МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Кубашок Андрій Васильович

УДК 616.89-008.454:519.218

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ЗА АЛЬФА-ХВИЛЯМИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ**

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 медичних наук,доцент кафедри біотехнічних систем**Гевко Олена Василівна,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук,доцент кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем**Стрембіцький Михайло Олексійович,**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя |

Захист відбудеться 26 грудня 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.** Швидкий темп життя, безперебійний потік інформації, стресові ситуації сприяють розвитку дисгармонічного фону особистості (депресія, невротичність, тривожність, внутрішній дискомфорт). Виникнення психічної дезадаптації, насамперед супроводжується розладами емоційної сфери. Відповідно, діагностика емоційного стану є вкрай важливою для своєчасного виявлення і попередження розладів адаптації. Нелегким завданням, при вивченні емоційно-вольових розладів є встановлення чіткої межі між нормою та патологією.

За даними численних досліджень, різноманітні емоційні стани людини знаходять своє відображення на енцефалограмі [2, 3]. Особливої уваги заслуговує вивчення особливостей альфа-ритму на тлі різнобарвних емоцій. Цей ритм представлений в нормі хвилями синусоїдальної форми частотою 8-13 Гц і амплітудою 50-100 мкВ. Він найбільше виражений у потиличних ділянках та спостерігається у стані спокою із закритими очима [4].

За даними статистичних досліджень Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ), більше ніж 100 мільйонів людей у всьому світі страждають порушенням психоемоційних станів з клінічною картиною депресивного розладу. Сьогодні ВООЗ порівнює депресію з епідемією, що охопила людство, так як близько 30 % пацієнтів, що звертаються до лікаря, страждають на депресію. За прогнозами ВООЗ, до 2020-го року депресія вийде на перше місце, обігнавши навіть інфекційні захворювання та серцево-судинну патологію. За останніми даними, депресією в Україні страждає 6,3 % населення. Тому очевидним є той факт, що діагностика психоемоційних станів є важливою та актуальною задачею як в психотерапії, неврології так і в інших галузях медицини.

Багато сучасних наукових досліджень стверджують, що емоційний стан людини, зокрема депресію, ефективно відстежувати, використовуючи електроенцефалографію (ЕЕГ) (M.Esslen). Точність класифікації депресійних станів за даними електроенцефалографії сягає 80% (Bratsas C., Papadelis C., Konstantinidis E., Pappas C). Емоційні реакції провокують зміни електричної активності кори головного мозку, що відображаються у специфічній для різних емоцій зміні альфа-потужності (Jausovec N., Knyazev G.G., Slobodskoj-Plusnin J.Y., Bocharov A.V.).

Діагностична цінність системи базується на адекватній математичній моделі. На даний час існує багато методів, які активно використовуються для вивчення та аналізу ЕЕГ-сигналів з метою виявлення патологічних відхилень. Аналіз ЕЕГ, що здійснюється на підставі зовнішнього вигляду графіків є трудомістким і недостатньо об'єктивним та точним, особливо, якщо обробляється тривалий запис ЕЕГ, наприклад, виконаний протягом доби. Візуальне знаходження ускладнюється при проведенні функціональних проб та за наявності артефактів різної природи.

ЕЕГ активність є нестаціонарним процесом, оскільки навіть в нормі, при відсутності будь-яких явних збурюючих зовнішніх факторів, в ній спостерігаються зміни у вигляді синхронізації, десинхронізації, тимчасових сплесків, зумовлених спонтанними коливаннями рівня функціональної активності, а також особливостями психічної та розумової активності під час реєстрації. Як наслідок при обробці, спектральний аналіз дає усереднені показники для всього аналізованого сигналу, в якому при цьому може спостерігатися зміна декількох стаціонарних станів. До цієї проблеми в своїх роботах зверталися С.В. Лаврєнтєва, В.В Євстігнєєв, О.В.Кистєнь, В.А. Головко. Вирішити проблему обробки нестаціонарних сигналів дозволяє використання вейвлет-аналізу із застосуванням методів розпізнавання образів, отриманих в результаті перетворення.

Вейвлет-аналіз на сьогоднішній день є однією з найбільш перспективних технологій аналізу даних. Вейвлети представляють собою математичні функції, що дозволяють аналізувати різні частотні компоненти даних [1]. Вейвлет-перетворення дозволяє судити не тільки про частотний спектр сигналу, але також про те, в який момент часу з'явилася та чи інша гармоніка.

У силу вище сказаного постає очевидна актуальність вейвлет-перетворення альфа-хвиль електроенцефалографічного сигналу, яке враховує недоліки інших методів і забезпечує достовірне виявлення депресивних ознак.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є розробка методу оцінювання психоемоційного стану людини за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів аналізу альфа-хвиль електроенцефалографічного сигналу при оцінюванні психоемоційного стану людини для обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Обґрунтувати математичну модель альфа-хвиль електроенцефалографічного сигналу для розв’язання задачі оцінювання психоемоційного стану людини.

