

## **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 – радиоп физика

### **1. Актуальность темы**

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений. Предметом исследования диссертационной работы является оценка возможности определения меняющейся во времени температуры внутренней термической неоднородности методом акустотермографии. Вопросы контроля температуры глубинных неоднородностей остаются сложнейшими для исследования, поскольку каждому частотному диапазону принимаемого собственного излучения свойственны как достоинства, так и недостатки. Необходимо обеспечить одновременно хорошее температурное, поверхностное и глубинное разрешение, что не удастся выполнить известными неинвазивными методами измерения глубинной температуры.

Такие противоречивые требования в известной степени могут быть решены методами акустотермографии. Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, а именно исследование возможностей мониторинга динамики распределения внутренней температуры биологических объектов по их яркостной температуре, является актуальной.

Решение указанной проблемы позволит оценить возможности использования акустотермометрии для решения задач медицинской диагностики и контроля лечения.

### **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Автор достаточно корректно использует научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Диссертантом изучены и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов: по вопросам акустической, инфракрасной и СВЧ термометрии, по методам решения обратных задач, по методам обработки случайных сигналов. Список использованных литературных источников содержит 148 наименований.

Для определения изменения коэффициента поглощения среды по изменению акустояркой температуры диссертантом разработана методика одноканального экспериментального исследования на модельных

мембранах. Это позволило выявить закономерности изменения термоакустической эмиссии с изменением поглощения ультразвука в среде.

Для акустотермометрии модельного биологического объекта при наличии у него глубинной термической неоднородности разработана экспериментальная установка многоканальной (трехканальной) акустотермометрии. Экспериментальные данные хорошо соответствуют теоретическим параметрам и подтверждают возможность обнаружения глубинных термических неоднородностей.

Диссертантом проведено теоретическое и экспериментальное динамическое картирование глубинной температуры модельного объекта. С этой целью реализована экспериментальная установка из четырнадцати акустических датчиков и разработана соответствующая методика измерений. По результатам исследования предлагается использование для термографии матрицы акустотермометров.

Проведенные диссертантом экспериментальные исследования по восстановлению двумерного распределения внутренней температуры модельного объекта позволили доказать возможности по распределению акустотермической температуры оценить размеры глубиной термической неоднородности.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных экспериментов и известных теоретических положений, не противоречит механике сплошных сред и ранее полученным экспериментальным результатам других исследователей.

### **3. Оценка новизны и достоверности**

В качестве главных научных результатов диссертанта можно считать:

1. Показана возможность определения положения и размера термической неоднородности методом динамической акустотермографии;
2. Предложена методика определения динамики изменения температуры методом акустотермографии;
3. Получены сравнительные результаты корреляционного и некорреляционного методов акустотермографии.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с данными, полученными ранее Аносовым А.А., Мансфельдом А.Д., Миргородским В.И., Пасечником В.И., Т. Bowen и др.

В целом результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в радиофизике, в частности – в радиофизических методах исследований в биологии и медицине.

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается современными измерительными средствами, обоснованными методиками и многократностью проведенных измерений. О достоверности полученных результатов говорит, в частности, проведение одновременно наряду с акустическими также контактных и инфракрасных измерений температуры

модельных объектов. Свидетельством обоснованности и достоверности работы является положительное рецензирование публикаций диссертанта.

Положения теории, разработанной автором, основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин: математики и математической статистики, статистической радиофизики и механики сплошных сред, акустики и радиоэлектроники.

В работе диссертант грамотно использует методы радиофизических и акустических измерений, способы обработки экспериментальных данных.

Основные результаты диссертации опубликованы в десяти рецензируемых печатных работах, они неоднократно обсуждались на различных конференциях и симпозиумах.

#### **4. Общие замечания по диссертационной работе**

1. Преждевременен вывод автора о том, что «алгоритм позволяет визуализировать полученные результаты для оперативного контроля координат, размера и максимальной температуры нагретой области в медицинской практике». Дело в том, что используемые модельные объекты далеки от биологических, т.к., не обладают кровотоком, а применяемые термические неоднородности не являются биологическими.

2. В используемых автором теоретических и экспериментальных исследованиях не учитывается многослойность биологических объектов, имеющих разные степени поглощения, а следовательно, и возможности переотражений на границе слоев акустического излучения от термических неоднородностей.

3. На рисунках, отражающих результаты экспериментальных исследований, не проставлены доверительные интервалы, не указаны погрешности измерений, что является необходимым условием представления экспериментальных результатов.

4. Ни один из способов акустотермометрии, предложенных диссертантом, не запатентован.

#### **5. Заключение**

Диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В работе приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать ее как решение научной задачи, имеющей важное значение для радиофизики, а именно – состоящей в определении меняющейся во времени температуры внутренней термической неоднородности. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, расчетов и экспериментов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Автореферат и публикации соответствуют основному содержанию диссертации.

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 № 282 от 24.09.13 и предъявляемым к кандидатским диссертациям. Шаракшанэ А.С. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Профессор, доктор технических наук,  
профессор кафедры радиотехники  
радиофизического факультета  
Нижегородского государственного  
университета им. Н.И. Лобачевского

Орлов И.Я.

27.11.14

Орлов Игорь Яковлевич, доктор технических наук, профессор.

8(831) 432-32-92, orlov@rf.unn.ru

603950, г.Н.Новгород, пр. Гагарина, 23. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" (ННГУ), радиофизический факультет, кафедра радиотехники

Специальность 05.12.21 – радиотехнические системы специального назначения, включая технику СВЧ и технологию ее производства.