

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.105.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ПРОБЛЕМ
СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПСМ РАН), МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.09.2025, № 4/25

О присуждении Наумову Евгению Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Делокализованные нелинейные колебательные моды и дискретные бризеры в квадратных решетках» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) принята к защите 1 июля 2025 г. (протокол заседания № 2/25) диссертационным советом 24.1.105.01, созданным на базе ИПСМ РАН, адрес: 450001, г. Уфа, ул. Степана Халтурина, 39, Приказ Министерства образования и науки РФ о создании совета - № 785/нк от 10.07.2015 г.

Соискатель Наумов Евгений Константинович, 23 января 1998 года рождения, в 2021 году окончил магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по направлению подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии нефтехимии и биотехнологии». В период подготовки диссертации соискатель Наумов Евгений Константинович проходил обучение в очной аспирантуре ИПСМ РАН с 01.10.2021 г. по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия», профиль «Физика конденсированного состояния»

(Приказ № 156-к от 15.09.2021 г.). Справка об обучении и сведения о кандидатских экзаменах выдана 29.04.2025 г. ИПСМ РАН. Кандидатские экзамены сданы 16.06.2022 г. (история и философия науки (физические науки)), 23.06.2022 г. (иностранный язык (английский)), 29.01.2025 г. (физика конденсированного состояния).

С 30.05.2024 г. по настоящее время работает по совместительству младшим научным сотрудником в Институте физики молекул и кристаллов Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории нелинейной физики и механики материалов ИПСМ РАН.

Научный руководитель - доктор физико-математических наук, профессор Дмитриев Сергей Владимирович, главный научный сотрудник лаборатории нелинейной физики и механики материалов ИПСМ РАН – дал положительный отзыв на диссертацию.

Официальные оппоненты:

1. Алфимов Георгий Леонидович, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Высшая математика-1» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», г. Зеленоград;

2. Кузькин Виталий Андреевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории «Дискретные модели механики» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, в

своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником Полетаевым Геннадием Михайловичем и утвержденным проректором по научной и инновационной работе Беушевым Александром Анатольевичем, указала, что диссертация Е.К. Наумова «Делокализованные нелинейные колебательные моды и дискретные бризеры в квадратных решетках» выполнена на актуальную тему, результаты имеют научную новизну, достоверность результатов и выводов вполне обоснована; проанализировала структуру и основное содержание работы; подчеркнула теоретическую и практическую значимость исследования; подтвердила соответствие содержания автореферата тексту диссертации; сделала замечания, не снижающие ценности результатов и заключила, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые результаты, а именно:

- доказано, что учет дальнодействия приводит к возможности существования в нелинейной квадратной решетке дискретных бризеров, которые невозможны в решетке с короткодействующими взаимодействиями;

- при изучении явления супратрансмиссии показано, что если частота внешнего воздействия лежит в фоновом спектре у его верхней границы, а амплитуда воздействия достаточно велика, то энергия передается решетке не фононами, как считалось ранее, а движущимися дискретными бризерами;

- решена задача Бурлакова, поставленная им в 1991 году, а именно, получены движущиеся дискретные бризеры в квадратной решетке.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются признанными специалистами в области изучения нелинейных эффектов в физике кристаллов. Выбор ведущей организации обусловлен тем, что на базе организации проводятся исследования по схожей тематике.

Основное содержание диссертационной работы отражено в шести публикациях в журналах, рекомендованных ВАК, пять из них индексируются в международных базах данных Scopus и/или Web of Science, три из которых относятся к журналам квартиля Q1 и одна - квартиля Q2. В диссертации

отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени кандидата наук работах, в которых изложены основные научные результаты. Наиболее значимыми публикациями являются статьи, опубликованные в журналах *Nonlinear Dynamics* (2023, v. 11, p. 8135-8153), *Physical Review E* (2023, v. 107, 034214), *Nonlinear Science and Numerical Simulation* (2024, v. 132, 107897).

На диссертацию и автореферат поступил положительный отзыв:

1. Заведующего кафедрой естественно-научных дисциплин Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, д.ф.-м.н., доцента **Медведева Николая Николаевича**. Имеются вопросы и замечания: Единственное, что вызвало непонимание - это фраза на стр. 5 «...ДБ (дискретные бризеры) могут испускаться при внешнем воздействии...». Не понятно, что значит «ДБ могут испускаться».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Впервые для квадратной решетки с учетом дальнодействующих взаимодействий выведены дисперсионные соотношения для фононных волн, найдены амплитудно-частотные характеристики и волновые векторы всех возможных делокализованных нелинейных колебательных мод. Показано, что пять из них могут иметь частоту выше фононного спектра и эти пять делокализованных нелинейных колебательных мод являются основой для нахождения дискретных бризеров в рассматриваемой решетке.

2. Впервые описаны новые стационарные дискретные бризеры на основе двух делокализованных нелинейных колебательных мод в квадратной решетке с дальнодействием, для которых доказана невозможность существования без учета дальнодействия. Показана возможность существования движущегося дискретного бризера в квадратной решетке, тем самым решена задача Бурлакова для квадратной решетки.

3. При рассмотрении эффекта супратрансмиссии в квадратной решетке впервые найдены критические частоты вынужденных колебаний пары атомов в зависимости от амплитуды вынужденных колебаний, при превышении которых энергия перестает поступать в квадратную решетку. При частотах внешнего воздействия, близких к критическим, происходит генерация движущихся дискретных бризеров, испускаемых периодически, а при уменьшении частоты воздействия дискретных бризеров начинают испускаться аperiодически.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

В работе впервые рассмотрена математическая модель квадратной решетки с дальнодействием при описании межчастичных взаимодействий нелинейным потенциалом бета-Ферми-Паста-Улама-Цингу; в замкнутой форме получены дисперсионные соотношения малоамплитудных колебаний; в приближении кубической нелинейности выведены амплитудно-частотные характеристики делокализованных нелинейных колебательных мод; найдены делокализованные нелинейные колебательные моды, частоты которых могут лежать выше фононного спектра; на основе таких делокализованных нелинейных колебательных мод найдены новые типы дискретных бризеров, которые не существуют в решетке без учета дальнодействия.

Отработана методика моделирования движущихся дискретных бризеров, которая может быть использована при их дальнейших исследованиях в трехмерных кристаллических решетках.

При изучении супратрансмиссии в квадратной решетке установлено, что дискретные бризеры могут генерироваться при внешнем воздействии на частоте внутри фононного спектра близко к его верхней границе. Впервые показано, что данный вывод справедлив и для случая квадратной решетки с дальнодействующими взаимодействиями.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Установление соискателем того факта, что в квадратной решетке с дальнодействием возможно существование новых типов дискретных бризеров,

открывает вопрос о поиске новых типов дискретных бризеров в кристаллах с дальнodelствующими межатомными взаимодействиями, например, с металлической или ионной связью.

Доказательство существования движущихся дискретных бризеров в квадратной решетке вносит вклад в понимание механизмов транспорта энергии в кристаллических решетках.

Новые результаты по супратрансмиссии, представленные в диссертации, полезны при обсуждении механизмов термализации кристаллов под действием терагерцового лазерного излучения на частотах выше верхнего края фононного спектра.

Достоверность результатов исследования обосновывается корректной постановкой задач исследования, использованием известного математического аппарата для анализа линеаризованных уравнений движения частиц квадратной решетки с дальнodelствием, применением точных методов теории групп при построении делокализованных нелинейных колебательных мод. При получении численных результатов автор использовал симплектический метод интегрирования шестого порядка точности, при этом проводился анализ влияния шага интегрирования на точность получаемых результатов. Полученные результаты физически непротиворечивы и, где возможно, сопоставлены с результатами других авторов.

Личный вклад соискателя:

Соискатель изучил и обобщил научную литературу по теме исследования, вывел дисперсионные соотношения для квадратной решётки с дальнodelствием, получил аналитические выражения амплитудно-частотных характеристик делокализованных нелинейных колебательных мод в кубическом приближении, а также, на основе численного моделирования, установил существование новых типов дискретных бризеров в квадратной решетке с дальнodelствием. Им проведено численное моделирование явления супратрансмиссии в квадратной решетке. Соискатель принимал непосредственное участие в интерпретации и анализе полученных результатов,

формулировке выводов, подготовке научных статей и тезисов докладов к публикации. В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежат основные аналитические результаты и результаты численного моделирования делокализованных нелинейных колебательных мод и дискретных бризеров в квадратной решетке с нелинейным потенциалом бета-Ферми-Паста-Улама-Цингу.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания: допущены неточности в использовании некоторых терминов.

Соискатель Наумов Е.К. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и согласился с замечаниями.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. В диссертационной работе изложены новые, научно-обоснованные результаты, а именно, описаны новые делокализованные колебательные моды и дискретные бризеры в квадратной решетке с учетом дальнодействующего взаимодействия, установлена передача энергии решетке через движущиеся бризеры.

На заседании 23 сентября 2025 г. диссертационный совет принял решение – за решение научной задачи по теоретическому изучению и описанию делокализованных колебательных мод и дискретных бризеров новых типов в квадратной решетке, имеющей важное значение для развития нелинейной физики кристаллов, являющейся одним из актуальных направлений физики конденсированного состояния, присудить Наумову Евгению Константиновичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве «16» человек, из них «9» докторов наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из

«20» человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – «16», против присуждения ученой степени – «0», недействительных бюллетеней – «0».

Председатель

диссертационного со



Мулюков Радик Рафикович

Ученый секретарь

диссертационного со

Автократова Елена Викторовна

24 сентября 2025 г.

Заключение подготовил:

Председатель комиссии

диссертационного совета

Баимова Юлия Айдаровна