

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, коваріатор, програмне забезпечення, Matlab, комп'ютерні електроенцефалографічні системи.

Список публікацій здобувача:

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).

ANNOTATION

Savitska Oksana. A method of electroencephal signals 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 electroencephal 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 electroencephal signal 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: electroencephal signal, 24 hour, epilepsy, mathematical model, algorithm, processing, covariate, software, Matlab, computer electroencephalographic systems.

List of publications by the subject of diploma work:

1. Savitska O. Method of processing electroencephal signals for 24 hours in epilepsy for computerized electroencephalographic systems / Savitska O. // Proceedings of the II International Student Scientific and Technical Conference "Natural Sciences and Humanities. Topical Issues", April 25-26, 2019. - T.: TNTU, 2019. - P. 169-170. - (Biomedical Engineering).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ЕПІЛЕПТИЧНІ НАПАДИ ТА ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЯ.....	12
1.1 Діагностика епілепсії.....	12
1.2 Електроенцефалографія головного мозку як індикатор епілепсії.....	14
1.3 Реєстрація електроенцефалосигналу.....	16
1.4 Структура та фази електроенцефалосигналу людини.....	17
1.5 Прояв епілепсії на реалізації електроенцефалосигналу.....	23
1.6 Методи обробки електроенцефалосигналу.....	24
1.6.1 Частотний аналіз електроенцефалосигналу.....	24
1.6.2 Кореляційний аналіз електроенцефалосигналу.....	26
1.6.3 Взаємо-кореляційний аналіз електроенцефалосигналу.....	27
1.6.4 Спектрально-кореляційний аналіз електроенцефалосигналу.....	28
1.7 Висновки до розділу.....	29
РОЗДІЛ 2 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ.....	30
2.1 Структура електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	30
2.2 Математична модель електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	35
2.3 Висновки до розділу 2.....	38
РОЗДІЛ 3 МЕТОД ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН.....	39
3.1 Реєстрація електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	39
3.2 Метод обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	43
3.3 Алгоритм обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	46
3.4 Висновки до розділу 3.....	49
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН.....	51
4.1 Блок-схема програми обробки електроенцефалосигналу.....	51
4.2 Програмна реалізація обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	52

4.3	Результати обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	55
4.4	Верифікація алгоритмічного та програмного забезпечення обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.....	56
4.5	Висновки до розділу 4.....	58
РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....		59
5.1	Методика проведення медико-біологічних досліджень.....	59
5.1.1	Показання та протипоказання.....	59
5.1.2	Підготовка до проведення електроенцефалографії.....	60
5.1.3	Методика проведення дослідження.....	62
5.2	Обґрунтування вибору УДК на пряму наукового дослідження.....	63
5.3	Висновки до розділу 5.....	65
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....		66
6.1	Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	66
6.2	Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	71
6.3	Висновки до розділу 6.....	75
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		76
7.1	Охорона праці.....	76
7.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	78
7.3	Висновки до розділу 7.....	83
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....		84
8.1	Моніторинг атмосферного повітря.....	84
8.2	Зведення та первинне оброблення статистичних даних екологічної інформації.....	87
8.3	Висновки до розділу 8.....	89
ВИСНОВКИ.....		90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		91

ДОДАТКИ.....	96
ДОДАТОК А. Текст програми обробки електроенцефалосигналу (24 години).....	97
ДОДАТОК Б. Копія тези конференції	99

ВСТУП

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 наряду наукового дослідження.

2. Обґрунтувати структуру математичної моделі електроенцефалосигналу впродовж 24 годин, яка уможливило 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 є процес обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин при епілепсії для комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

Предметом дослідження є 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-технічній 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.

РОЗДІЛ 1

ЕПІЛЕПСІЯ ТА ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЯ

1.1 Діагностика епілепсії

Епілепсія є захворювання хронічного генезису, яке характеризується багатьма форма та різноманітними проявами. Епілепсії у вигляді епілептичних нападів класифікують за типом нападу як фокальні та генералізовані. При епілепсії фокального типу патологічна біонейрона активність є лімітованою в певних ділянці головного мозку, а при епілепсії генералізованого типу відбувається локалізацію на всіх ділянках мозку (рис.1.1).

