

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.308.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Х.М. БЕРБЕКОВА"  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 19.06.2026. № \_\_\_\_\_

О присуждении Абдуллиной Дине Ураловне, гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Линейная и нелинейная динамика кристаллов со структурой В2 (CsCl)» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) принята к защите 08.04.2026 г., протокол заседания № 4, диссертационным советом 24.2.308.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова" Министерства науки и высшего образования РФ, 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Абдуллина Дина Ураловна, 1998 года рождения, в 2022 г. с отличием окончила магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» по специальности 28.04.02 «Наноинженерия». В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель Абдуллина Дина Ураловна проходит обучение в очной аспирантуре Уфимского федерального исследовательского центра Российской

академии наук (УФИЦ РАН) по направлению подготовки 1.3.8 «Физика конденсированного состояния» (Приказ № 579(1252) от 26.09.2023 г.). Справка об обучении и сведения о сдаче кандидатских экзаменов выданы 04.03.2026 г. Кандидатские экзамены сданы 06.06.2024 г. (история и философия науки (физические науки)), 19.06.2024 г. (иностранный язык (английский)), 25.02.2026 г. (физика конденсированного состояния).

С 26.05.2021 г. по настоящее время работает младшим научным сотрудником в Институте физики молекул и кристаллов Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИФМК УФИЦ РАН).

Диссертация выполнена в лаборатории физики твердого тела ИФМК УФИЦ РАН.

**Научный руководитель** – Дмитриев Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией физики твердого тела ИФМК УФИЦ РАН.

**Официальные оппоненты:**

**Захаров Павел Васильевич**, доктор физико-математических наук, доцент, директор Института физики и математики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

**Алфимов Георгий Леонидович**, 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, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет», г. Челябинск, в своем положительном отзыве,

подписанном заведующим кафедрой физики конденсированного состояния физического факультета, доктором физико-математических наук, профессором Бучельниковым В.Д., а также ведущим научным сотрудником кафедры физики конденсированного состояния физического факультета доктором физико-математических наук, доцентом Загребиным М.А. и утвержденном проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» Бирюковым А.И., указала, что диссертационная работа Абдуллиной Д.У. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи – теоретического описания линейной и нелинейной динамики бинарных кристаллов со структурой В2, включая аналитическое описание фононных спектров, описание свойств делокализованных нелинейных колебательных мод и дискретных бризеров с учётом дальнедействующих межатомных взаимодействий. Работа отвечает требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния (п. 1 «Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы и свойств неорганических и органических соединений как в кристаллическом (моно- и поликристаллы), так и в аморфном состоянии, в том числе композитов и гетероструктур, в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления» и п. 4 «Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ»).

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 3 в журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 8 в изданиях, индексируемых в МБД Scopus и Web of Science.

### Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Bachurin D.V., Murzaev R.T., **Abdullina D.U.**, Semenova M.N., Bebikhov Y.V., Dmitriev S.V. Chaotic discrete breathers in bcc lattice: Effect of the first- and second-neighbor interactions (2024) *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 470, art. no. 134344.
2. **Abdullina D.U.**, Kosarev I.V., Evarestov R.A., Kudreyko A.A., Dmitriev S.V. (2025). Phonon spectrum and gap quasi-breathers in B2 (CsCl) structure. *Chaos, Solitons & Fractals*, 199, 116724.
3. **Abdullina D.U.**, Naumov E.K., Bebikhov Y.V., Semenova M.N., Kudreyko A.A., Dmitriev S.V. (2025). Supratransmission in a  $\beta$ -FPUT square lattice. *Physics Letters A*, 130587.
4. Bebikhov Y.V., Semenova M.N., **Abdullina D.U.**, Dmitriev S.V. (2025). Moving Gap Discrete Breather in Biatomic Crystal. *Russian Journal of Nonlinear Dynamics*, 21(3), 287-299.
5. **Abdullina D.U.**, Bebikhov Y.V., Semenova M.N., Dmitriev S.V. (2025). Excitation of Moving Discrete Breathes in Square  $\beta$ -FPUT Lattice by External Driving. *Physics of the Solid State*, 67(11), 977-982.
6. Рябов Д.С., Косарев И.В., **Абдуллина Д.У.**, Дмитриев С.В. Делокализованные нелинейные колебательные моды ОЦК решетки // *Известия Алтайского государственного университета*. 2025. № 1 (141). С. 58–66.

### На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы:

1. *Положительный отзыв от официального оппонента Захарова Павла Васильевича*, где имеются следующие замечания:

- В разделе 2.6 при исследовании явления супратрансмиссии используется модель внешнего воздействия в виде жесткого гармонического движения двух приповерхностных атомных плоскостей. Насколько эта модель адекватно описывает реальное лазерное облучение поверхности? Следовало бы обсудить

возможные ограничения такого подхода и степень его применимости для различных типов кристаллов.

