

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Денисенко Георгия Михайловича
«Неинвазивное определение концентрации гемоглобина в крови методами оптической
спектроскопии и визуализации»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.21. Медицинская физика

Диссертационная работа Денисенко Г.М. посвящена разработке и экспериментальному обоснованию оптических методов неинвазивного определения концентрации общего гемоглобина в крови с использованием цифровой визуализации, спектроскопии диффузного отражения и ближней инфракрасной визуализации сосудистых структур.

Актуальность исследования обусловлена высокой диагностической значимостью концентрации гемоглобина и необходимостью создания методов, позволяющих проводить ее оценку без забора крови. Сложность такой задачи определяется тем, что регистрируемый оптический сигнал зависит не только от содержания гемоглобина, но и от оптических свойств тканей, особенностей кровенаполнения, микроциркуляции и геометрии сосудистого русла.

Существенным достоинством диссертационной работы является комплексный характер исследования, объединяющего эксперименты *in vitro*, *in vivo*, статистическую обработку данных и численное моделирование распространения света в биологических тканях методом Монте-Карло.

К основным результатам диссертационной работы можно отнести следующие:

- разработан метод оценки концентрации общего гемоглобина по цифровым изображениям ногтевого ложа и прилегающей кожи. На основе колориметрических характеристик с использованием линейной регрессии с регуляризацией методом эластической сети построена прогностическая модель;
- экспериментально исследовано влияние физиологического состояния тканей на результаты оптического определения гемоглобина. Показано, что локальное охлаждение, механическая компрессия и венозная окклюзия приводят к систематическим изменениям прогнозируемого Hgb при неизменном системном уровне гемоглобина, что имеет важное значение для стандартизации протоколов измерения;
- предложена процедура персонализированной калибровки, позволяющая существенно повысить точность повторных индивидуальных измерений и представляющая интерес для разработки методов персонального мониторинга концентрации гемоглобина;
- разработан подход к выявлению пониженного уровня гемоглобина на основе спектроскопии диффузного отражения в области характерных полос поглощения гемоглобина. Показано, что совместное использование спектроскопических и колориметрических данных повышает качество классификации по сравнению с применением каждой модальности отдельно;
- с использованием моделирования методом Монте-Карло исследована возможность определения концентрации общего гемоглобина по пространственному распределению интенсивности излучения, прошедшего через сосудистые структуры в ближнем инфракрасном диапазоне. Показано влияние радиуса и глубины залегания сосуда на регистрируемый сигнал; учет геометрических характеристик сосудов наряду с оптическим контрастом повышает устойчивость определения Hgb. Возможность применения подхода дополнительно исследована экспериментально *in vivo*.

Важным результатом работы является не только разработка отдельных алгоритмов определения гемоглобина, но и систематический анализ факторов, ограничивающих их точность. Автор рассматривает влияние физиологической вариабельности тканей, геометрии сосудов, рассеяния света и индивидуальных особенностей испытуемых, что позволяет обоснованно оценивать границы применимости предложенных методов.

Результаты исследования опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, представлены на научных конференциях, также можно отметить наличие нескольких патентов Российской Федерации. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы, ее основные результаты и выводы.

Диссертационная работа Денисенко Георгия Михайловича «Неинвазивное определение концентрации гемоглобина в крови методами оптической спектроскопии и визуализации» представляет собой законченное научное исследование, соответствует специальности 1.3.21. Медицинская физика и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.21. Медицинская физика.

Автор отзыва:

Ефремов Юрий Михайлович,
кандидат биологических наук

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, Отдел современных биоматериалов, заведующий отделом

Ю.М. Ефремов

подпись, дата

« 20 » августа 2026 г.

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

Контакты:

Я, Ефремов Юрий Михайлович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

подпись, дата

« 20 » августа 2026 г.

Подпись Ефремова Юрия Михайловича удостоверяю: