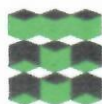


TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Доктору технических наук, доценту,
ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.327.06
Краеву В.М.

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское ш., д.4
МАИ, Ученый совет

Уважаемый Вячеслав Михайлович!

Направляю Вам отзыв официального оппонента доктора технических наук, доцента научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» Сыродоя Семена Владимировича 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».

Дополнительно сообщаю, что изменение ученой степени Сыродоя С.В. относительно ранее направленного согласия выступить в качестве официального оппонента связано с присвоением ему ученой степени доктора технических наук (приказ №1367/НК от 25 октября 2022 г.).

Приложение: отзыв на 4 листах, в двух экземплярах

Ученый секретарь Ученого совета
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет»



Кулинич Екатерина
Александровна

М.П.

Служба документационного
обеспечения МАИ

08 12 2022

**ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

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»

Актуальность избранной темы

Диссертационная работа посвящена разработке методики идентификации математической модели теплопереноса в условиях невозможности применения традиционных для данного класса задач внутренних измерений температуры. Определение комплекса теплофизических и радиационно-оптических характеристик подверженной тепловому воздействию системы актуально при разработке теплозащитных конструкций и материалов в двигателестроении, авиационной, ракетно-космической технике, энергетике и медицине.

Развитие новых конструкционных материалов, равно как и работа с биологическими тканями нередко делает невозможным установку температурных датчиков внутри исследуемого объекта, что значительно затрудняет прогнозирование работы всей системы. В связи с этим, возникает необходимость разработки новых подходов к решению обратной задачи теплообмена.

Оценка структуры и содержания диссертации, ее завершенности

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 95 источников. Общий объем составляет 124 страницы. Оформление диссертации в целом соответствует действующим требованиям.

В первой главе представлен обзор литературы посвященной моделированию теплопереноса и постановке обратной задачи теплообмена. Рассмотрены существующие математические модели переноса тепла в биологических тканях и подходы к определению тех или иных параметров. Сформулировано обоснование необходимости определения комплекса характеристик при математическом описании нагрева биологических тканей. Показана актуальность задачи исследования для оптимизации и прогноза теплового воздействия применительно к лазерной гипертермии.

Вторая глава посвящена разработке алгоритма идентификации, основанного на аппарате обратных задач теплообмена. Рассматривается одномерный перенос тепла под действием импульсного теплового потока лазера. Выполнена постановка задачи идентификации, определены комплекс восстанавливаемых характеристик и условия измерения температуры. Применен метод итерационной регуляризации и разработана методика определения искомым значений неизвестных характеристик. При помощи разработанного программного обеспечения проведен вычислительный эксперимент.

В третьей главе реализована экспериментальная часть процедуры идентификации – определены и выполнены требования к испытательному стенду, выбран исследуемый материал для имитации биологической ткани. Детально описана процедура подготовки опытных образцов, обоснован выбор оборудования. Разработана методика проведения тепловых испытаний. Проведена апробация метода путем программной обработки экспериментальных данных и итерационного уточнения значений комплекса искомым характеристик системы.

Четвертая глава посвящена процедуре модернизации методики идентификации в случае необходимости учета дополнительного параметра в математической модели – полупрозрачности образца. Разработан итерационный алгоритм, основанный на декомпозиции обработки экспериментальных данных, обеспечивающий сходимость и единственность решения. Подход основывается на последовательном рассмотрении процессов нагрева и охлаждения образца, за счет чего автору удалось восстановить четыре характеристики системы. Соответствующие изменения получил и реализующее расчет программное обеспечение. Сообразно описанному в главе 2 подходу, проведен вычислительный эксперимент.

В пятой главе представлены результаты экспериментальной апробации модернизированного для учета полупрозрачности материала алгоритма. Приведено обоснование изменения конструкции испытательного стенда. Кроме того, была решена задача оптимизации выполнения тепловых испытаний в части работы лазерного модуля, выполнения измерений и обработки результатов. Показана эффективность разработанного метода для определения комплекса из четырех характеристик системы.

Публикация результатов и апробация работы

Положения диссертационного исследования опубликованы в 17 работах, из которых 3 – в рецензируемых журналах по специальности 1.3.14., рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 4 – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по другим специальностям и 5 – в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в базы данных системы индексирования Scopus.