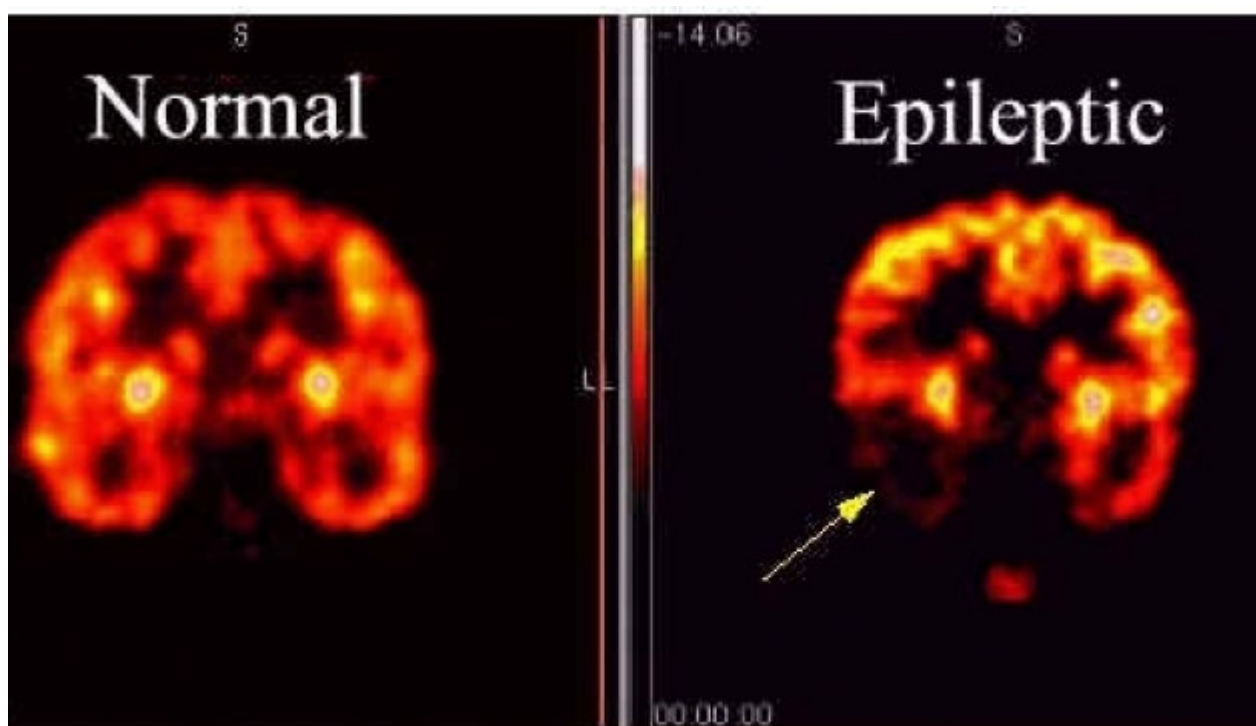


Рис.1.1. Стан мозку в стані норми та при епілепсії

Напади при епілепсії класифікують як симптоматичні гострі, тобто спровоковані або неспровоковані.

Напади спровоковані формуються в процесі гострих станів чи ушкоджень в організмі цілому або мають певний зв'язок у часові з чітко вираженим ураженням

мозку головного людини. Найбільш встановленими причинами прояву нападів є захворювання судин мозку головного, травми черепно-мозкові, залежність наркотична, вплив токсичних речовин та наркотичних засобів та метаболічні порушення. Випадки з епілепсією симптоматичною у більшості випадків не перевищують від 25% до 45%.

Епілептичні напади неспровокованого типу ділять на категорії:

- напади, які виникають за відсутності зовнішніх подразників (етіологія епілептичного нападу є невідомою);
- напади, які формуються в процесі патології ЦНС або за рахунок пошкоджень мозку голови.

Епілептичні напади неспровокованого генезису можуть відбутися лише один раз, тобто вони виникли перший раз, або постійно повторюватися. Найбільше напади формуються у мужчин різного віку, зокрема в осіб, яким молодше одного року або старшим 65 років. Прогноз щодо успішної реабілітації в першу чергу залежать від виду епілептичного нападу, його генезису.

Згідно до Міжнародної асоціації/ліги спеціалістів про епілепсіях (ILAE) патологічний висновок про діагноз епілепсії підтверджується в таких випадках:

- коли напади неспровоковані досягають за їх кількості до двох разів з інтервалом часу між їхніми проявами більше 24 год.;
- неспровокований напад в кількості один раз, який з часом збільшується до 60% і є велика вірогідність його повторення впродовж наступних 10 років (випадком такого є коли ситуація з пацієнтом, в якого відбувся напад перший раз через місяць після прогресу захворювання у вигляді інсульту (ризик повтору епілептичного нападу складає більше 60%);
- присутній синдром епілептичний (випадком такого є коли у пацієнта віком 14 років відбувся перший напад та зміни активності біоелектричній мозку є типовими для епілепсії міоклонічної ювенільної).

Діагностика рівня епілепсії у пацієнтів перш за все розпочинається з анамнезу збору, тобто здійснюється повний огляд пацієнта з додатковим його опитування). Лікар в процесі діагностики уточнює усі причини, які могли спровокувати напад, а

також прояви клінічного нападу та здійснює оцінювання стану пацієнта після відбутого нападу.

Медичну діагностичну вагу при встановленні типу епілепсії та її причин мають:

- відчуття, які пацієнт відчував при втраті свідомості, а також при рухах очей асиметричних, втраті відчуття у кінцівках та інші;
- функціональний стан свідомості досліджуваного пацієнта в процесі нападу, тобто стан є втраченим (відбулися зміни) чи збереженим (без змін);
- інтервал часу впродовж якого відбувся напад;
- післянападний стан, чи є присутніми відчуття оніміння в тілі людини, наявність відчуття втоми в кінцівках тіла та інші;

Також в процесі діагностики визначають симптоми супутні, стани, епілептичний анамнез та фактори, які провокують напади.

Для визначення механізму формування та причини нападу в парі з оглядом неврологічним та описом проявів клінічних застосовують лабораторні та інструментальні (використання технічних засобів) обстеження. Також обов'язковим є виключення першопричини неепілептичного нападу, а саме неврологічні, психіатричні або системні.

Один із базових методів обстеження інструментального в діагностиці клінічній епілептичних нападів є електроенцефалографія, яка забезпечує процес реєстрації активності мозку людини у вигляді електроенцефалосигналу як показника проявів епілепсії.

1.2 Електроенцефалографія головного мозку як індикатор епілепсії

При виявленні епілепсії електроенцефалографія мозку є ефективним методом діагностики функціональної, яка передусім забезпечує процедуру оцінювання стану мозку людини, при цьому в основі покладено процедуру аналізу активності біоелектричної мозку. При різних функціональних станах мозку та факту присутності епілептичного захворювання мозку у вигляді з ураження, біоелектрична активність буде варіювати, що кількісно відобразиться на електроенцефалосигналі і тим самим

дасть змогу лікареві сформувавши медичний висновок про наявність або відсутність патологічного стану [26].

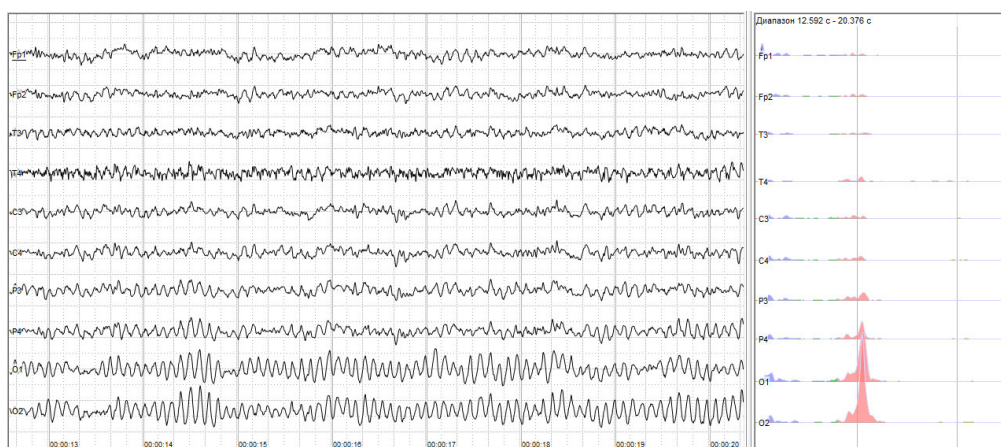


Рис.1.2. Приклад електроенцефалосигналу людини з фізнормою та з вираженою хвилею спокою, а саме альфа [27]

Метод електроенцефалографії є нешкідливим, а саме не інвазивним, і додатково не вимагає спеціалізованої підготовки до медико-біологічного дослідження, є високочутливим та безболісним [26].

