

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Советского Александра Александровича
"Визуализация деформаций и упругих свойств тканей на основе компрессионной
оптической когерентной эластографии", представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.4 – Радиопизика

Разработка методов анализа данных зондирующих оптических полей с целью извлечения информации о внутренних свойствах биоматериалов является актуальной радиофизической задачей. В диссертации соискателя представлены методы, позволяющие визуализировать распределения внутренних деформаций, а также упругих свойств нелинейных гетерогенных материалов и тем самым реализовать эластографическую модальность на основе анализа серий изображений, получаемых оптическими когерентными томографами (ОКТ), разработанными в ИПФ РАН. Востребованность тематики диссертации для решения актуальных проблем медицины и биофизики хорошо отражена в 3 и 4 главах диссертации, где приводятся конкретные результаты, демонстрирующие эффективность развитых в 1 и 2 главах принципов ОТК-эластографии.

Научная новизна присутствует во всех главах диссертации. В 1 главе принципиально новым разработанным решением в картировании деформаций стало использование «векторного» метода с матричными операциями, обладающего исключительной вычислительной эффективностью и устойчивостью к аддитивным и спекловым шумам. Дополнительные методы повышения отношения сигнала к шуму – метод разрежения данных и методы накопления кумулятивной деформации и отслеживания смещений рассеивателей тоже повышают оригинальность 1 главы. Во 2 главе соискатель представил разработанный и реализованный метод «стандартизации» эластограмм на фиксированное напряжение с использованием в качестве датчика локального напряжения силиконового слоя известной жёсткости. Данный метод позволяет исследовать нелинейные гетерогенные материалы с неровной поверхностью, обрабатывая карты деформаций записи компрессии, полученные векторным методом. В 3 главе приведены разработанные методики исследования индуцированных деформаций (термо-механических и осмотических) в биологических объектах. Эластограммы и карты деформаций позволили определить не разрешаемые на исходных ОКТ-изображениях микроструктурные изменения в тканях; продемонстрировать в динамике и с пространственным разрешением знако-переменные осмотические деформации; обнаруживать медленные релаксационные процессы. В 4 главе автор демонстрирует разработанный метод «квазистатической эласто-спектроскопии», позволяющий производить морфологическое сегментирование биотканей с помощью ОКЭ; сравнение и анализ результатов эластограмм ОКЭ и компрессионной УЗИ-эластографии; схему основных этапов обработки сигнала для оценки модуля Юнга и параметра нелинейности, характеризующего квадратичную нелинейность деформации, и эффективность их совместного использования в разработанном методе оперативной *in vivo* ОКЭ-сегментации, являющейся своего рода оптической биопсией. Полученные результаты *in vivo* ОКЭ-сегментирования биотканей имеют большое значение для развития радиофизических методов и технологий в медицине, биофизике и биофотонике, а также подтверждают возможность использования ОКЭ в лабораторной практике (ОКЭ-сегментирование привитых модельных опухолей на ухо мыши позволит значительно снизить трудозатраты и повысить качество исследований эффективности противоопухолевых воздействий) и медицинской практике (интраоперационное ОКЭ-сегментирование границы резекции опухоли молочной железы позволит выявить оставшиеся визуально неразличимые включения раковых клеток и снизить риск рецидивов). Все приведённые результаты исследования верифицировались данными гистологии, являющейся наиболее надёжным методом подтверждения достоверности выводов ОКЭ-обследований.

При прочтении автореферата возникли следующие вопросы:

1. При описании применения векторного метода автор использует понятие «быстрой» и «медленной» деформации, которые интуитивно понятны, но тем не менее критериально не определены.
2. Из текста автореферата по главе 4 не совсем понятно с какой погрешностью выделяется граница опухоли и как на ее величину влияют частотные характеристики ОКЭ.
Однако эти замечания не носят принципиального характера и не затрагивают общую положительную оценку диссертации, ее научную и практическую значимость. Работа характеризуется хорошим уровнем проводившихся экспериментальных исследований и квалифицированной интерпретацией полученных результатов.

Судя по автореферату, диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладает несомненной научной новизной и практической значимостью, и удовлетворяет всем требованиям п. 9-14 действующего положения «О порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а Советский А.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиоп физика.

Сведения о лице, представившем отзыв:

Захаров Валерий Павлович, e-mail: zakharov@ssau.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34.

Телефон:

8 (846) 335-18-26,

8 (846) 267-45-50

Сайт: <https://ssau.ru/>

e-mail: ssau@ssau.ru

Даю согласие на обработку своих персональных данных.

Доктор физико-математических наук (1.3.2
- Приборы и методы экспериментальной
физики), заведующий кафедрой лазерных и
биотехнических систем, руководитель
НИЛ-96 Фотоника



В.П. Захаров
25.10.2022



Подпись <u>Захарова В.П.</u> удостоверяю.
Начальник отдела сопровождения деятельности ученых советов Самарского университета
<u>И.П. Васильева</u>
25 <u>октября</u> 20 <u>22</u> г.