

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.377.01 (Д212.217.01),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.10.2022 г. № 5

О присуждении Михеевой Галине Вениаминовне гражданке Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование локально-неравновесных процессов теплопереноса и механических колебаний в кристаллических телах» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 17 июня 2022 г. (протокол заседания № 2) диссертационным советом 24.2.377.01 (Д 212.217.01), созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Михеева Галина Вениаминовна, 21 сентября 1994 года рождения, работает старшим преподавателем и инженером на кафедре «Физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

В 2018 году окончила с отличием магистратуру» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» по направлению 01.04.02 — «Прикладная математика и информатика». В 2022 году окончила очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – Кудинов Игорь Васильевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Официальные оппоненты:

Формалев Владимир Федорович, заслуженный деятель науки Российской Федерации, д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры «Вычислительная математика и

программирование» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»);

Данюк Алексей Валериевич, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник Научно-исследовательского института прогрессивных технологий ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**, г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Кривобоковым Валерием Павловичем, д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой - руководителем научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга на правах кафедры, д.ф.-м.н., профессором научно-образовательного центра Б.П. Вейнберга Яниным Сергеем Николаевичем, утвержденном проректором по науке и трансферу технологий, д.ф.-м.н. Сухих Леонидом Григорьевичем, указала, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему. Её научные положения и выводы достаточно обоснованы. Результаты работы докладывались на российских и международных конференциях и опубликованы в рецензируемых научных журналах. Следовательно, диссертационная работа соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а её автор, Михеева Галина Вениаминовна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 31 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из которых 11 работ являются публикациями в рецензируемых научных изданиях. Три работы написаны самостоятельно, остальные в соавторстве. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Публикации посвящены исследованию процесса теплопереноса в кристаллических телах (металлических нанопленках), облучаемых ультракороткими лазерными импульсами; определению термических напряжений для различных конструкций, исследованию процесса теплообмена и механических колебаний с учетом релаксационных явлений.

Авторский вклад соискателя заключается в постановке задач и нахождении решений, анализе полученных результатов.

Основные научные работы по теме диссертации:

1. Кудинов И.В., Пименов А.А., Михеева Г.В. Исследование термонапряженного состояния реактора получения водорода из метана // Прикладная механика и техническая физика. – 2022. – Т.63. №1. DOI: 10.15372/PMTF20220120.

2. Mikheeva G.V. Generalized functions in non-linear thermal conductivity problem for two-layer structure with heat source // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – 1889. № 022025. DOI: 10.1088/1742-6596/1889/2/022025.

3. Mikheeva G.V., Pashin A.V. Investigation of heat transfer in metal nanofilms irradiated with ultrashort laser pulses: two-temperature model // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – 2094. № 022023. DOI: 10.1088/1742-6596/2094/2/022023.

4. Kudinov I.V., Sobolev S.L., Mikheeva G.V. Study of the two-temperature heat transfer model in metal nanofilms exposed to ultrashort laser pulses // AIP Conference Proceedings. – 2020. – 2275. №020015. DOI: 10.1063/5.0025795.

На диссертацию и автореферат поступило 10 положительных отзывов:

1. Отзыв ведущей организации (ФГАОУ ВО НИ «Томский политехнический университет»). Замечания: 1. Слишком много положений, выносимых на защиту, для кандидатской диссертации. Сами положения написаны не конкретно, с использованием общих фраз. Правильнее было бы в положениях на защиту указать диапазон рабочих параметров моделей, диапазон применения модели. 2. Численные расчеты, позволяющие количественно оценить изменение искомых функций для разработанных в диссертации математических моделей применительно к конкретному материалу приведены только во второй главе диссертации. Работа смотрелась бы интереснее, если аналогичные расчеты были выполнены для задач, связанных с термомеханическими напряжениями. Тогда можно было бы показать значения прочностных характеристик материалов и величины параметров, при которых возникают напряжения, превышающие порог прочности и т.д. 3. Необходимо пояснить, какими параметрами локально-неравновесной модели учитываются длина и время свободного пробега микрочастиц. 4. Чем объясняется увеличение скачка динамических напряжений с увеличением времени нестационарного процесса. 5. Какими устройствами следует дополнить колебательную систему с амплитудно – частотной модуляцией для организации передачи информации по металлическому стержню? 2. **Отзыв официального оппонента, д.ф.-м.н. Формалева В.Ф.** Замечания: 1. Необходимо пояснить, в какой части локально – неравновесной модели учитывается молекулярно – атомное строение вещества? 2. Непонятно, по какому параметру наблюдается локальное неравновесие модели? 3. Уравнение продольных колебаний стержня выведено с учётом гипотезы плоских сечений, которая выполняется лишь приближённо. 4. В диссертации рассматриваются только несвязанные задачи динамической термоупругости, то есть не учитывается влияние деформации на изменение температурного состояния. 3. **Отзыв официального оппонента, к.ф.-м.н. Даниюка А.В.** Замечания: 1. В качестве замечания и недостатка в данной работе можно выделить слабое экспериментальное подтверждение полученных результатов. Защищаемые модели теплопереноса могут быть верифицированы реальным физическим экспериментом, в области действия современных аналитических приборов. Однако автор ограничился корректностью применения фундаментальных законов и формулировок при постановке задачи и оценкой сходимости полученных результатов с моделями других авторов. 2. Разработанные математические модели оперируют безразмерными параметрами коэффициента объёмной теплопередачи, пространства, времени, температуры, и могут быть реализованы для любого численного значения параметра. А удобство программной реализации математических моделей позволяет создавать бесчисленное множество выходных характеристик модели при произвольных входных параметрах. При создании

