

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ**

*Уральского отделения Российской академии наук
(ИТФ УрО РАН)*

620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 107а

Тел. (343) 267-88-01, Факс (343) 267-88-00

E-mail: itp@itpuran.ru, ИНН 6660008286

КПП 667101001 ОГРН 1026604951856

ОКПО 04694074

2.12.2022 г. № 16342/2324/121

МАИ, Ученый совет

Д.т.н., доценту, ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.327.06

В.М. Краеву

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,

Волоколамское ш., д.4,

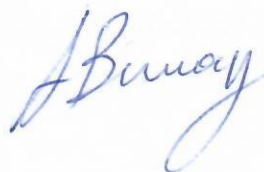
ГГ

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук направляет Вам отзыв на диссертационную работу Семенова Дмитрия Сергеевича «Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Приложение: Отзыв на 4 листах, 2 экз.

Директор института,
доктор физико-математических наук



А.В. Виноградов

УТВЕРЖДАЮ

Директор института,

доктор физико-математических наук

А.В. Виноградов



«01» декабря 2022 г.

ОТЗЫВ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук на диссертационную работу Семенова Дмитрия Сергеевича «Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных измерений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника»

Диссертационная работа Семенова Дмитрия Сергеевича посвящена разработке методики идентификации математических моделей радиационно-кондуктивного переноса тепла в условиях невозможности использования контактных внутренних измерений температуры. Предлагаемое решение предназначено для обеспечения эффективности систем индивидуальной защиты – скафандров, комбинезонов и пр., однако, может быть использовано и применительно к иным теплонагруженным системам.

Актуальность темы исследования. Разработка современных технических систем, работающих в условиях внешнего теплового воздействия, предполагает математическое моделирование с целью прогнозирования и оптимизации их конструкции. В случаях, когда речь идет о новых материалах или объектах с заранее неизвестными свойствами (таких как синтетические композиционные или биологические ткани), возникает задача точного определения их радиационно-оптических и теплофизических характеристик.

Применяемый в сложившейся практике решения обратных задач метод измерения внутренней температуры объекта с целью регистрации температурного отклика, очень часто не может применяться так как высокопористые и электропроводящие теплоизоляционные материалы, равно как материалы костюмов индивидуальной защиты, а также отдельные слои экрановакуумной теплоизоляции космических аппаратов не допускают установки термодатчиков. То же относится к биологическим тканям по целому ряду очевидных причин.

В связи с этим, существует потребность в разработке решения для определения комплекса характеристик исследуемого материала по поверхностным измерениям, что делает работу Семенова Д.С. актуальной.

Целью диссертационной работы было решение задачи идентификации математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса при поверхностных бесконтактных измерениях температуры.

Предложенный подход декомпозиции решения обратной задачи теплообмена и итерационного уточнения искомых значений в комплексе с алгоритмом тепловых испытаний и расчета является новым и заслуживает внимания. Данный подход позволит

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«09» 12 2022г.

значительно сократить производственный цикл при разработке новых теплонагруженных систем для авиационной и ракетно-космической техники, медицины и других отраслей.

Научная новизна работы состоит в создании методологической базы для расчетно-экспериментальной идентификации математических моделей теплопереноса с использованием бесконтактных измерений температуры.

Практическая значимость диссертации заключается в создании готового к эксплуатации программного комплекса, конструкции испытательного стенда и алгоритма их применения.

Структура и содержание диссертации. Диссертация Семенова Д.С. состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 95 наименований и включает в себя 66 рисунков и 7 таблиц. Общий объем работы составляет 124 страницы.

В первой главе приведен анализ методических вопросов, связанных с математическим моделированием переноса тепла в системах с неизвестными характеристиками на примере биологических тканей человека. Выполнен анализ литературы, опубликованной в ведущих научных изданиях по данной теме. Сформулирована постановка и обоснование актуальности решения задачи исследования.

Во второй главе разработан алгоритм идентификации модели, описывающей одномерный нестационарный теплоперенос под действием импульсного теплового потока лазера на поверхность. При этом, вводится среднеквадратичный функционал невязки расчетных и экспериментально-измеренных температур, минимизируемый в процессе итерационных вычислений, в результате чего, обеспечивается определение нескольких неизвестных характеристик системы уравнений. С целью реализации и оценки эффективности алгоритма он был выполнен в виде многофункционального программного комплекса. Проведен вычислительный эксперимент.

В третьей главе проведена экспериментальная отработка разработанного алгоритма. С этой целью автором были определены требования к испытательному стенду и измерительным системам, обоснован выбор моделирующей биологическую ткань материала. Разработана и применена методика подготовки и проведения тепловых испытаний. Полученные в результате испытаний данные были использованы в качестве входных для программного комплекса, а результаты расчета оценены на сходимость и адекватность физическому процессу.

