

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Ляжкова Сергея Дмитриевича

«Влияние граничных условий и нелинейных эффектов на перенос
и перераспределение энергии в дискретных средах»,

представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических
наук

по специальности 1.1.8 — Механика деформируемого твёрдого тела

В диссертационной работе Ляжкова С.Д. исследуется влияние граничных условий и нелинейных эффектов на процессы переноса и перераспределения энергии в дискретных моделях деформируемого твёрдого тела. Основными объектами исследования являются одномерные полубесконечные цепочки частиц одинаковой массы и комплексных частиц «масса-в-массе», связанных линейно- и нелинейно-упругими (модель β -Ферми-Пастья-Улама-Цингу) пружинами, а также трехмерные ансамбли частиц (ГЦК упаковка). Для решения задач применяются аналитические методы в сочетании с численным интегрированием уравнений динамики решёток симплектическими методами.

Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью решения целого ряда практически важных проблем, среди которых повышение эффективности охлаждения процессоров и других элементов высокопроизводительных вычислительных кластеров и серверов, поддержание контролируемой температуры наноустройств для сохранения неизменными их функциональных характеристик, создание нового поколения механических метаматериалов с уникальными акустическими свойствами. Целый ряд эффектов, таких как волновой перенос энергии в кристаллических материалах с ковалентным типом связи при низких температурах, отклонения от закона Фурье и наличие нескольких температур в состояниях вдали от термического равновесия, наиболее эффективно описываются дискретными моделями твердых тел. При этом ключевую роль играют внешние и внутренние границы раздела и нелинейность потенциала взаимодействия. Сказанное выше обуславливает высокую актуальность, научную и практическую значимость диссертационной работы.

Научная новизна исследования, отражённая в автореферате, заключается в получении аналитических соотношений, описывающих распределение и динамику изменения кинетической энергии в полубесконечной линейной цепочке со свободной границей, а также приближённых формул для величины полной энергии, поступающей в полубесконечную цепочку при силовом и кинематическом видах нагружения. Новым результатом является и установленный эффект существенно различной динамики затухания осцилляций кинетических энергий двух подсистем в цепочке «масса-в-массе», справедливый как для линейно-упругих, так и для нелинейно-упругих систем. Также можно отметить новизну и

потенциальную практическую значимость полученных соотношений для оценки времени выравнивания кинетических энергий по пространственным направлениям и описания динамики их выравнивания на больших временах.

Теоретическая значимость состоит в развитии аналитических методов описания нестационарных процессов в дискретных средах вблизи внешней поверхности и получении аналитических оценок границ применимости континуальных приближений. Практическая значимость диссертационного исследования определяется возможностью применения его результатов для прогнозирования быстропротекающих колебательных процессов в материалах с ковалентным типом связи при интенсивных термомеханических воздействиях на поверхность (в том числе в экспериментах *transient thermal grating*), а также в наномасштабных объектах, в том числе низкоразмерных.

Основные результаты диссертационной работы, представленные в автореферате, опубликованы в 5 работах, входящих в наукометрические базы *Web of Science/Scopus* или рекомендованных ВАК. Работа прошла достаточно широкую апробацию на конференциях и семинарах ведущих научных школ, что свидетельствует о высоком уровне научной экспертизы ее основных результатов.

Замечания к автореферату:

- 1) При рассмотрении одномерных дискретных систем автор использует, в том числе нелинейный потенциал взаимодействия частиц. Однако диссипация механической энергии описывается только в линейном приближении, что не в полной мере отражает интенсивность диссипативных процессов при высокоэнергетических импульсных воздействиях на поверхность (например, в упоминаемых диссертантом экспериментах типа *transient thermal grating*).
- 2) В разделе 3.2 рассматривается трехмерная система, состоящая из ГЦК-упакованных частиц, взаимодействие между которыми описывается потенциалом Леннарда-Джонса. Однако в автореферате не указаны граничные условия и начальная температура тела, не обсуждается влияние линейных размеров тела. Кроме того, рассматривается только один вариант нелинейности потенциала, а именно «6-12» (показатели степени). Для анализа влияния нелинейности представляется обоснованным провести варьирование одного из двух (или обоих) показателей степени. Данные замечания представляются важными в свете акцента в диссертационной работе на изучение влияния граничных условий и нелинейности взаимодействия структурных элементов дискретных систем.

Указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на общую положительную оценку работы.

Автореферат диссертации в полной мере отражает содержание исследования, посвящённого актуальной научной проблеме. Тема и содержание

диссертации полностью соответствуют специальности 1.1.8 — Механика деформируемого твёрдого тела.

На основе содержания автореферата можно заключить, что диссертация Ляжкова Сергея Дмитриевича удовлетворяет всем требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 — Механика деформируемого твёрдого тела.

Шилько Евгений Викторович,
доктор физико-математических наук (специальность 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела),
главный научный сотрудник
лаборатории компьютерного конструирования материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физики прочности и материаловедения им. В.Е. Панина
Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН).
Рабочий адрес: 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4
Рабочий телефон: +7 3822 28 69 71
Адрес электронной почты: shilko@ispms.ru

20 апреля 2026 г.

Я, Шилько Евгений Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

/ Е.В. Шилько /



Подпись Шилько Е.В. удостоверяю:

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН

/ Н.Ю. Матолыгина /