

## 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 Курникова А.А. направлена на исследования в области оптоакустической визуализации – метода, основанного на регистрации ультразвуковых волн, возникающих при термоупругом расширении оптических поглотителей под воздействием коротких лазерных импульсов. Метод является перспективным для исследования состояния микрососудистой сети поверхностных слоев биологических тканей. Такой подход сочетает в себе преимущества оптической и ультразвуковой визуализации, обеспечивая высокий контраст с сохранением пространственного разрешения на миллиметровых глубинах. Целью диссертационной работы является совершенствование детектирующей части сканирующих оптоакустических микроскопов (ОАМ). В задачи исследования входят теоретическое и численное моделирование влияния характеристик детекторов на качество визуализации в сканирующих ОАМ, а также экспериментальная разработка и апробация специализированных детекторов для повышения эффективности визуализации. Особое внимание уделено применению пьезополимерных детекторов. Ультразвуковые приемники оказывают существенное влияние на информативность визуализации, поэтому цели и задачи, поставленные в работе, являются актуальными для развития метода оптоакустической микроскопии.

Научная новизна работы, на мой взгляд, проявляется в нескольких важных аспектах. Прежде всего, стоит отметить достигнутые значения шумового эквивалента давления – 0.3 Па в полосе 1–10 МГц и 1.2 Па в полосе 1–30 МГц, что представляет собой существенный прогресс в области создания чувствительных детекторов. Теоретические и экспериментальные результаты убедительно демонстрируют преимущества материала ПВДФ-ТрФЭ по сравнению с ПВДФ и пьезокерамикой для создания пьезоэлектрических приемников. Полученные данные имеют значение не только для развития оптоакустических систем, но и могут быть применены в различных ультразвуковых системах визуализации.

Особый практический интерес, на мой взгляд, представляет система с детектором с высокой числовой апертурой, рассмотренная во второй главе диссертации. Такой подход открывает новые возможности для онкологических исследований и испытаний лекарственных препаратов на опухолевых моделях при исследовании морфологии их сосудистой сети. Не менее перспективным представляется предлагаемый оптически прозрачный детектор, который в принципе позволяет совместить метод с другими оптическими системами визуализации, что может существенно расширить область его применения.

В работе стоило бы добавить рассуждения о необходимых параметрах лазерных источников, в первую очередь – о необходимой энергии в импульсе для регистрации оптоакустических сигналов с приемлемым отношением сигнал/шум с учетом чувствительности разработанных детекторов. Высокая чувствительность детекторов позволяет снизить энергозатратность и уменьшить лазерное воздействие на биологические

ткани, и такая информация была бы полезна разработчикам новых оптоакустических систем. Поскольку все исследования проведены на длине волны 532 нм, хотелось бы понять: какие преимущества или недостатки могло бы принести использование других длин волн, в частности в ИК-диапазоне, в сканирующей оптоакустической микроскопии, и как в этом случае изменились бы требования к энергетике лазера по сравнению с длиной волны 532 нм?

Приведенное замечание не меняет положительного мнения о проделанной диссертантом работе.

Диссертационная работа представляет собой целостное, логически выстроенное исследование. Работа в достаточной степени проиллюстрирована, выводы представляются полностью обоснованными и соответствующими поставленным задачам. Основные результаты работы опубликованы в 7 статьях, в том числе в изданиях первого квартиля, многократно обсуждены на всероссийских и международных научных конференциях и симпозиумах.

Считаю, что актуальность, новизна, методология и результаты исследования Курникова Алексея Александровича соответствуют всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Я, Щеславский Владислав Игоревич, даю свое согласие на обработку диссертационным советом моих персональных данных, связанных с защитой данной диссертации.

Заведующий лабораторией оптической спектроскопии  
и микроскопии НИИ экспериментальной онкологии и  
биомедицинских технологий ФГБОУ ВО ПИМУ  
Минздрава России, к.ф.-м.н.  
Тел: +79049249794  
e-mail: shehes@yahoo.com

Щеславский Владислав Игоревич

«04» декабря 2025 г.

