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

САВІЦЬКА ОКСАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 612.821:519.21

МЕТОД ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛІВ ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН ПРИ ЕПІЛЕПСІЇ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИХ 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 10^{00} 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. Епілепсія є одним з найбільш поширених хронічних захворювань головного мозку людини, які проявляється у вигляді епілептичних нападів. В Україні станом на кінець 2018 року зареєстровано 52482 хворих на епілепсію, що складає 0,12 % від загальної кількості населення (123,7 на 100 тис. населення).

Причинами розвитку епілептичних нападів є: родова та післяродова травма голови, захворювання нервової системи, інсульт, пухлини головного мозку.

Один із ефективних методів виявлення епілептичних нападів в медичній діагностиці є електроенцефалографія (ЕЕГ), яка базується на реєстрації біопотенціалів головного мозку у вигляді електроенцефалосигналу (ЕЕС) за допомогою комп'ютерних електроенцефалографічних систем. Епілептичні напади проявляються на реалізації ЕЕС у вигляді присутності спайків та гострих хвиль.

Дослідження активності мозку людини методом ЕЕГ протягом 24 годин дає змогу виявити пропущенні прояви виникнення епілептичних нападів (тривалість та інтенсивність), які у більшості випадків можуть бути пропущеними [Кислякова Е.М., Акчурина Я.Е., Савинов С.В., Ситников И.Ю., Утебеков Ж.Е., Чулкова И.Ф., Трубачева Л.В., А.К. Казакенова Холин А.А., Schomer D.L., Ives J.R., Chang B.S. та інші].

Програмне та алгоритмічне забезпечення сучасних комп'ютерних електроенцефалографічних систем побудовано на математичних методах обробки ЕЕС:

- спектральний (Кравцова Е.Ю., Шулакова К.В., Кравцов Ю.И., Кулеш А.А.),
- кореляційний (Бурденко Н.Н., Анохин И.К.. Майорчик В.Е., Selim R Benbadis MD, Diego Rielo);
- спектрально-кореляційний (Roy Sucholeiki).

Проте відомі методи обробки не дають змогу дослідити динаміку зміни структури ЕЕС впродовж 24 годин, оскільки прояви епілепсії на коротких інтервалах є пропущеними, і нехтуванням часом щодо проведення своєчасного лікування або додаткового обстеження призводить до важких та незворотних наслідків.

Тому розроблення ефективного методу обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин для комп'ютерних електроенцефалографічних систем з метою виявлення прихованих епілепсії у людей є актуальною науковою задачею.

Метою роботи є розроблення методу обробки електроенцефалосигналів впродовж 24 годин при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

Досягнення мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів обробки електроенцефалосигналу у комп'ютерних електроенцефалографічних системах для обґрунтування напряму наукового дослідження.
2. Обґрунтувати структуру математичної моделі електроенцефалосигналу впродовж 24 годин, яка уможливлює дослідити зміни у структурі сигналу в часі для розв'язання задачі виявлення епілепсії у людини.

3. Розробити метод та алгоритм обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин на основі обґрунтованої структури математичної моделі з метою отримання інформативних ознак як індикаторів виявлення епілепсії у людини.

4. Розробити програмне забезпечення для комп'ютерних електроенцефалографічних системах з метою обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин при виявленні епілепсії у людини.

5. Здійснити процедуру верифікації розробленого методу обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин на факт виявлення епілепсії у людини.

Об'єктом дослідження: процес обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

Предметом дослідження: математична модель та метод обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин для виявлення епілепсії у людини.

Методи дослідження: теорія моделей, теорія ймовірності, методи кореляційної обробки, теорія прийняття рішення, методи імітаційного моделювання, теорія випадкових процесів, обчислювальні методи, програмне забезпечення Matlab.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше обґрунтовано структуру математичної моделі електроенцефалосигналу впродовж 24 годин у вигляді кусково-випадкової послідовності білих шумів та адитивної суміші гармонічних функцій різної частоти, яка враховує амплітудно-часові зміни у структурі сигналу з проявами епілепсії у людини.

2. Вперше на базі коваріаторів з базисними гармонічними функціями одиничної амплітуди та частотами від 2 до 4 Гц розроблено метод, алгоритм та програмне забезпечення обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин для комп'ютерних електроенцефалографічних систем при виявленні епілепсії у людини.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблене програмне забезпечення може бути використане як складова одиниця комп'ютерних електроенцефалографічних систем при виявленні епілепсії у людини.

Апробація результатів дипломної роботи.

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

Обсяг і структура дипломної роботи.

Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 91 сторінці, списку використаних джерел 55 назвах на 5 сторінках, додатків на 4 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 100 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин для комп'ютерних електроенцефалографічних систем 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 «Епілепсія та електроенцефалографія» проаналізовано структуру електроенцефалосигналу для різних фаз активності мозку людини протягом 24 годин. Наведено стандартизовані способи накладання електродів для проведення методики електроенцефалографічної для реєстрації активності мозку біоелектричної людини у вигляді електроенцефалосигналу. Оцінено вплив прояву епілепсії у людей на структуру реалізації електроенцефалосигналу.

Проаналізовано методи обробки електроенцефалосигналу, зокрема частотний, спектрально-кореляційний, взаємно-кореляційний, кореляційний.

За результатами аналізу встановлено, що відомі методи обробки електроенцефалосигналів не забезпечують дослідження динаміку зміни структури електроенцефалосигналу протягом 24 годин, оскільки прояви епілепсії на коротких за часом інтервалах є не виявленими, що з часом призведе небажаних та важких наслідків від розвитку цього захворювання.

