

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Жуков Виталий Владимирович

Тема диссертации: Исследование внутренних механизмов переноса тепла, массы, импульса с учетом релаксационных явлений

Специальность: 01.04.14 - «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.

На заседании 14 февраля 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи создания теоретических основ расчета быстропротекающих теплофизических и механических процессов в телах сложной геометрической формы, имеющей значение для развития теплофизики и теоретической теплотехники, присудить Жукову В.В. ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета Равикович Ю.А., заместитель председателя диссертационного совета Агульник А.Б., ученый секретарь диссертационного совета Зуев Ю.В., члены диссертационного совета: Абашев В.М., Демидов А.С., Кочетков Ю.М., Краев В.М., Кулешов Н.В., Молчанов А.М., Надирадзе А.Б., Назаренко И.П., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Попов Г.А., Силуянова М.В., Тазетдинов Р.Г., Тимушев С.Ф., Хартов С.А.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.08, д.т.н., профессор



Ю.В. Зуев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.02.2022 г. № 1

О присуждении Жукову Виталию Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование внутренних механизмов переноса тепла, массы, импульса с учетом релаксационных явлений» по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 06 декабря 2021 г. (протокол заседания № 23) диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4; приказ Минобрнауки РФ о создании диссертационного совета - № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Жуков Виталий Владимирович, 06 марта 1988 года рождения, работает заместителем главного инженера – начальником испытательного центра в акционерном обществе «Ракетно-космический центр «Прогресс» Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос».

В 2011 году соискатель окончил с отличием государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)». В 2019 году

окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Кудинов Игорь Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Физика», исполняющий обязанности заведующего кафедрой.

Официальные оппоненты:

Карташов Эдуард Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», кафедра «Высшая и прикладная математика», профессор;

Супельняк Максим Игоревич, кандидат технических наук, публичное акционерное общество «Калужский двигатель», конструкторское бюро расчетов и надежности, ведущий инженер-конструктор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения», г. Королев Московской обл., в своем положительном отзыве, подписанном Ключниковым В.Ю., доктором технических наук, исполняющим обязанности главного ученого секретаря, Брылкиным Ю.В., кандидатом технических наук, заместителем начальника Центра прикладных исследований – начальником комплекса теплообмена и аэрогазодинамики и утвержденном Романовым А.А., доктором технических

наук, первым заместителем генерального директора по науке, указала, что практическая ценность результатов диссертации заключается в разработке, анализе и верификации математических моделей локально-неравновесных процессов теплопереноса и термоупругости, которые позволили обнаружить некоторые новые, неизвестные ранее особенности их протекания. Разработаны математические модели, алгоритмы и комплекс компьютерных программ 3D-моделирования высокоинтенсивных процессов теплопереноса и термоупругости в конструкциях сложной геометрической формы на основе учета времени передачи теплового импульса между частицами-носителями энергии (времени релаксации). Результаты работы могут быть использованы в организациях аэрокосмической отрасли (ФГУП ЦАГИ, АО «РКЦ «Прогресс», АО «НПО им. Лавочкина», ПАО «РКК «Энергия», АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», АО «ЦНИИмаш» и др.):

- при проектировании и анализе быстропротекающих процессов теплопроводности и термоупругости в различных технических устройствах;
- при моделировании продольных и поперечных колебаний конструкций стержневой формы;
- для оценки температурных полей в нелинейных задачах теплопроводности и решения обратных задач.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи разработки новых математических моделей локально-неравновесных процессов переноса тепла, массы, импульса, имеющей значение для развития теплофизики и теоретической теплотехники. Она удовлетворяет всем критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», а ее автор, Жуков Виталий Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ общим объемом 6,68 п.л., из них в

рецензируемых научных изданиях опубликовано 12 работ, получены 3 свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин. Из 16 опубликованных работ: 13 - статьи (в том числе 10 статей в журналах, входящих в базы данных Web of Science и Scopus), 3 - свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин. Одна работа написана самостоятельно, остальные в соавторстве.

Публикации посвящены решению нелинейных задач теплопроводности; идентификации феноменологических коэффициентов релаксации; определению критических условий теплового взрыва с учетом пространственно-временной нелокальности; исследованию теплообмена при течении жидкостей в плоских и цилиндрических каналах; трехмерному моделированию быстропотекающих процессов теплопереноса.

