

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

КУНІЦ ВАСИЛЬ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 612.82:519.688

**МЕТОД АНАЛІЗУ ДОБОВОГО ЕНЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ ДЛЯ
СВОЄЧАСНОГО ВИЯВЛЕННЯ ЕПІЛЕПТИЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ**

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 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 26 лютого 2018 р. о 10⁰⁰ 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. Епілепсія та епілептичні синдроми є одними з найбільш поширених і соціально значущих захворювань нервової системи. В Україні станом на кінець 2017 року кількість зареєстрованих хворих на епілепсію складала 0,25 % від загальної кількості населення і відповідала 246,4 на 100 тис. населення. За 13-річний період показник поширеності епілепсією збільшився з 235,1 до 246,4 на 100 тис. населення, показник захворюваності за цей час зменшився з 18,7 до 16,1.

Першопричинами виникнення цього захворювання є: фізичні пошкодження голови, порушення кровообігу в мозку, інфекційні хвороби оболонки мозку; хронічні захворювання нервової системи, такі як розсіяний склероз; наркотична залежність; алкогольна залежність; спадковість; патологія внутрішньоутробного розвитку; пухлини головного мозку; паразитарні захворювання головного мозку; порушення обміну речовин.

Один з основних методів інструментального обстеження в діагностиці епілепсії є електроенцефалографія (ЕЕГ), який базується на реєстрації біоелектричної активності мозку у вигляді електроенцефалосигналу (ЕЕС) за допомогою комп'ютерних електроенцефалографів.

Великий судомний напад при епілепсії викликає прискорення ритмів ЕЕС, психомоторний - уповільнення електричної активності, а малий напад (абсанм) - чергування швидких і повільних коливань [43]. Важливим ознакою епілепсії є наявність так званих піків (спайки) і гострих хвиль, епізодичних або стійких [43].

Проведення ЕЕГ впродовж перших 24 годин (добі) після виникнення епілептичного нападу має більшу ймовірність виявити епілептиформні аномалії, ніж проведене пізніше (впродовж наступних днів) [46].

Сучасні комп'ютерні електроенцефалографи мають у своєму складі потужний математичний інструмент для аналізу ЕЕС при епілептичних нападах, а саме частотний (Кравцова Е.Ю., Шулакова К.В., Кравцов Ю.И., Кулеш А.А.), автокореляційний (Бурденко Н.Н., Анохин И.К., Майорчик В.Е.), взаємкореляційний (Selim R Benbadis MD, Diego Rielo), спектрально-кореляційний (Roy Sucholeiki). Проте ці методи аналізу не уможливають дослідження структури добового пульсового сигналу впродовж 24 годин.

Тому дослідження структури ЕЕС впродовж доби є актуальною задачею, оскільки це забезпечує процедуру виявлення прихованих проявів розвитку аномалій головного мозку у людей з епілептичним нападом, які є несамітними при короткотривалих дослідженнях. В більшості випадків такі прояви є пропущеними, і нехтуванням часом щодо проведення своєчасного лікування або додаткового обстеження призводить до важких наслідків.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розроблення методу аналізу добового енелектроенцефалосигналу для своєчасного виявлення епілептичного стану людини.

Досягнення мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих математичних моделей та методів аналізу енелектроенцефалосигналу у електроенцефалографічних системах для обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Обґрунтувати структуру математичної моделі добового енелектроенцефалосигналу, яка уможливило врахування властивостей повторюваності випадковості для розв'язання задачі своєчасного виявлення епілептичного стану людини.

3. Розробити метод та алгоритм аналізу добового енелектроенцефалосигналу на основі обґрунтованої математичної моделі з метою виявлення нових інформативних ознак як індикаторів прояву епілептичного стану людини.

4. Розробити програмне забезпечення для аналізу добового енелектроенцефалосигналу.

Провести процедуру верифікації розробленого методу та алгоритму аналізу добового електроенцефалосигналу для розв'язання задачі своєчасного виявлення епілептичного стану.

Об'єкт дослідження: процес аналізу добового енелектроенцефалосигналу.

Предмет дослідження: математична модель добового енелектроенцефалосигналу та її властивості для своєчасного виявлення епілептичного стану людини.

Методи дослідження: енергетична теорія стохастичних сигналів, методи цифрового опрацювання сигналів, математична статистика, пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше обґрунтовано структуру математичної моделі добового енелектроенцефалосигналу у вигляді кусково періодично корельованого випадкового процесу, яка, на відміну від відомих, враховує у своїй структурі періодичність, випадковість форм порушення діяльності мозку людини як показників своєчасного прояву епілептичного стану людини.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблене програмне забезпечення дає змогу автоматизовано опрацьовувати добові енелектроенцефалосигнали у складі комп'ютерних електроенцефалографів при виявленні прихованих проявів розвитку аномалій головного мозку у людей з епілептичним нападом.

Апробація. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на XX науковій конференції ТНТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 2017р.) та Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2018р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 102 сторінках, списку використаних джерел 46 назвах на 4 сторінках, додатків на 7 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 109 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих математичних моделей та методів аналізу електроенцефалосигналів 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 наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Проаналізовано сон та основні процеси які відбуваються підчас сну, фази сну, REM NREM сон, електроенцефалосигнал та методи накладання електродів. Наведено приклади зміни коливань в електроенцефалосигналі та методи його аналізу (спектрально-кореляційний, частотний, кореляційний, взаємно-кореляційний, вейвлет перетворення, дисперсійний (статистичний) аналіз).

