

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук
Зайцева Кирилла Игоревича на диссертацию Матвеевой Ирины Александровны
«Метод мультимодального анализа рамановского рассеяния и
дерматоскопических изображений для диагностики новообразований кожи»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения

Актуальность темы диссертации. Злокачественные новообразования кожи относятся к социально значимым заболеваниям РФ и являются одной из наиболее распространенных форм рака. Проблема их ранней неинвазивной и последующей уточняющей диагностики с каждым годом становится более острой. Тактику лечения выбирают после постановки клинического диагноза и оценки стадии развития патологического процесса. На современном этапе развития дерматоонкологии, эти параметры (равно как и окончательный диагноз) с высокой точностью определяют только при гистологических исследованиях хирургически иссеченного препарата. Существующие методы и инструменты онкодиагностики и дерматологии не обеспечивают должной эффективности. Это косвенно подтверждается статистикой заболеваемости населения РФ и мира новообразованиями кожи. Ввиду отмеченного выбранная тема диссертации И.А. Матвеевой представляется весьма актуальной, так как она направлена на поиск новых методов ранней неинвазивной и уточняющей диагностики новообразований кожи на основе принципов спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамана), цифровой дерматоскопии (дополненной машинным обучением), а также сочетанного подходов.

Содержание работы. В диссертации И.А. Матвеевой впервые разработан, реализован и апробирован экспериментально метод идентификации новообразований кожи и интерпретации их компонентного состава на основе мультимодального анализа спектров комбинационного рассеяния и дерматоскопических изображений. Диссертация и автореферат производят хорошее впечатление, аккуратно оформлены, содержат результаты оригинальных комплексных научных исследований.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения.

- *Во введении* обоснована актуальность выбранного направления исследований, сформулированы цель и задачи. Отмечены научная новизна и практическая значимость работы. Приведены положения на защиту и др. требуемая информация.
- *В первой главе* обоснована перспективность применения методов комбинационного рассеяния света (при возбуждении на 785 нм и регистрации в ближнем ИК диапазоне) и цифровой дерматоскопии (в поляризованном свете, в сочетании с машинным обучением) для исследования тканей кожи в нормальном состоянии и при наличии патологии. Выявлены проблемы обработки и анализа таких спектров и изображений в контексте диагностики новообразований кожи.
- *Во второй* – описаны экспериментальные системы и методы, использовавшиеся для регистрации, обработки и анализа спектров комбинационного рассеяния и цифровых дерматоскопических изображений, а также приведена информация об исследуемых выборках тканей в нормальном состоянии и при наличии патологии.

- В третьей – разработан физически обоснованный метод анализа спектров комбинационного рассеяния кожи, а именно: оценки состава тканей и дифференциации новообразований.
- В четвертой – разработан метод построения пространства признаков для дифференциации новообразований кожи по дерматоскопическим изображениям с применением технологий искусственного интеллекта.
- В пятой – разработан мультимодальный подход к дифференциации новообразований кожи на основе сочетанного анализа спектров комбинационного рассеяния и дерматоскопических изображений.
- В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

Автореферат удовлетворяет предъявляемым требованиям и в полной степени отражает содержание, результаты и выводы диссертации.

Новизна диссертации. Научная новизна диссертации связана с *новизной разработанных методов* (обработки и анализа данных спектроскопии комбинационного рассеяния, цифровой дерматоскопии, а также комбинированного подхода) и *новизной полученных результатов* исследования тканей (интактных и новообразований кожи) с применением оригинальных методов спектроскопии комбинационного рассеяния и цифровой дерматоскопии.

Положения и результаты, выносимые на защиту. Сформулированные научные положения логически вытекают из результатов проведенного исследования, являются в полной мере обоснованными и достоверными. Обоснованность и достоверность результатов диссертации и сформулированных положений подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных, соответствием теоретических предсказаний данным эксперимента, верификацией предложенных методов с помощью «золотых стандартов» диагностики, а также согласованностью полученных результатов с данными независимых исследований сторонних научных групп.

Опубликование и представление результатов диссертации. Основные результаты диссертации нашли отражение в 7 статьях в профильных рецензируемых научных журналах Journal of Biomedical Photonics & Engineering, Computer Optics и Sensors, входящих в перечень ВАК и индексируемых в наукометрических базах Web of Science / Scopus, и конференционных изданиях Proceedings of SPIE и Journal of Physics: Conference Series. Определяющий личный вклад И.А. Матвеевой в работу по диссертации и отмеченные публикации косвенно подтверждается тем, что в перечне авторов отмеченных публикаций она занимает первое или последнее место. Результаты диссертации представлялись на профильных отечественных и международных научных мероприятиях (SPIE Photonics Europe 2020, SPIE Photonics Europe 2022, SFM 2021, SFM 2022, SFM 2023, TERA 2020, Невская фотоника – 2023 и др.). По ним получены 2 свидетельства РИД (на программы для ЭВМ). Таким образом, результаты опубликованы и прошли апробацию в достаточной степени для диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Фундаментальная и практическая значимость диссертации. *Фундаментальная значимость* связана с тем, что в диссертации разработаны новые методы как независимого, так и сочетанного анализа данных спектроскопии комбинационного рассеяния и цифровой визуализации тканей, которые значительно расширяют возможности научных исследований таких объектов и в перспективе могут применяться не только в онкодерматологии, но и для изучения и диагностики доброкачественных и

злокачественных новообразований других нозологий и локализаций, а также живых систем в целом.

