

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

МОРГУЛЕЦЬ ЯНА СЕРГІЇВНА

УДК 612.821.1:612.821.8:519.21

**МЕТОД ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛІВ ПРИ
ПСИХОЕМОЦІЙНОМУ НАВАНТАЖЕННІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ІНФОРМАТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОЕЦЕФАЛОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ**

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 роботи. За даними ВООЗ у всьому світі спостерігається негативна тенденція розвитку психоемоційних розладів серед населення різних країн світу на фоні стресових ситуацій (конфлікти, переживання та інші). Тому актуальною задачею медицини є профілактика запобігання розвитку психоемоційних розладів у вигляді депресій, неврозів (істерія та психастенія) та «синдрому хронічної втоми».

Для дослідження психоемоційних станів застосовують такі методи як анкетування, реєстрація показників активності вегетативної нервової системи (електрокардіографія, шкірно-гальванічна реакція, плетизмографія, електроенцефалографія). За даними вчених Bratsas С., Konstantinidis E., Papadelis С., Pappas С., Лапин М.А., Костюнина М.Б., Лапшина Т.Н. Алфимова М.В., встановлено, що електроенцефалографія як неінвазний метод медикодобіологічного дослідження функціонального стану головного мозку шляхом реєстрації його сумарної біоелектричної активності (електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) (ЕЕС)) забезпечує на 80% точність класифікації психоемоційних реакцій.

Для реєстрації ЕЕС та ефективного оцінювання психоемоційного стану людини застосовують комп'ютерні електроцефалографічні системи такі як Expert-16 Compact (Україна, Tredex), НЕЙРОКОМ (ХАІ-Медика, Україна), Braintest (DX-системи, Україна) та інші. Алгоритмічне та програмне забезпечення оцінювання психоемоційного стану людини у цих системах реалізованого на базі авторегресійного (Жуковський В.Д.), терн-амплітудного (Ронкин М.А., Зенков Л.Р.), спектрального аналіз (Д.С. Сахаров, Р.А. Павлыгина, В.И. Давыдов), кореляційний (Honda, Sato) та спектрально-кореляційного (Тимчик Г.С., Цокота М.В., Терещенко Чухраєв М.В., М.Ф., Вислоух С.П.) методів обробки ЕЕС.

Відомі методи обробки ЕЕС при психоемоційному навантаженні не дають змоги оцінити фазово-часові параметри сигналу з метою дослідження комплексу часових змін у психоемоційному стані людини.

Отже, розроблення методу обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності комп'ютерних електроцефалографічних систем шляхом впровадження в область діагностики психоемоційного стану людини нового класу інформативних ознак є актуальною науковою задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є розроблення методу обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності електроцефалографічних систем.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) людини для обґрунтування напрямку наукового дослідження
2. Обґрунтувати математичну модель електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні для розв'язання задачі підвищення інформативності електроцефалографічних систем.

3. Розробити метод обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні 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 обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності електроцефалографічних систем

Предмет дослідження: математична модель та метод обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні.

Методи дослідження: енергетична теорія стохастичних сигналів, теорія прийняття рішень, програмне забезпечення, Matlab.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше на базі синфазного методу розроблено алгоритм та програмне забезпечення обробки електроенцефалосигналу для комп'ютерних електроенцефалографічних систем, чим підвищено інформативність діагностики психоемоційних станів людини у вигляді усереднених кореляційних компонент, які кількісно відображають психоемоційні зміни.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблене програмне забезпечення може бути використане як складова одиниця комп'ютерних електроенцефалографічних систем при визначенні психоемоційного стану людини.

Апробація результатів дипломної роботи.

Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на II Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2019р.) та VIII міжнародній науково-технічній конференції Молодих учених та студентів (Тернопіль, 2019).

Обсяг і структура дипломної роботи.

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 83 сторінках, списку використаних джерел 132 назв на 13 сторінках, додатків на 7 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 103 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів обробки електроенцефалосигналів (енцефалосигналів) при психоемоційному навантаженні 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 напряму наукового дослідження» проаналізовано різноманітність впливу депресивних та емоційних на емоційний та психічний стани людини. Відзначено індивідуальність людини різних вікових категорій реакцій на різні збурення. Встановлено, що усі зміни в мозку людини при дії збудників його фону емоційного та психічного чітко відображаються за

реалізацією енцефалосигналів, які несуть інформацію про електричну активність мозку різних його ділянок.

Проаналізовано відомі методи обробки енцефалосигналів, які дають змогу оцінити емоційний та психічний стану людей з урахування їх індивідуальних особливостей. Встановлено, що відомі методи не забезпечують процедури оцінення часо-фазових параметрів енцефалосигналу для дослідження цілого комплексу варіаційних процесів, які відбуваються у емоційнопсихічному стані людини під впливом різних збудників.

У другому розділі «Математична модель електроенцефалосигналу при психоемоційному навантаженні» визначено структурні параметри енцефалосигналу при емоційнопсихічному навантаженні, зокрема її форму, яка варіює при різних впливах фону, негативу та позитиву. На підставі динамічних характеристик енцефалосигналу при емоційнопсихічному навантаженні обґрунтовано параметричну структуру його моделі як процес випадковий характеру із повторними в часі характеристиками. Така модель має інструментарій обробки енцефалосигналу при визначенні параметрів емоційнопсихічний станів при різного роду впливів.