3. Розробити метод аналізу альфа-хвилі електроенцефалографічного сигналу на базі обґрунтованої математичної моделі для оцінювання психоемоційного стану людини.

4. Розробити програмне забезпечення для оцінювання психоемоційного стану людини та провести експериментальні дослідження над групою пацієнтів.

**Об’єкт дослідження:** процес оцінювання психоемоційного стану людини за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

**Предмет дослідження:** математична модель та метод аналізу альфа-хвилі електроенцефалографічного сигналу.

**Метод дослідження:** аналіз сигналу в частотно-часовій області, безперервне вейвлет-перетворення.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше застосовано вейвлет-аналіз з функцією Хаара з перспективою створення автоматизованої системи визначення психоемоційних станів на основі альфа-хвиль електроенцефалограми людини.

**Апробація роботи дипломної роботи магістра.** Робота апробована на III Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ І ПРИЛАДОБУДУВАННЯ» (8-9 червня 2017р. – Тернопіль: ТНТУ), на Міжнародній студентській науково - технічній конференції "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ" (26 квітня 2018р. – Тернопіль: ТНТУ).

**Структура та обсяг.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 105 сторінках, списку використаних джерел з 127 назв на 12 сторінках, додатків на 3 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 120 сторінок.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** 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 визначення емоцій електроенцефалографічним методом» визначено, що у неврології для дослідження емоційних станів людини, зокрема депресій, та лікування їх наслідків ефективно застосовують електроенцефалографію як метод реєстрації електричної активності мозку у вигляді електроенцефалосигналу. Точність класифікації психоемоційних станів за даними ЕЕС сягає 80%. Ряд наукових робіт підтверджує залежність альфа-ритму від емоційного стану. При різних емоційних станах і зокрема депресії, зазнають суттєвих змін показники когерентності. Чутливим індикатором є когерентність в альфа-діапазоні.

Вищенаведені дані спонукають до розробки новітніх методів діагностики психоемоційного стану людини, які б враховували зміни альфа-активності електроенцефалограми.

**У другому розділі** «Математична модель альфа-хвилі електроенцефалографічного сигналу» визначено, що програмне забезпечення в сучасних автоматизованих діагностичних системах базується на методах опрацювання досліджуваних електроенцефалографічних сигналів, розроблених на основі математичних моделей. Обґрунтовано, що адекватною математичною моделлю ЕЕГ-сигналу буде стаціонарний випадковий процес (випадкова функція) X(t), коли всі її ймовірнісні характеристики не залежать від аргументу t.

**У третьому розділі** «Метод оцінювання психоемоційного стану за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу» розроблено методику та послідовність проведення експерименту для визначення психоемоційних станів. В результаті виконання розділу було обґрунтовано доцільність вейвлет-перетворення з функцією Хаара.

**У четвертому розділі** «Експериментальні дослідження процесу аналізу альфа-ритму електроенцефалографічного сигналу» розроблено блок-схему та пакет програми для проведення експериментального дослідження аналізу альфа-ритму ЕЕГ-сигналу при емоційних навантаженнях. За реалізаціями альфа-хвиль ЕЕГ-сигналу встановлено, що емоційні впливи відображаються на відведеннях T5, T6 (задньоскроневі) та O2 (потиличне), що відображають електричну активність мозку в цих ділянках.

Для більш коректного визначення зон локалізації емоційного стану, на ділянках мозку людини проведено дослідження відведень шляхом вейвлет-аналізу альфа-ритму ЕЕГ-сигналу. Для різних психоемоційних станів спостерігається чітке виділення часу переходів від одного стану до іншого за інтенсивностями спектрів, які отримано шляхом вейвлет-аналізу альфа-хвилі ЕЕГ-сигналу.

**У п’ятому розділі** «Спеціальна частина» описанометодику проведення медико-біологічних досліджень та обґрунтовано вибір УДК напряму 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 84 813,54 грн., а кількісна оцінка науково-технічної ефективності науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,681 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання науково-дослідної роботи можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

**У сьомому розділі** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто правила техніки безпеки та заходи щодо захисту від ураження електричним струмом при експлуатації електроенцефалографічного обладнання. А також встановлено, що дане обладнання відповідає вимогам охорони праці з посиланням на конкретні нормативні документи з охорони праці.

**У восьмому розділі** «Екологія» розглянуто актуальність екологічних проблем у містах, шкідливий вплив на довкілля при виготовленні електроенцефалографічних систем, заходи щодо зменшення забрудненості довкілля.

**У додатках** наведено тексти програм у пакеті прикладних програм MATLAB для виділення та вейвлет-аналізу альфа-ритму.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі розв’язано актуальну наукову задачу розроблення методу оцінювання психоемоційного стану людини за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено аналіз відомих методів, таких як аналіз сигналу в частотно-часовій області, спектральний та вейвлет-аналіз для альфа-хвиль електроенцефалографічного сигналу, при оцінюванні психоемоційного стану людини. Та визначено, що базис Хаара краще, ніж базис Фур'є, підходить для аналізу ЕЕГ-сигналу.

