

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Давыдова Дениса Андреевича  
«Анализ содержания и пространственной локализации воды и липидов в коже  
методом спектроскопии диффузного отражения с пространственным  
разрешением», представленной на соискание учёной степени кандидата  
физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Диссертационная работа Давыдова Д. А. посвящена разработке неинвазивного оптического подхода к анализу содержания и пространственного распределения воды и липидов в коже человека с использованием спектроскопии диффузного отражения в ближнем инфракрасном диапазоне. Необходимость разработки доступных и точных методов анализа молекулярного состава и структурных характеристик кожи определяет актуальность данного исследования.

Научная новизна работы заключается в разработке методов решения обратной задачи по спектрам диффузного отражения, позволяющих определять молекулярный состав и структурные параметры кожи. Предложенные модели позволяют одновременно определять содержание воды в коже, а также толщины дермы и гиподермы *in vivo*, что существенно расширяет диагностические возможности оптических методов в биомедицине.

В ходе исследования установлено, что амплитуда полосы поглощения молекул липидов в области 930 нм в среднем в четыре раза превышает амплитуду полосы поглощения белков (910 нм) при одинаковой массовой концентрации, что обусловлено большим числом С-Н связей в липидах по сравнению с белками. Показано, что детектирование амплитуды поглощения белков в коже методом спектроскопии диффузного отражения возможно только при расстояниях между источником и детектором, значительно превышающих толщину гиподермы. Кроме того, продемонстрировано, что использование спектроскопии диффузного отражения с пространственным разрешением по локальным максимумам поглощения воды (970 нм) и липидов (930 нм), измеренным на расстояниях от 0 до 10 мм, позволяет определять толщины дермы и гиподермы *in vivo* с погрешностями 0.1 и 0.6 мм соответственно.

Экспериментально установлена количественная зависимость между амплитудой полосы поглощения воды на длине волны 970 нм и содержанием воды в организме: изменение амплитуды на 10% при расстоянии между источником и детектором 5 мм соответствует изменению гидратации приблизительно на 1 % от массы тела, что подтверждает возможность использования метода для количественной оценки степени дегидратации организма. На основе полученных данных разработана модель линейной регрессии, использующая амплитуды локальных максимумов поглощения воды и липидов, измеренных на расстояниях 0-15 мм, для определения массового содержания липидов и безжировой массы организма человека. Среднеквадратическая ошибка модели составила 3.5% и 3.3% соответственно, что свидетельствует о высокой точности и воспроизводимости предложенного подхода.

Дополнительно определены оптимальные параметры оптической конфигурации портативного устройства, включая диапазон расстояний между источником и детектором, количество детекторов и используемый спектральный диапазон, что создаёт основу для дальнейшей разработки компактных систем неинвазивного мониторинга состояния кожи и состава тела человека.

Основные результаты работы опубликованы в пяти высокорейтинговых научных изданиях, представлены на ведущих конференциях и защищены патентом. Полученные

данные и глубина проведённых исследований подтверждают существенный вклад автора в развитие оптических методов биомедицинской диагностики.

Работа соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и оформлена согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а её автор — Давыдов Денис Андреевич — заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

И.о. директора Института  
регенеративной медицины  
Научно-технологического парка биомедицины  
ФГАОУ ВО Первый МГМУ  
им. И.М. Сеченова Минздрава России  
(Сеченовский Университет)  
д.х.н., профессор  
(шифр научной специальности 02.00.21)

\_\_\_\_\_  
Тимашев П.С.  
подпись, дата  
21.11.2025

Автор отзыва:

**Тимашев Петр Сергеевич,**  
доктор физико-математических наук, профессор

Место работы и должность:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), Научно-технологический парк биомедицины, Институт регенеративной медицины, и.о. директора

Адрес: 119048, г. Москва, Трубецкая ул., д. 8

Контакты:

e-mail: [timashev\\_p\\_s@staff.sechenov.ru](mailto:timashev_p_s@staff.sechenov.ru)

телефон: +8 (499) 248 05 53

Я, Тимашев Петр Сергеевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6 и их дальнейшую обработку

\_\_\_\_\_  
подпись, дата  
21.11.2025

Подпись Тимашева Петра Сергеевича удостоверяю: