МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Фуч Ольга Віталіївна

УДК 616.89-008.454:519.218

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ЗА БЕТА-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.** Під емоціями психологи розуміють рефлекторну психовегетативну реакцію, яка пов’язана з проявами суб’єктивного пристрасного відношення (у вигляді переживання) до ситуації [Дмитроца О., Швайко С., Журавльов О.]. Незважаючи на той факт, що емоції беруть участь у підтримці гомеостазу організму, існують численні дані про негативний вплив негативних емоцій на особистість та позитивний – позитивних.

Емоційні стани людини можна досліджувати різними методами: опитуванням, реєстрацією показників активності вегетативної нервової системи (шкірно-гальванічна реакція, електрокардіограма, плетизмограма), проте все більше дослідників надають перевагу електроенцефалограмі (ЕЕГ) [Костюнина М.Б., Лапин М.А., Алфимова М.В., Лапшина Т.Н.]. Існують дані, що точність класифікації емоційних реакцій за даними електроенцефалографії сягає 80 % [Bratsas C., Papadelis C., Konstantinidis E., Pappas C.].

Особливої уваги заслуговує динаміка бета-ритму. У здорової дорослої людини в лобних ділянках домінуючою є саме бета-активність, що представлена хвилями частотою 18-30 Гц, напругою 5-30 мкВ і виникає у стані активної бадьорості.

Депресивні стани відносяться до числа найбільш розповсюджених психічних розладів, за даними статистичних досліджень Всесвітньої організації охорони здоров’я (ВООЗ), більше ніж 100 мільйонів людей у всьому світі страждають порушенням психіки з клінічною картиною депресивного розладу. На сучасному етапі депресія стає хворобою століття – за даними ВООЗ близько 30% пацієнтів, що звертаються до лікаря, страждають на депресію. За прогнозами ВООЗ захворюваність на депресію у 2020 році вийде на 1 місце, випереджаючи серцево-судинну патологію. Тому актуальною задачею медиків в Україні та світі є своєчасне діагностування депресивних станів людей.

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 (M.Esslen ) (ЕЕС). Точність класифікації депресійних станів за даними ЕЕС сягає 80% (Bratsas C., Papadelis C., Konstantinidis E., Pappas C). Зміни коркової ритміки при емоційних реакціях проявляються в посиленні повільнохвильової активності і специфічній для різних емоцій зміні бета-потужності (Jausovec N., Knyazev G.G.).

Діагностична цінність системи базується на адекватній математичній моделі. На даний час існує багато методів, які активно використовуються для вивчення та аналізу ЕЕС з метою виявлення патологічних відхилень, зокрема депресивних ознак.

Аналіз ЕЕГ, що здійснюється на підставі зовнішнього вигляду графіків є трудомістким недостатньо об'єктивним та менш точним в порівнянні з перетворенням Фур’є, чи вейвлет-перетворенням, особливо, якщо обробляється запис ЕЕГ великої тривалості, наприклад, виконана протягом доби.

Іншим поширеним методом є аналіз на основі перетворення Фур’є. При проведені такого аналізу використовується сегментація вхідного сигналу на епохи тривалістю 1-2 с. Крім того, 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. Для цього потрібно провести аналіз бета-хвилі електроенцефалосигналу людини і обрати вейвлет-аналіз з найбліьш прийнятою функцією і коефіцієнтами.

Підсумовуючи вище сказане, постає необхідність у такому перетворенні бета-хвиль електроенцефалографічного сигналу, яке б враховувало недоліки інших методів і забезпечило достовірне виявлення психоемоційних станів. Саме таким критеріям відповідає вейвлет-перетворення.

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

Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

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

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

3. Розробити метод аналізу бета-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 бета-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

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

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

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше застосовано вейвлет-аналіз з функцією Морле, з перспективою створення автоматизованої системи визначення психоемоційних станів на основі бета-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 125 назв на 13 сторінках, додатків на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 122 сторінки.

