

## ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Мизевой Ирины Андреевны на тему «Пространственно-временной анализ колебаний кровотока в микроциркуляторном русле человека по данным оптических и термометрических измерений», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2 – Биофизика

Диссертационная работа И.А. Мизевой связана с актуальной задачей современной биофизики – исследованием функционального состояния периферической системы кровообращения человека. Основной акцент работы сделан на исследовании спектрального состава сигналов, косвенно характеризующих вариации просвета артериальных микрососудов, с целью определения вклада различных физиологических механизмов, определяющих тонус этих сосудов. В диссертации впервые всесторонне исследован вопрос о спектральном составе и его вариациях при проведении функциональных проб в норме и при патологии.

Результаты работы широко опубликованы в отечественных и зарубежных журналах, при этом список публикаций по диссертации включает в себя пять статей в журналах первого квартала. Результаты диссертационного исследования были представлены на российских и международных конференциях, поддержаны грантами фонда РФФИ и РНФ.

Диссертация включает в себя введение, шесть глав и список литературы, включающий в себя 537 источник. Обзор литературы отражает как современное состояние исследований по данной тематике, так и дает экскурс в историю вопроса.

В **первой главе** диссертации представлен подробный обзор основных сведений о строении микроциркуляторного русла, функции системы микроциркуляции крови, и методах исследования динамики кровотока в микрососудах. Автором диссертации описаны патологические процессы, приводящие к нарушению микроциркуляции крови, дан обзор заболеваний, в которых они развиваются. Показано, что к микроангиопатии приводят системные аутоиммунные

заболевания, атеросклероз, сахарный диабет. Эти заболевания относятся к опасным для жизни и приводят к инвалидизации, а развитие методов ранней диагностики, коррекции нарушений микроциркуляции играет важное значение с точки зрения сбережения здоровья нации и подчеркивает актуальность проводимого диссертационного исследования.

Экспериментальные исследования микроциркуляции крови в ответ на локальные температурные и окклюзионные тесты при помощи метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), исторически одного из первых методов оценки системы микроциркуляции крови, представлены во **второй главе**. В этой главе автор детально исследует пробу с локальным нагревом, при этом необходимо отметить аккуратную реализацию достаточно сложных исследовательских протоколов большой длительности (час и более). В мировой литературе существуют единичные исследования, в которых воспроизведен такой протокол, при этом это было осуществлено не только в группе здоровых добровольцев, но и в группе пациентов с сахарным диабетом. Особый интерес представляет методическая работа с локальной компрессией кожного слоя, которая имеет как фундаментальное значение, так и может лечь в основу построения нового протокола клинических исследований, направленных на изучение дисфункции эндотелия конкретно в микрососудистом русле.

**В третьей главе** рассматриваются некоторые клинические приложения исследований спектрального состава ЛДФ-сигналов для диагностики функциональных нарушений системы микроциркуляции при развитии ряда патологических процессов. При использовании развитого в работе аппарата анализа сигналов автору удалось сделать биофизические выводы о нарушении характеристик системы микроциркуляции.

**В четвертой главе** диссертации автор исследует взаимосвязь спектральных характеристик сигналов, описывающих динамику кожного кровотока, измеренную различными оптическими методами. В данной главе установлена корреляция сигналов ЛДФ (данный метод до сих пор наиболее широко используется для оценки микроциркуляции) с сигналами фотоплетизмографии и ла-

зерной спекл-контрастной визуализации в низкочастотных спектральных диапазонах. Результаты данной главы являются предпосылкой для использования перечисленных выше оптических методик для развития методов анализа спектрального состава сигналов для оценки регуляции сосудистого тонуса.

В пятой главе методики, развитые в предыдущих главах, применены к анализу фотоплетизмограмм пациентов с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей. Предложен простой метод скрининговой диагностики хронической артериальной недостаточности, который обладает более высокой чувствительностью, чем стандартный метод определения лодыжечно-плечевого индекса, и при этом намного проще в реализации.

Шестая глава диссертации посвящена исследованию возможности метода кожной термометрии для оценки функции эндотелия и изучения периферического кровотока. В работе на основе редуцированных математических моделей продемонстрированы основные механизмы, приводящие к колебаниям температуры на поверхности кожи. Проведено экспериментальное исследование взаимосвязи кожной температуры и кровотока, измеренного методом ЛДФ. Предложен алгоритм реконструкции колебаний кровотока по температурным записям.

В заключении диссертации сформулированы основные выводы работы.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

По тексту диссертации имеются следующие замечания:

- В тексте имеется достаточно большое число опечаток (43) и грамматических ошибок синтаксического толка (184).
- В ряде случаев (например, в Табл. 2.3, 2.5 и 4.1) при обсуждении корреляционных коэффициентов не приведены значения статистической значимости.

Отмеченные недостатки не затрагивают суть проведённого научного исследования. В результате можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа содержит всю необходимую совокупность оригинальных научных результатов, обобщений и выводов, которые можно квалифицировать как

заметное научное достижение в области биофизики, удовлетворяет всем требованиям пп. 9–14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в редакции от 11.09.2021), предъявляемых к докторским диссертациям, а её автор, Мизева Ирина Андреевна, заслуживает присуждения ей учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук,

05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы,

Главный научный сотрудник,

Институт автоматизации и проблем управления Дальневосточного отделения РАН

Камшилин Алексей Александрович

14.09.2022

Институт автоматизации и проблем управления Дальневосточного отделения РАН,

Почтовый адрес: ул. Радио, 5, Владивосток, 305000

Телефон: +7 (953) 350-97-57; электронная почта: alexei.kamshilin@yandex.ru

Согласен на обработку персональных данных



**ЗАВЕРЯЮ»**  
**УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ИАПУ ДВО РАН**  
**КАНД. ТЕХН. НАУК, ДОЦЕНТ**

**С.Б.ЗМЕУ**