Реєстрація біопотенціалів мозку людини здійснюється за допомогою електродів спеціального типу, які прикріплюють до поверхні голови в визначених ділянках, і комп'ютерної електроенцефалографічної системи (КСС). Сигнал від мозку підсилюється за амплітудою та зберігають в пам'ять КСС з подальшим відображенням на екрані дисплею у вигляді кривих, які візуалізують активність електричну кори мозку.

Електроенцефалографію здійснюють у таких випадках:

- Епілепсія. Визначення локалізації ділянки мозку, яка сформувала напади епілептичні. Відстеження динаміки зміни показників мозку при прийомі медпрепаратів протиепілептичних.
- Виявлення наявності судом незрозумілого генезу.
- Часті втрати свідомості.
- При підозрах на новоутворення головного мозку.

- Для встановлення діагнозу у хворих з головним болем, запамороченнями, змінами артеріального тиску, вегето-судинною дистонією, ознаками вертебробазиллярної недостатності та неврологічними розладами.
- Для оцінки ступеня важкості і відновлення функцій мозку людини після черепно-мозкової травми.
- Після втручання хірургічного в головний мозок з метою здійснення контролю його функціональності.
- Запальні захворювання центральної системи нервової ЦНС.
- Гострі та хронічні зміни у мозковому кровообігу.
- Затримки у розвитку розуму та мови.
- Захворювання ендокринні.

Електроенцефалографія має в своєму арсеналі великі діагностичні можливості як інструменту виявлення різного роду патологій (зокрема епілепсії) [26].

1.3 Реєстрація електроенцефалосигналу

Реєстрація і обробка даних електроенцефалосигналу здійснюється (проводиться) із використанням комплексів комп'ютерних електроенцефалографічного типу в основному, які складаються з наступних функціональних елементів:

- блок відбору (реєстрації) електроенцефалосигналу;
- блок фільтрів та підсилувачів електроенцефалосигналу;
- аналого-цифрове перетворення електроенцефалосигналу;
- комп'ютерна програма для візуалізації, зберігання та обробки електроенцефалосигналу.

Точки розміщення електродів при здійсненні процедури електроенцефалографії зображено на рис.1.3.

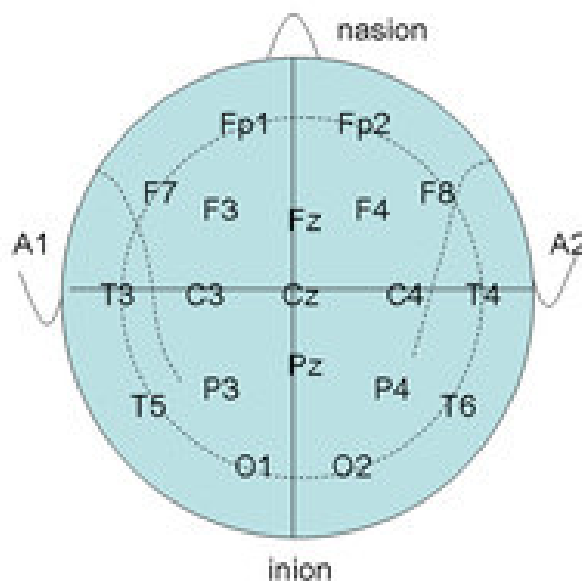


Рис. 1.3. Розташування електродів на волосяній поверхні голови за типовою медичною схемою 10-20 [28]

Позначення електродів на рис.1.3 [29] мають наступне розшифрування:

- Т – зона скронь (Temporalis);
- F – зона лоба (Frontalis);
- О – зона потилиці (Occipitalis);
- А – зона вух (Auricularis);
- С – зона центру (Centralis);
- Р – зона тім'я (Parietalis).

Загальна кількість накладених електродів буде передусім залежити від поставленої методи та завдань наукового дослідження з медичним нахилом. Стандартна схема розміщення електродів забезпечує науковцям та медикам порівнювати результати, які отримані були одержані різнолокалізованих медичних закладах в різний період їх одержання. Для здійснення процедури реєстрації електроенцефалосигналу необхідно передусім мати два електроди в мінімальній їх кількості. Різниця потенціалів, яка виникає між двома електродами, і в результаті буде мірятися називається відведенням.

1.4 Структура та фази електроенцефалосигналу людини

Електроенцефалосигнал за формою складається з коливних процесів різних амплітуд та частот. Для кожного коливного процесу або хвилі є визначений діапазон частот, в якому здійснюється процес діагностування. Тобто кожна з хвиль містить у собі певну діагностичну цінність (табл.1.1) [30].

Таблиця 1.2

Структура електроенцефалосигналу [30]

Назва	Частотний діапазон	Параметри
1	2	3
дельта	від 0 до 2Гц	Амплітуда хвиль від 20 до 30 мкВ є притаманною для здорових людей. Амплітуда хвиль від 40 до 300 мкВ є характерною для людини при свідомості з ознаками патології (пухлини)
тета	від 4 до 7Гц	Амплітуда хвиль до 40 мкВ є притаманно для здорової людини. Зростання значення амплітуди свідчить про підвищення емоційного стану. Природа тета-хвиль є характерною для станів патології або зміни станів під час сну або медитації.
альфа	від 8 до 13Гц	Амплітуда хвиль до 100 мкВ із зростанням її значення є притаманної для здорової людини при закритих очах Хвиль зникає при очному відкритті або при режимі активації режиму людини та в процесі оброблення даних.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
бета	від 13 до 40Гц	Амплітуда хвиль в діапазоні від 5мВ до 30 мкВ вказує на підвищений рівень активності мозку, а підвищення рівня вище 40 мкВ характеризується розвитком патології
гамма	більше 30-40 Гц	Наявність цієї хвилі вказує на процеси свідомості та конгитивні. Амплітуда вище 15 мкВ вказує на патологію.