**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 за допомогою електроенцефалографії» визначено, що у психологічній практиці є важливим визначення психоемоційного стану людини. Серед ряду діагностичних можливостей вагоме місце посідає електроенцефалографія. Застосування сучасних методів математичного аналізу і обробки ЕЕГ-даних ще більше збільшує діагностичну значимість методу. Точність класифікації емоційних реакцій за даними електроенцефалографії сягає 80%.

У здорової дорослої людини в лобних ділянках домінуючою є бета-активність, що представлена хвилями частотою 18-30 Гц, напругою 5-30 мкВ і виникає у стані активної бадьорості. Ряд наукових робіт підтверджує залежність бета-ритму від емоційного стану. Спостерігаються негативні зв’язки між рівнем особистісної тривожності та потужністю бета-ритмів, а у обстежуваних з високим рівнем - позитивні зв’язки.

Тому, вивчення впливу емоційного стану на стан бета-активності є важливим завданням як для психотерапевтів, так і для невропатологів.

**У другому розділі** «Математична модель бета-хвилі електроенцефалографічного сигналу» визначено, що відбір та опрацювання електроенцефалографічних сигналів в області медичної діагностики проводиться для оцінювання степені нервової активності структур мозку, виявлення та локалізації осередкових уражень, загальномозкових розладів. Відповідно до енергетичної теорії стохастичних сигналів адекватним фізичній природі ЕЕГ сигналів (наявність ритмічної структури) буде стаціонарний випадковий процес коли ймовірнісні характеристики функції не залежать від аргументу часу.

**У третьому розділі** «Метод оцінювання психоемоційного стану за бета-хвилями електроенцефалографічного сигналу» розроблено метод аналізу бета-хвилі електроенцефалографічного сигналу на базі вейвлет-перетворення з функцією Морле, для оцінювання психоемоційного стану людини. При виборі вейвлету для аналізу таких нестаціонарних сигналів як ЕЕГ сигнали, що використовуються для діагностування психоемоційних станів, перевагу було надано вейлету Морле.

**У четвертому розділі** «Експериментальні дослідження процесу аналізу бета-ритму електроенцефалографічного сигналу» розроблено блок-схему та пакет програми для проведення експериментального дослідження аналізу бета-хвилі ЕЕГ-сигналу при психоемоційних навантаженнях.

За реалізаціями бета-хвилі ЕЕГ-сигналу встановлено що емоційні впливи відображаються на відведеннях FP1 та F4 (задньолобові) (фронтальні), що відображають електричну активність мозку в лобній ділянці.

Застосування методу вейлет Морле до аналізу бета-хвиль ЕЕГ-сигналу дає позитивні результати для виділення зон переходу від одного стану в інший з метою визначення часових параметрів відновлення психоемоційного стану після впливу негативних емоцій, що в загальному характеризує психоемоційну стійкість людини.

**У п’ятому розділі** «Спеціальна частина» описанометодику медико-біологічних досліджень для визначення психоемоційних станів з бета-хвиль ЕЕГ людини, а також 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 86 908,36 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність 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 НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

**У сьомому розділі** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання створення сприятливих умов праці, та описано заходи щодо захисту від ураження електричним струмом при експлуатації електроенцефалографічного обладнання. Подано посилання на конкретні нормативні документи з охорони праці при роботі з даним обладнанням.

**У восьмому розділі** «Екологія» проаналізовано екологічну статистику у містах, встановлено шкідливий вплив на довкілля при виготовленні електроенцефалографічних систем і описано шляхи зменшення забрудненості довкілля шляхом впровадження певних стандартів.

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

**ВИСНОВКИ**

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

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено аналіз відомих методів аналізу бета-хвиль електроенцефалографічного сигналу при оцінюванні психоемоційного стану людини. Серед ряду діагностичних можливостей вагоме місце посідає електроенцефалографія. Застосування сучасних методів математичного аналізу і обробки ЕЕГ-даних ще більше збільшує діагностичну значимість методу. Ряд наукових робіт підтверджує залежність бета-ритму від емоційного стану. Спостерігаються негативні зв’язки між рівнем особистісної тривожності та потужністю бета-ритмів, а у обстежуваних з високим рівнем - позитивні зв’язки. Тому, вивчення впливу емоційного стану на стан бета-активності є важливим завданням як для психотерапевтів, так і для невропатологів.

