

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

АНДРІЮК ЛЮБОВ МИКОЛАЇВНА

УДК 612:81:519.218:004.42

**МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК СТАНУ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ
У ЕКСПЕРТНИХ МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ**

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 13 грудня 2019 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. Повна чи часткова втрата чутливості кінцівок (анестезія) у людини є глобальною проблемою в усьому світі, яка у більшості випадків пов'язана з порушеннями у функціонуванні стану нервово-м'язової системи за рахунок ураження провідників чутливості. Електронейроміографія як метод медикобіологічного дослідження дає змогу виявити приховані проблеми ураження та захворювання нервово-м'язової системи у людини на ранніх стадіях їх розвитку.

В основі електронейроміографії лежить процедура реєстрації відгуків м'язів та нервів у вигляді електронейроміосигналів на зовнішні електричні імпульси. Для реєстрації електронейроміосигналів та отримання із них корисної інформації про стану нервово-м'язової системи людини у медичній практиці застосовують експертні медичні системи такі як Нейро-МВП-4 (Україна, ТОВ «УКРМЕДСПЕКТР»), M-TEST neuro (Україна, НПП «DX-СИСТЕМИ»), Синапсис (Україна, НМФ «Нейротех»), Nicolet EDX, (США, «Natus») та інші.

Програмне забезпечення експертних медичних систем, яке формує висновки про стан нервово-м'язової системи людини базується на методах аналізу електронейроміосигналів таких як кореляційний (Персон Р. С.) (характеристики – авто- та взаємкореляційна функція, коефіцієнти кореляції), спектральний (Гехт Б.М., Персон Р.С.) (характеристики – амплітудні спектри Фур'є), спектрально-кореляційний (Жемчужкина Т.В., Носова Т.В., Носова Я.В., Губанов А.В., Дуплий Д.Р., Котульский И.В.) (характеристики – спектр потужності).

Відомі метод аналізу електронейроміосигналів за своїми характеристиками не дають змоги дослідити варіацію фазо-часових параметрів сигналу, що є важливим при виявленні оперативних змін в часовому інтервалі спостереження про стан нервово-м'язової системи людини.

Отже, розроблення нового методу визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах шляхом аналізу електронейроміосигналів є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів аналізу електронейроміосигналів для обґрунтування напряму наукового дослідження.
2. Обґрунтувати структуру математичної моделі електронейроміосигналу, яка дасть змогу врахувати у своїй структурі варіацію фазо-часових параметрів сигналу для розв'язання задачі оперативного визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини.
3. Розробити метод та алгоритм аналізу аналізу електронейроміосигналу на базі обґрунтованої математичної моделі для визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини
4. Розробити програмне забезпечення для експертних медичних системах для аналізу електронейроміосигналу при визначенні електронейроміографічних

характеристик стану нервово-м'язової системи людини

Об'єкт дослідження: процес визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах

Предмет дослідження: математична модель та метод аналізу електронейроміосигналу у експертних медичних системах.

Методи дослідження: теорія випадкових процесів, енергетична теорія стохастичних сигналів, теорія прийняття рішень, теорія алгоритмів, пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше на основі математичної моделі електронейроміосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу проаналізовано його характеристики синфазним методом з урахуванням взаємкореляційних зав'язків між стаціонарними компонентами, що дало змогу визначити електронейроміографічні характеристики стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах в задачах медичної діагностики та реабілітації.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблене програмне забезпечення дає змогу автоматизовано обробляти електронейроміосигнали у складі експертних медичних системах при визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини.

Апробація. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на II Міжнародній студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2019р.) та VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (м. Тернопіль, 2019р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 93 сторінках, списку використаних джерел 81 назв на 7 сторінках, додатків на 6 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 106 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи 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 методів визначення електронейроміографічних характеристик» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Проведено порівняльний аналіз та класифікацію відомих математичних моделей пульсових сигналів та методів їх аналізу, що використовуються для задач автоматизованої діагностики функціонального стану судин людини за допомогою систем довготривалого моніторингу.

В результаті аналізу обґрунтовано необхідність досліджень математичної

моделі сигналу, яка би враховувала інформативні ознаки і узгоджувалася із фізичною природою досліджуваного добового пульсового сигналу, яка є складним сигналом.

Враховуючи механізм породження добового пульсового сигналу, його добову структуру і той факт, що для відомих задач розпізнавання функціонального стану судин людини за добовими пульсовими хвилями необхідні дані є у фазово-часовій структурі сигналу, тому доцільно проаналізувати його характеристики, і на базі чого обґрунтувати вибір адекватної математичної моделі для задачі імітаційного моделювання.

