МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Сосовський Олег Володимирович

УДК 615.831

МЕТОДИ СИНХРОНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СВІТЛОТЕРАПІЇ З РОБОТОЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дедів Леонід Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Дедів Ірина Юріївна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о $10^{.00}$ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Значного поширення сьогодні одержала світлотерапія, яка використовується для підвищення адаптивних можливостей організму людини до фізичних навантажень, лікування депресивних станів тощо, та ґрунтується на стимуляції зорового аналізатора (ока) імпульсами світла з різною довжиною хвилі та часом стимуляції.

Найкращий ефект від такого світлового впливу досягається у випадку, коли імпульси світлового подразнення синхронізовані з частотою серцевих скорочень, а саме співпадають з R-зубцями електрокардіосигналу (ЕКС).

Вимірювання і опрацювання ЕКС при цьому є трудоємким, а технічна реалізація є досить громіздкою. Крім того, точність визначення положення R-зубців на електрокардіограмі з допомогою сучасних кардіодіагностичних приладів не перевищує 95%, а в більшості випадків знаходиться на рівні 85%.

Перспективним є використання для синхронізації світлових імпульсів з серцевими скороченнями сигналу пульсової хвилі, який може бути відібраний з мочки вуха пацієнта. Однак, необхідно розробити методи опрацювання таких сигналів, які давали б можливість апаратної реалізації процесу синхронізації процедури світло терапії із роботою серцево-судинної системи, що і визначає актуальність теми дослідження.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розроблення методу синхронізації процедури світло терапії із роботою серцево-судинної системи.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв’язати наступні задачі:

- провести аналіз літературних джерел для формулювання напрямку наукового дослідження;
- провести аналіз методів та засобів відбору і попереднього опрацювання сигналів пульсової хвилі для реалізації можливості синхронізації процедури світло терапії із роботою серцево-судинної системи;
- розробити метод опрацювання сигналів пульсової хвилі та формування із них сигналів синхронізації;
- провести експериментальні дослідження щодо апаратної реалізації методу формування сигналів синхронізації.
- провести аналіз отриманих результатів;

Об’єкт досідження: процес опрацювання сигналу пульсової хвилі для задач синхронізації процедури світлотерапії із роботою серцево-судинної системи.

Предмет дослідження: Метод синхронізації процедури світло терапії із роботою серцево-судинної системи.

Методи дослідження побудовано на основі теорії стаціонарних випадкових процесів з використанням спектрально-кореляційних методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Обгрунтовано метод опрацювання сигналів пульсової хвилі та їхню математичну та схемо технічну реалізацію у вигляді окремого програмного забезпечення та апаратної реалізації.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані для розроблення світлотерапевтичних систем у вигляді окремих блоків відбору і попереднього опрацювання сигналів пульсової хвилі.

Апробація результатів роботи. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на XX науковій конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 99 сторінках, списку використаних джерел з 41 назв на 4 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 105 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів синхронізації процесу світлотерапії з роботою серцево-судинної системи обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об’єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Аналіз стану проблеми та тенденції застосування світлотерапії» показано, що значного поширення сьогодні одержала світлотерапія, яка використовується для підвищення адаптивних можливостей організму людини до фізичних навантажень, лікування депресивних станів тощо, та ґрунтується в цих випадках на стимуляції зорового аналізатора (ока) імпульсами світла з різною довжиною хвилі та часом стимуляції.

Найкращий ефект від такого світлового впливу досягається у випадку, коли імпульси світлового подразнення синхронізовані з частотою серцевих скорочень, а саме співпадають з R-зубцями електрокардіосигналу (ЕКС).

Вимірювання і опрацювання ЕКС при цьому є трудоємким, а технічна реалізація є досить громіздкою.

Перспективним є використання для синхронізації світлових імпульсів з серцевими скороченнями сигналу пульсової хвилі, який може бути відібраний з мочки вуха пацієнта.

Тому, актуальною є задача розроблення методів опрацювання сигралу пульсової хвилі для формування сигналу керування світловим стимулятором.

У другому розділі «Методи попереднього опрацювання сигналів пульсової хвилі» проведено аналіз сучасного стану оптичних методів і засобів вимірювань світлорозсіювальних біологічних середовищ та розглянуто фотоплетизмографічний метод одержання сигналів пульсової хвилі.

Розглянуто особливості побудови апаратних засобів відбору сигналів пульсової хвилі, зокрема пульсоксиметра та цифрових оптичних перетворювачів.

Розглянуто особливості побудови математичних моделей та методів опрацювання сигналів пульсової хвилі при побудові програмного забезпечення цифрових мікропроцесорних систем відбору сигналів пульсової хвилі, зокрема детерміністський та імовірнісний підходи.

У третьому розділі «Метод відбору та опрацювання сигналу пульсової хвилі**»** розглянуто особливості роботи та основні типи світлочутливих вимірювальних

перетворювачів, що використовуються для відбору сигналу пульсової хвилі в сучасних пульсоксиметрах.

Проаналізовано структуру мікроконтролерного пульсоксиметра та встановлено, що етапи фільтрації, диференціювання та формування прямокутних імпульсів можна прописати в програмі роботи мікроконтролера, але тоді значно зростає обчислювальна складність та час, необхідний для формування імпульсів керування. Крім того, апаратна реалізація такого методу буде характеризуватися значними масо-габаритними показниками через наявність великої кількості додаткових необхідних блоків.