2. Обґрунтовано математичну модель бета-хвиль електроенцефалографічного сигналу, та визначено, що відповідно до енергетичної теорії стохастичних сигналів адекватним фізичній природі ЕЕГ сигналів (наявність ритмічної структури) буде стаціонарний випадковий процес коли ймовірнісні характеристики функції не залежать від аргументу часу.

3. Розроблено метод аналізу бета-хвилі електроенцефалографічного сигналу на базі вейвлет-перетворення з функцією Морле, для оцінювання психоемоційного стану людини. При виборі вейвлету для аналізу таких нестаціонарних сигналів як ЕЕГ сигнали, що використовуються для діагностування психоемоційних станів, перевагу було надано вейлету Морле. Проведене дослідження показало, що присутність домінуючої частоти дозволяє варіювати вибірковість вейвлету Морле в частотній області. Результати проведеного дослідження та метод налізу, що приводиться, можуть бути застосовані до будь-якого вейвлету з сімейства Гауса. В часовій області комплексний вейвлет Морле представляє собою комплексну експоненту, що модулюється функцією Гауса.

4. Розроблено програмне забезпечення для оцінювання психоемоційного стану людини та встановлено що емоційні впливи відображаються на відведеннях FP1 та F4 (задньолобові) (фронтальні), що показують електричну активність мозку в лобній ділянці. Проведено експериментальні дослідження над групою пацієнтів, і встановлено, що застосування методу вейвлет Морле до аналізу бета-хвиль ЕЕГ-сигналу дає позитивні результати для виділення зон переходу від одного стану в інший з метою визначення часових параметрів відновлення психоемоційного стану після впливу негативних емоцій, що в загальному характеризує психоемоційну стійкість людини.

## ПЕРЕЛIК ПРAЦЬ

1. Фуч О. В. Структура методу відновлення психоемоційного стану людини із врахуванням бета-активності енцефалограми / Фуч О. 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. 224–226.

**АНОТАЦІЯ**

Фуч О. В. Метод оцінювання психоемоційного стану людини за бета-хвилями електроенцефалографічного сигналу.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 Біомедична інженерія, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РБм-61, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломну роботу магістра спрямовано на розроблення методу та алгоритму для автоматизованого визначення психоемоційного стану людини. Проведено аналіз способів діагностування психоемоційних станів людини за бета-хвилями, реєстрацію електроенцефалографічного сигналу, а також обгрунтовано математичну модель та метод аналізу. Аналізовано та відібрано електроенцефалографічні сигнали при позитивних та негативних емоційних станах. Розглянуто методи аналізу електроенцефалосигналу для виділення інтенсивності спектрів, розроблено метод аналізу електроенцефалосигналу з метою виділення інтенсивності спектрів для різних психоемоційних станів людини. В середовищі MATLAB розроблено програмну реалізацію аналізу бета-хвиль.

Ключові слова: електроенцефалограма, бета-хвиля, бета-ритм, моделювання, психоемоційний стан, діагностика, математична модель.

**ABSTRACT**

Fuch O.V. The method of a human psycho-emotional state evaluation for the electroencephalographic signal beta-wave.

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 master's thesis is aimed at developing a method and algorithm for automated determination of a person's psycho-emotional state. The analysis of methods of diagnosing human psychoemotional states in beta-waves, registration of electroencephalographic signal, and also the mathematical model and method of analysis are substantiated. Electroencephalographic signals with positive and negative emotional states have been analyzed and selected. The methods of analysis of the electroencephalogram for determining the intensity of the spectra are considered, the method of the analysis of the electroencephalograph has been developed in order to determine the intensity of the spectra for various psychoemotional states of a person. In the environment of MATLAB developed software implementation of the analysis of beta waves.

Key words: electroencephalogram, beta-wave, beta-rhythm, modeling, psycho-emotional state, diagnostics, mathematical model.