Авторский вклад соискателя заключается в выполнении экспериментальных исследований; разработке вычислительных алгоритмов и методов математического моделирования высокоинтенсивных процессов теплопроводности в трехмерных телах; верификации расчетных и экспериментальных данных; определении условий при которых возможна работа термоакустического двигателя.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы:

1. Kudinov I.V., Eremin A.V., Kudinov V.A., Dvorgallo A.I., Zhukov V.V. Mathematical model of damped elastic rod oscillations with dual-phase-lag // International Journal of Solids and Structures. 2020. Vol. 200-201. P. 231 – 241. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2020.05.018.
2. Zhukov V.V. Study of analytical solution of the thermal conductivity equation considering relaxation phenomena under the third class boundary conditions //

Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. Art. 022027. doi: 10.1088/1742-6596/1889/2/022027.

3. Zhukov V.V., Kudinov I.V., Kutsev N.M., Mikheeva G.V., Klebleev R.M. Determination of quasi-static and residual stresses in the course of the thermoplastic hardening in a boundary layer of the material // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 709. Is. 3. Art. 033078. doi: 10.1088/1757-899X/709/3/033078.

4. Kudinov V.A., Eremin A.V., Kudinov I.V., Zhukov V.V. Mathematical model of rod oscillations with account of material relaxation behaviour // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 327. Is. 4. Art. 042059. doi: 10.1088/1757-899X/327/4/042059.

5. Eremin A.V., Kudinov V.A., Kudinov I.V., Zhukov V.V., Trubitsyn K.V. Mathematical model of fuel heat ignition considering space-time nonlocality // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 552. Is. 1. Art. 012003. doi: 10.1088/1757-899X/552/1/012003.

6. Kudinov V.A., Eremin A.V., Zhukov V.V. Mathematical Models of Heat Ignition And Explosion Considering Local Non-Equilibrium of Processes // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Vol. 891. Art. 012100. doi: 10.1088/1742-6596/891/1/012100.

7. Кудинов В.А., Еремин А.В., Кудинов И.В., Жуков В.В. Критические условия теплового взрыва с учетом пространственно-временной нелокальности // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2018. №2. С. 100-104.

8. Еремин А.В., Жуков В.В., Кудинов И.В., Кудинов В.А. Резонансные и бифуркационные колебания стержня с учетом сил сопротивления и релаксационных свойств среды. // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2018. № 5. С. 124-132.

9. Кудинов В.А., Еремин А.В., Кудинов И.В., Жуков В.В. Исследование сильнонеравновесной модели теплового воспламенения с учетом

пространственно-временной нелокальности // Физика горения и взрыва. 2018. № 6. С. 25-29.

10. Еремин А. В., Кудинов И.В., Жуков В.В. Об одном методе решения задач теплообмена при течении жидкостей в плоских каналах // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия "Физико-математические науки". 2016. № 1. С. 1-12.

11. Еремин А. В., Кудинов И.В., Абишева Л.С., Жуков В.В. Исследование теплообмена при течении жидкости в цилиндрическом канале // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия "Технические науки". 2015. №4. С. 85-92.

12. Кудинов В.А., Еремин А.В., Стефанюк Е.В., Жуков В.В., Тарабрина Т.Б. Аналитическое решение нестационарной задачи теплообмена при ламинарном течении жидкости в цилиндрическом канале // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия "Технические науки" 2017. №4. С. 121-138.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Карташова Э.М., доктора физико-математических наук, профессора, содержит замечания:

1. Применительно к нелинейной задаче, включающей параболическое уравнение, непонятно, чем можно объяснить локализацию теплоты?

2. Следует пояснить, в какой части гиперболической модели учитывается молекулярно – атомное строение вещества?

3. Следует пояснить, в чем состоит принципиальное отличие продольных и поперечных колебаний стержня применительно к амплитудам и частотам?

Отзыв на диссертацию официального оппонента Супельняка М.И., кандидата технических наук, содержит замечания:

1. Результаты расчётов для пластины в п. 2.1 показывают, что при зависимости коэффициента теплопроводности от температуры возможна

автомодельность поля температуры, однако диссертантом не установлена автомодельная переменная и условия возникновения автомодельности. Кроме того, явление автомодельности характерно для полупространства, в пластине же этому мешает наличие второй границы.

2. В п. 2.3 найденная аналитическая зависимость используется для решения обратной задачи теплопроводности, где в качестве экспериментальных данных принимаются значения температуры в одной точке пластины для двух моментов времени, однако корректность такого примера не обоснована, поскольку обычно в экспериментах проводятся измерения в нескольких точках тела для многих моментов времени.

3. В п. 3.1 терминология, принятая для дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка, некорректно применяется к дифференциальным уравнениям в частных производных третьего порядка.

4. В п. 3.1 рассматриваются модели теплопроводности (3.1), (3.2), (3.3), (3.4), однако не делается вывод, какая из них предпочтительнее.

5. В п. 3.2 диссертант выводит трёхмерную модель теплопроводности с учётом релаксационных явлений, пригодную в том числе для наноразмерных тел, однако не учитывает, что на наномасштабах начинает проявляться анизотропия реальных кристаллических твердых тел. Кроме того, не обоснован выбор конкретной модели теплопроводности.

6. В п. 3.2 отсутствует объяснение различий в результатах двух расчётов температуры в центре куба на начальном этапе прогрева, представленных на рис. 3.9..

7. Из текста п. 3.3 можно заключить, что ставится задача нахождения нестационарного коэффициента теплоотдачи, однако задача теплопроводности (3.51) – (3.55) решается при постоянном коэффициенте теплоотдаче. Кроме того, в целях упрощения решения неклассическое уравнение теплопроводности (3.51) аналитически интегрируется при классическом граничном условии 3-го рода (3.55). Однако подобная постановка задачи является недостоверной с

физической точки зрения, о чём подробно написано в книге Э.М. Карташова «Аналитические методы в теории теплопроводности твёрдых тел». Поскольку использование правильного граничного условия не позволяет в общем случае получить аналитическое решение неклассической задачи теплопроводности, следовало бы решать её численно.

8. В п. 3.3 непонятна методика определения коэффициента теплоотдачи из решения неклассической задачи теплопроводности. Следует дать подробное пояснение методики, ведь, вообще говоря, в задачах теплопроводности коэффициент теплоотдачи является заданной величиной.

9. В главе 4 рассматриваются только несвязанные задачи термоупругости с учётом релаксационных эффектов, однако отсутствует обоснование того, что влияние связанности теплового и напряжённого состояний на процесс будет существенно меньше, чем влияние релаксационных эффектов.

10. Из п. 4.2 неясно, какую модель пластичности диссертант использовал при расчётах и почему использовал классическую модель теплопроводности без учёта релаксационных эффектов.

11. В п. 5.1 не обоснован подход, когда уравнение продольных колебаний стержня выводится с учётом гипотезы плоских сечений, которая выполняется лишь приближенно и приводит к известным парадоксам при распространении продольных волн в стержнях, но учитываются релаксационные эффекты, которые должны иметь крайне малую величину.

12. В п. 5.3 сравниваются результаты экспериментального исследования продольных колебаний стержня с расчётами по формулам п. 5.1, однако теоретическая модель не полностью соответствует физической. В эксперименте имеет место внешнее и внутреннее трение, на торце стержня закреплена втулка, начальная скорость равна нулю, заделка является податливой. В теоретической модели п. 5.1 фактически учитывается только внешнее трение, незакрепленный торец стержня свободен от напряжений, начальная скорость не равна нулю,

заделка стержня является абсолютно жёсткой. Поэтому допустимость сравнения расчётных данных с экспериментальными требует пояснения.

13. В п. 5.3 на с. 111 утверждается, что «колебания ... совершаются с двумя амплитудами», однако не построен спектр зарегистрированного сигнала, чтобы делать подобные утверждения. Из теоретического решения следует, что сигнал должен быть представлен рядом гармоник, а не двумя.

14. В п. 5.4 приводится мало данных по сравнению расчётов с экспериментами, что не позволяет сделать какие-либо выводы.

Отзыв на диссертацию ведущей организации – акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» содержит замечания:

1. Эмпирические коэффициенты, содержащиеся в модифицированных законах Фурье, Гука (время релаксации, масштаб пространственной неоднородности и др.), которые определяют новые эффекты, заранее неизвестные при решении конкретной задачи (в отличие от теплопроводности, модуля упругости и пр.) должны выбираться по результатам сравнения с экспериментом. К сожалению, в работе приведен только один такой пример (колебания стержня). В этом направлении работу целесообразно продолжать.

2. Не до конца понятно заключение о том, что продольные и поперечные колебания закрепленного на одном из торцов стержня происходят с бесконечным числом амплитуд и частот.

3. Также не до конца ясно почему в нелинейной краевой задаче, включающей параболическое уравнение, возникает фронт температурного возмущения, характеризующий конечную скорость распространения теплоты.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» (г. Миасс Челябинской области) Голунова М.С., заместителя генерального конструктора по проектированию изделий и комплексов, Калашникова С.Т., кандидата технических наук, главного ученого секретаря и Костина Г.Ф., доктора

технических наук, доцента, ведущего научного сотрудника отдела 102 содержит следующие замечания:

1. В автореферате отсутствует информация по объему работы, хотя можно предположить, что он большой.