математических моделей физических явлений принято оговаривать область действия в диапазонах характеристик или параметров и не всегда это может быть задано численно. Например, в данной работе при уменьшении толщины пластины менее длины волны источника тепла произойдет изменения условий поглощения энергии кристаллической решёткой и электронным газом, что в модели может быть учтено изменением параметра $V_i(\delta)$, таким же неявным образом будет учтена кристаллографическая анизотропия теплопередачи. Такое поведение модели с одной стороны делает ее условно универсальной и адаптивной к физической модели, с другой стороны осложняет ее применение из-за увеличения числа эмпирических параметров связанных с меняющимися свойствами объекта или характера взаимодействия объекта и источника тепла, такое поведение модели создает сложности верификации её свойств в том числе в области безразмерных параметров.

3. При исследовании продольных колебаний стержня (глава 4) приведены результаты физического эксперимента в виде диаграммы перемещения свободного стержня, однако описание эксперимента и применяемых средств регистрации параметров физического эксперимента не приведено.

4. В выводах к разделам главы 2 встречаются очевидные формулировки, прямо следующие из постановки задачи, и не являются результатом соответствующего раздела.

5. В заключении глав 3 и 4 формулировка промежуточных выводов отсутствует, однако они изложены в тексте разделов глав 3 и 4.

6. Каковы физические или фазовые пределы состояния среды для применения двухтемпературной модели переноса тепла?

7. От чего зависит величина коэффициента объемной теплоотдачи V_i в двухтемпературной модели теплообмена?

8. какими физическими экспериментами можно подобрать эмпирические параметры моделей приведенных в главах 2 и 3?

9. В главе 4 исследовались продольные колебания стержня, каким образом были инициированы и выделены колебания стержня определенной моды?

10. почему при исследовании свойств колебательной системы не были использованы методы анализа амплитудного и спектрального распределений?

4. Отзыв первого зам. научного руководителя ФГУП «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», первого зам. директора Института теоретической и математической физики ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ», начальника НИО-1, д.ф.-м.н., с.н.с., Устиненко В.А. (г. Саров). Замечания:

1. Отсутствует четкое понятие «ультракороткий импульс», основным признаком которого может служить как его длительность, так и количество осцилляций в нем.

2. В автореферате не приводится сравнение результатов теоретических расчётов с экспериментальными данными для тепловых задач из второй и третьей главы.

3. В работе представлены модели с однофазной, двухфазной, трехфазной и четырехфазной релаксацией, но отсутствуют оценки влияния каждого последующего слагаемого в этом уравнении на получаемые результаты. Будет ли целесообразно дальнейшее увеличение коэффициентов релаксации, в автореферате не указано.

5. Отзыв преподавателя кафедры «Общая физика», старшего научного сотрудника лаборатории наноматериалов ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт», доцента, к.ф.-м.н. Певгова В.Г. (г. Долгопрудный). Замечания:

