заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный консультант:

доктор физико-математических наук,  
академик Национальной академии наук  
Таджикистана, главный научный сотрудник  
ФТИ им. С.У.Умарова НАНТ



Х.Х. Муминов

Подпись Хикмата Халимовича Муминова заверяю

04.06.2021

Начальник ОК ФТИ им. С.У.Умарова НАНТ

Бахтибекова Г.О.

