

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

БОЙКО РОМАН РОМАНОВИЧ

УДК 621.397.13:534.292:612.82

**АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ
ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ЗА
ТЕТА-ХВИЛЯМИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ**

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 24 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 теми. Швидкі варіації в житті людини, постійні несприятливі впливи професійних, соціальних та екологічних факторів, стресові ситуації сприяють розвитку психоемоційних розладів таких як тривожність, депресія, невротичність, внутрішній дискомфорт. У медичній практиці коректність діагнозу встановлюють лише у 0,4-4,5% пацієнтів (Downhill J.E., Robinson R.G.), що призводить в подальшому до погіршення якості життя пацієнтів та втрати їх працездатності. Тому своєчасне виявлення та дослідження психоемоційних розладів у людини є вкрай важливою медичною задачею.

Психоемоційні стани людини у медичній практиці досліджують різними медико-біологічними методами: опитування, реєстрація показників активності вегетативної нервової системи (шкірно-гальванічна реакція, електрокардіограма, плетизмограма), електроенцефалографія. На сьогодні все більше дослідників при дослідженні психоемоційного стану застосовують електроенцефалографію як метод реєстрації біоелектричної активності мозку людини у вигляді електроенцефалографічного сигналу (Алфимова М.В., Лапин М.А., Костюнина М.Б.). Точність класифікації психоемоційних розладів за даними електроенцефалографії складає близько 80 % (Bratsas C., Papadelis C., Konstantinidis E., Pappas C.).

Такі вчені як Collet L., Duclaux R., Потулова Л.А. Корниевский А.В. у своїх працях розглядають тета-хвилю (ритм) електроенцефалографічного сигналу як показник емоційного або мотиваційного стану. П.К. Анохін розглядав тета-хвилю як хвилю «напруги», а І.Я. Подольский і В.В.Воробьев вважають тета-активність «стрес-ритмом». Ряд вчених вказують на те, що поява тета-хвилі супроводжувалася реакцією пасивного страху (И.И. Вайнштейн) та загальною напругою при вирішенні розумових завдань (Николаев А.Р., Анохин А.П., Иваницкий Г.А., Кошеварова О.Д., Иваницкий А.М.).

Для реєстрації електроенцефалографічного сигналу та оцінювання за його тета-хвилю психоемоційного стану у людини застосовують комп'ютерні системи, діагностична цінність яких базується на адекватній математичній моделі та розроблених на її основі методів і алгоритмічно-програмного забезпечення аналізу сигналу. На даний час існує багато методів, які активно використовуються для аналізу ЕЕС з метою виявлення психоемоційних ознак такі методи як когерентний (Бондаренко (Рассомагіна) М., V.Miskovic, L.A.Schmidt, H.Pockberger, M.R.Ford, Yamada M., Kimura M., Mori T., Endo S. та інші), кореляційний (Анциперов В.Е., Куценко Д.О., Павленко В.Б., Чорний С.В., Губкіна Д.Г), спектральний (Trond Sand, Marte Helene Bjork, Arne Einar Vaaler) та спектрально-кореляційний (Лапшина Т.Н.). Відомі методи аналізу ЕЕС не дають змогу отримати інформацію про певні часові координати на яких проявляються тета-хвилі як показників зміни у психоемоційному стані людини.

Тому розроблення нового методу і на його основі алгоритмічно-програмного забезпечення аналізу електроенцефалографічного сигналу для оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями шляхом визначення часових координат його появи є актуальною науковою задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розробка алгоритмічно-програмного забезпечення оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів аналізу тета-хвиль електроенцефалографічного сигналу при оцінюванні психоемоційного стану людини для обґрунтування напрямку наукового дослідження
2. Обґрунтувати математичну модель тета-хвиль електроенцефалографічного сигналу для розв'язання задачі оцінювання психоемоційного стану людини.
3. Розробити метод аналізу тета-хвилі електроенцефалографічного сигналу на базі обґрунтованої математичної моделі для оцінювання психоемоційного стану людини.
4. Розробити алгоритмічно-програмне забезпечення для оцінювання психоемоційного стану людини та провести експериментальне дослідження.

Об'єкт дослідження: процес оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

Предмет дослідження: алгоритмічно-програмне забезпечення аналізу тета-хвиль електроенцефалографічного сигналу.

Методи дослідження: цифрова обробка сигналів, вейвлет-перетворення, теорія випадкових процесів, засоби MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше застосовано Вейвлет-перетворення з базисною материнською функцією Хаара для аналізу електроенцефалографічного сигналу, що дало змогу оцінювання психоемоційних стан людини за часовими координатами появи тета-хвиль у вигляді зміни усередненими значень Вейвлет-спектрів.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблене програмне забезпечення може бути використане у складі комп'ютерних електроенцефалографів при оцінюванні психоемоційного стану людини.

Апробація результатів дипломної роботи.

Робота апробована на Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (26-27 квітня 2018 року).

Обсяг і структура дипломної роботи

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 88 сторінках, списку використаних джерел 91 назви на 10 сторінках, додатків на 7 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 105 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** шляхом аналізу відомих методів та алгоритмів оцінювання психоемоційного стану людини за електроенцефалографічними сигналами 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 «Аналіз стану проблеми за напрямом наукового дослідження» проаналізовано вплив психологічно-емоційного стану за тета хвильовими процесами електроенцефалографосигналу. Наведено результати роботи відомих відомих методів аналізу електроенцефалографосигналу (кореляційний, когерентний, спектральний та спектрально-кореляційний) як основи алгоритмічно-програмного забезпечення оцінювання психологічно-емоційного стану людини. На підставі проведеного аналізу встановлена потреба у розробці нового алгоритмічно-програмного забезпечення для одержання інформаційних параметрів про часові координати на яких проявляються тета хвильові процеси як показники варіації у психологічно-емоційного стану людини.

