

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Курникова Алексея Александровича «Влияние амплитудно-частотных и геометрических характеристик пьезополимерных детекторов на эффективность оптоакустической визуализации биологических тканей», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния характеристик ультразвуковых детекторов на эффективность оптоакустической визуализации. Оптоакустический метод основан на регистрации ультразвуковых импульсов, возникающих в результате термоупругого расширения оптических поглотителей при их зондировании лазерными импульсами. Данный подход позволяет получать изображения сосудистой сети биологических тканей на миллиметровых глубинах с высоким оптическим контрастом и ультразвуковым пространственным разрешением, что имеет важное значение для задач экспериментальной онкологии, диагностики, а также исследований в области нейровизуализации. Качество оптоакустической визуализации существенно зависит от параметров ультразвуковых приемников. В связи с этим оптимизация характеристик детекторов под конкретные сканирующие оптоакустические микроскопы (ОАМ) представляет собой актуальную научно-практическую задачу, рассматриваемую в данной диссертации.

Автором рассматриваются преимущественно пьезополимерные детекторы и их возможности в сканирующих ОАМ. В работе приведены теоретические вычисления чувствительности для детекторов на основе пьезопленки поливинилиденфторид-трифторэтилена (ПВДФ-ТрФЭ) в зависимости от свойств пьезопленки и параметров электрической цепи. Также проделаны экспериментальные измерения, на которых достигнуты субпаскальные значения шумового эквивалента давления для ПВДФ-ТрФЭ: 0.3 Па для 120 мкм пленки в полосе 1–10 МГц и 1.2 Па для 20 мкм пленки в полосе 1–30 МГц, что превосходит по чувствительности ПВДФ материал, а по чувствительности и ширине полосы – пьезокерамические материалы.

Использование широкополосных пьезополимерных детекторов в сканирующих оптоакустических микроскопах продемонстрировало эффективную визуализацию сосудов различного масштаба, что подтверждается высококонтрастными изображениями, полученными в разных частотных диапазонах (0.1–5 МГц, 5–40 МГц, 40–100 МГц).

Результаты, приведенные в работе, отражают высокую научную новизну. Предложены оригинальные типы детекторов, повышающие чувствительность метода, глубину визуализации и устраняющие часть искажений. В частности, детектор на основе ПВДФ с числовой апертурой 0.9 обеспечивает не только высокое пространственное разрешение 60 мкм, но и позволяет визуализировать сложные структуры, такие как извитая микрососудистая сеть опухолей, по сравнению со стандартными детекторами с низкой числовой апертурой 0.4. В третьей главе разработан миниатюрный гидрофон на основе ПВДФ-ТрФЭ пьезопленки с малой паразитной емкостью, обеспечивающий шумовой эквивалент давления 14 Па в полосе 1-25 МГц. Гидрофон, интегрированный в оптоакустический микроскоп оптического разрешения с острой фокусировкой лазерного излучения, позволил получить оптоакустические изображения с высоким разрешением ~0.5 мкм и высоким контрастом (без усреднения сигналов), что продемонстрировано в ходе визуализации углеродных волокон диаметром 7 мкм и микрососудов биологических тканей лабораторных животных.

К замечаниям можно отнести следующее:

1. Стр. 4, в автореферате используется термин «микрон», в соответствии со стандартами следовало бы использовать «микрометр».

2. В материалах, представленных в автореферате, было бы желательно указать, каким образом геометрические размеры кольцевых детекторов влияют на продольное акустическое разрешение.

Автореферат достаточно точно отражает результаты диссертационной работы.

Диссертационная работа «Влияние амплитудно-частотных и геометрических характеристик пьезополимерных детекторов на эффективность оптоакустической визуализации биологических тканей» выполнена на высоком научном уровне и отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Курников Алексей Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Я, Титов Сергей Александрович, даю свое согласие на обработку диссертационным советом моих персональных данных, связанных с защитой данной диссертации.

Титов Сергей Александрович



04.12.2025

Титов Сергей Александрович, старший научный сотрудник, доцент, доктор технических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы экспериментальной физики

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук (НТЦ УП РАН), Отдел акустооптических информационных систем, Лаборатория наногradientной оптики, магнитных материалов и структур

Адрес: 117342, Москва, улица Бутлерова, 15

Телефон: +7 (495) 334-76-74

E-mail: titov.sa@ntcup.ru

Подпись сотрудника ФГБУН Научно-технологического центра уникального приборостроения Российской академии наук Титова Сергея Александровича заверяю

Начальник отдела управления персоналом



И.А.Наймушина

04.12.2025