У другому розділі «Математична модель електроенцефалосигналу впродовж 24 годин» визначено параметри електроенцефалосигналу при епілепсії та без епілепсії протягом 24 годин, зокрема ступінь залежності зміни значень сигналу в період прояву епілепсії та типу цієї залежності в різні часові фрагменти. Аналіз параметрів електроенцефалосигналу вказав на доцільність подання його моделі як кусково-випадкова послідовність білих шумів (сигнал без епілепсії) та адитивної суміші гармонічних (коливних) функцій різних частот (сигнал з епілепсією).

Така модель дає змогу конструктивного розроблення алгоритмічно-програмного забезпечення для обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин при виявлені часових моментів прояву епілепсії у людей.

У третьому розділі «Метод та алгоритм обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин» описано систему для реєстрації електроенцефалосигналів протягом 24 годин. Проаналізовано структуру систем для реєстрації електроенцефалосигналів та описано усі функції її складових одиниць.

Розроблено метод обробки електроенцефалосигналів протягом 24 годин, який базується на роботі коваріаторів з базисними функціями різних частот (відповідають частотам гармонічних складових, які притаманні електроенцефалосигналів при проявах епілепсії). На базі методу розроблено алгоритм обробки електроенцефалосигналів протягом 24 годин, який дає змогу розробити (створити) програмне забезпечення для комп’ютерних електроенцефалографічних систем при виявленні епілепсії у людини.

У четвертому розділі «Результати обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин» розроблено блок-схему програмного забезпечення для обробки електроенцефалосигналу як кусково-стаціонарного випадкового процесу з метою виявлення появу епілепсії. В прикладній програмі Matlab розроблено програмне забезпечення для обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин, яке забезпечило одержання ефективних результатів виявлення епілепсії у вигляді сукупності усереднених коваріаторів, за значеннями яких визначено моменти часу проявів (початок, кінець) та їх часові тривалості.

Верифікацію розробленого методу обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин при виявленні епілепсії здійснено шляхом моделювання імітаційного. За результатами верифікації підтверджено високі числові показники точності виявлення моментів часу появи та зникнення епілепсії.

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 51492,95 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,742 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 електроенцефалографічної системи з точки зору охорони праці, а зі сторони безпеки в надзвичайних ситуаціях описано проаналізовано питання аналізу заходів по підвищенню стійкості об'єктів, що використовують електроенцефалографічну систему в надзвичайних ситуаціях, способів захисту персоналу зазначених об'єктів та членів сім'ї та проаналізовано та запропоновано методи захисту від дії ЕМІ, що базуються на врахуванні його можливого негативного впливу.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано питання моніторингу атмосферного повітря та зведення та первинне оброблення статистичних даних екологічної іноформації.

У **додатках** наведено лістинг програмного забезпечення, яке розроблено для ПК (ОС Windows 7-10, 32/64 біт) та копію апробованої тези конференції.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розроблено метод обробки електроенцефалосигналів (24 години) при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

При цьому одержано наступні результати:

1. На підставі аналізу відомих методів обробки електроенцефалосигналу у електроенцефалографічних системах комп'ютерних обґрунтовано напрям наукового дослідження.

2. Обґрунтовано структуру моделі математичної електроенцефалосигналу протягом 24 годин у вигляді кусково-випадкової послідовності білих шумів та адитивної суміші функцій гармонічних різної частоти, яка уможливлює дослідження зміни у структурі сигналу в часі з метою виявлення епілепсії у людини.

3. Розроблено метод та алгоритм обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин на основі обґрунтованої структури математичної моделі та коваріаційного методу з базисними функціями різної частоти, що дало змогу отримати інформативні ознаки як індикатори виявлення епілепсії у людини.

4. Розроблено в MATLAB програмне забезпечення для електроенцефалографічних комп'ютерних систем з метою обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.

5. На базі комп'ютерного імітаційного моделювання здійснено процес верифікації методу обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин на факт виявлення епілепсії у людини.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Савіцька О. Метод обробки електроенцефалосигналів впродовж 24 годин при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем / Савіцька О. // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 25-26 квітня 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 169-170. — (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Савіцька Оксана Олександрівна. Метод обробки електроенцефалосигналів впродовж 24 годин при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем. – Рукопис.

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

У дипломній роботі розроблено метод, алгоритм та програмне забезпечення обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин як кусково-випадкової послідовності білих шумів та адитивної суміші гармонічних функцій різної частоти для виявлення часових зон прояву епілепсії. В основі методу виявлення епілепсії у людини лежить процедура коваріаційної обробки з базисними функціями різної частоти в межах ковзного вікна по реалізації електроенцефалосигналу впродовж 24 годин. На основі методу розроблено алгоритм та програмного забезпечення застосовано пакет прикладних програм MATLAB для комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

Ключові слова: електроенцефалосигнал, 24 години. епілепсія, математична модель, алгоритм, обробка, каваріатор, програмне забезпечення, Matlab, комп'ютерні електроенцефалографічні системи.

ANNOTATION

Savitska Oksana. A method of electroencephalosignals processing in epilepsy within 24 hours for computerized electroencephalographic systems. - Manuscript.

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

The diploma work has developed a method, algorithm and software for the processing of electroencephalosignal signal within 24 hours as a piecewise random sequence of white noise and an additive mixture of harmonic functions of different frequency for detection of time zones of epilepsy. The method of detection of epilepsy in humans is based on the procedure of covariance processing with basic functions of

different frequency within the sliding window for the implementation of electroencephalosignal within 24 hours. Based on the method, the algorithm was developed and the software was applied to MATLAB software package for computer electroencephalograph systems.

Keywords: electroencephalosignal, 24 hour, epilepsy, mathematical model, algorithm, processing, covariate, software, Matlab, computer electroencephalographic systems.