У другому розділі «Математична модель тета-хвиль електроенцефалографічного сигналу» розкрито суть методики оцінювання психологічно-емоційного стану за тета-хвилями електроенцефалографосигналу шляхом впливу музики та відеозображень на мозкову активність людини через зорові та слухові аналізатори.

Визначено параметри матмоделі за результатами аналізу показників тета хвильових процесів електроенцефалографосигналу методами дисперсійного, спектрального та взаємозв'язкового аналізу. За структуру моделі вибрано адитивну суміш білого шуму та полігармонічної функції, яка є гнучкою за параметрами детермінованими та випадковими з здатністю легкої адаптації до процесу оцінювання психологічно-емоційного стану людини.

У третьому розділі «метод та алгоритм оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу» розроблено метод аналізу тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу на базі вейвлет трансформації з базисом Хаара. Такий аналіз забезпечує дослідження структурних складових сигналу в координатній сітці з різними масштабами часу та частоти.

На основі виразів вейвлет розроблено алгоритмічне забезпечення процедури аналізу електроенцефалографосигналу, який конструктивно складається з процедур виділення тета хвильового процесу у реалізації сигналу та його вейвлет аналіз.

У четвертому розділі «Програмне забезпечення оцінювання психологічно-емоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу» розроблено програмне забезпечення аналізу тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу на основі методу вейвлет трансформації в базисі Хаара.

Відзначено, що психологічно-емоційні стани відмічено у підвищеній активністю мозку за реалізацією тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу в точці відбору F4.

За результатами програмного аналізу в MATLAB тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу визначено переходи між психологічно-емоційними станами та їх часові показники, що забезпечило визначення стану психологічно-емоційного у людини.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» проаналізовано методику проведення медико-біологічних досліджень та обґрунтовано вибір УДК на пряму 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 32048,14 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,71 від максимального числа 1.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» зі сторони охорони праці обґрунтовано безпечність експлуатації електроенцефалографічної системи з точки зору охорони праці, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано способи реалізації заходів медичного захисту при використанні електроенцефалографічної системи у разі надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру та проаналізовано заходи особистої безпеки персоналу цехів, лабораторії по виготовленню електроенцефалографічної системи.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано питання програмного забезпечення еколого - статистичних досліджень та екологічної політики підприємства.

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

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено алгоритмічно-програмного забезпечення оцінювання психологічно-емоційного стану людини за тета хвильовими процесами електроенцефалографосигналу.

При цьому отримано такі результати:

1. Здійснено аналіз існуючих методів аналізу тета хвильових процесів електроенцефалографосигналу як ядра розробки алгоритмічно-програмного забезпечення оцінювання психологічно-емоційного стану людини чим обґрунтовано спрямування наукового дослідження.

2. Обґрунтовано математичну модель тета-хвиль електроенцефалографічного сигналу у вигляді суміші білого шуму та полігармонічної функції для оцінювання психологічно-емоційного стану людини.

3. Розроблено метод аналізу тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу на основі обґрунтованої його матмоделі на Вейвлет-перетворення з базисною материнською функцією Хаара для оцінювання психологічно-емоційного стану людини.

4. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення оцінювання психологічно-емоційного стану людини в MATLAB на основі Вейвлет-аналізу тета хвильового процесу електроенцефалографосигналу та проведено експериментальне дослідження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Бойко Р.Р. Метод відновлення психоемоційного стану людини під впливом відеозображень та музики із використанням електроенцефалографії / Кінаш Р.В., Бойко Р.Р. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 228–230. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Бойко Роман Романович. Алгоритмічно-програмне забезпечення оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу. – Рукопис.

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

У дипломній роботі розроблено алгоритмічно-програмне забезпечення оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями електроенцефалографічного сигналу на основі Вейвлет-перетворення з базисною функцією Хаара. Вейвлет-перетворення електроенцефалографічного сигналу дало змогу отримати інформативні ознаки у вигляді усереднених Вейвлет спектрів, які кількісно відображають переходи між психоемоційними станами у людини.

Із використанням засобу MATLAB та його утиліти GUIDE розроблено програмне забезпечення із графічним інтерфейсом користувача для аналізу електроенцефалосигналу з метою оцінювання психоемоційного стану людини за тета-хвилями.

Ключові слова: електроенцефалографічний сигнал, тета-хвиля, аналіз, алгоритмічне та програмне забезпечення, MATLAB.

ANNOTATION

Boyko Roman. An algorithmic software for a human psycho-emotional state analysis by theta-waves of an electroencephalographic signal. - Manuscript.

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

In the diploma work the algorithmic-software of estimation of the psycho-emotional state of the person by theta-waves of the electroencephalographic signal on the basis of the wavelet transform with the basic Haar function is developed. The wavelet transform of the electroencephalographic signal made it possible to obtain informative features in the form of averaged wavelet spectra, which quantitatively reflect the transitions between psycho-emotional states in humans.

Using MATLAB and its GUIDE utility, software has been developed with a graphical user interface for analyzing the electroencephalographic signal in order to assess a person's psycho-emotional state by theta waves.

Keywords: electroencephalographic signal, theta-wave, analysis, algorithmic and software, MATLAB.