

## 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

Современный этап развития кардиологических исследований характеризуется активным использованием модельных организмов, в частности низших позвоночных (рыбы *Danio rerio*). Для визуализации и измерения динамических параметров сердечно-сосудистой системы таких объектов широко применяются оптические методы (конфокальная, флуоресцентная микроскопия и др.). Вместе с тем ультразвуковые методы высокого пространственного и временного разрешения позволяют получать дополнительную информацию, в ряде важных случаев недоступную для оптической микроскопии. В связи с этим актуальной научно-технической задачей, решению которой посвящена диссертация, является создание экспериментального комплекса, сочетающего акустический сканер и инвертированный оптический микроскоп, способного осуществлять синхронную регистрацию данных и проводить оценку динамики кровотока и движения сердечных камер с применением разработанных алгоритмов обработки.

Автором поставлены и успешно решены задачи, связанные с разработкой неинвазивного метода и реализацией устройства для исследования деятельности сердца на ранних стадиях развития модельных организмов, метода синхронной регистрации ультразвуковых и оптических данных при анализе квазипериодических процессов в сердце, а также алгоритмов для обработки ультразвуковых изображений с целью анализа пространственно-временной динамики камер сердца и оценки параметров кровотока.

Научно-практическая значимость работы не вызывает сомнений, пространственное разрешение разработанного стенда (~ 20 мкм) превосходит коммерческие ультразвуковые системы (~100 мкм). Экспериментальный стенд за счет двухстороннего доступа к объекту обеспечивает одновременную оптическую и ультразвуковую визуализацию сердца малых организмов (с размерами до 300 мкм), что делает его востребованным инструментом в кардиологических исследованиях. Важным достижением является разработка и применение метода синхронизации ультразвуковых данных в комплексе с алгоритмами цифровой обработки. Это позволило выполнить реконструкцию трехмерных ультразвуковых изображений, обеспечивающих детальную информацию о динамических процессах, происходящих в сердце эмбрионов и личинок *Danio rerio*.

Предложенные методы ультразвуковой визуализации могут быть применены для оценки влияния различных внешних факторов (вирусных и бактериальных инфекций, температуры, химического состава среды) на сердечную функцию, что подтверждает эффективность и перспективность разработанного подхода.

Основные научные результаты по теме диссертационного исследования Зыковой Л.А. опубликованы в 24 печатных трудах, из которых 8 входят в перечень ВАК и базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science, и представлены на 15 научно-практических конференциях. По результатам диссертационной работы получены 1 патент на полезную модель и зарегистрирована 1 программа для ЭВМ. Результаты и методы работы внедрены в исследования на кафедре ихтиологии на Биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

По результатам работы имеются следующие замечания:

- Описание преимуществ и недостатков применяемых методов визуализации (оптических и ультразвуковых), о которых говорится в Главе 1,

целесообразно было бы представить более систематизировано, например, в виде сводной таблицы.

- В тексте встречаются опечатки и незначительные стилистические неточности.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы в целом.

Автореферат диссертационного исследования полностью отражает структуру и содержание диссертации, а также позволяет сделать корректные положительные выводы об объеме и достоверности полученных результатов. Структура изложения и объем диссертационной работы свидетельствуют о том, что она представляет собой завершённую и актуальную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком уровне. Сформулированные цели и задачи отвечают критериям новизны, а положения, выносимые на защиту, в полной мере отражают содержание диссертационной работы.

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

Мальцев Дмитрий Игоревич  
к.б.н., научный сотрудник  
группы редокс-биологии  
ГНЦ ФГБУН Института биоорганической химии  
им. академиков М. М. Шемякина  
и Ю. А. Овчинникова РАН,  
(ГНЦ ФГБУН ИБХ РАН)



03 февраля 2026 г.

Подпись Мальцева Дмитрия Игоревича заверяю

Ученый секретарь ИБХ РАН



д.ф-м.н. В.А. Олейников

**Место работы:** Государственный Научный Центр Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук

**Адрес места работы:** 117997 Российская Федерация, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 16/10. <https://www.ibch.ru/structure/groups/grb>

Телефон: +7 (495) 335-01-00, e-mail: mal-dima@yandex.ru