

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.03, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А.В. ГАПОНОВА–ГРЕХОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22.12.2025 г. № 19

О присуждении Курникову Алексею Александровичу, гражданину  
РФ, учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Влияние амплитудно-частотных и геометрических характеристик пьезополимерных детекторов на эффективность оптоакустической визуализации биологических тканей» по специальности 1.3.7–Акустика принята к защите 20.10.2025 г., протокол № 18 диссертационным советом 24.1.238.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании совета № 1308/нк от 22.06.2023 г.

Соискатель, Курников Алексей Александрович, 1997 года рождения, в 2021 году окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», в 2025 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе радиофизических методов в медицине ИПФ РАН.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Субочев Павел Владимирович, заместитель заведующего отделом радиофизических методов в медицине по научной работе ИПФ РАН.

Официальные оппоненты: Сапожников Олег Анатольевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры акустики физического

факультета ФГБОУ ВО «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова» и Аносов Андрей Анатольевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры медицинской и биологической физики ФГАОУ ВО «Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, профессором, заведующим кафедрой оптики и биофотоники Тучиным В.В. и кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры инноватики Браташовым Д.Н. и утвержденным проректором по научной работе и цифровому развитию, профессором Короновским А.А., указала, что диссертация Курникова А.А. удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Соискатель имеет по теме диссертации 9 опубликованных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых журналах из списка ВАК. Наиболее значимые работы:

1. Kurnikov A., et al. Ultrawideband sub-pascal sensitivity piezopolymer detectors // Ultrasonics. 2024. V. 141. P. 107349.
2. Kurnikov A., et al. Fisheye piezo polymer detector for scanning optoacoustic angiography of experimental neoplasms // Photoacoustics. 2023. V. 31. P. 100507.
3. Kurnikov A., et al. Ring-segment piezopolymer sensor optimized for cylindrical-wave detection in optical-resolution optoacoustic angiography with extended imaging depth // Biomedical Optics Express. 2025. V. 16., №. 10. P. 3988-4002.

На диссертацию и автореферат поступили 6 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Отзыв ведущей организации содержит следующие замечания и вопросы: не уточнены ограничения и недостатки детекторов с высокой числовой

апертурой; не указано детально, каким образом пространственное разрешение представленных систем изменяется в зависимости от глубины визуализации; не указано, как угол наклона разработанного гидрофона влияет на интенсивность оптоакустического (ОА) сигнала; каким образом зернистая структура покрытия из оксида индия-олова (ИТО) влияет на пространственное разрешение ОА систем оптического разрешения; как влияет рассеянное лазерное излучение от верхних слоев биологических тканей на регистрацию ОА сигналов и как учитываются электромагнитные помехи от лазерного источника.

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. О.А. Сапожникова содержит замечания: о возможности экспериментального определения плотности и коэффициента электромеханической связи пьезокерамики, используемой в работе; об отсутствии сравнения двух детекторов, представленных в третьей главе; о влиянии преломления акустических волн на границе сред при реконструкции.

Отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.А. Аносова, наряду с редакционными, содержит замечания: не указана причина того, что экспериментальные оценки чувствительности пьезопреобразователей оказались несколько хуже теоретических расчетов; не уточнено, каким образом программный пакет k-Wave использовался для визуализации экспериментальных данных.

На автореферат диссертации поступили 3 положительных отзыва. Отзыв старшего преподавателя кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова к.ф.-м.н. А.Е. Луговцова содержит замечание по терминологии и вопрос о потенциальных недостатках кольцевого детектора. Отзыв доцента Научно-технологического центра уникального приборостроения Российской академии наук д.т.н. С.А. Титова содержит замечание по терминологии и замечание относительно влияния геометрических размеров кольцевых детекторов на продольное акустическое разрешение. Отзыв заведующего лабораторией оптической спектроскопии и микроскопии НИИ экспериментальной онкологии и биомедицинских технологий Приволжского исследовательского медицинского университета Министерства здравоохранения

Российской Федерации к.ф.-м.н. В.И. Щеславского содержит вопрос о требованиях, предъявляемых к энергии лазерных импульсов, и о влиянии длины волны лазерного излучения на качество визуализации.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области экспериментальных акустических исследований и медицинского ультразвука, а одно из направлений работ ведущей организации связано с биомедицинской оптоакустикой.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- установлено, что пленочные детекторы на основе поливинилиденфторид-трифторэтилена вдвое чувствительнее детекторов на основе поливинилиденфторида и превосходят пьезокерамические аналоги по чувствительности и полосе приема, обеспечивая субпаскальные значения шумового эквивалента давления;
- предложен сферический фокусирующий детектор на основе пленки из поливинилиденфторида с числовой апертурой 0.9 для сканирующей ОА микроскопии, обеспечивающий детальную визуализацию сосудистой сети экспериментальной опухоли с разрешением 60 мкм;
- для сканирующих ОА микроскопов, использующих GRIN линзы, предложен пленочный детектор с геометрией тонкого кольцевого сегмента, обеспечивающий повышение чувствительности и глубины резкости.

**Теоретическая значимость работы** заключается в построении численных моделей ОА визуализации для оптимизации характеристик пленочных пьезополимерных детекторов.

**Практическая значимость работы** состоит в разработке и апробации специализированных пьезополимерных детекторов, использование которых повышает эффективность биомедицинской визуализации сканирующих ОА микроскопов.

**Достоверность результатов** обусловлена использованием известных, проверенных методов и подходов, соответствием результатов теоретических расчетов и экспериментальных измерений чувствительности детекторов,

Малеханов Александр Игоревич