

МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено мультиспектральний волоконно-оптичний фотоплетизмограф, призначений для дослідження стану периферійного кровообігу, який дозволяє більш точно визначати кровонаповнення різних шарів шкіри завдяки використанню трьох джерел випромінювання з різними довжинами хвиль 905 нм, 660 нм, 532 нм.

Ключові слова: фотоплетизмографія, кровопостачання шкіри, світлодіодні випромінювачі, оксигенація, пульсоксиметрія.

Abstract

Multispectral fiber-optic photoplethysmograph to study the state of the peripheral circulation was designed. It allows determining the blood circulation of different skin layers more accurately by using three sources of radiation with different wavelengths 905 nm, 660 nm and 532 nm.

Keywords: photoplethysmography, skin blood supply, LED emitters, oxygenation, pulse oximetry.

Вступ

Метод фотоплетизмографії – це неінвазивний метод, який дозволяє визначати пульсації об'єму крові в шкірі, шляхом реєстрації та аналізу розсіяного та відбитого оптичного випромінювання. Динаміка накачки і транспортування крові у шкірі може контролюватися таким чином у різних частинах тіла за допомогою відносно простих та зручних фотоплетизмографічних датчиків [1, 2].

Результати дослідження

В методі фотоплетизмографії зазвичай використовують світловипромінюючі діоди, лазерні діоди, лазери. Вони фіксують сталу величину обсягу/глибини проникнення, яка залежить від довжини хвилі випромінювача [3].

Одним із найпоширеніших методів для оцінювання ступеня оксигенації крові є метод пульсоксиметрії, який дозволяє одночасно аналізувати дві або більше довжин хвилі [4]. Однак, цей метод не аналізує форму сигналу, який містить терапевтично важливу інформацію про характеристику судин, в тому числі мікроциркуляцію крові [5].

Нами було проведено дослідження форми сигналу, в умовах коли одну й ту саму ділянку шкіри піддавали впливу випромінювання різних довжин хвиль. В результаті встановлено, що зміна форми сигналу залежить від довжини хвилі випромінювання і пояснюється різною глибиною проникнення відповідно до поверхні шкіри [6, 7].

За результатами даних досліджень було розроблено мультиспектральний волоконно-оптичний фотоплетизмограф, який на відміну від існуючих фотоплетизмографів дозволяє більш точно визначати кровонаповнення різних шарів шкіри. Фундаментальною відмінністю пристрою є те що в ньому використовується відразу три джерела випромінювання з різними довжинами хвиль.

Для дослідження глибинних шарів шкіри використовується інфрачервоне випромінювання (довжина хвилі – 905 нм), яке може проникати в біологічну тканину на глибину до 5-7 см, що дозволяє досліджувати глибинні шари шкіри. Для визначення насичення крові киснем використовується джерело червоного випромінювання (довжина хвилі – 660 нм). Зелене джерело випромінювання випромінює світловий потік (довжина хвилі – 532 нм), який проникає лише у роговий та епідермальний шари шкіри (до 0,3 мм), що дозволяє досить точно досліджувати поверхневі шари шкіри.

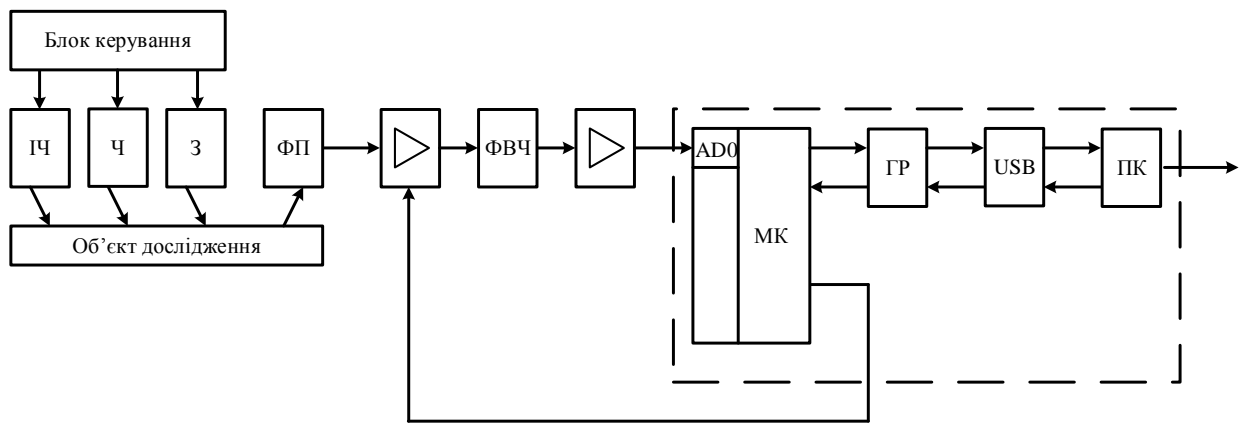


Рисунок 1. Структурна схема волоконно-оптичного фотоплетизмографа

Висновки

Отже, суттєвою особливістю розробленого мультиспектрального волоконно-оптичного фотоплетизмографа є використання трьох джерел випромінювання з різними довжинами хвиль 905 нм, 660 нм, 532 нм, що дозволяє більш точно визначати кровонаповнення різних шарів шкіри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. J. Allen, "Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement", *Physiol. Meas.*, 28, R1-R39 (2007).
2. Pavlov S. Photoplethysmography in Integrated Evaluation of Collateral Circulation of Lower Extremities (354,70kb) / S. Pavlov, S. Sander, T. Kozlovska // *Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science/ - TCSET'2014, February 25 – March 1, 2014, Lviv-Slavske, Ukraine*
4. Оптико-електронні засоби діагностування периферичного кровообігу з підвищеною достовірністю / [Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 140 с.
5. J. Spigulis, L. Gailite, A. Lihachev, R. Erts. Simultaneous recording of skin blood pulsations at different vascular depths by multi-wavelength photoplethysmography, *Appl. Opt.*, 46, 1754-1759 (2007).
6. Патент 99581 Україна, МПК А61В 5/02. Фотоплетизмограф / Павлов С. В. Козловська Т. І., Клапоушак А. Ю., Сидорук О. О.; заявник і патентовласник Вінн. нац. техн. унів-т. № u201500059; заявл. 05.01.2015; опубл. 10.06.2015, бюл. № 11/2015.
7. Козловська Т. І. Оптико-електронний пристрій для визначення рівня периферичного кровообігу та сатурації крові / Т. І. Козловська, П. Ф. Колісник, В. С. Павлов // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах (ВОТПП-14-2015) : XIV міжнар. наук.-техн. конф. 5-10 червн. 2015 р. : тези доп. – Одеса, 2015. – С. 160-161.*

Козловська Тетяна Іванівна — кандидат технічних наук, старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kozlovskat@vntu.edu.ua

Олег Олександрович Сидорук — студент групи О-13б, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sidoruk.2505@gmail.com

Tatiana Kozlovska I. - Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: kozlovskat@vntu.edu.ua

Sidoruk Oleh O. - student of O-13b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: sidoruk.2505@gmail.com