**Неинвазивное определение уровня гемоглобина в крови пациента с помощью метода мультиспектральной фотоплетизмографии**

**Бардадин И.А.1, Якимов Б.П.1, Денисенко Г.М.2, Ширшин Е.А.1**

Студент, м.н.с., аспирант с.н.с.

1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,физический факультет, Москва, Россия

2 ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

E–mail: *bardadin.ia20@physics.msu.ru*

Уровень гемоглобина в крови пациента – значимый клинический показатель, включенный в общий анализ крови. Отклонения данного параметра от нормы (120-140 г/л для женщин и 130-160 г/л для мужчин) могут указывать на широкий спектр патологий различной этиологии, например, постгеморрагические, железодефицитные, гемолитические анемии [3]. В настоящее время, определение уровня гемоглобина проводится с использованием инвазивных методов, которые предполагают затраты на расходные материалы и наличие квалифицированного персонала, осуществляющего пробоотбор и анализ образца, что приводит к существенному времени ожидания – в крупных больницах порядка нескольких часов. Разработка быстрого метода, который бы позволял проводить измерение уровня гемоглобина в режиме «реального» времени без дополнительных требований к квалификации персонала и неинвазивно, является актуальной задачей.

В видимом и ближнем инфракрасном диапазонах гемоглобин является одним из доминирующих хромофоров в тканях человека. На настоящий момент предложено несколько оптических методов, призванных неинвазивно определить уровень гемоглобина в крови. Они основаны на зависимости поглощения и диффузного отражения тканей в видимом и ближнем ИК диапазоне от концентрации гемоглобина в отдельных участках тканей пациента: отражение в видимом диапазоне ногтевых пластин [5], конъюнктивы глаза [1].

В частности, для определения гемоглобина широко применимо использование метода мультиспектральной фотоплетизмографии. Пульсовая волна, распространяющаяся по артериям в результате систолы желудочков, меняет показатели поглощения и рассеяния биоткани, за счёт притока новой крови, в результате наблюдаются периодические изменения интенсивности прошедшего и рассеянного света, анализ которых позволяет восстановить концентрацию гемоглобина в крови. Существуют работы, показывающие, что данный метод может использоваться для оценки концентрации гемоглобина в крови [2, 4], однако точность данного метода оказывается недостаточной для клинического применения [6].

В данной работе проведено сравнение метода мультиспектральной фотоплетизмографии с другими оптическими неинвазивными методами определения концентрации гемоглобина, например, с методами цифровой колометрии и метода диффузной визуализации с пространственно-структурированным излучением. Проведена оценка возможности снижения погрешности в задаче оптического неинвазивного определения уровня гемоглобина в крови методом фотоплетизмографии с использованием «персонифицированной калибровки» - учёта индивидуальных особенностей отклика тканей отдельных пациентов.

Работа выполнена при поддержке Междисциплинарной образовательной школы Московского университета «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина».

**Список литературы**

1. Appiahene, P., et al. CP-AnemiC: A ​conjunctival pallor dataset and benchmark for anemia detection in children // Medicine in Novel Technology and Devices. 2023: v.18, P. 1-8.
2. Causey M.W., et al. Validation of noninvasive hemoglobin measurements using the Masimo Radical-7 SpHb Station // The American journal of surgery. 2011. 201.5. P. 592-598.
3. Chaparro, C. M., & Suchdev, P. S. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low‐and middle‐income countries // Annals of the New York Academy of Sciences. 2019. 1450(1), P. 15-31.
4. Lychagov, V.V., et al. Noninvasive hemoglobin measurements with photoplethysmography in wrist // IEEE Access. 2023: v.11, P. 79636-79647.
5. Mannino, R. G., et al. Smartphone app for non-invasive detection of anemia using only patient-sourced photos // J. Nature communications. 2018: 4924(9.1), P. 1-10.
6. Rice, M.J., et al. Noninvasive hemoglobin monitoring: how accurate is enough? // Anesthesia & Analgesia. 2013: 117(4), P. 902 - 907