- В третьей главе для возбуждения движущихся дискретных бризеров (ДБ) вводится параметр фазового сдвига  $\theta$  (уравнение 3.2). Из полученных результатов видно, что скорость ДБ растет с увеличением  $\theta$ . Однако физический смысл этого параметра и его связь с реальными условиями возбуждения (например, с величиной начального импульса) остаются не до конца проясненными. Каков физический механизм, обеспечивающий поступательное движение ДБ при ненулевом  $\theta$ ?

- В четвертой главе при обсуждении амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) для кристалла LiPb (рисунок 4.2) наблюдается резкий скачок частот для нескольких делокализованных нелинейных колебательных мод (ДНКМ) при амплитуде  $A \approx 0,3 \text{ \AA}$ . Автор связывает это с возможной особенностью используемого межатомного потенциала. Следовало бы провести дополнительный анализ (например, проверить поведение потенциала в этой области) для подтверждения данного предположения, либо дать более детальное физическое объяснение.

- В аналитических выражениях для частот ДНКМ (2.9)–(2.13) и в последующих расчетах используются параметры жесткости  $c_1$ – $c_4$ , выбранные из условия убывания жесткости с расстоянием. Однако отсутствует количественная оценка влияния выбора этих параметров на ширину щели и на свойства ДБ. Насколько критичен конкретный выбор численных значений коэффициентов жесткости для полученных выводов?

- В главе 2 при изучении супратрансмиссии использована модель без учета дальнедействующих взаимодействий (в отличие от анализа ДНКМ в этой же главе). Чем обусловлен такой переход и как учет дальнего действия мог бы изменить результаты, полученные для супратрансмиссии?

2. *Положительный отзыв от официального оппонента Алфимова Георгия Леонидовича*, где имеются следующие замечания и ставятся следующие вопросы:

- Описание модели кристалла В2 и методов моделирования приведено в конце первой обзорной главы (раздел 1.8) и во второй главе. Считаю, что более уместно было бы вынести полное описание модели в начало второй главы, где излагаются оригинальные результаты автора, что позволило бы избежать некоторого дублирования.

- В работе рассмотрены как жесткий, так и мягкий типы нелинейности (положительные и отрицательные значения параметров  $\beta$ ). Однако для кристалла LiPb в четвертой главе наблюдается смешанный тип нелинейности, зависящий от амплитуды. Чем обусловлен такой переход от жесткого к мягкому типу нелинейности для некоторых ДНКМ в реальных кристаллах?

- При аналитическом выводе частот ДНКМ в малоамплитудном пределе (формулы 2.9–2.13) не учитывается зависимость частоты от амплитуды, которая возникает даже при нулевых нелинейных коэффициентах  $\beta$  (геометрическая нелинейность). Анализировался ли вклад геометрической нелинейности в формирование АЧХ ДНКМ и в возникновение ДБ?

- На рисунке 4.8 (глава 4) при возбуждении ДБ в LiPb с параметрами  $A_1 = 0,60 \text{ \AA}$  наблюдается заметное возбуждение атомов легкой подрешетки и тенденция к движению ДБ. Однако из текста не ясно, исследовалась ли устойчивость полученных ДБ при более длительном моделировании (более 20 пс) и какова оценка их времени жизни.

- С чем связана высокочастотная составляющая в движении атомов для ДБ, изображенных на рисунках 4.7 и 4.8? Можно ли эту составляющую интерпретировать как возбуждение высших гармоник?

3. ***Положительный отзыв ведущей организации*** с замечаниями:

- В главе 2 при исследовании супратрансмиссии используется модель внешнего воздействия в виде жёсткого движения двух приповерхностных атомных плоскостей. Желательно было бы обсудить, насколько эта модель адекватна реальному лазерному облучению поверхности, и каковы её ограничения.

- В третьей главе для возбуждения движущихся ДБ вводится параметр фазового сдвига  $\theta$ , от которого зависит скорость бризера. Из приведённых данных не вполне ясно, как этот параметр может быть реализован в физическом эксперименте и связан с реальными характеристиками внешнего воздействия.

- В четвёртой главе при обсуждении амплитудно-частотных характеристик LiPb (рис. 4.2) отмечается резкий скачок частот при амплитуде  $A = 0,3 \text{ \AA}$ , который связывается с возможной погрешностью межатомного потенциала. Следовало бы провести дополнительный анализ для подтверждения этого предположения или дать более чёткое физическое объяснение.

- По результатам проделанной работы следовало бы сформулировать выводы общего характера о возможном влиянии ДБ на макроскопические свойства кристаллов.

4. *Положительный отзыв от Якушева Ильи Анатольевича*, кандидата физико-математических наук, доцента, доцента кафедры «Фундаментальной и прикладной математики» Политехнического института (филиала) ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова" в г. Мирном. Замечаний не имеется.

5. *Положительный отзыв от Баимовой Юлии Айдаровны*, доктора физико-математических наук, профессора РАН, заведующей лаборатории «Физика и механика углеродных наноматериалов» ФГБУН Института проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук. Замечаний по работе не имеется.