1. При толщинах пластин, сопоставимых и меньше длины

свободного пробега микрочастиц применение дифференциального уравнения на основе закона Фурье с локальными параметрами представляется проблематичным. 2. Поскольку в диссертации используется полуэмпирический подход, то сопоставление с экспериментом и анализ границ применимости такого подхода является крайне важным. Экспериментальное подтверждение, сделанных в диссертации заключений не представляется достаточно надежным. 6. **Отзыв профессора института гражданской защиты ГОУ ВО Луганской Народной Республики «Луганский государственный университет Владимира Даля», профессора, д.т.н. Губачевой Л.А. (г. Луганск).** Замечания: 1. Из знакомства с авторефератом остается не до конца понятной степень разработанности и вклада как отечественных, так и зарубежных ученых. 2. В названии упоминаются кристаллические тела. Интересно узнать, применимы ли данные модели для некристаллических тел (аморфные, полимеры). 7. **Отзыв доцента кафедры «Физика» ФГАОУ ВО «Самарский университет», к.ф.-м.н. Желнова Ю.В. (г. Самара).** Замечания: 1. В автореферате не приводится информация о сходимости получаемых аналитических решений, поэтому сложно оценить достоверность результатов диссертационной работы. 2. Не указано, выполнялась ли проверка удовлетворения полученных решений всем условиям математических постановок рассматриваемых в работе краевых задач. 8. **Отзыв старшего научного сотрудника лаборатории молекулярной спектроскопии ФГБУН Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, к.ф.-м.н. Щербакова А.П. (г. Томск).** Замечания: 1. В модели, описывающей продольные колебания при растяжении, взято линейное распределение начальных перемещений в стержне, хотя правильнее было бы использовать квадратичное. 2. В диссертации не указано, для каких именно типов кристаллических решеток могут быть использованы данные модели. 9. **Отзыв ведущего научного сотрудника Омского филиала ФГБУН Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, д.т.н. Паничкина А.В. (г. Омск).** Замечания: Существует несколько исследований, посвященных аналитическому решению гиперболического уравнения теплопроводности. Что касается численных результатов, то статей еще больше. Каковы преимущества методов, описанных в данной диссертации, по сравнению с другими решениями? 10. **Отзыв АО РКЦ «Прогресс». Подписан зам. генерального конструктора по научной работе, к.т.н. Борисовым М.В., утвержден ВРИО первого зам. генерального директора – генерального конструктора, к.т.н. Сторожем А.Д.** Замечания: 1. В двухтемпературной модели теплообмена следует физически обосновать возникновение внутреннего источника теплоты при воздействии лазерного излучения на поверхности тела. 2. Чем можно объяснить возрастание ширины скачка напряжений с увеличением времени в задаче термоупругости?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной и практической компетентностью в области физики конденсированного состояния в предметной области диссертационного исследования, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны линейная и нелинейная локально – неравновесные двухтемпературные модели теплообмена между электронами и кристаллической решёткой в металлах, облучаемых мощными ультракороткими лазерными импульсами;

предложена локально – неравновесная модель динамической термоупругости, позволяющая определять температурные напряжения при тепловом ударе на внешней поверхности тела;

доказано качественное совпадение экспериментальных исследований с предложенной в диссертации модифицированной моделью продольных колебаний стержня с учётом четырехфазной релаксации.

введен аналог температуры в решении гиперболического уравнения, позволяющий определить действительную температуру при волновом её изменении, применительно к сверхтонким плёнкам, характеризующимся волновым переносом теплоты.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены основные подходы к моделированию локально-неравновесных процессов теплообмена, термоупругости и механических колебаний в кристаллических телах;

раскрыты преимущества предложенных математических моделей теплопереноса и механических колебаний для описания реальных физических процессов при малых и сверхмалых значениях пространственно-временных переменных;

изучены влияние воздействия ультракороткого лазерного импульса на температурное состояние кристаллических тел и зависимость теплопереноса металлов от толщины пластины;

проведена модернизация существующих моделей теплопереноса и механических колебаний с целью более качественного описания реальных физических процессов;

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

создано программное обеспечение, реализующее разработанные в диссертации модели колебаний упругих тел с учетом четырехфазного запаздывания, которое было использовано на предприятии АО РКЦ «Прогресс» для исследования колебательных процессов во время испытаний образцов летательной техники;

представлены результаты разработки моделей динамической термоупругости и теплопроводности с учётом релаксационных явлений, которые могут быть применены для исследования практически важных быстропротекающих процессов со скачкообразным изменением температур и напряжений (закалка, лазерное облучение, тепловой удар и т.п.).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на сертифицированном научно-исследовательском оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, с применением современного программного обеспечения;

теория основывается на фундаментальных положениях локально-неравновесной термодинамики, согласуется с имеющимися теоретическими и экспериментальными данными в области теплопроводности и механических колебаний;

идея базируется на теории неравновесной термодинамики, основные положения которой были использованы для разработки моделей теплопроводности и механических колебаний;

использованы результаты экспериментальных исследований для сравнения с теоретическими результатами, полученными в диссертации.

установлено численное совпадение авторских результатов с данными других авторов, представленными в независимых источниках; качественное совпадение результатов теоретических расчётов с экспериментальными данными;

Личный вклад соискателя состоит в: обзоре и анализе литературы; в решении поставленных задач; анализе полученных решений; подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые бы ставили под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

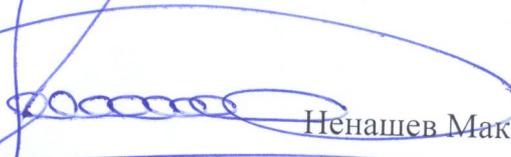
Соискатель Михеева Г.В. ответила обстоятельно и аргументировано на все задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

На заседании 21.10.2022 диссертационный совет принял решение присудить Михеевой Г.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния за решение актуальной научной задачи в области моделирования теплопереноса и механических колебаний в кристаллических телах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета


Ненашев Максим Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета


Майдан Дмитрий Александрович

21 октября 2022 г.

