

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шерстнева Евгения Павловича «Метод реконструкции распределения коэффициента ослабления в оптической когерентной томографии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика

Диссертационная работа Е.П. Шерстнева посвящена актуальным исследованиям оптических и упругих свойств оптически мутных сред методом спектральной оптической когерентной томографии (ОКТ). Основной задачей диссертации является разработка методов восстановления распределения локальных значений коэффициента ослабления, устойчивого к шумам и аппаратным искажениям, и применение этих методов для дифференциации оптически мутных сред. Актуальность исследований обосновывается широким применением ОКТ для визуализации биологических тканей и измерения их упругих свойств.

В первой главе содержится обзор литературы по тематике исследования, приведены основные подходы к получению ОКТ-изображений (корреляционные и спектральные) и изложены известные в ОКТ модели ослабления сигнала.

Во второй главе автором предложена уточнённая аналитическая модель аппаратного ослабления ОКТ-сигнала с глубиной, которая учитывает влияние спектрометра: его разрешающей способности и изменение дисперсионной характеристики. Показано, что общепринятая аналитическая модель занижает аппаратное ослабление сигнала в 1.65 раза, тогда как уточнённая модель полностью согласуется с экспериментом. Этот результат имеет важное практическое значение при проектировании спектрометров для ОКТ.

В третьей главе разработан метод восстановления распределения локальных значений коэффициента ослабления, устойчивый к влиянию шумов и аппаратного изменения ОКТ-сигнала с глубиной. Показано, что предложенный метод с использованием винеровской фильтрации обеспечивает корректное восстановление коэффициента ослабления при условии, что уровень сигнала превышает шум хотя бы в e раз, и демонстрирует превосходство над известными алгоритмами.

В четвёртой главе исследована возможность различения деформируемых оптически мутных сред с отличающейся твёрдостью по Шору на основе анализа изменения их коэффициента ослабления при продольной деформации объекта. Также в четвёртой главе предложен подход к дифференцированию таких сред на основании двухпараметрического картирования (по коэффициенту ослабления и величине его изменения при компрессии). Получено, что введение оценки величины изменения коэффициента ослабления при компрессии сред позволяет различать среды, которые неразличимы в исходном состоянии.

Полученные автором результаты, несомненно, представляют интерес с точки зрения визуализации биологических тканей. Это обуславливает практическую значимость работы. С точки зрения научной новизны, особый интерес представляет введение новой метрики для дифференциации сред с различными механическими свойствами.

В автореферате диссертации содержатся все необходимые сведения, включая цели и задачи работы, личный вклад автора, сведения об апробации результатов.

По содержанию автореферата можно сделать следующие замечания:

1. При описании выражения (4) дважды повторяется «в пространстве глубины».

2. Не совсем очевидно, насколько существенным уточнением (в 1.65 раза) является предложенная в главе 2 новая модель коэффициента ослабления сигнала.
3. В главе 4 зависимость коэффициента ослабления при механической компрессии образца рассматривается в линейном приближении (формула (18)), однако реальное поведение мягких биотканей может быть нелинейным, что следовало упомянуть при обсуждении применимости выбранной аппроксимации.

Высказанные замечания не снижают достоинства работы. Материалы выполненных исследований достаточно полно опубликованы в научных изданиях и доложены на конференциях высокого уровня. Результаты диссертации представляются обоснованными и достоверными. Учитывая актуальность направления разработки подходов к улучшению ОКТ-визуализации, объём полученных результатов и их практическую значимость, считаю, что диссертация Е.П. Шерстнева удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Е.П. Шерстнев, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Выражаю согласие на обработку диссертационным советом моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

Кандидат физико-математических наук (1.3.7 – Акустика),
старший научный сотрудник кафедры общей физики
и физики конденсированного состояния физического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

А.В. Квашенникова
24.11.2025

Квашенникова Анастасия Валерьевна

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

E-mail: kvashennikovaav@my.msu.ru

Телефон: +7 (495) 939-20-03

Подпись Квашенниковой А.В. удостоверяю

Н.Б. Барабанова

Н.Б. Барабанова

