

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Шаракшанэ Антона Сергеевича “ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕНЯЮЩЕГОСЯ ВО ВРЕМЕНИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОДЕЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДОМ АКУСТОТЕРМОГРАФИИ”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

1. Актуальность темы

Диссертационная работа Шаракшанэ А.С. посвящена развитию методов акустотермографии для дистанционного определения меняющейся во времени и пространстве температуры внутри различных объектов. Важным практическим приложением данного направления исследований являются задачи определения пространственных температурных неоднородностей внутри тела человека для медицинской диагностики и терапии. В настоящее время золотым стандартом, позволяющим получать такие распределения, является магнито-резонансная термография, которая уже успешно используется в клинических установках ультразвуковой термоабляции. Однако этот метод является дорогостоящим. Развиваются акустические методы дистанционного измерения глубинной температуры и ИК-термометрия поверхностей. В рамках этого направления также большое внимание исследователей привлекает метод акустотермографии, основанный на измерении теплового акустического излучения. Метод позволяет восстанавливать температурные распределения в глубине объектов и представляется безусловно перспективным для решения многих практически важных задач. Таким образом, актуальность темы работы не вызывает сомнения.

Диссертационная работа состоит из семи глав, из которых четыре являются оригинальными, и списка цитируемых источников из 148 наименований. В первой главе (введении) обосновывается актуальность работы, приводятся цели и задачи работы. Вторая глава включает обзор литературы по теме диссертации. Следует отметить полезную методическую часть данной главы, описывающую в сравнении друг с другом различные методы измерения глубинной и поверхностной температуры объектов, влияние нетепловой акустической эмиссии на акустоярковую температуру. В третьей главе экспериментально исследуется изменение акустояркового теплового излучения при фазовом переходе в суспензии липосом, обусловленное изменением коэффициента поглощения среды. Также анализируются источники акустической эмиссии нетеплового характера на примере таяния льда и образования пузырей. В четвертой главе проводится сравнение результатов измерения температуры в образце говяжьей печени при ее

нагревании и охлаждении с использованием акустотермометрии, прямых измерений с помощью нескольких термопар и измерением температуры поверхности с помощью ИК-термометрии. В пятой главе проводятся численные и физические эксперименты по восстановлению изменяющейся во времени температуры в модельных объектах различной геометрии с помощью нескольких датчиков, одномерных и двумерных решеток. В шестой главе рассматриваются методы корреляционной обработки термоакустического излучения для решения одномерной обратной задачи восстановления глубинной температуры. В заключении (седьмая глава) сформулированы основные результаты диссертации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, полученные в диссертации, представляются вполне обоснованными. Исследования проводились с использованием нескольких экспериментальных подходов и численного моделирования, что подтверждает полученные результаты. Выводы работы аргументированы данными экспериментов и соответствием известным из литературных источников результатам других авторов.

3. Оценка новизны и достоверности

В качестве основных результатов, полученных в работе, можно выделить следующие:

1. Экспериментально, с помощью одного датчика, зарегистрирована корреляция изменения коэффициента поглощения среды при фазовом переходе и изменения акустотермического излучения для модельной среды в виде суспензии липосом.
2. Показано, что в предположении одномерности нагретой области с размерами 10-15 мм для определения координат ее центра и размеров методом акустотермографии достаточно времени усреднения регистрируемого сигнала 5 секунд.
3. Разработаны алгоритмы и показана возможность восстановления одномерного температурного распределения при коррелированном приеме теплового акустического излучения небольшим числом датчиков.

Указанные результаты определяют новизну работы и обладают достаточно высокой значимостью в области акустотермографии. Комплексное использование различных экспериментальных методик определения температуры, проведенные модельные численные эксперименты, согласие результатов с данными других исследователей, имеющиеся публикации в реферируемых профильных журналах не оставляют сомнений в достоверности полученных результатов. Основные результаты, полученные в работе, отражены в научных публикациях, включая 10 статей в реферируемых журналах, и представлены на профильных научных конференциях.

4. Общие замечания по диссертационной работе

При оценке диссертационной работы следует отметить некоторые недостатки:

1. При постановке задачи, автор упоминает достоинства и недостатки других существующих методов глубинного термокартирования (МРТ, ультразвуковые методы, СВЧ-термометрия). Однако не приводится ни одной ссылки и не дается сравнения количественных характеристик, таких, как пространственное разрешение, быстрота, чувствительность указанных методов. Такое сравнение было бы полезным для понимания преимуществ развиваемых в работе методов акустотермографии.
2. Некоторые параметры, приводимые в работе, вызывают сомнения. Так, ИК метод позволяет по крайней мере на порядок быстрее и с лучшим разрешением определять температуру поверхности, чем указано на стр. 7 (1 секунда и 1 мм). Коэффициент поглощения ультразвука по мощности на частоте 2 МГц (0.5 см, стр. 29) имеет неправильную размерность, его величина также сомнительна, примерно в 2 раза превосходит известные значения (0.5 дБ/см/МГц по давлению).
3. Автор правильно указывает (стр. 11), что в медицинских приложениях необходимо калибровать измерения температуры, получаемые с помощью активных ультразвуковых либо МРТ методов для каждого объекта. Этот недостаток обусловлен различными, заранее неизвестными, величинами акустических параметров биологических тканей. Для акустоярких измерений существует та же самая проблема, однако это нигде в работе не обсуждается.
4. Имеются недостатки при оформлении текста диссертации и некоторая небрежность стиля изложения. Например, ссылки на большое число публикаций автором приводятся в виде прямого перечисления [19, 20, 21, 22, 23, 24] (стр. 11 и др.). Пример описания рисунка: “Из рис. 5.3 видно, что выражение (5.8), предложенное для акустояркой температуры, полностью отвечает экспериментальным данным (в пределах погрешности измерений)”. Как увидеть согласие и как считалась погрешность при этом остается непонятным.

Тем не менее, указанные недостатки не влияют на общую достаточно высокую оценку диссертационной работы.

5. Заключение

Представленная работа производит хорошее впечатление и подтверждает высокий уровень квалификации соискателя как в проведении эксперимента, так и на этапах обработки экспериментальных данных, модельных расчетов и представления полученных результатов. Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемым к кандидатским диссертациям, представляет собой законченное научное исследование. Автореферат содержит достаточно полное описание выполненных исследований и полученных результатов. Личный вклад автора не вызывает сомнений. Результаты, полученные в работе, могут быть использованы на кафедре акустики МГУ, в ФИРЭ РАН (Фрязино), ИПФ РАН (Нижний Новгород) и других учреждениях, занимающихся исследованиями в области акустотермографии и ультразвуковой диагностики.

Диссертационная работа Шаракшанэ Антона Сергеевича "Восстановление параметров меняющегося во времени пространственного температурного распределения модельных биологических объектов методом акустотермографии" удовлетворяет требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", принятым по постановлению Правительства РФ №842 от 24.09.13 и требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы, Шаракшанэ А.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Доцент, доктор физико-математических наук,
доцент кафедры акустики физического факультета
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова

03.02.15

В.А. Хохлова

Подпись В.А. Хохловой удостоверяю
Декан физического факультета
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова, профессор



И.Н. Сысоев

Хохлова Вера Александровна, доктор физико-математических наук,
Специальность 01.04.06 – акустика;

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2;

Тел.: 8(495)939-29-52, E-mail: vera@acs366.phys.msu.ru

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»;

Ученое звание: доцент; должность: доцент; структурное подразделение: физический факультет, кафедра акустики.