У другому розділі «Математична модель електронейроміосигналу» визначено параметри досліджуваного електронейроміографічного сигналу шляхом ймовірнісного, кореляційного та спектрального аналізу. За результатами аналізу встановлено, що матмодель електронейроміографічного сигналу повинна відображати параметри скінченності, періодичності та випадковості. Цим вимогам задовольняє модель у вигляді періодично-корельованого ВП, яка має розроблені ефективні засоби та методи дослідження структури ЕНМС з метою визначення електронейроміографічних характеристик стану НМС людини.

У третьому розділі «Метод та алгоритм обробки електронейроміосигналу» проаналізовано схему структурну експертної медичної системи для реєстрації ЕНМС та його обробки. Обґрунтовано вибір синфазного методу до розробки методу оброки ЕНМС як періодично-корельованого ВП, який по відношенню до компонентного методу є швидшим та маю нижчу складність щодо його програмної реалізації. Розроблено алгоритм обробки ЕНМС для реалізації програмного забезпечення експертної медичної системи та визначено його складність.

У четвертому розділі «Результати обробки електронейроміосигналу» розроблено блок-схему програмного забезпечення синфазної обробки та експертної медичної системи. На основі блок-схем розроблено програмне забезпечення експертної медичної системи із інтерфейсом в середовищі MATLAB, яке забезпечило процес обробки електронейроміосигналу з метою визначення електронейроміографічних характеристик стану НМС людини.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень за допомогою експертної медичної системи та проведено обґрунтування вибору Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі, а саме є синфазної обробки електронейроміосигналу на базі моделі у вигляді періодично корельованого ВП розширення можливостей експертних медичних систем.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 38274,60 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 обґрунтовано безпечність експлуатації експертної медичної системи з точки зору охорони праці, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях описано заходи особистої безпеки персоналу цехів, лабораторії по виготовленню експертної медичної системи.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання експертної медичної системи використовуються 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 копії апробованих тез конференції.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті відомих методів аналізу електронейроміосигналів, які використовуються при розробці експертних медичних систем для визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини, сформульовано основні вимоги щодо розробки методу аналізу електронейроміосигналу: можливість дослідження варіації фазо-часових параметрів електронейроміосигналу.

2. Обґрунтовано математичну модель електронейроміосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка дає змогу врахувати у своїй структурі варіацію фазо-часових параметрів сигналу для розв'язання задачі оперативного визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини.

3. Розроблено метод та алгоритм аналізу аналізу електронейроміосигналу на базі обґрунтованої математичної моделі та синфазного методу з урахуванням взаємкореляційних зв'язків між стаціонарними компонентами для визначення електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини

4. На базі алгоритму аналізу електронейроміосигналу розроблено програмне забезпечення в середовищі MATLAB для експертних медичних системах з метою аналізу електронейроміосигналу при визначенні електронейроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Андріюк Л.М. Імітаційна модель фонокардіографічного сигналу / Андріюк Л. М. // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 173. — (Біомедична інженерія).

2. Андріюк Л. Програмне забезпечення обробки електронейроміосигналу / Андріюк Л., Уніат С., Хвостівський В. // VII науково-технічна конференція

«Інформаційні моделі, системи та технології», 11-12 грудня 2019. — Т.: ТНТУ, 2019.

АНОТАЦІЯ

Андріюк Любов Миколаївна. Метод визначення електронеуроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах. – Рукопис.

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

У дипломній роботі обґрунтовано математичну модель електронеуроміосигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка на відміну від відомих враховує у своїй структурі враховую варіацію фазо-часових параметрів, що є адекватним для сигналів такої природи їх породження. На основі математичної електронеуроміосигналу та синфазного методу його обробки із урахуванням взаємкореляційних зв'язків розроблено метод визначення електронеуроміографічних характеристик стану нервово-м'язової системи людини у експертних медичних системах за усередненими кореляційними компонентами.

Розроблено програмне забезпечення обробки електронеуроміосигналу із графічним інтерфейсом користувача в утиліті середовища Matlab як складову одиницю для експертних медичних систем.

Ключові слова: електронеуроміосигнал, періодично корельований випадковий процес, синфазний метод обробки з урахуванням взаємкореляційних зв'язків, програмне забезпечення, експертна медична система.

ANNOTATION

Andriyuk Lyubov. A method of a human neuromuscular system state electroneuromyographic characteristics determining in expert medical systems. - Manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 Biomedical Engineering, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The diplom work substantiates the mathematical model of electroneuromiosignal in the form of a periodically correlated, which, unlike the known ones, takes into account the variations in phase-time parameters in their structure, which is adequate for signals of this nature of their generation. On the basis of mathematical electroneuromyosignal and synphase method of its processing, taking into account inter-correlation relationships, a method for determining electroneuromiographic characteristics of the state of the neuromuscular system of a person in expert medical systems by averaged correlation components was developed.

Software for processing electroneuromyosignal with graphical user interface in Matlab environment utility as a component unit for expert medical systems.

Keywords: electroneuromiosignal, periodically correlated stochastic process, synphase processing method taking into account mutually correlative relationships, software, expert medical system.