Для людини в нормальному стані є присутність альфа-ритму, а вираженість у електроенцефалосигналі коливних процесів в вигляді ритму інших частотних діапазонів є признакою розвитку патологічного стану або варіації її станів усвідомленості.

Увесь період сну підрозділять на два періоду: сон ортодоксальний та сон парадоксальний

Сон ортодоксальний (сон повільний та повільнохвильовий) розпочинається з часового моменту засипання і в часі триває близько від 80 хв до 90 хв. Цей період структурно складається з фаз чотирьох, які відображають соматичні та психічні функції.

Період (фаза) дрімоти (звуть фазою засипання) переважно супроводжується частотним зменшенням складової регулярної електроенцефалосигналу. Альфа-ритм електроенцефалосигналу є особливим параметром для неспання, який повільно перетворюється у тета-ритм електроенцефалосигналу. Амплітуда коливних процесів електроенцефалосигналу підвищується та загалом сягає більше альфа-ритму [31].

Фазі (періоду) засипання є особливості варіації соматичної функції: понижається температура тіла, глибина та частота рухів дихання, інтенсивність метаболізму знижується, серцеві скорочення за частотою понижаються з м'язовою активністю.

Фаза (період) ортодоксального сну, або так звана фаза легкого сну (неглибокий сон) в загальному випадку займає приблизно від 45% до 55% від загальної тривалості

сну. Цей період переважно супроводжується зниженням частоти регуляції складових компонент електроенцефалосигналу та появою тета-сігма-хвиль з частотою від 12 Гц до 20 Гц.

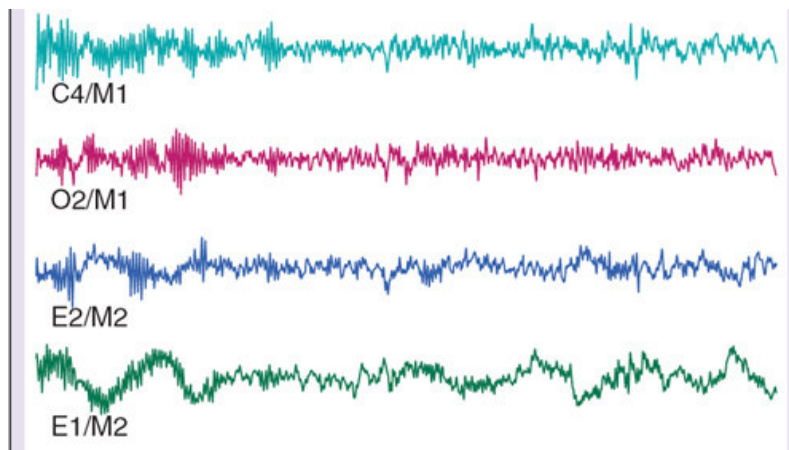


Рис. 1.4. Електроенцефалосигнали в період (фазі) сну (дрімота, неспанння, сон) [42]

В період сну активність альфа-хвиль за рівнем зменшується на 50% в порівнянні зі стадією повного неспанння з поступовим зниженням амплітуди та частоти.

В період сну легкого варіюють функції соматичні, а саме знижуються показники частотні скорочень серця, м'язовий їх тонус, рухомість очей, температура та підвищується рівні сприйняття [42].

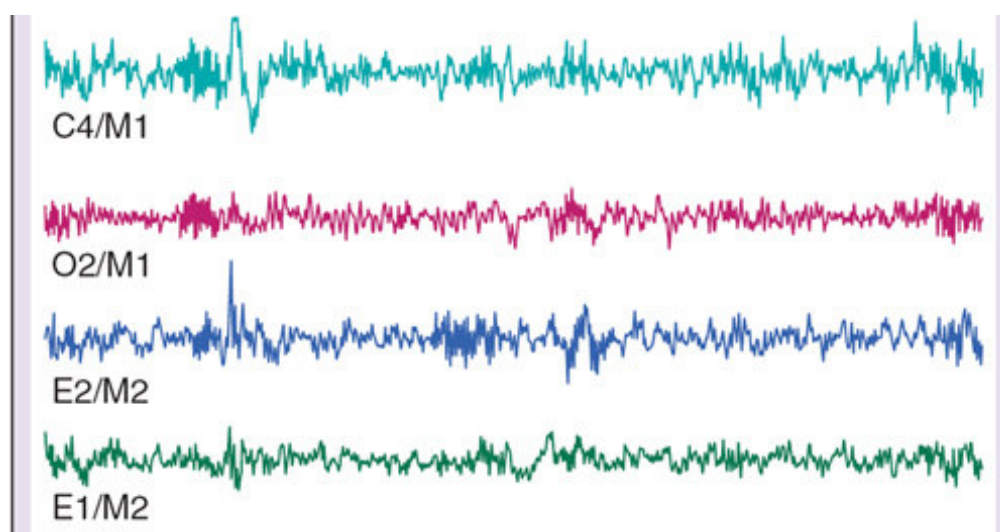


Рис.1.5. Електроенцефалосигнали в період сну (сон легкий; неспанння; сон) [42]

Цей період (рис.1.5) виражається низьким рівнем амплітуди мозкової активності електричної з широкою смугою регулярної частоти з домінуванням частот низьких (близько 20%). На фоні електроенцефалосигналу появляються К-комплекси і sleep spindles [42].

Глибокий сон (рис.1.6) за об'ємом від усього сну становить близько 5-8%. В цей період проявляються періодичність у електроенцефалосигналі у вигляді К-комплексів та хвиль веретеноподібних. Загалом знижується частота складової регулярної електроенцефалосигналу ($f=2$ Гц, дельта-хвилі) [31].

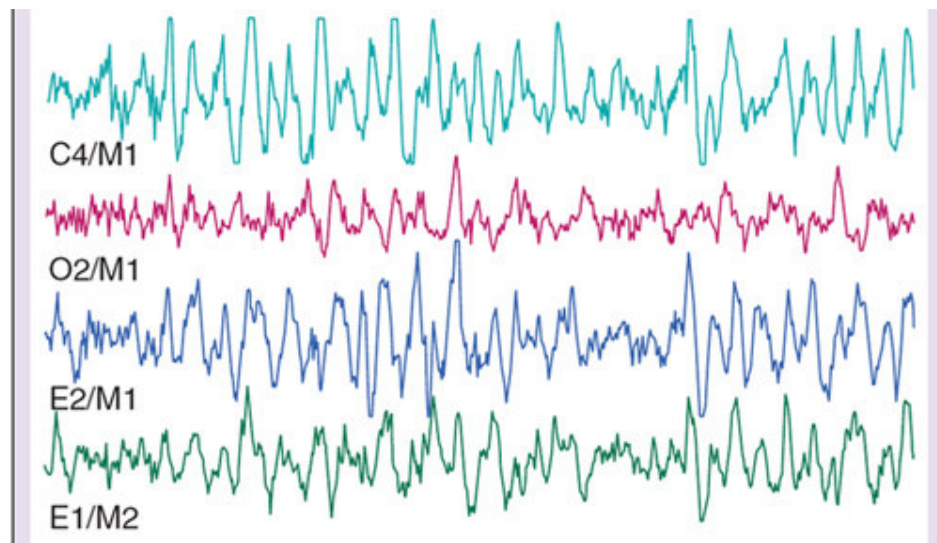


Рис.1.6. Електроенцефалосигнали в період сну (сон глибокий; дуже сон глибокий; неспання; сон) [42]

Сон повільноколивний характеризується активністю дельта-хвиль, які реєструються з монополярних електродів відведень центральних. Рівень амплітуди фонового електроенцефалосигналу рівний більше 75 мВ. Більшість інтенсивності дельта-хвиль складає 20% від усієї реалізації фонокардіосигналу. Цей період завершується в період, коли тривалість хвиль повільних збільшується з 20% до 50% від усього часу спостереження. Коли тривалість хвиль повільних збільшується, при цьому досягнувши близько 50% і навіть більше то здійснюється процес кінця періоду сну [42].

Дуже сон глибокий локалізується у реалізації електроенцефалосигналу від 10% до 15% від сну усього. Вказаний період майже завжди супроводжується зниженням

частоти складової регулярної електроенцефалосигналу із домінуванням майже в 50% і більше дельта-хвиль з частотою близькою 2 Гц із супроводжуючим сном.

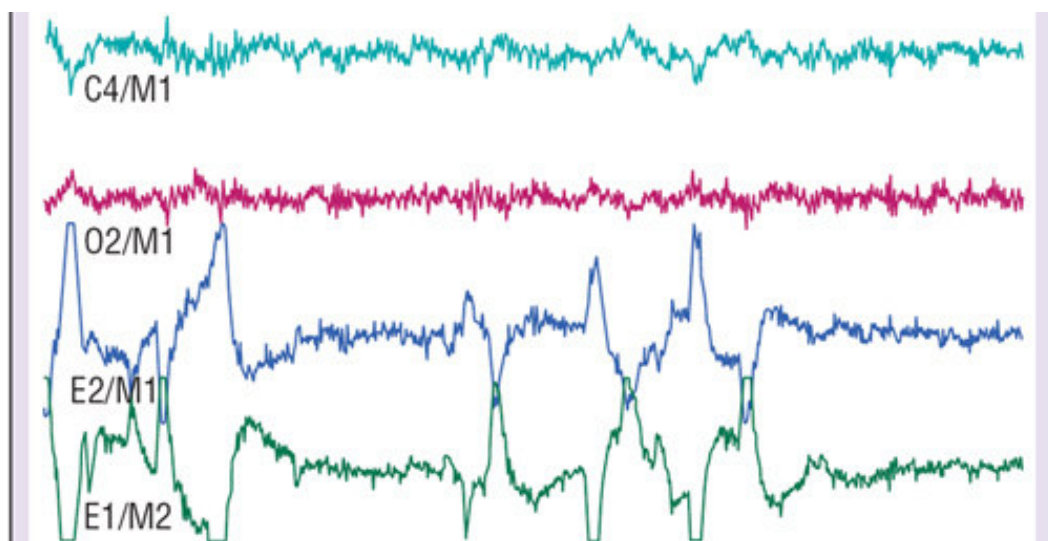


Рис.1.7. Електроенцефалосигнали в період сну (період REM; період сну парадоксального REM) [42]

Сон парадоксальний епізодами в часі триває від 10 хвилин до 15 хвилин слідом за сном ортодоксальним. Епізод перший сну парадоксального настає близько через 70-90 хвилин від часткового моменту засипання і в часі триває від 5 хвилин до 10 хвилин. В період сну часова тривалість наступних тривалостей сну парадоксального збільшується в часі до десятки хвилин із зменшеною глибкістю сну. У людини частина сну парадоксального складає близько 20-25% від усього часу сну [42].

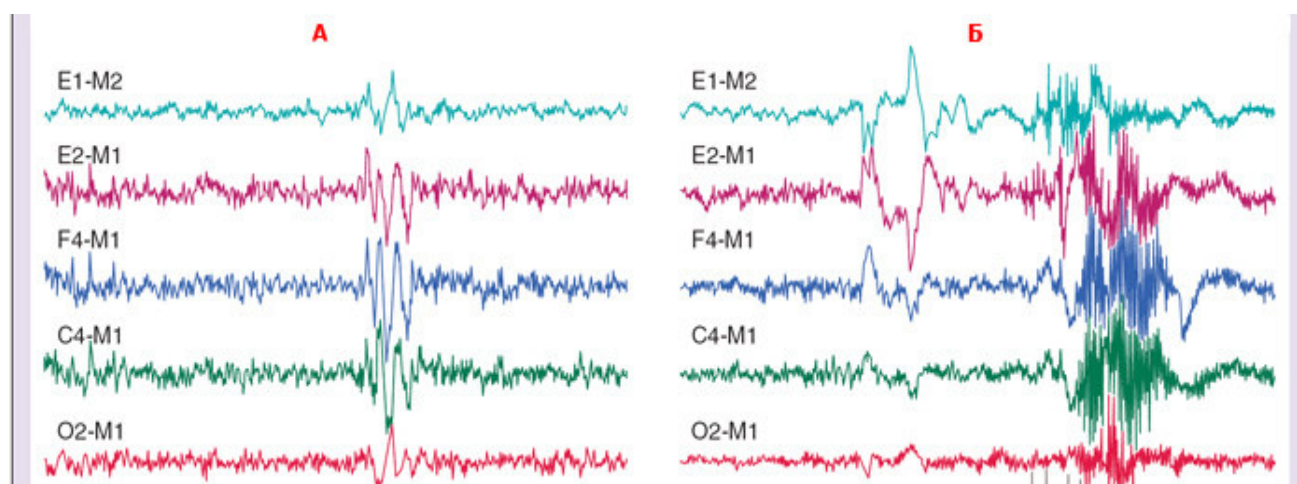


Рис.1.8. Електроенцефалосигналу під час пробудження [42]:

В центрі електроенцефалосигналу як зображено на рис.1.8,А спостерігається сплеск високої за рівнем амплітуди низької частоти активності електричної. Таке явище реєструється на всіх відведеннях, на яких різниця полягає у зміні амплітуд.

На рис.1.8,Б відзначено підвищення рівня м'язової активності і з синхронним збільшенням активності, яка реєструється з M1-E2 електродів електроенцефаловідведень. Особливими ознаками сну як REM є низький рівень амплітуди активності мозкової в широкій смузі частот та низька активність м'язів та рухи очей стають швидкими.

Після короткотривалого сплеску високої за рівнем активності спостерігається процес повернення до вихідної активності фоновій з електродів M1-O2. Такий процес є характерним для періоду пробудження після сну [42].

REM-період характеризується частотами складових електроенцефалосигналу, які є подібними до бета-ритму. В такому стані людина є нерухомою з заблокованою активністю м'язів та скелету (не стосується є м'язів очей). Спостерігаються швидкі періодичні рухи очей [42].

1.5 Прояв епілепсії на реалізації електроенцефалосигналу

Електроенцефалографія є базовим методом медико-біологічного обстеження при діагностиці епілепсії, зокрема із застосуванням електроенцефалосигналів (рис.1.9).

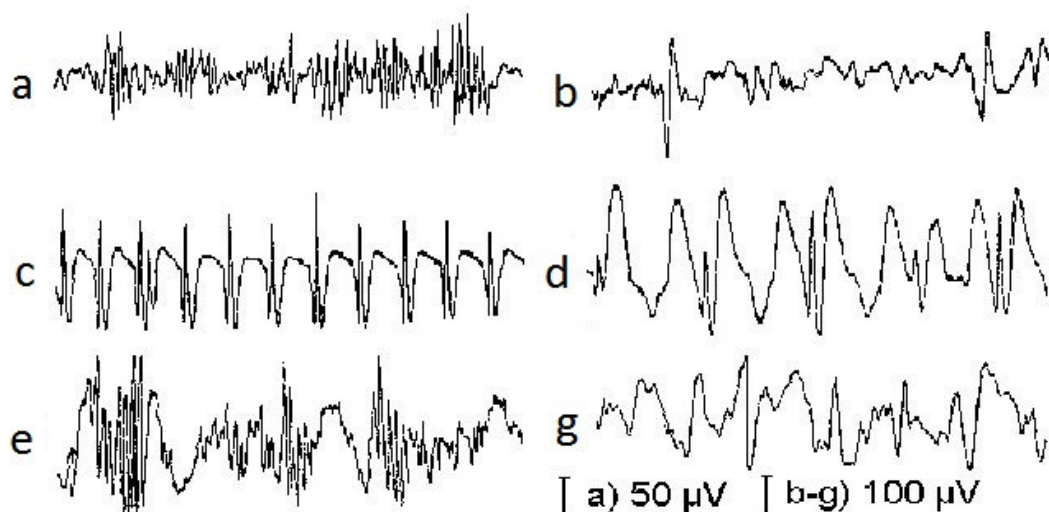


Рис.1.9. Характерні форми епілептичної активності на реалізації ЕЕС [1]

Процес великого нападу судомного при епілепсії у людей викликає ритмічне прискорення хвиль електроенцефалосигналу (рис.1.9,а), сповільнює психомоторну активність електричну та спостерігаються процеси чергування хвиль як швидких так і повільних (сукупності хвиль з частотами в 3 Гц) (рис.1.9,с) [1]. Найважливішою ознакою епілепсії є присутність піків (так званих спайків) та хвиль гострих, стійкого або епізодичного характеру (рис.1.9,b,d,g) [1].

1.6 Методи обробки електроенцефалосигналу

Візуальний аналіз електроенцефалосигналів та вимірювання його параметрів за допомогою циркуля та лінійки є недостатніми для виявлення діагностичної інформації, яку відображають біопотенціали мозку.

Математична обробка електроенцефалосигналів дає змогу отримати детальну інформацію (параметри) про рівень функціонування мозку, забезпечує глибоке розуміння про його активність, розширює можливості діагностики та дає змогу розширити завдання дослідження діяльності мозку [33].

Дослідження числових параметрів електроенцефалосигналу із використанням методів обробки математичної дає змогу розвинути електроенцефалографію (згідно статистичних даних фізіологів). На початкових етапах розвію методів обробки електроенцефалосигналу підрахунки чисельних параметрів проводилося вручну. В подальшому для обробки електроенцефалосигналу застосовували частотний (спектральний) та кореляційний алгоритми та методи.

1.6.1. Частотна (спектральна) обробка електроенцефалосигналу. Частотна обробка електроенцефалосигналу забезпечує розклад складної кривої електричної активності мозку на її частотні компоненти для одержання числової оцінки компонентів як спектру мозкових коливань біоелектричних.

Фундаментом автоматичних аналізаторів є блоки, що виявляють з електроенцефалосигналу компоненти частотні в певній спектральній області; потім

здійснюється вимірювання інтенсивності коливних процесів на смугах виділених частот із використанням блоку інтегратора.

В кінці частотної обробки електроенцефалосигналу одержується автоматичним чином вираження кількісне потужності або інтенсивності, яке є прямо пропорційним амплітуді коливних процесів кожної частотної виділеної смуги.

Наприкінці 30-их років спроектовано перший у віті частотний аналізатор автоматичного типу (Hobbar, Lumis, Harwei, Gibbs, Grass), який здійснював частотну обробку електроенцефалосигналів людини. До появи аналізатора застосовували аналізатори вузько смугові щодо частотної обробки електроенцефалосигналу (Walter, Baldock, Walter, Dowson). Згодом було використано аналізатори Кожевникова з фільтрами широкосмуговими для обробки частотної електроенцефалосигналу.