В четвертой главе изложен модифицированный метод, обеспечивающий решение задачи идентификации при необходимости учета дополнительного параметра в системе уравнений. С целью повышения точности в математическую модель был включен фактор полупрозрачности исследуемого образца, а вычислительный процесс подвержен декомпозиции ввиду введения новых неизвестных. Применение данного подхода позволило обеспечить сходимость и единственность решения обратной задачи теплообмена в условиях увеличения роста числа неизвестных. Модифицированный метод был также реализован в формате программного комплекса, что позволило провести вычислительный эксперимент и подтвердить работоспособность данного подхода.

В пятой главе рассматривается экспериментальная апробация модифицированного для учета полупрозрачности образца алгоритма. Выполнена модернизация испытательного стенда и процесса обработки данных. По результатам применения расчетно-экспериментальной методики удалось получить значимое улучшение результатов без использования дополнительных измерений.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационном исследовании Семенова Д.С. результатов подтверждается соответствием расчетных и экспериментальных данных, а также, их адекватности рассматриваемому физическому процессу.

Основные положения диссертации **достаточно полно отражены** в опубликованных соискателем работах, из которых 12 опубликовано в рецензируемых научных изданиях. Кроме того, основные результаты докладывались на российских и международных научно-технических конференциях и семинарах.

Замечания:

1. В описании экспериментальной части ничего не говорится о стабильности мощности лазерного излучения в пределах единичного кратковременного включения, а также в пределах серии таких включений. Колебания уровня излучения могут вносить существенный вклад в расхождение расчетных и экспериментальных значений.
2. При апробации алгоритма идентификации математических моделей теплопереноса в качестве имитатора биологических тканей использовался полиэтилен низкого давления. В практическом плане интересно было бы также рассмотреть применение данного подхода для более сложных имитаторов тканей, например, пористых материалов, содержащих воду или физиологический раствор.
3. В Главе 4 расчеты модели теплопереноса с учетом полупрозрачности нагреваемого объекта выполнены при постоянной температуре правой стенки равной 36,6 °С, чем имитировалась работа системы терморегуляции человека. Однако соответствующие эксперименты проведены при температуре термостата 37,2 °С. Далее на рис. 5.15 приводится сравнение расчетных (T_2) и экспериментальных ($T_{2\text{эксп}}$) значений температуры. Из текста диссертации непонятно, для какой итоговой поддерживаемой температуры приведено данное сравнение.
4. В Главе 5 окончание итерационного процесса определяется значениями минимизируемого функционала невязки и наступает после 60 итераций, однако за это время сходимости решения в отношении восстанавливаемого линейного коэффициента поглощения, по всей видимости, не происходит, как видно из рис. 5.17.
5. На рисунках 3.9 - 3.11 следовало бы отобразить значения по оси абсцисс.
6. В тексте диссертации имеются опечатки.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости выполненного исследования.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации. В нем определены цель, задачи, объект и предмет исследования, описаны методы исследования и личный вклад автора, изложены основные полученные результаты, сформулированы выносимые на защиту положения, дано достаточно полное представление о научной и практической значимости.


Результаты теоретических и экспериментальных исследований, выполненных соискателем в процессе работы над диссертацией, могут быть рекомендованы к использованию в промышленности для создания систем индивидуальной защиты, перспективных материалов и решения прикладных задач в медицине.

Текст диссертации написан ясным профессиональным языком с соблюдением требований государственных стандартов к структуре и оформлению научно-технической документации, диссертаций и авторефератов.


Диссертационная работа Семенова Д.С. представляет собой законченное исследование, посвященное актуальной теме и выполненное на высоком уровне. Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», а ее автор – Семенов Дмитрий Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Материалы диссертации Семенова Дмитрия Сергеевича «Идентификация математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса с использованием бесконтактных измерений» прошли обсуждение на заседании Ученого совета института (протокол № 8 от 23.11.2022 г.), по результатам которого был утвержден отзыв.

Директор института
доктор физико-математических наук

 Виноградов А.В.

Заместитель директора по научной работе
кандидат физико-математических наук

 Захаров М.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики
Уральского отделения Российской академии наук
Адрес: 620016, г. Екатеринбург, ул. Амудсена, 107а
Тел.: 8 (343) 267-88-01, e-mail: itp@itpuran.ru

Подписи Виноградова А.В., Захарова М.С. заверяю


09.12.2022 



С отзывом ознакомлен
09.12.22 