Результаты работы доложены и обсуждены на конференциях:

- VII Российская национальная конференция по теплообмену (Москва, 2018);
- II Всероссийский научно-образовательный конгресс с международным участием «Онкорadiология, лучевая диагностика и терапия» (Москва, 2018);
- Современные проблемы теплофизики и энергетики (Москва, 2020);
- IV Всероссийский научно-образовательный Конгресс с международным участием «Онкорadiология, лучевая диагностика и терапия» (Москва, 2021);
- Всероссийская конференция «XXXVII Сибирский теплофизический семинар» (Новосибирск, 2021);
- XVI Минский международный форум по тепломассообмену (Минск, 2022);
- Всероссийская конференция «XXXVIII Сибирский теплофизический семинар» (Новосибирск, 2022).

Научная новизна

В диссертации разработан расчетно-экспериментальный метод идентификации математических моделей радиационно-кондуктивного теплопереноса без использования контактных средств измерения температуры. Разработка новых теплонагруженных систем практически невозможна без прогнозирования поведения их элементов, которое требует достаточно точного определения их характеристик. Внедрение разработанной в работе методологической базы позволит обеспечить эффективность данного процесса.

Достоверность полученных результатов

В работе использовалось строгое применение методов теории теплообмена и решения обратных задач. Все результаты, полученные в результате вычислений, были подтверждены в ходе тепловых испытаний. Расчеты оценивались на устойчивость, сходимость и адекватность рассматриваемому физическому процессу.

Значимость полученных результатов для науки и практики

В процессе реализации диссертационного исследования было разработано комплексное решение для идентификации математических моделей с использованием бесконтактных измерений температуры на поверхности. При этом, сформированный подход является универсальным и может быть применен для широкого круга задач.

Практическая значимость заключается в оптимизации процесса разработки новых теплонагруженных систем, а также, регулировании теплового воздействия, в частности – в медицине.

Замечания по диссертационной работе

В качестве замечаний по диссертации можно отметить следующее:

1. Известно, что в реальной практике кожные покровы реагируют на термическое воздействие внешней среды (изменение цвета (покраснение или осветление), появление пиломоторного рефлекса, потоотделение и т.д.). Как в этих условиях разработанные автором методики идентификации математических моделей процессов теплопереноса в кожных покровах могут применяться.
2. Автор диссертации недостаточно полно обосновал диапазон изменения мощности лазера, применяемого в экспериментах для вычисления теплофизических характеристик кожных покровов.
3. На рисунке 5.17 приведена зависимость восстанавливаемого коэффициента поглощения γ от числа итераций. При этом значения γ монотонно линейно возрастают с увеличением числа итераций. Автору диссертации следовало бы указать диапазон значений итераций, при котором γ достигло бы асимптотически максимального значения.
4. Так как диссертационная работа направлена на соискание ученой степени кандидата технических наук, уместно было бы привести простые рекомендации по использованию полученных соискателем результатов в реальной практике.

Указанные замечания не являются принципиальными и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Заключение

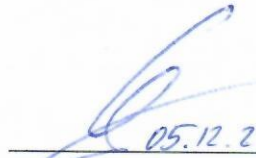
Диссертационная работа Семенова Дмитрия Сергеевича выполнена на высоком научном уровне, является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Результаты исследования имеют существенное значение для развития теоретических основ теплофизики и самого широкого круга практических задач, связанных с разработкой новых теплонагруженных систем.

Научные положения, полученные результаты и выводы обоснованы и достоверны.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации. Автореферат дает правильное и всестороннее представление о проделанной работе, содержит в кратком виде необходимую информацию, характеризующую полученные результаты, основные положения и выводы к диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Семенов Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14. – «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Официальный оппонент,
д.т.н., доцент научно-образовательного
центра И.Н. Бутакова Федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»



05.12.22 Сыродой С.В.

Сыродой Семен Владимирович
адрес: г.Томск, пр-т Ленина, д.30А, корп.4. ком.- 203.
e-mail: ssyrodoy@yandex.ru
тел: +7 (3822) 701-777. внут.1664
Докторская диссертация защищена по специальности
01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Подпись Сыродоя Семена Владимировича удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета
ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский Томский
политехнический университет»




Кулинич Екатерина
Александровна

М.П.

с отзывом оппонента
09.12.2022 