

# АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПРИСТОЇВ НЕІНВАЗИВНОГО ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ

Вінницький національний технічний університет;

## **Анотація**

*Запропоновано підхід до підвищення точності вимірювання концентрацій показників крові людини неінвазивними оптико-електронними методами і засобами*

**Ключові слова:** діагностика, патології, поляризаційне картографування, нейронна мережа, плазма крові.

## **Abstract**

*The proposed approach to improve the accuracy of measurement of the concentrations of indicators of human blood is a non-invasive optical-electronic methods and means.*

**Keywords:** diagnostics, pathology, polarization mapping, neural network, blood plasma.

## Вступ

В сучасній медицині набувають все більшої актуальності оптико-електронні неінвазивні методи "in vivo" моніторингу концентрацій показників крові людини, зокрема: кисню, глюкози, холестерину, білірубину та ін. Їх актуальність і перспективність використання обумовлені:

- застосуванням безболісних процедур вимірювання і відсутністю необхідності втручання в організм людини (особливо при періодичних процедурах вимірювання – моніторингу);
- простота процесу вимірювання і отримання даних, при відносно вищій швидкодії;
- відсутністю необхідності використання додаткових реагентів і допоміжного обладнання для отримання біологічних рідин.

Але оптико-електронні неінвазивні методи і пристрої мають вагомий недолік порівняно з інвазивними – значно нижчу точність вимірювання (наприклад, для неінвазивних вимірювачів рівня глюкози допустимий показник точності знаходиться на рівні до 20%). Також такі засоби мають вищу складність будови і складніші безконтактні оптичні механізми отримання даних про рівень концентрації компонент крові. Це обумовлено рядом факторів:

- відмінні особливості будови біологічних об'єктів (різна структура мікроартерій і капілярів, товщини шарів шкіри та епідермісу, а також відмінні показники їх оптичної щільності в різних пацієнтів);
- біологічні показники крові (наприклад, глюкози) знаходяться в хімічно-зв'язаному стані з іншими її компонентами, що значно ускладнює аналіз параметрів оптичного пропускання/поглинання на селективних довжинах хвиль для конкретного показника.
- високі інструментальні та методичні похибки методик вимірювання (їх значення значно залежать від стану і типу шкіри людини, від її фізіологічного стану);
- шуми у випромінювачах і фотоприймачах, які вносять значну похибку в результат вимірювання.

Неможливість попередньо відділити складові крові, на відміну від інвазивних методів, а також неможливість чітко врахувати поверхневий стан шкіри (забруднення, пігментація) або товщину шару епідермісу в кожному конкретному випадку часто призводить до неадекватності результатів неінвазивних методів і засобів і відповідно до недоцільності їх застосування.

Тому актуальним і перспективним є розроблення новітніх методів та пристроїв для вирішення завдань підвищення точності вже існуючих засобів неінвазивного моніторингу концентрацій показників крові людини.

Метою роботи є підвищення точності оптико-електронного неінвазивного процесу моніторингу концентрацій біологічних показників крові людини шляхом розроблення і застосування методу силових різниць.

## **Результати роботи**

Попередні результати експериментальних досліджень показали відповідність залежності оптичного поглинання (на довжині хвилі 940-нм (світлодіодний випромінювач) в робочому вікні

поглинання глюкози від росту концентрації глюкози в крові людини. Виміри та їх контроль проводились із збільшенням сахару в крові та паралельним контролем його рівня інвазивним глюкометром.

Залежність умовних значень оптичних параметрів біологічного середовища від концентрації глюкози в крові

Концентрація глюкози в крові ммоль/л **	Фотоструми оптичного сенсора, мА	Усереднений коефіцієнт пропускання, k *
3.89	0.012	0.02
3.97	0.0115	0.019
4.14	0.009	0.0185
4.28	0.0087	0.017
4.46	0.0076	0.015
4.59	0.0065	0.013
4.46	0.0062	0.011
4.67	0.0054	0.009
4.76	0.0047	0.008
4.85	0.0035	0.0075
4.86	0.0034	0.0075
4.87	0.00325	0.0067
4.81	0.0030	0.0063
4.80	0.0030	0.0061
4.75	0.0027	0.0056
4.60	0.0024	0.0052

### Висновки

1. Даний метод може забезпечити вищу точність вимірювання показників крові людини за рахунок виключення впливу поверхневого стану шкіри біологічного об'єкта та внутрішньої будови капілярів. Але, запропонований підхід не вирішує всіх проблем, які виникають при неінвазивному моніторингу показників крові і повинен застосовуватись в сукупності із іншими відомими методами неінвазивної "in vivo" - моніторингу концентрацій компонент крові, таких як глюкоза, білірубін, кисень та ін.

2. Запропонований метод і оптико-електронний сенсор можуть використовуватись для швидкого і безболісного неінвазивного моніторингу показників крові людини та є економічно вигідним, оскільки не потребує застосування високотехнологічних прийомів і дорогоцінних матеріалів.

3. Для оптимізації методу і конструкції сенсора необхідні подальші дослідження і практичні експерименти на більш точних лабораторних зразках на мікроконтролері із більш точним апаратним фотоелектронним сенсором і температурно-стабільним фотоприймачем.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. України (UA) на винахід № 71810, МПК А 61В5/145. Оптичний датчик для неінвазивного визначення концентрації глюкози (по ефекту Бобонича П.П.) / П.П. Бобонич. – заявл. 26.12.2003, опубл. 15.12.2004, Бюл №12, 2004р – заявник і власник патенту Бобонич П.П. – 3с.
2. Бобонич П.П. Изготовление неинвазивного глюкометра / П.П. Бобонич // Радиоаматор. – №11. – 2008. – 8с.
3. Прудіус П.Г. Порівняльне дослідження портативних систем контролююю аналізу концентрації глюкози в крові / П.Г. Прудіус, В.В. Дмитрук, О.О. Белік // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2007. – №2(14). – С. 178-182.
4. Пат. України (UA) на винахід № 95189, МПК А 61В5/145. Оптичний сенсор для неінвазивного визначення показників концентрацій крові людини / В.І. Маліновський. – заявл. 31.05.2010, опубл. 11.07.2011, Бюл №13, 2011р – заявник і власник патенту Маліновський В.І. – 6с.
5. Маліновський В.І. Метод та оптичний сенсор підвищення точності неінвазивного

моніторингу концентрацій показників крові людини / Тези доповіді VI-ї Міжнародної науково-технічної конференції Photonics-ODS 2012, 1-4 жовтня 2012р, Вінниця Україна. – Вінниця, УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012р. – С 151.

Павленко Юрій Віталійович — студент групи О-136, факультет комп'ютерних систем управління та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [pavlenko.yuriy13@gmail.com](mailto:pavlenko.yuriy13@gmail.com).

Науковий керівник: Заболотна Наталя Іванівна – к.т.н., доцент кафедри лазерної та оптико-електронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна.

Pavlenko Yuriy Vitaliyovych - student of the group O-136, faculty of computer systems of control and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [pavlenko.yuriy13@gmail.com](mailto:pavlenko.yuriy13@gmail.com).

Scientific supervisor: Zabolotna Natalia Ivanivna - Ph.D., Associate Professor of the Department of Laser and Optoelectronic Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine.