

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

ФАРІОН ДМИТРО РОМАНОВИЧ

УДК 617.73:2:51-74

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОРЕТИНОСИГНАЛУ ДЛЯ
ТЕСТУВАННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ
ОФТАЛЬМОДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМ**

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,
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 23 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ 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. Однією з важливих задач офтальмології є сприяння ефективному вирішенні проблеми ранньої і оперативної діагностики зорового аналізатора людини (Волков В.В, Шамшинова А.М.).

Для діагностики функціонального стану зорового аналізатора, застосовують цілу низку стандартних методик. Одними з них є методики, побудовані на основі аналізу електроретиносигналу (ЕРС) – зареєстрованого сумарного електропотенціального відгуку клітин сітківки ока на зовнішнє світлове подразнення (Зислина Н.Н., Шамшинова А.М.).

Для реєстрації та аналізу ЕРС використовують ряд офтальмодіагностичних систем, зокрема ДКЗО-01 (Україна), Calypso (США), Нейрон-МВП” (Росія); NEUROPA (Англія); BASIC EPM (Італія).

Ефективність аналізу ЕРС залежить від наявності адекватності його математичної моделі і розробленої на її основі комп’ютерної імітаційної моделі як засобу для тестування алгоритмів опрацювання ПС у офтальмодіагностичних системах.

На сьогодні існують моделі ЕРС, а саме модель у рамках фізико-хімічної моделі, яка зображена у вигляді суми кількох компонент, які породжуються різними групами нейронів (Хьюбел Д., Педхем И. Сондерс Дж., Линник Л.Ф., Антропов Г.М., Максимов Г.В.). Згідно даної моделі, кожна компонента представлена одним екстремумом. Вимірювання вказаних діагностичних ознак здійснюється вручну і супроводжується значними похибками. Модель детермінована і про точність її наступного відтворення, як правило, мова не йде.

В роботах Яворського Б.І. і Юзьківа А.В., модель представлена у вигляді затухаючої синусоїди, яка описує механізм породження ЕРС. Основним недоліком даної моделі є складність підбору вхідних параметрів для відтворення норми чи патології, і не висока вірогідність відтворення.

Відома низка праць Мацюка О.В., Паламара М.І., Ткачука Р.А. та Рілка А.Д. в яких для опису електроретиносигналу запропоновано ряд стохастичних моделей (лінійний випадковий процесу та адитивна суміш детермінованої і випадкової складових), які дають змогу врахувати у своїй структурі властивість стохастичності. Проте ці стохастичні моделі за своїми структурами не уможливають процедуру відтворення ЕРС за морфологічні параметри, що є важливим при тестуванні алгоритмів офтальмодіагностичної системи.

Наведені аргументи вказують на актуальність розроблення нової імітаційної моделі електроретиносигналу, яка би врахувала у своїй структурі морфологічні показники (амплітудні та часові параметри) та стохастичну природу ЕРС (вплив внутрішніх та зовнішніх завад), для адекватного тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка методу імітаційного моделювання електроретиносигналу для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих імітаційних моделей електроретиносигналів для

обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Розробити математичну модель електроретиносигналу, яка би врахувала у своїй структурі морфологічні показники (амплітудні та часові параметри).

3. Розробити метод імітаційного моделювання та спосіб його верифікації для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

4. Розробити програмне забезпечення для імітаційного моделювання електроретиносигналу.

5. Провести процедуру імітаційного моделювання електроретиносигналів та оцінити його точність

Об'єкт дослідження: процес імітаційного моделювання електроретиносигналу для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем

Предмет дослідження: імітаційна модель електроретиносигналу

Методи дослідження: цифрове опрацювання сигналів, математична статистика, імітаційне та математичне моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше розроблено імітаційну модель електроретиносигналу у вигляді зворотного перетворення перетворення Фур'є, яка дає можливість по відомих медичних параметрах моделювати сигнали патологій і норм із високою вірогідністю відтворення для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичної системи.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути використані при тестуванні алгоритмів роботи нової офтальмодіагностичної системи.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (25-26 квітня 2017 року).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 111 сторінках, списку використаних джерел з 38 назв на 4 сторінках, додатків на 15 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 130 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих імітаційних моделей електроретиносигналів 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.

У першому розділі «Аналіз відомих імітаційних моделей електроретиносигналу» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Проаналізовано Механізм виникнення електричних біопотенціалів сітківки ока, електроретиносигнал та протокол електроретинографії, значення електроретиносигналів в клінічній практиці та відомі імітаційних моделей електроретиносигналів

За результатами аналізу імітаційних моделей можна стверджувати, що жодна з відомих моделей не є достатньо вірогідною та точною відтвореною по відношенню до реальних електроретиносигналів. Тому розробка нової імітаційних моделі електроретиносигналу, яка би дала можливість забезпечити параметричну ідентифікацію з вірогідним та точним відтворенням даних є актуальною науковою задачею.

У другому розділі «Математична модель електроретиносигналу» проаналізовано характеристики емпіричних електроретиносигналів з метою визначення основних критеріїв щодо побудови його математичної моделі. Математична модель електроретиносигналу на основі аналізу рівнів моделювання та біофізики викликаних потенціалів у вигляді синусоїди із експоненційним зниканням (структура Фур'є перетворення) відображає інформативні ознаки та механізм утворення (параметрична ідентифікація).

У третьому розділі «Метод імітаційного моделювання електроретиносигналу» розкрито метод та алгоритм комп'ютерного імітаційного моделювання електроретиносигналу, а саме суть застосування дискретного перетворення Фур'є для моделювання сигналу електроретиносигналу різного типу (норма чи патологія) для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

Алгоритм моделювання електроретиносигналу зображено на рис.1



Рис.1. Алгоритм моделювання електроретиносигналу

У четвертому розділі «Результати комп'ютерного імітаційного моделювання електроретиносигналу в середовищі MATLAB» розроблено блок-схему імітаційного моделювання електроретиносигналу на базі зворотнього перетворення Фур'є для потреб тестування алгоритмів його опрацювання у складі офтальмодіагностичних систем. На базі програмного аналізу встановлено, що запропонований метод дає змогу імітувати електроретиносигналу із високою точністю відтворення до експериментальних сигналів, що є важливим для задач імітаційного моделювання.

За допомогою програмного забезпечення Matlab створено програму для імітування електроретиносигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна легко згенерувати любий тип ЕРС (норма чи патологія) (рис.2).

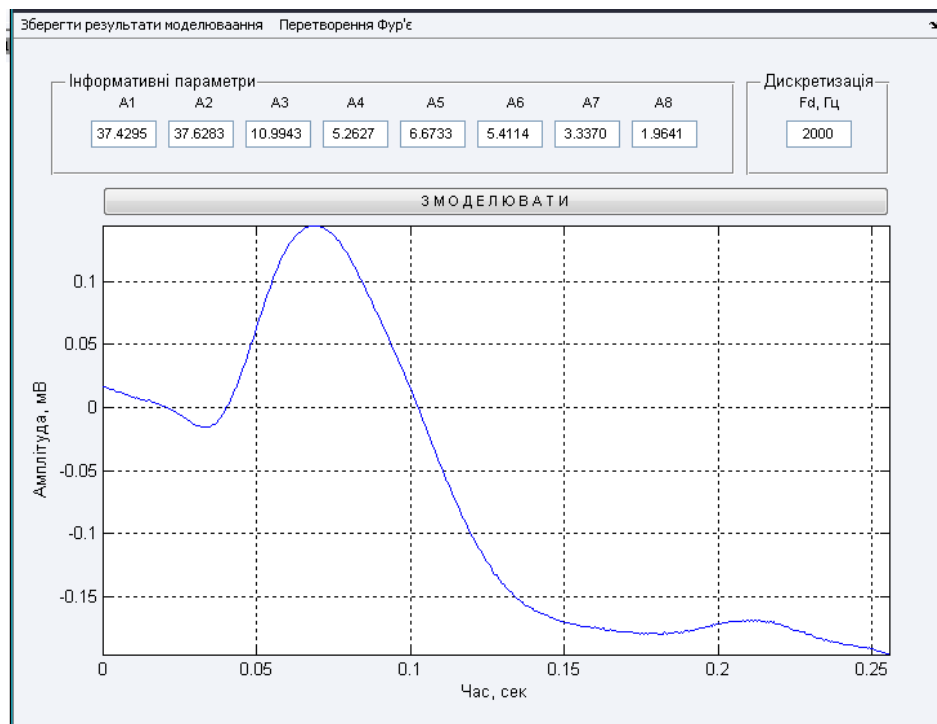


Рис. 2. Вікно розробленої програми комп'ютерного імітаційного моделювання електроретиносигналу

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень, яке проводиться за допомогою діагностичних офтальмодіагностичних систем та проведено обґрунтування вибору Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі, а саме є імітаційного моделювання ЕРС.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 40273,08 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 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» 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. 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 застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище

У **додатках** наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу імітаційного моделювання електроретиносигналу для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу відомих методів імітаційного моделювання електроретиносигналів встановлено, що розроблення нового методу який дасть змогу легко, просто та з високою точністю моделювати сигнал є актуальною задачею.

2. Розроблено модель електроретиносигналу у вигляді дискретного перетворення Фур'є, яка є придатною для імітаційного моделювання електроретиносигналу.

3. Встановлено, що розроблений метод імітування електроретиносигналу на базі дискретного перетворення Фур'є дає змогу легко та просто зімітувати сигнал різного типу (норма чи патологія), а максимальне значення різниць експериментального і імітованого сигналу для норми становить 0.015мВ, а для патології – 0.018мВ, що свідчить про високу точність імітаційного відтворення експериментального ЕРС.

4. Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab для імітування електроретиносигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна легко згенерувати любий тип сигналу (норма чи патологія).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Фаріон Д. Імітаційне моделювання електроретиносигналу для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем / Фаріон Д. // Збірник тез X Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 1. — С. 259–260. — (Секція: Радіоелектронні біотехнічні системи).

АНОТАЦІЯ

Фаріон Д.Р. Імітаційне моделювання електроретиносигналу для тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі магістра розроблено метод імітаційного моделювання електроретиносигналів на базі дискретного перетворення Фур'є для задач тестування алгоритмів роботи офтальмодіагностичних систем.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab для імітування електроретиносигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна легко згенерувати любий тип сигналу (норма чи патологія).

Ключові слова: Електроретиносигнал, імітаційне моделювання, математична модель, персональний комп'ютер, офтальмодіагностична система.

ANNOTATION

Farion D. Imitation simulation of electretinosignal for testing algorithms of ophthalmiagnostic systems. - The manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In dissertation work of the master the method of simulation of electroretisignal modeling on the basis of discrete Fourier transform for the problems of testing algorithms of work of ophthalmologic diagnostic systems is developed.

Software developed in the Matlab environment for simulation of electretinosignals with graphical user interface, which allows you to easily generate any type of signal (norm or pathology).

Key words: electretinosignal, simulation modeling, mathematical model, personal computer, ophthalmiagnostic system.