Частотний аналіз електроенцефалосигналу здійснювали для:

- для оцінювання складових електроенцефалосигналу на коротких за часом інтервалу при різних формах епілептичного нападу (G. Walter);
- для дослідження електроенцефалосигналів пацієнтів психіатричної клініки (Kennardetal, Hill, Matousek).

Частотний аналіз забезпечує виділення і кількісне оцінювання частотних складових електроенцефалосигналу, які при візуальному оцінюванні виявляються прихованими за рахунок домінування інших коливаннями.

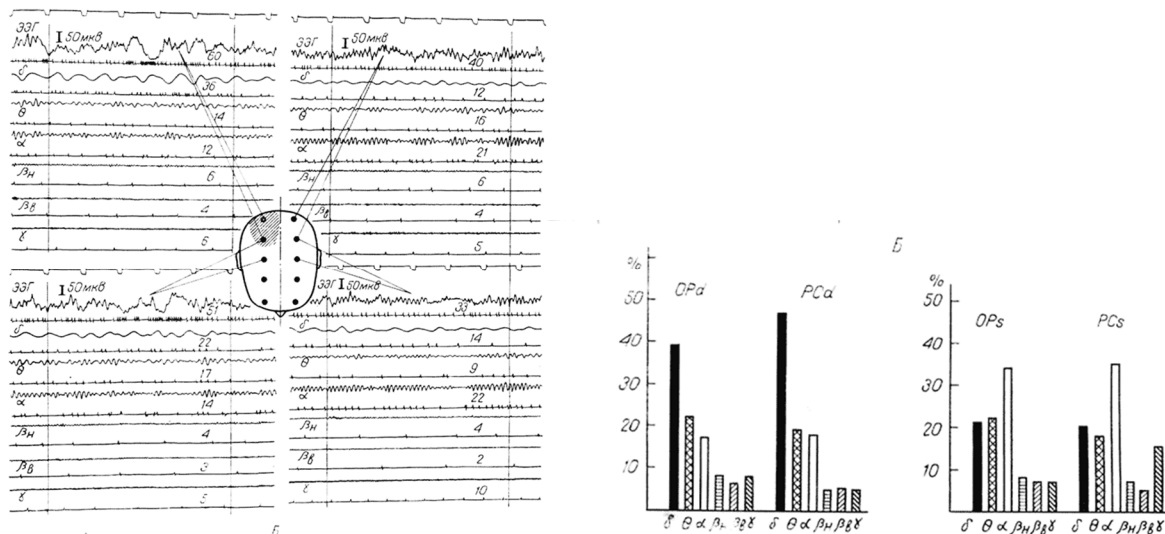


Рис. 1.10. Дані частотного обробки електроенцефалосигналу пацієнта з пухлинним утворенням в області тім'я [34]

Таке оцінювання має місце на електроенцефалосигналі пацієнтів з пошкодженнями мозку, коли хвилі повільні за збільшуються рівнем амплітуди, що повністю виключає змогу судження про присутність тих чи інших компонент електроенцефалосигналу [34].

1.6.2. Кореляційна обробка електроенцефалосигналу. Кореляційна обробка даних електроенцефалосигналу дає змогу визначити частоту коливань періодичних та особливостей процесів, які протікають в часі у реалізації електроенцефалосигналу. Обробка сигналу проводиться через порівняння одного часового діапазону електроенцефалосигналу з іншим діапазоном тої ж реалізації електроенцефалосигналу за рахунок часового зсуву. Повне збігання електроенцефалосигналу із його зсунутою в часі копією прирівнюється на корелограму до одиниці; по розширенню електроенцефалосигналу і його копії збігання буде зменшуватися і відповідно за величиною буде менша одиниці. Результати обробки кореляційної електроенцефалосигналів здорових людей виявляють різноманітну ступінь повторності процесу в залежності від рівня домінування або відсутності в реалізації електроенцефалосигналу активності альфа [35].

Кросс та автокореляційну обробку електроенцефалосигналів пацієнтів з патологією типу ураження органічного мозку вперше було здійснено дослідниками/вченими Glur, Barlow, Barlow, Brazier, Rowit. Вченими застосовано кореляційну обробку до електроенцефалосигналу для виявлення змін у реалізації сигналу в процесі проби з амобарбіталом. Вчений Brazier використав цей метод обробки електроенцефалосигналу для виявлення епілепсії у пацієнтів з глибоким ураженнями частки скроневої. Дослідником Жирмунским Е.А. здійснено дослідження електроенцефалосигналів пацієнтів клініки неврологічної за допомогою авто- і кросскореляційної обробки.

У патологічних випадках мозку обробка автокореляційна чисельно відображає порушення кортикального періодичного процесу в зоні локалізації ураження. В зоні локалізованих вогнищ вібраційна періодичність альфа-ритму є порушеною, навіть за умови її проявлення в картині електроенцефалосигналу. При автокореляційній

обробці виявляється компонента низькочастотна, яка відповідає дельта-активності патологічної [35].

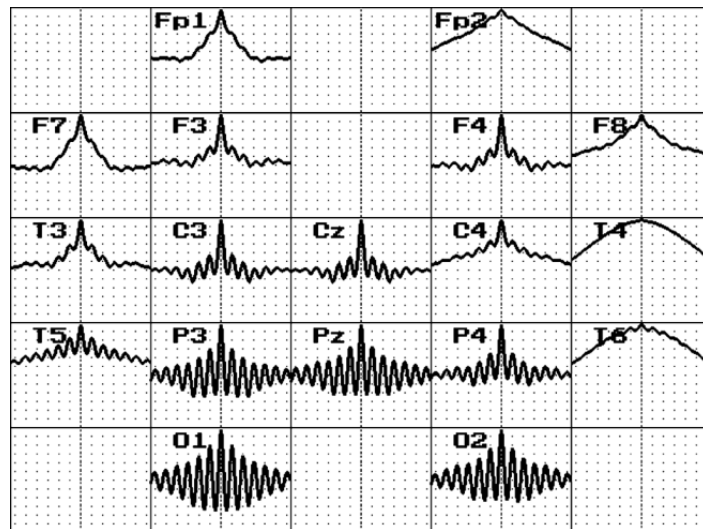


Рис. 1.11. Автокореція електроенцефалосигналу з 18-ти відведень у пацієнта з пухлиною в зоні правої ділянки високої долі [35]

1.6.3 Взаємно-кореляційна обробка електроенцефалосигналу.