Практическая значимость связана с тем, что разработанные в диссертации методы могут применяться для ранней неинвазивной или уточняющей диагностики новообразований кожи, входящих в перечень социально значимых заболеваний РФ. В своей диссертации соискатель систематически изучил и наглядно продемонстрировал перспективность этого применения разработанных методов.

Замечания. К диссертации и автореферату имеются незначительные замечания.

- 1) При обосновании актуальности выбранного направления исследований соискатель перечислил существующие подходы к диагностике новообразований кожи, сосредоточившись преимущественно на оптических и близких к клинической практике. Однако это далеко не полный перечень. Стоит отметить и другие перспективные методы диагностики кожи: магнитно-резонансную микроскопию, ультразвуковую визуализацию, оптоакустическую микроскопию, конфокальную лазерную микроскопию, флуоресцентную и рамановскую микроскопию (включая методы с разрешением по времени), термографию, терагерцовые технологии.
- 2) В диссертации приводятся оценки чувствительности, специфичности и других показателей эффективности дифференциации новообразований кожи методами спектроскопии комбинационного рассеяния (таб. 3.6), цифровой дерматоскопии (таб. 4.3), а также сочетанным подходом (таб. 5.2). Для демонстрации перспективности новых методов стоит сравнить их показатели эффективности с таковыми для альтернативных подходов, используемых в клинике или находящихся в стадии разработки и внедрения.
- 3) Какое время требуется для регистрации и обработки данных при независимом и сочетанном применении двух методов? Достаточно ли этого быстродействия для клинических применений в скрининге и уточняющей диагностике? Каковы пути дальнейшего повышения быстродействия?
- 4) Зачастую оптические методы требуют предварительной калибровки или регламентации условий измерений. Например, для цифровой дерматоскопии (особенно – с применением ABCD критериев) стандартизируются условия освещенности в помещении или применяются калибровочные карточки для «выравнивания» яркости и цветовой схемы [*Optics & Spectroscopy* **128**, 815 (2020), DOI: 10.1134/S0030400X20060181]. Для спектроскопии комбинационного рассеяния может понадобиться калибровка спектральной чувствительности детектора или использование многокомпонентных фантомов. Требуются ли подобные процедуры для разработанных в диссертации методов?
- 5) Наряду с задачами скрининга и определения типа новообразований в клинической практике все чаще применяется их более тонкая классификация с применением методов генетики, транскриптомного и полногеномного анализа (например, см. стандарты ВОЗ по диагностике опухолей ЦНС [*Neuro-Oncology* **23**, 1231 (2021), DOI: 10.1093/neuonc/noab106]). Они позволяют сопоставить новообразование с мутацией в тех или иных генах, персонализировать и повысить эффективность лечения. Для подобной тонкой дифференциации новообразований разрабатываются и оптические методы (например, см. обзор [*Opto-Electronic Advances* **6**, 220071

(2023), DOI: 10.29026/oea.2023.220071]). Способны ли разработанные методы решать подобные проблемы с учетом их высокой информативности?

Приведенные замечания не затрагивают основного содержания диссертации и не снижают ее научно-практической значимости, а также общего положительного впечатления о ней.

Заключение. Диссертация И.А. Матвеевой «Метод мультимодального анализа рамановского рассеяния и дерматоскопических изображений для диагностики новообразований кожи» является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на высоком уровне и полностью соответствует требованиям новизны, научно-практической значимости и достоверности, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук в соответствии с действующим «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения. Считаю, что автор диссертации – Матвеева Ирина Александровна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Я, Зайцев Кирилл Игоревич, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела [Приказ Минобрнауки РФ № 662 от 01.07.2015 года], а также на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Матвеевой Ирины Александровны.

Зайцев Кирилл Игоревич,

доктор физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика,
ведущий научный сотрудник,
и.о. заведующего лабораторией широкополосной диэлектрической спектроскопии
отдела субмиллиметровой спектроскопии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федерального исследовательского центра
«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
(ИОФ РАН),
119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38
Тел.: +7 903 244 41 26,
E-mail: kirzay@gmail.com

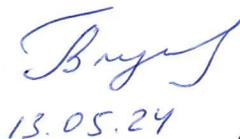


Зайцев Кирилл Игоревич

13.05.2024г.

Подпись д.ф.-м.н., в.н.с., и.о. зав.лаб. К.И. Зайцева удостоверяю.

Заместитель директора по научно-организационной работе,
ВРИО ученого секретаря ИОФ РАН,
доктор физико-математических наук, доцент



Глушков Владимир Витальевич

13.05.24 4