2. Также отмечено относительно малое количество конференций, на которых апробировались результаты работы.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников АО «Опытное конструкторское бюро «Факел» (г. Калининград) Дронова П.А., кандидата технических наук, главного конструктора и Наседкина А.В., кандидата технических наук, начальника комплекса – главного технолога содержит замечания:

1. Как можно физически объяснить явление теплового взрыва в нелинейной задаче теплопроводности с нелинейным источником теплоты?

2. Применительно к твёрдым телам, не содержащим свободных электронов и ионов, перенос осуществляется фононами (квантами колебаний кристаллической решётки), которые являются квазичастицами (реально не существуют). Как в этом случае определяется длина и время их свободного пробега?

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Ткаченко И.С., кандидата технических наук, доцента, исполнительного директора института авиационной и ракетно-космической техники и Каурова И.В., ассистента кафедры космического машиностроения содержит замечания:

1. Раздел «Степень разработанности темы исследования» изложен слишком кратко, без упоминания авторов, работы которых непосредственно касаются заданной темы, краткой характеристики вопросов, изученных иными авторами научных работ и т.д..

2. Среди заявленных автором результатов называется приближенный аналитический метод решения нелинейных задач теплопроводности с нелинейным источником теплоты, однако в тексте автореферата явным образом он не указан, что затрудняет общее понимание работы.

3. Из текста автореферата также не прослеживается отличие подхода автора диссертации, связанный с использованием модифицированной формулы Фурье для теплового потока, от метода А.В. Лыкова, разработавшего систему уравнений Онзагера, используемую при выводе уравнений локально – неравновесного теплообмена.

4. Не отмечено подтверждаются ли экспериментальными исследованиями теоретические исследования поперечных колебаний стержня, заключающиеся в том, что максимальная частота (при минимальной амплитуде) наблюдается в наиболее близких сечениях к закреплённому торцу сечениях стержня.

5. Не отмечено, из каких физических соображений был найден безразмерный коэффициент сопротивления при исследовании колебательных процессов упругих тел.

Отзыв на автореферат диссертации Паничкина А.В., доктора технических наук, старшего научного сотрудника Омского филиала Института математики имени С.Л. Соболева Сибирского отделения РАН содержит замечание:

1. Приведенные в диссертации экспериментальные данные о поперечных колебаниях закрепленного на одном из торцов стержня свидетельствуют о временной задержке свободного торца в его крайних положениях. В чем физическая причина такой задержки и отмечается ли она в аналитическом решении?

Отзыв на автореферат диссертации Кирсанова Ю.А., доктора технических наук, доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории «Теплофизика и волновые технологии» Института энергетики и перспективных технологий – структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН содержит замечания:

1. Выполненные автором экспериментальные исследования продольных колебаний стержня позволили выявить наличие двух, существенно отличающихся режимов колебаний. Однако в автореферате не дано объяснений физических причин возникновения таких колебаний.

2. Что подразумевается под наноматериалом: особую геометрическую форму или структуру тела? Если первое, то что это за форма, если последнее, то как она учитывается в математических моделях, построенных для сплошных сред?

Отзыв на автореферат диссертации Бухмирова В.В., доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Теоретические основы теплотехники» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» содержит замечания:

1. Перечислите материалы, у которых коэффициент теплопроводности изменяется экспоненциально в зависимости от температуры.

2. Для расчета локально-неравновесных процессов переноса по методике диссертанта необходимо задавать коэффициенты релаксации, которые можно найти, только выполнив уникальные эксперименты для конкретных условий однозначности. Но тогда и необходимость расчета параметров переноса отпадает, потому что коэффициенты релаксации зависят от этих конкретных условий однозначности, включая параметры исследуемого процесса.

3. Необходимо пояснить физический смысл критерия, заданного формулой (32) на стр. 16 автореферата и указать его критическое значение.

4. В автореферате присутствуют опечатки.

Отзыв на автореферат диссертации Вельмисова П.А., доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» содержит замечания:

1. Следует объяснить физические причины локализации теплоты в нелинейной задаче теплопроводности с нелинейным источником теплоты.

2. Непонятно, чем объясняется увеличение частоты поперечных колебаний стержня в сечениях, приближенных к закрепленному торцу?

Отзыв на автореферат диссертации Сенюшкина Н.С., кандидата технических наук, исполняющего обязанности заведующего кафедрой «Авиационная теплотехника и теплоэнергетика» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный университет» содержит следующее замечание:

1. Автор в явном виде не демонстрирует практическое применение предложенных им методов, что возможно связано с объемом автореферата, что, безусловно, не ставит под сомнение ценности работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной и практической компетентностью в области теплофизики и теоретической теплотехники в предметной области диссертационного исследования, что подтверждается публикациями в научных изданиях.