У третьому розділі «Метод та алгоритм обробки електроенцефалосигналу при психоемоційному навантаженні» описано енцефалографічну систему для реєстрації енцефалосигналів. Розроблено методику медико-біологічного дослідження емоційнопсихічного стану людини шляхом синхрофазної обробки енцефалосигналу в межах m -ої вибірки, яка зсувається по реалізації сигналу протягом усього часу спостереження. Синхрофазний метод обробки енцефалосигналу дає змогу обчислити інформаційні ознаки для енцефалографічних систем у вигляді усереднених значень компонент спектрально-кореляційних як числових показників часових варіацій у структурі сигналу протягом усього часу спостереження при різних впливах (фон, негатив, позитив).

Розроблено алгоритм обробки енцефалосигналу при емоційнопсихічному навантаженні для розроблення програмного забезпечення електроенцефалографічних систем.

У четвертому розділі «Результати обробки електроенцефалосигналу при психоемоційному навантаженні» створено блок-схему обробки електроенцефалосигналу засобами комп'ютерної техніки при емоційнопсихічному навантаженні. На основі блок-схеми розроблено в MATLAB комп'ютерну програму для електроенцефалографічних систем, яка забезпечила процедуру обробити енцефалосигналу та обчислити інформативні ознаки емоційнопсихічного стану у людини у вигляді усереднених значень спектрально-кореляційних компонент.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом 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 50645,20 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як

середньоарифметичне, що складає 0,717 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 сформульовані рекомендації щодо небезпечних умов праці обслуговуючого персоналу та пацієнтів при роботі з електроенцефалографічною системою. Зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях розглянуто питання стійкості роботи цехів та лабораторій по виготовленню електроенцефалографічної системи (ЕМА) та заходи захисту виробничого персоналу. Опрацьовано які саме фактори впливають на стійкість роботи цехів та лабораторій по виготовленню ЕМА і які є способи щоб підвищити їх стійкість. У питанні організації протипожежного захисту та проведенню протипожежної профілактики у цехах по виготовленню друкованих плат ЕМА, було вивчено обов'язки керівників, протипожежні заходи і протипожежна профілактика.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання електроенцефалографічної системи людини необхідно використовувати 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 роботі розроблено метод обробки енцефалосигналів при емоційнопсихічному навантаженні для підвищення інформативності електроенцефалографічних систем.

При цьому отримано такі результати:

1. За результатами проведеного аналізу відомих методів обробки енцефалосигналів людини обґрунтовано напрям наукового дослідження

2. Обґрунтовано матмодель енцефалосигналів при психоемоційному навантаженні у вигляді процесу випадкового характеру із повторними в часі характеристиками (так званого ПКВП) для розв'язання задачі підвищення інформативності електроенцефалографічних систем

3. Розроблено метод та алгоритм обробки енцефалосигналів при емоційнопсихічному навантаженні на основі матмоделі у вигляді процесу випадкового характеру із повторними в часі характеристиками та синхрофазного методу для оцінювання стану емоційнопсихічного у людини за інформативними ознаками у вигляді значень усереднених спектрально-кореляційних компонент.

1. 4. Засобами MATLAB розроблено комп'ютерну програму обробки енцефалосигналу у електроенцефалографічних системах для оцінювання стану емоційнопсихічного у людини та проведено дослідження експериментальні.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Моргулець Я. Метод обробки електроенцефалосигналів при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності

електроцефалографічних систем / Моргулець Я. // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 167–168. — (Біомедична інженерія).

2. Хвостівський М.О. Синфазний метод оцінювання психоемоційного стану людини за електроенцефалосигналами / Хвостівський М.О., Паньків І.М., Моргулець Я.С. // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей VIII міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. — Тернопіль : ТНТУ, 2019. — 110-111.

АНОТАЦІЯ

Моргулець Яна Сергіївна. Метод обробки електроенцефалосигналів при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності електроцефалографічних систем. — Рукопис.

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

У дипломній роботі розроблено метод обробки електроенцефалосигналів при психоемоційному навантаженні для підвищення інформативності електроцефалографічних систем. Метод обробки електроенцефалосигналів базується на математичній моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу та синфазного методу без урахування взаємозв'язку між кореляційними компонентами. Така модель дає змогу виявити появу змін у структурі електроенцефалосигналу за показниками зміни періодної складової у вигляді усереднених кореляційних компонент отриманих в межах часо-зсувного вікна.

Розроблено програмне забезпечення на основі синфазного методу для обробки електроенцефалосигналів при психоемоційному навантаженні в програмному середовищі Matlab.

Ключові слова: електроенцефалосигнал, психоемоційне навантаження, синфазний метод, інформативність, електроцефалографічна система, програмне забезпечення.

ANNOTATION

Morgulets Yana. Method processing of electroencephalosignals at psycho-emotional loading for increase of informativeness of electrocephalographic systems. - Manuscript.

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

In the diploma work the method processing of electroencephalosignals at psychoemotional loading is developed to increase the information content of electrocephalographic systems. The method of processing the analysis of electroencephalosignal is based on a mathematical model in the form of a periodically correlated random process and a synphase method without taking into account the

relationship between the correlation components. This model makes it possible to detect changes in the structure of the electroencephalogram by indicators of change of the periodic component in the form of averaged correlation components obtained within the time-shift window.

Software is developed on the basis of a synphase method for processing of electroencephalograms at psycho-emotional loading in the Matlab software environment.

Keywords: electroencephalogram, psycho-emotional load, synphase method, informative content, electroencephalographic system, software.