

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зыковой Лидии Александровны
на тему: «Разработка методов и средств ультразвуковой кардиографии малых
биологических объектов *in vivo*», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 1.3.2 – Приборы и методы
экспериментальной физики

Современные исследования в областях биологии развития, медицины и других научных областях нуждаются в неинвазивных методах визуализации, позволяющих изучать динамические процессы в сердце малых биологических объектов, таких как эмбрионы и личинки рыб *Danio rerio*. Интеграция ультразвуковых и оптических методов открывает новые возможности для долгосрочного мониторинга физиологических процессов без нарушения целостности живых организмов, представляя собой актуальную научно-техническую задачу.

Диссертационная работа Зыковой Л.А. посвящена решению данной задачи путем создания подхода, сочетающего возможности высокочастотной ультразвуковой микроскопии и оптической визуализации. Предложенный автором подход эффективно преодолевает ограничения существующих методов. Он обеспечивает возможность неинвазивных длительных исследований малых организмов путем регистрации трехмерных данных с высоким пространственным разрешением и достаточной частотой кадров, необходимой для корректного отображения динамических процессов в сердце.

Научная новизна работы заключается в разработке метода синхронизации ультразвуковых данных, записанных в различных пространственных точках, с фазами сердечного ритма по сигналу фотоплетизмографии, вычисленному из оптических видеоданных. Разработанный автором метод позволяет восстановить временные соотношения между асинхронно регистрируемыми сигналами и обеспечить трехмерную визуализацию работающего сердца с достаточной точностью (± 10 мс). Также разработан экспериментальный стенд, объединяющий высокочастотный сканирующий акустический микроскоп с инвертированным оптическим микроскопом, имеющий пространственное разрешение ультразвуковой визуализации до 20 мкм и способный исследовать организмы с размерами сердца 100–300 мкм. Разработанные в диссертации алгоритмы обработки данных позволили анализировать движение стенок сердечных камер и оценивать пространственно-временное распределение скорости кровотока.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается возможностью проведения неинвазивного долгосрочного мониторинга сердечной деятельности малых организмов на ранних стадиях с помощью разработанных методов и аппаратно-программных средств. Полученные результаты работы могут быть использованы в исследованиях, направленных на изучение сердечно-сосудистой системы биологических организмов. Достоверность полученных результатов подтверждается публикациями в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, в том числе входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus, и представлением материалов на различных конференциях.

Оформление автореферата соответствует требованиям нормативных документов. Автореферат логично структурирован, отражает содержание диссертационной работы, однако к работе можно предъявить следующее **замечание**:

1) В разделе, посвященном анализу морфологии сердца, упоминается определение положения стенок и размеров камер по результатам низкочастотной фильтрации ультразвуковых данных, как показано на рис. 5. Следовало бы уточнить, каким образом производилась идентификация границ стенок сердца на этих изображениях.

Диссертационная работа Зыковой Л.А. «Разработка методов и средств ультразвуковой кардиографии малых биологических объектов *in vivo*» представляет собой завершенное научное исследование, отвечает требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени. Автор диссертации Зыкова Л.А. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Даю согласие на обработку моих персональных данных

Доктор технических наук (специальность «Приборы и методы экспериментальной физики», начальник лаборатории 920 ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)



Мазур Михаил Михайлович
21 января 2026 г.

Подпись сотрудника ФГУП ВНИИФТРИ Мазура Михаила Михайловича
удостоверяю
специалист по персоналу Фролова Ирина Александровна



Адрес: 141570, Московская область, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево,
промзона ФГУП ВНИИФТРИ

E-mail: s-mmazur@mail.ru

Тел: 8 905 768 84 20