2. Обґрунтовано математичну модель альфа-хвиль електроенцефалографічного сигналу для розв’язання задачі оцінювання психоемоційного стану людини. Та визначено, що адекватною математичною моделлю ЕЕГ-сигналу буде стаціонарний випадковий процес (випадкова функція) X(t), коли всі її ймовірнісні характеристики не залежать від аргументу t.

Така математична модель електроенцефалографічного сигналу дає змогу реалізувати відносно прості алгоритми його опрацювання для отримання статистичних оцінок імовірнісних характеристик, які є показниками стану центральної нервової системи, методами енергетичної теорії стохастичних сигналів.

3. Розроблено метод аналізу альфа-хвилі електроенцефалографічного сигналу на базі вейвлету Хаара, принцип якого полягає у використанні масштабованих та зсунутих базисних функцій, що дало змогу визначити зміни амплітудних параметрів електроенцефалографічного сигналу в часі в залежності від впливу різних зображень, що підтверджує факт зміни психоемоційного стану за зміною мозкової електричної активності.

4. Розроблено програмне забезпечення для проведення експериментального дослідження аналізу альфа-ритму ЕЕГ-сигналу при емоційних навантаженнях.

Проведено експериментальні дослідження над групою пацієнтів, і за реалізаціями альфа-хвиль ЕЕГ-сигналу встановлено, що емоційні впливи відображаються на відведеннях T5, T6 (задньоскроневі) та O2 (потиличне), що відображають електричну активність мозку в даних ділянках. Для більш коректного визначення зон локалізації емоційного стану на ділянках мозку людини, проведено дослідження відведень шляхом вейвлет-аналізу альфа-ритму ЕЕГ-сигналу. Для різних психоемоційних станів спостерігається чітке виділення часу переходів від одного стану до іншого за інтенсивностями спектрів, які отримано шляхом вейвлет-аналізу альфа-хвилі ЕЕГ-сигналу.

## ПЕРЕЛIК ПРAЦЬ

1. Кубашок А. В. Структура методу відновлення психоемоційного стану людини із врахуванням альфа-активності енцефалограми / Кубашок А. В. // Збірник тез Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 26-27 квітня 2018 року. — Т. : ТНТУ, 2018. — Том 1. — С. 234–235.

**АНОТАЦІЯ**

Кубашок А. В. Метод оцінювання психоемоційного стану людини за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

Дипломну роботу магістра присвячено питанням розроблення методу та алгоритму для задачі автоматизованого визначення психоемоційного стану людини. Проведено аналіз стану проблеми і способів діагностування психоемоційних станів за альфа-хвилями електроенцефалографічного сигналу, та обґрунтовано структуру математичної моделі і методи аналізу. Описано зміни спектральних і когерентних характеристик електроенцефалограми при виконанні емоційних і когнітивних навантажень. Опрацьовано відомі методи аналізу електроенцефалографічного сигналу, та виділено найбільш коректний в плані оцінки психоемоційного стану людини. Обґрунтовано необхідність оцінювання зміни параметрів альфа-ритму ЕЕГ-сигналу в межах вікна, яке зсувається в межах осі часу. Розроблено метод аналізу електроенцефалографічного сигналу для задач виділення інтенсивності спектрів для різних емоційних станів. Розроблено програмну реалізацію аналізу альфа-хвиль в середовищі MATLAB.

Ключові слова: електроенцефалографічний сигнал, альфа-ритм, альфа-хвилі, моделювання, вейвлет, психоемоційний стан.

**ABSTRACT**

Kubashok A.V. The method of a human psycho-emotional state evaluation by the electroencephalographic signal alpha waves.

Master's thesis, specializing 163 – Biomedical Engineering, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RBm-61 Group, Ternopil Ivan Pului National Technical University, Ternopil, 2018.

The thesis of the master's degree is devoted to the questions of developing a method and algorithm for the task of automated determination of a person's psycho-emotional state. The analysis of the state of the problem and methods for diagnosing the psycho-emotional states in the alpha waves of the electroencephalographic signal is carried out, and the structure of the mathematical model and methods of analysis are substantiated. Changes in the spectral and coherent characteristics of the electroencephalogram in emotional and cognitive load are described. Well-known methods of the analysis of the electroencephalographic signal have been worked out, and the most correct in the estimation of the psychoemotional status of a person is highlighted. The necessity of estimating the change of parameters of the alpha rhythm of the EEG signal within the window, which shifts within the time axis, is substantiated. The method of analysis of the encephalographic signal for the tasks of allocating the intensity of the spectra for different emotional states is developed. The program implementation of the analysis of alpha waves in the MATLAB environment was developed.

Key words: electroencephalographic signal, alpha-rhythm, alpha waves, modeling, wavelet, psycho-emotional state.