Выбор Карташова Э.М., доктора физико-математических наук, профессора, в качестве официального оппонента обосновывается его широкой известностью и компетентностью в вопросах решения задач динамической термоупругости и теплопроводности. За последние 5 лет Карташовым Э.М. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 15 статей по профилю диссертации.

Выбор Супельняка М.И., кандидата технических наук по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника», в качестве официального оппонента обосновывается его большим практическим опытом в области тепловых расчетов двигателей различных назначений. За последние 5 лет Супельняком М.И. опубликовано в рецензируемых международных и отечественных журналах 6 статей по профилю диссертации.

Выбор ведущей организации – акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» обусловлен тем, что эта организация является головным научно-исследовательским институтом Госкорпорации «Роскосмос». Институт является основным аналитическим

центром в области общесистемных исследований проблем развития ракетно-космической техники Российской Федерации. Специалисты ведущей организации в области теплообмена и аэрогазодинамики осуществляют прикладные исследования и научно-исследовательские работы по обеспечению наземной экспериментальной отработки ракетно-космической техники. Накоплен большой опыт исследований теплофизических процессов в различных средах, что подтверждается публикациями по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана математическая модель динамической термоупругости с учетом релаксационных явлений в тепловой и динамической задачах, применительно к исследованию напряжений и перемещений при воздействии на материалы мощных потоков излучений;

- разработана математическая модель, включающая времена релаксации и позволяющая выполнять исследования внутренних механизмов переноса теплоты в быстропротекающих процессах для трехмерных тел.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- представлены новые математические модели теплопроводности, термоупругости, колебаний упругих тел и газов, основанные на учете релаксационных свойств материалов, позволяющих учитывать конечную скорость распространения возмущений исследуемых величин;

- изложены результаты разработки программного обеспечения для 3D-моделирования высокоскоростных процессов теплопроводности и термоупругости с учетом релаксационных явлений;

- изучены внутренние механизмы переноса теплоты в реальных физических процессах на основе локально – неравновесных моделей, учитывающих молекулярно – атомное строение вещества.

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

- разработана и внедрена компьютерная программа для решения нестационарных трёхмерных задач локально-неравновесной теплопроводности, которая позволяет определять значения температур, тепловых потоков и температурных напряжений для быстропротекающих процессов в телах сложной геометрической формы;

- показана ценность применения результатов работы в авиационной и аэрокосмической отраслях, а именно: 1) при проектировании и анализе быстропротекающих процессов теплопроводности и термоупругости в различных технических устройствах; 2) при моделировании продольных и поперечных колебаний конструкций стержневой формы; 3) для оценки температурных полей в нелинейных задачах теплопроводности и решения обратных задач;

- созданные алгоритмы, реализующие полученные в диссертации аналитические и численные решения краевых задач тепломассопереноса, использованы на предприятии АО «РКЦ «Прогресс» при проектировании, доводке, испытаниях и эксплуатации изделий космической техники.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные исследования продольных и поперечных колебаний для твердого тела (закреплённого на одном из торцов стержня) подтверждают применимость и актуальность локально-неравновесных моделей. Учет коэффициентов релаксации позволяет значительно уменьшить расхождение теоретических и экспериментальных данных с 42 % до 15 %;

- установлено, что процессы теплопроводности, диффузии, движения жидкости в трубопроводах, теплообмена в жидкостях, колебательных процессов в твердых телах, жидкостях и газах описываются одними и теми же уравнениями, отличающимися для каждого отдельного процесса лишь постоянными коэффициентами (либо их комплексами).

Личный вклад соискателя состоит в:

- написании алгоритмов для создания программы 3D-моделирования, поиске решений, оценке достоверности полученных результатов;

- постановке и выполнении экспериментальных исследований продольных и поперечных колебаний стержней, обработке и анализе экспериментальных данных, верификации разработанных математических моделей, а также рекомендациях по регулированию параметров термоакустического двигателя, позволяющих обеспечить его эффективную и стабильную работу.

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

Соискатель Жуков В.В. ответил обстоятельно и аргументировано на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 14 февраля 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи создания теоретических основ расчета быстропротекающих теплофизических и механических процессов в телах сложной геометрической формы, имеющей значение для развития теплофизики и теоретической теплотехники, присудить Жукову В.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета
Д 212.125.08, д.т.н., профессор



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.125.08, д.т.н., профессор

Зуев Юрий Владимирович

14 февраля 2022 г.