6. *Положительный отзыв от Екомасова Евгения Григорьевича*, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры теоретической физики Физико-технического института ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий». Имеются замечания. При общей высокой оценке работы хотелось бы отметить, что в автореферате (раздел 4, стр. 16–18) при обсуждении немонотонного поведения частотных характеристик ДНКМ в кристалле NiTi и резкого скачка частот в LiPb при

$A > 0,3 \text{ \AA}$  автор связывает эти аномалии с возможными погрешностями межатомных потенциалов. Было бы полезно более чётко указать, планируется ли в дальнейшем верификация этих эффектов с помощью независимых подходов (например, расчётов из первых принципов) или оценка влияния типа потенциала на полученные выводы о существовании ДБ.

Во всех поступивших на диссертацию отзывах отмечается актуальность и новизна проведенного исследования, ее теоретическая и практическая значимость.

Во всех отзывах имеется общий вывод о том, что диссертационная работа «Линейная и нелинейная динамика кристаллов со структурой В2 (CsCl)» соответствует необходимым критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013, №842 (в актуальной редакции), предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Абдуллина Дина Ураловна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что

- официальные оппоненты являются авторитетными специалистами в исследуемой области. У них имеются публикации в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах, индексируемых в МБД Web of Science, Scopus.

- научные исследования сотрудников ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет», (г. Челябинск), а также их публикации полностью соответствуют тематике диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

1. Впервые рассчитан и проанализирован фононный спектр биатомного кристалла со структурой В2 (типа CsCl) с учётом парных

межатомных взаимодействий вплоть до четвертых соседей. Получены аналитические выражения для границ щели в фононном спектре, установлены количественные критерии существования щелевых дискретных бризеров в зависимости от отношения атомных масс и жесткостей связей.

2. Выявлены закономерности влияния атомных масс и жесткостей межатомных связей на амплитудно-частотные характеристики ДНКМ. Предсказаны разные типы дискретных бризеров (с жесткой или мягкой нелинейностью, щелевые или с частотами выше фононного спектра) для кристаллов семейства В2.

3. Впервые методом молекулярной динамики с использованием многочастичных потенциалов (метод погруженного атома) рассчитаны амплитудно-частотные характеристики ДНКМ в кристаллах CsCl, LiPb и NiTi. Для кристалла LiPb впервые продемонстрировано существование долгоживущего щелевого дискретного бризера на основе ДНКМ группы G1, возбужденной на тяжелых атомах свинца.

4. Показано, что учет дальнедействующих взаимодействий в кристаллах со структурой В2 приводит к возможности существования новых типов дискретных бризеров, которые не реализуются при учете только ближайших и вторых соседей.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **развит** аналитический подход к описанию фононных спектров и ДНКМ в биатомных кристаллах В2 с дальнедействием;
- **установлены** универсальные критерии существования щелевых бризеров;
- **развитие** теоретической модели кристалла со структурой В2 дает возможность учитывать дефекты в теории нелинейной динамики кристаллической решетки для ионных кристаллов типа CsCl.
- для кристалла LiPb с металлической связью была **разработана** теоретическая модель структуры, из которой следует возможность существования долгоживущих дискретных бризеров.

**Практическая значимость подтверждается тем, что:**

- полученные частотные диапазоны существования дискретных бризеров могут быть использованы при интерпретации экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов и рентгеновских лучей;

- выявленные условия существования движущихся дискретных бризеров порождают новый безызлучательный канал транспорта колебательной энергии, важный для понимания теплопереноса и дефектообразования.

**Достоверность результатов** обеспечена корректной постановкой задач, использованием аналитических методов теории групп, симплектического интегрирования высокого порядка, который обеспечивает надежный расчет полной энергии системы, а также молекулярно-динамического моделирования с проверенными потенциалами. Полученные результаты соответствуют данным других авторов.

**Личный вклад соискателя:**

Соискатель самостоятельно проанализировала научную литературу, вывела дисперсионные соотношения, получила аналитические выражения для частот ДНКМ, провела молекулярно-динамические расчёты для кристаллов CsCl, LiPb и NiTi, включая возбуждение дискретных бризеров. Принимала непосредственное участие в интерпретации результатов, формулировке выводов и подготовке публикаций. В работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежат основные аналитические и численные результаты по ДНКМ и дискретным бризерам в кристаллах структуры B2.

На заседании 19.06.2026 г. (протокол № 8) диссертационный совет принял решение присудить Абдуллиной Дине Ураловне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния за решение научной задачи – теоретическое изучение и описание делокализованных нелинейных колебательных мод и дискретных бризеров в кристаллах со структурой B2, имеющей важное значение для развития нелинейной физики кристаллов как раздела физики конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 6 человек по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния, участвовавших в голосовании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 11, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета 24.2.308.01

д.ф.-м.н., профессор



Ашхотов Олег Газизович

Учёный секретарь

диссертационного совета 24.2.308.01

д.ф.-м.н., профессор



Дышеков Артур Альбекович

19 июня 2026 г.