

## ОТЗЫВ

*на автореферат диссертации Щербинина Степана Александровича «Делокализованные ангармонические колебания в системах с дискретной симметрией», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния*

Диссертация С.А. Щербинина посвящена численному моделированию специального класса колебательных решений – бушей мод – в реалистичных моделях различных физических объектов (молекулы, двумерные и трёхмерные кристаллические структуры, микроэлектронная схема) в сопоставлении с предсказаниями, основанными на свойствах пространственной симметрии исследуемых систем. Буши мод представляют собой решения на инвариантных многообразиях в фазовом пространстве системы, определяемых отдельными подгруппами группы симметрии системы. В отсутствие неустойчивости, решение сохраняет во времени соответствующую симметрию, что можно характеризовать как локализацию энергии на отдельных колебательных модах системы. Существование и устойчивость таких локализованных решений могут влиять на микроскопическом уровне на процессы теплопереноса и релаксации к тепловому равновесию, с чем связана как классическая проблема Ферми-Паста-Улама (1955 г.), так и современные результаты – в частности, работы по аномальной теплопроводности С. Флаха и соавторов.

Исследования таких симметрично-обусловленных решений на уровне конкретных динамических моделей до работ С.А. Щербинина ограничивались концептуальными моделями типа Ферми-Паста-Улама или моделями классической молекулярной динамики. В представленной диссертации исследование впервые распространено на более реалистичные модели, основанные на методе функционала плотности. В силу вышесказанного, тематика диссертации *актуальна и соответствует специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния*, а представленные результаты являются *новыми* и обладают теоретической и практической *значимостью*.

*Замечания* к автореферату связаны с неудачными формулировками и перечислены ниже.

1. Многократно употребляется словосочетание «симметрия равновесного состояния системы» в контексте, который скорее должен вместо этого подразумевать симметрию уравнений движения системы. Считаю это терминологической неточностью, поскольку, вообще говоря, возможна как первая симметрия без второй (например, решётка осцилляторов с неидентичными потенциалами, но с равновесным состоянием в виде регулярной решётки), так и вторая без первой (например, решётка осцилляторов с одинаковым двухъямным потенциалом).
2. В формулировках цели работы №2 и защищаемых положений №2 и №3 утверждается, что теоретико-групповые выводы проверяются (приближённым) численным моделированием. Поскольку указанный аналитический метод для рассматриваемых задач является точным (не приближённым), а значит и наиболее достоверным, считаю указанные формулировки неудачными. Совпадение результатов аналитического и численного исследования в данном случае следует трактовать, наоборот, как свидетельство адекватности численной модели, основанное на соответствии её результатов качественным выводам теории.
3. В защищаемом положении №3 второе предложение «При эволюции буша...» (о направлении передачи энергии между модами) является, по-видимому, попыткой краткой формулировки теоретико-групповых правил отбора, упоминаемых в первом предложении. Поскольку эти правила отбора сами по себе не являются результатом диссертации, считаю упомянутое второе предложение не необходимым, и даже излишним, так как в силу вынужденной краткости оно не является ни математически строгим, ни физически

16  
14.02.2020

полным (так, в реальной системе возможна передача энергии и в обратном направлении – с понижением симметрии – вследствие неустойчивости, на что сам автор указывает в другой части автореферата).

4. В главе 2, с одной стороны, и в главах 3 и 4 – с другой, термин «нелинейная нормальная мода» употребляется в разных значениях. А именно, в главе 2 так называется решение специального вида, удовлетворяющее определению (2). В главах 3 и 4 это лишь элемент базиса для представления класса решений вида (22), при этом одномодового решения, соответствующего виду (2), для конкретной моды может не существовать.

5. Пункт 3 раздела «Научная новизна» содержит словосочетание «критическая амплитуда», которое не имеет однозначного общепринятого толкования. Имелась в виду, по-видимому, амплитуда потери устойчивости.

6. Стр. 8 автореферата: «на силиконовой подложке» – очевидно, имелась в виду кремниевая подложка.

7. Стр. 12 автореферата: вопросительное предложение «Но существуют ли точные решения в гамильтоновых системах за пределами гармонического приближения?» сформулировано слишком расплывчато – разумеется, такие решения существуют, и многие классы таких решений никак не связаны с контекстом вопроса (бушами мод).

Высказанные выше соображения относятся исключительно к формулировкам и не ставят под сомнение достоверности, новизны и значимости результатов диссертации.

Считаю, что диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а её автор – Степан Александрович Щербинин – заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Автор отзыва согласен на обработку своих персональных данных.

Профессор кафедры теории колебаний  
и автоматического регулирования,  
доктор физико-математических наук  
по специальности 01.04.03 Радиофизика

 Канakov Олег Игоревич

07 февраля 2020 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Почтовый адрес: 603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23.  
Телефон (831) 465-62-42. e-mail: okanakov@rf.unn.ru