Запропоновано метод опрацювання, який містить етапи підсилення та диференціювання сигналу пульсової хвилі із наступним формуванням послідовності прямокутних імпульсів. В порівнянні з мікроконтролерним варіантом запропонований варіант є простішим і швидшим.

У четвертому розділі «Аналіз результатів комп'ютерного моделювання» проведено моделювання системи відбору та опрацювання сигналу пульсової хвилі в середовищі Multisim-11.

Розроблено схему електричну принципову формувача сигналу пульсової хвилі та схему електричну принципову блока диференціювання для отримання сигналу синхронізації.

В середовищі Multisim-11 проаналізовано амплітудно-частотну характеристику розробленого блока диференціювання.

Використання розроблених схем формування сигналу пульсової хвилі та блока диференціювання можна реалізувати блок відбору, опрацювання сигналу пульсової хвилі та формування сигналу синхронізації для задач світло терапії.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень при роботі із сигналів пульсової хвилі та проведено обґрунтування вибору пакету Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 27046,55 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,68 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто безпеку людини при експлуатації системи реєстрації сигналів пульсової хвилі для коректної роботи персоналу установи де використовується представлений метод дослідження пацієнта. Встановлено порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення, що виникають при виготовленні

пульсоксиметра, заходи щодо зменшення забруднення довкілля при виготовленні друкованої плати пульсоксиметра

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра розв'язано актуальну наукову задачу, яка полягає в розробленні методів опрацювання сигналу пульсової хвилі для задач світлотерапії. При цьому отримано такі результати:

1. Обгрунтовано доцільність застосування сигналу пульсової хвилі для задач синхронізації сигналів світлоімпульсної стимуляції зорового аналізатора з роботою серцево-судинної системи при застосуванні світлотерапії;

2. Проаналізовано вимоги, що ставляться до методів відбору сигналів пульсової хвилі, а саме необхідність врахування чинників, що зумовлені фізіологічними особливостями організму людини та чинників, що пов'язані з технічною реалізацією приладів (вплив стороннього світла і рухових артефактів на вірогідність вимірювань);

3. Проаналізовано відомі методи відбору сигналу пульсової хвилі та встановлено, що оптимальним з точки зору як точності так і практичної реалізації є використання фотоплетизмографічного методу відбору;

4. Проаналізовано відомі методи опису і опрацювання сигналу пульсової хвилі і встановлено, що всіх їх можна розділити на апаратні та програмні, при цьому програмні методи характеризуються значною обчислювальною складністю, що призводить до часових затримок між сигналом пульсової хвилі та сигналом керування світлоімпульсним стимулятором, і, відповідно, зниженням ефективності проведення світлотерапії.

5. Проаналізовано відомі схемотехнічні рішення побудови засобів відбору та опрацювання сигналів пульсової хвилі та розроблено метод попереднього опрацювання та формування сигналу синхронізації роботи світлоімпульсного стимулятора з сигналом пульсової хвилі. Розроблено схему структурну блоку відбору, яка працює на основі розробленого методу;

6. Розроблено та проведено моделювання схеми електричної принципової блоку відбору та опрацювання сигналу пульсової хвилі. Встановлено, що така схема електрична принципова не є чутливою до впливу стороннього світла і рухових артефактів в сигналі пульсової хвилі, тобто відповідає поставленим вимогам. Така схемотехнічна реалізація може працювати в масштабі реального часу, а апаратна реалізація володіє малими розмірами та може бути реалізована у вигляді складового блока системи світлоімпульсної стимуляції апарату світлотерапії;

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Дедів Л.Є. Спосіб синхронізації процедури світлотерапії з роботою серцево-судинної системи / О.В.Сосовський, Л.Є.Дедів // Матеріали XX наукової

конференції ТНТУ ім. І. Пулюя (Тернопіль, 17-18 травня 2017 р.) / Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2017.- С.135

АНОТАЦІЯ

Сосовський О.В. Методи синхронізації процедури світлотерапії з роботою серцево-судинної системи. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробленню методів синхронізації процедури світлотерапії з роботою серцево-судинної системи. Проаналізовано математичні моделі та методи опрацювання сигналів пульсової хвилі для задачі формування сигналу синхронізації світлових імпульсів стимуляції ока з частотою серцевих скорочень. Розроблено схему електричну принципову блоку відбору, в якому формується сигнал синхронізації.

Ключові слова: світлотерапія, плетизмографічний сигнал, сигнал пульсової хвилі.

ABSTRACT

Sosovsky O.V. Methods of synchronization of the procedure of light therapy with the work of the cardiovascular system. - Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The qualifying work is devoted to the development of methods for synchronizing the procedure of light therapy with the work of the cardiovascular system. The mathematical models and methods of processing pulse wave signals for the problem of forming the signal of synchronization of light pulses of eye stimulation with the frequency of heart contractions have been analyzed. The scheme of electric principles of the selection block, in which the synchronization signal is formed, is developed.

Key words: light therapy, plethysmographic signal, pulse wave signal.