

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

ЛУЦЮК ОЛЬГА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 612:843:519.24

**МЕТОД АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОРЕТИНОСИГНАЛУ ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ СИСТЕМ
ДІАГНОСТИКИ СТАНУ СІТКІВКИ ОКА ЛЮДИНИ**

163 «Біомедична інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

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

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук,
завідувач кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №23 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 роботи. Діагностування стану зорової системи за електроретиносигналом (ЕРС) забезпечує процедуру виявлення функціональних змін на ранній стадії розвитку хвороби та своєчасного проведення профілактичних заходів щодо запобігання її розвитку відповідним ефективним лікуванням.

Для реєстрації та подальшого аналізу електроретиносигналу застосовують низку технічних систем, зокрема ДКЗО-01 (Україна), Нейро-ЭРГ (Росія), TOMЕУ EP-1000 (США), Calypso (США), BASIC EPM (Італія), NEUROPA (Англія) та інші.

Ефективність та коректність роботи технічних систем діагностування стану сітківки ока людини впершу чергу залежить від математичної моделі ЕРС та розроблених на її основі методів аналізу.

На сьогодні для аналізу електроретиносигналу застосовують такі методи як:

- Морфологічний аналіз (Волков В.В., Шамшинова А.М., Шпак А.А., Зуева М.В., Яковлев А.А., Цапенко И.В., Трутнева К.В.) на базі моделі електроретиносигналу у вигляді суми компонент породженими групами нейронів);
- Статистичний аналіз (Ткачук Р.А., Мацюк О.В., Паламар М.І., Фриз М.Є., Юзьків А.В., Rilk A.J., Wolf J.J.) на базі моделі електроретиносигналу у вигляді стаціонарного випадкового процесу та адитивної суміші детермінованої і випадкової складових.
- Спектральний аналіз (Мацюк О.В., Паламар М.І.) на базі моделі електроретиносигналу у вигляді полігармонійного ряду з обмеженим числом гармонік.
- Синфазний та компонентний аналізи (Хвостівський М.О.) розроблено на базі моделі електроретиносигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.

Проте відомі методи аналізу електроретиносигналу не дають змогу дослідити характерні часові флуктації у структурі сигналу у різних масштабах часу, що є важливим при своєчасному прояві патологічних змін у функціонуванні сітківки ока.

Наведені аргументи вказують на актуальність розроблення нового методу аналізу електроретиносигналу для кількісного підвищення інформативності систем діагностування стану сітківки ока людини через впровадження в область офтальмології нового класу інформативно-діагностичних ознак.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методу аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів аналізу електроретиносигналів для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Обґрунтувати структуру математичної моделі електроретиносигналу, яка враховує у своїй структурі характерні часові флуктації у структурі сигналу в різних масштабах часу для розв'язання задачі своєчасного виявлення патологічних змін у функціонуванні сітківки ока.
3. Розробити метод аналізу електроретиносигналу на основі цієї математичної моделі з метою підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини.

4. Розробити алгоритм та програмне забезпечення для аналізу експериментальних електроретиносигналу.

Об'єкт дослідження: процес аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини.

Предмет дослідження: математична модель електроретиносигналу та її властивості і можливості для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини.

Методи дослідження: теорія вейвлетів, теорія випадкових процесів, пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше застосовано вейвлет перетворення з базисною функцією Морле щодо аналізу електроретиносигналу, що дало змогу дослідити характерні часові флуктації у структурі сигналу у різних масштабах часу при розв'язанні задачі діагностики стану сітківки ока людини.

2. Вперше застосовано в області діагностики стану сітківки ока людини усереднені спектри Вейвлет-коефіцієнтів як інформативні ознаки електроретиносигналу, які кількісно реагують на зміни у функціонуванні сітківки ока.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблене програмне забезпечення може бути використано для комп'ютерних технічних систем при діагностиці стану сітківки ока людини.

Апробація результатів дипломної роботи.

Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на II Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2019р.).

Обсяг і структура дипломної роботи.

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 85 сторінках, списку використаних джерел 50 назвах на 6 сторінках, додатків на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 95 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини сформовано актуальність роботи, 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.

У першому розділі «Огляд відомих методів аналізу електроретиносигналу» проаналізовано метод дослідження сітківки ока людини та способи реєстрації її біопотенціалів у вигляді електроретиносигналу. На підставі аналізу відомих методів аналізу електроретиносигналу (морфологічний, спектральний, кореляційний, синфазний та компонентний) встановлено, що вони не дають змогу дослідити характерні часові флуктації (характер зміни) у структурі сигналу у різних масштабах часу.

У другому розділі «Математична модель електроретиносигналу» обґрунтовано структуру математичної моделі електроретиносигналу у вигляді добутку косинусоїдального колювання та експоненти на заданих часових інтервалах часу. Така модель описує поведінку амплітудних та часових параметрів електроретиносигналу, що є дає змогу дослідити часові флуктації у структурі сигналу у різних масштабах часу при розв'язанні медичної задачі діагностики стану очної сітківки людини.

У третьому розділі «Метод та алгоритм аналізу електроретиносигналу» проаналізовано систему для реєстрації експериментальних електроретиносигналів та їх параметри. Розроблено метод аналізу електроретиносигналу на основі вейвлет-перетворення з базисною функцією Морле, яка за формою та характеристиками подібна (майже ідентична при коректному підборі коефіцієнтів масштабування) реальним електроретиносигналом. На основі методу розроблено алгоритм аналізу електроретиносигналу як ядра розробки тексту програмного забезпечення діагностичних систем стану очної сітківки людини.

У четвертому розділі «Результати аналізу електроретиносигналу» обґрунтовано вибір середовища розробки програмного забезпечення аналізу електроретиносигналу. У програмному середовищі MATLAB розроблено програмне забезпечення аналізу електроретиносигналу, яке забезпечило отримання результатів у вигляді спектрів Вейвлет, які кількісно відображають часові флуктації у структурі сигналу при різних масштабах часу, що є важливим показником виявлення своєчасних змін у функціонуванні очної сітківки людини.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень електроретинографії та проведено обґрунтування вибору УДК теми за напрямом наукового дослідження.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 38474,60 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,735 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» зі сторони охорони праці сформульовані рекомендації щодо електробезпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації офтальмодіагностичної системи, які забезпечать безпечні умови праці при експлуатації приладу і тим самим мінімізують ризик ушкодження персоналу електричним струмом, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано заходи організаційно-технічного характеру протипожежного захисту на виробництві офтальмодіагностичної системи.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання офтальмодіагностичної системи необхідно використовувати технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

У **додатках** наведено лістинг програмного забезпечення, яке розроблено для ПК (ОС Windows 7-10, 32-64 біт) та копію апробованої тези конференції.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розробки нового ефективного методу аналізу електроретиносигналу для виявлення характерних часових флуктації у його структурі з метою підвищення медичної інформативності діагностичних систем при оцінюванні стану очної сітківки людини.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу методів аналізу електроретиносигналів встановлено що виникає необхідність у розробці нового методу, який би дав змогу дослідити характерні часові флуктації у структурі сигналу у різних масштабах часу.

2. Обґрунтовано структуру математичної моделі електроретиносигналу у вигляді у косинусоїдального коливання з експоненційним затуханням на заданих часових інтервалах часу, яка описує поведінку амплітудних та часових параметрів електроретиносигналу, що є дає змогу дослідити часові флуктації у структурі сигналу у різних масштабах часу при розв'язанні медичної задачі діагностики стану очної сітківки людини.

3. Розроблено метод аналізу електроретиносигналу на основі обґрунтованої математичної моделі та вейвлет перетворення з метою підвищення медичної інформативності діагностичних систем стану очної сітківки людини у вигляді усереднених спектрів Вейвлет-коефіцієнтів.

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення в середовищі Matlab для аналізу експериментальних електроретиносигналів у складі комп'ютерних технічних діагностики систем стану очної сітківки людини.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Луцюк О. В. Актуальність розроблення методу аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини / Луцюк О. В. // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 166. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Луцюк Ольга Володимирівна. Метод аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини. — Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 Біомедична інженерія, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

У дипломній роботі розроблено методу аналізу електроретиносигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану сітківки ока людини. В основі методу аналізу електроретиносигналу лежить процедура Вейвлет перетворення з базисною функцією Морле. За інформативні оцінки прийнято усередненні спектри коефіцієнтів вейвлет перетворення (усереднених вейвлет-спектрів), які дають змогу дослідити характерні часові флуктації у структурі електроретиносигналу у різних масштабах часу, що є важливим при своєчасному прояву патологічних змін у функціонуванні сітківки ока.

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення аналізу електроретиносигналу із використанням програмного середовища Matlab.

Ключові слова: електроретиносигнал, вейвлет, аналіз, алгоритм, інформативність, система діагностики стану сітківки ока людини, програмне забезпечення.

ANNOTATION

Lucyuk Olga. A method of an electroretinosignal analysis for increasing the informativeness of a human eye retina state diagnostics systems. - Manuscript.

Master diploma work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

In the diploma work the method of analysis of the electroretinosignal was developed to increase the informativeness of systems of diagnostics of the state of the retina human eye. The method analysis of the electroretinosignal is based on the wavelet transform procedure with the basic Morle function. For informative estimation the averaged spectra of the wavelet transform coefficients (averaged wavelet spectra) were adopted, which make it possible to investigate the characteristic temporal fluctuations in the structure of the electroretinosignal at different scales of time which is important for the timely manifestation of pathological changes in the functioning of the retina.

Algorithm and software for analysis of electroretinosignal with the use of software Matlab have been developed.

Keywords: electroretinosignal, wavelet, analysis, algorithm, informative, system of diagnostics of a state of a retina human eye, software.