Проведення ЕЕГ впродовж перших 24 годин (добі) після виникнення епілептичного нападу має більшу ймовірність виявити епілептиформні аномалії, ніж проведене пізніше (впродовж наступних днів).

Тому дослідження структури ЕЕС впродовж доби є актуальною задачею, оскільки це забезпечує процедуру виявлення прихованих проявів розвитку аномалій головного мозку у людей з епілептичним нападом, які є незамітними при короткотривалих дослідженнях. В більшості випадків такі прояви є пропущеними, і нехтуванням часом щодо проведення своєчасного лікування або додаткового обстеження призводить до важких наслідків.

У другому розділі «Математична модель добового електроенцефалосигналу» проаналізовано структуру добового електроенцефалосигналу на базі детермінованого та стохастичного аналізів. На підставі аналізів встановлено, що математична модель як періодично корельований випадковий процес відображає у своїй структурі властивості електроенцефалосигналу при епілептичних нападах (періодичність та випадковість) і тим самим забезпечує розроблення ефективного методу виявлення цих нападів впродовж добового спостереження.

У третьому розділі «Метод аналізу добового електроенцефалосигналу» описано спосіб реєстрації електроенцефалосигналів. Проаналізовано синфазний метод аналізу електроенцефалосигналу в межах ковзного вікна як періодично корельованого випадкового процесу, який уможлиблює обчислити оцінки у вигляді кореляційних компонент як індикаторів прояву епілептичного стану людини.

Розроблено алгоритм виявлення моменту появ епілептичного стану за результатами аналізу добового електроенцефалосигналу.

У четвертому розділі «Результати аналізу добового електроенцефалосигналу» розроблено блок-схему програми для аналізу ЕЕС як періодично корельованого випадкового процесу з метою виявлення появи проявів епілептичного стану людини. За допомогою програмного забезпечення Matlab створено програму автоматизованого аналізу добового ЕЕС, яка забезпечили отримання результату виявлення моменту проявів епілептичних нападів впродовж 24 годин. Проведено процедуру верифікації алгоритму аналізу та програмного забезпечення на базі тестової моделі, як підтвердила істинність їх роботи по виявленню появи епілептичних нападів.

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 58386,70 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 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» сформульовано рекомендації щодо небезпечних умов праці обслуговуючого персоналу та пацієнтів при роботі з електроенцефалографічною системою. Розглянуто питання стійкості роботи цехів та лабораторій по виготовленню 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 електроенцефалографа людини необхідно використовувати технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище

У додатках наведено тексти програм, які розроблено для ПК (ОС Windows 7, 8, 10).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу аналізу добового енелектроенцефалосигналу для своєчасного виявлення епілептичного стану людини.

При цьому отримано такі результати:

1. На підставі проведено аналізу відомих математичних моделей та методів аналізу добового енелектроенцефалосигналу при епілептичних нападах у електроенцефалографічних системах сформульовано основні вимоги до властивостей моделі: врахування властивостей повторюваності та випадковості електроенцефалосигналу.

2. Обґрунтовано структуру математичної моделі добового енелектроенцефалосигналу, яка уможливає врахування у своїй структурі властивостей повторюваності та випадковості для розв'язання задачі своєчасного виявлення епілептичного стану людини.

3. Розроблено метод та алгоритм аналізу добового енелектроенцефалосигналу на основі обґрунтованої математичної моделі, що забезпечило процедуру виявлення нових інформативних ознак як індикаторів прояву епілептичного стану людини.

4. Розроблено програмне забезпечення в середовищі MATLAB для аналізу добового енелектроенцефалосигналу

5. Проведено процедуру верифікації розробленого методу та алгоритму аналізу добового електроенцефалосигналу на базі тестової моделі, результати якої підтвердили факт працездатності розробленого методу виявлення епілептичного стану.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Дозорський В. Г. Метод відбору електроенцефалографічних сигналів / В.Г. Дозорський, Б.В. Бенцал, В.В. Куніц // Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 17-18 травня 2017 року. – Т. : ТНТУ, 2017. – С. 122. – (Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікації, приладобудування).

2. Куніц В.В. Математична модель добового електроенцефалосигналу для своєчасного виявлення епілептичного стану людини / Куніц В. 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. 231-233. – (Біомедична інженерія).

АНОТАЦІЯ

Куніц Василь Володимирович. Метод аналізу добового електроенцефалосигналу для своєчасного виявлення епілептичного стану людини. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 Біомедична інженерія, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі розроблено метод, алгоритм та програмне забезпечення аналізу добового електроенцефалосигналу як періодично корельованого випадкового процесу для своєчасного виявлення епілептичного стану людини. В основі методу виявлення епілептичного стану людини лежить процедура синфазного аналізу електроенцефалосигналу в межах ковзного вікна по реалізації добового пульсового сигналу.

Для розроблення програмного забезпечення застосовано пакет прикладних програм MATLAB.

Ключові слова: добовий електроенцефалосигнал, математична модель, алгоритм, метод аналізу, синфазний метод, програмне забезпечення, Matlab.

ANNOTATION

Kunits Vasyl Volodymyrovych. Method of analysis of 24 hours electroencephalogram for timely detection of an epileptic condition of a person. – Manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In the thesis the method, algorithm and software of analysis of the daily electroencephalogram as a periodically correlated random process for timely detection of an epileptic state of a person is developed. At the heart of the method of detecting the epileptic state of a person is the procedure of common-mode analysis of the electroencephalogram in the framework of a sliding window for the implementation of the daily pulse signal.

MATLAB application package is applied to software development.

Keywords: 24 hours electroencephalogram, mathematical model, algorithm, method of analysis, common method, software, Matlab.