

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16.03.2020 № 107

О присуждении Перекатовой Валерии Владимировне, гражданке РФ,

ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Развитие методов реконструктивной оптико-акустической визуализации биологических тканей» по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 01.04.21 – Лазерная физика принята к защите 9 декабря 2019 г., протокол № 103, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Перекатова Валерия Владимировна, 1992 года рождения, в 2015 году окончила ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2019 году окончила аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе радиофизических методов в медицине ИПФ РАН.

Научные руководители: кандидат физ.-мат. наук Турчин Илья Викторович, зав. отделом радиофизических методов в медицине ИПФ РАН; кандидат физ.-мат. наук Субочев Павел Владимирович, старший научный сотрудник отдела радиофизических методов в медицине ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Зимняков Дмитрий Александрович, доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой «Физика» ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., и Карабутов Александр Алексеевич, доктор физ.-мат. наук, профессор Международного учебно-научного

лазерного центра МГУ им. М.В. Ломоносова, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва), в своем положительном заключении, подписанном ведущим научным сотрудником, д.ф.-м.н. Аносовым Андреем Анатольевичем и утвержденном заместителем директора ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, д.ф.-м.н. Зайцевым-Зотовым Сергеем Владимировичем, указала, что диссертация В.В. Перекатовой удовлетворяет всем требованиям ВАК, а ее автор В.В. Перекатова заслуживает присуждения степени кандидата физ.-мат. наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика и 01.04.21 – Лазерная физика.

Соискатель имеет по теме диссертации 21 опубликованную работу, в том числе: 9 статей в рецензируемых журналах, 12 работ в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

1. Перекатова В., Фикс И., Субочев П. Корректировка изображений в оптоакустической микроскопии. Численное моделирование // Известия вузов. Радиофизика. – 2014. – Т. 57, № 1. – С. 75-88.
2. Perekatova V., Subochev P., Kleshnin M., Turchin I. Optimal wavelengths for optoacoustic measurements of blood oxygen saturation in biological tissues // Biomedical Optics Express. – 2016. – Т. 7, № 10. – С. 3979-3995.
3. Kirillin M., Perekatova V., Turchin I., Subochev P. Fluence compensation in raster-scan optoacoustic angiography // Photoacoustics. – 2017. – Т. 8. – С. 59-67.
4. Perekatova V. V., Kirillin M. Y., Turchin I. V., Subochev P. V. Combination of virtual point detector concept and fluence compensation in acoustic resolution photoacoustic microscopy // Journal of biomedical optics. – 2018. – Т. 23, № 9. – С. 091414.
5. Perekatova V., Subochev P., Kirillin M. Y., Sergeeva E., Kurakina D., Orlova A., Postnikova A., Turchin I. Quantitative techniques for extraction of blood oxygenation from multispectral optoacoustic measurements // Laser Physics Letters. – 2019. – Т. 16, № 11. – С. 116201.

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

В положительном отзыве ведущей организации наряду со стилистическими сделано замечание о необходимости использования методов Монте-Карло для моделирования распределения освещенности при оценке погрешности определения оксигенации крови.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Д.А. Зимнякова содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: 1) используемое усреднение оптических параметров по различным группам является спорным; 2) следовало бы описать методики проведения спектрофотометрических измерений и восстановления значений оптических параметров фантома; 3) стоило отметить, почему была проведена экстраполяция данных в диапазоне от 450 до 1500 нм; 4) необходимо указать границы применимости уравнений при описании прямой задачи оптоакустики; 5) в разделе (1.2) следовало бы привести дисперсионное уравнение для рассматриваемой модельной среды. Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.А. Карабутова содержит следующие замечания: 1) непонятно, как производится одновременное получение оптоакустических и ультразвуковых сканов; 2) следовало рассмотреть возможность восстановления абсолютного значения оптического коэффициента поглощения; 3) в измерениях параметров крови *in vitro* необходимо указать время проведения измерений и его соотношение со скоростью оседания эритроцитов.

Положительный отзыв на автореферат д.т.н. Д.А. Рогаткина (ГБУЗ МО МОНИКИ, г. Москва) содержит, кроме редакционных, следующие замечания: 1) необходимо использовать контрольные измерительные приборы для оценки погрешности полученных в *in vivo* экспериментах значений оксигенации крови; 2) следовало указать характер погрешности при оценке оптимальных длин волн.

Положительный отзыв на автореферат к.ф.-м.н. Е.В. Хайдукова (ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Москва), кроме стилистических замечаний, содержит утверждение о том, что предпочтение использования

восстановленных значений коэффициента оптического поглощения по сравнению со значениями коэффициента затухания носит частный характер. В положительном отзыве на автореферат к.ф.-м.н. А.В. Николаевой (МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва) сделаны редакционные замечания.

На все вопросы и замечания, содержащиеся в отзывах, В.В. Перекатовой были даны ответы и комментарии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области оптики, акустики, лазерной физики и взаимодействия лазерного излучения с веществом, а одним из направлений деятельности ведущей организации является акустическая диагностика.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан метод решения обратной задачи акустики в среде с частотно-зависимым акустическим поглощением с учетом нестационарной функции размытия точки фокусирующей ультразвуковой антенны.
- разработан алгоритм реконструкции оптико-акустических изображений биотканей с учетом функции размытия точки фокусирующей ультразвуковой антенны и заранее неизвестного распределения освещенности среды зондирующим лазерным излучением.
- доказано, что минимальная погрешность в определении степени оксигенации крови двухволновым оптико-акустическим методом в биотканях на глубинах от 2 до 8 мм достигается при использовании длин волн 658 ± 40 нм и 900-1069 нм.
- доказано, что мультиспектральный оптико-акустический метод оценки оксигенации крови в кровеносных сосудах, основанный на измерении амплитуд оптико-акустических сигналов, обеспечивает более высокую точность по сравнению с методом, основанным на нахождении коэффициента затухания оптико-акустического сигнала в сосуде, и позволяет в *in vivo* эксперименте определять значение оксигенации крови внутри кровеносного сосуда со среднеквадратичным отклонением не более 5%.

Теоретическая и практическая значимость работы выражается в разработке методов количественной реконструкции для получения ангиографических изображений биологических тканей и для локального определения степени насыщения крови кислородом в каждом кровеносном сосуде. Эти методы могут быть использованы на практике в медицинских и исследовательских медико-биологических центрах (ПИМУ, ННГУ, ИБХ РАН, РОНЦ и др.).

Оценка достоверности результатов исследования выявила соответствие результатов теоретического поиска с экспериментальными оценками оптимальных длин волн для наиболее точных измерений оксигенации. Результаты диссертации опубликованы в высокорейтинговых научных журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все приведенные в диссертации результаты получены либо лично автором, либо при ее непосредственном участии. Автор участвовала в теоретической разработке методов, их программной реализации и экспериментальной апробации.

На заседании от 16.03.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Перекатовой В.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.04.03 и 8 докторов наук по специальности 01.04.21 рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 22, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук



«16» марта 2020 г.