Взаємно-кореляційна обробка електроенцефалосигналу проводиться шляхом порівняння двох відведень сигналу і виділення загальних для обох відведень компонент, які потім оцінюються як внесок у досліджувані картини електроенцефалосигналу за параметрами коефіцієнтів взаємкореляції. Подібність двох електроенцефалосигналу двох відведень може бути повною, тоді в такому випадку величина взаємкореляції буде рівна +1. Якщо два процеси подібні, але з різною фазою, то взаємкореляція буде рівна -1. Коли електроенцефалосигнали різних відведень включають у своїй структурі властиві кожному з них свої складові, тоді величина зв'язку по взаємкореляції за величиною менша одиниці. Якщо електроенцефалосигналу десинхронізаційно відрізняються, то корелограма набуває характеру зв'язку як у випадкового процесу [36].

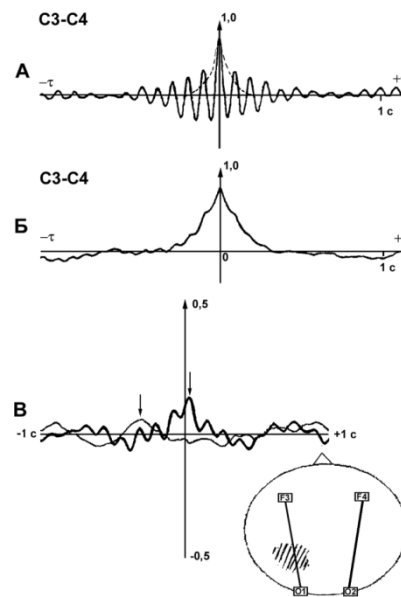


Рис.1.12. Корелограма пацієнтів в стані норми та в стані норми (вісь абсцис - переміщення, вісь ординат – числова величина коефіцієнта взаємкореляції) [37].

1.6.4. Спектрально-кореляційна обробка електронцефалосигналу. На спектрограмах електроенцефалосигналу відображаються числові значення потужності або амплітуди його частотних складових, що дає змогу визначити співвідношення різних ритмів ЕЕС і виявити частоти, які не можливо визначити при візуальному аналізі через низьку амплітуду. Спектр потужності електроенцефалосигналу отримують із використанням трансформації Фур'є швидкого [38].

Спектри потужності електроенцефалосигналу передніх відділів мозку головного у людей в стані норми мають складний характер чим задніх відділів. У центрально-лобних відділах на спектрограмах високого числового показника потужності сягають частоти тета, дельта та бета-коливань, а рівень потужності альфа-діапазону менший чим у задніх відділів [38].

На рисунку 1.13 зображено результати спектральної обробки електроенцефалосигналу [39].

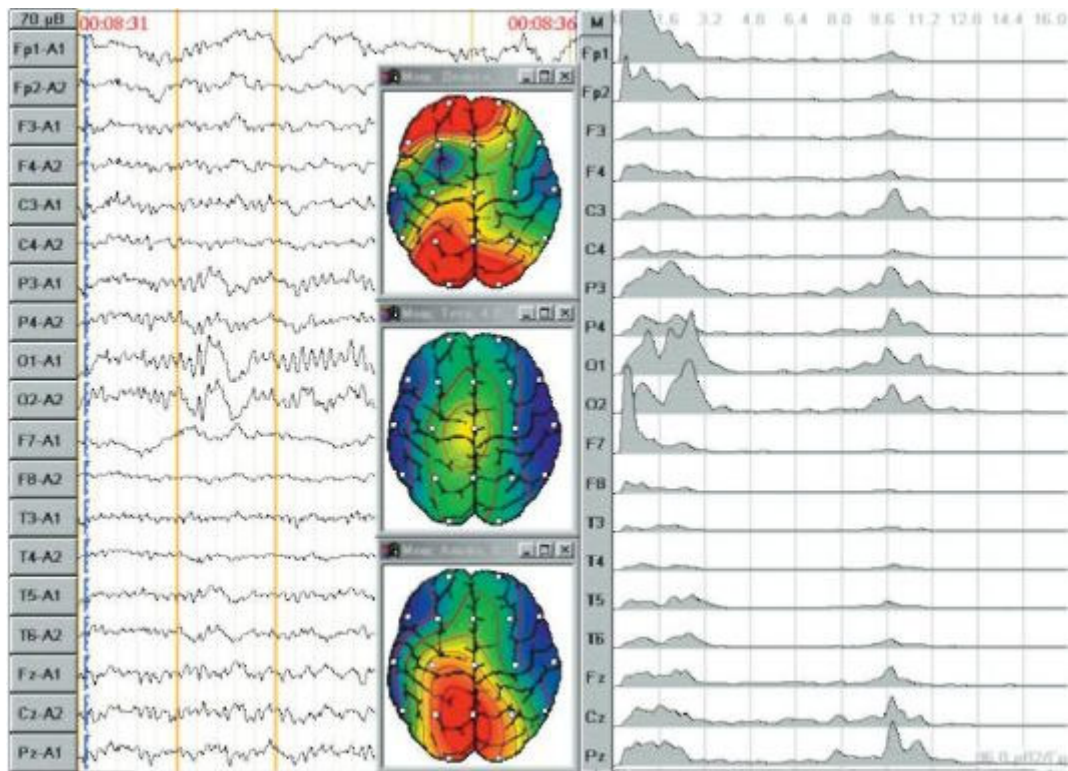


Рис.1.11. Результати спектральної обробки електроенцефалосигналу [39]

1.7 Висновки до розділу 1

У розділі 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.

РОЗДІЛ 2

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН

2.1 Структура електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Впродовж 24 годин активність мозку є варіативною та динамічною. Впродовж дня активність мозку у різних людей є різною і не зберігає при цьому однорідність їх діяльності (варіація часу праці психологічної, розумової та інші). Впродовж сну мозок людини зберігає свою структуру та забезпечує структурні переходячи від одної стадії в іншу з різними тривалостями часу та різною активністю.

У часовій структурі електроенцефалосигналу протягом 24 годин виділяють три структурні одиниці [3]: активність впродовж дня, (NREM) повільнохвильовий та (REM) сон швидкий. Сон NREM, в свою чергу, складається з чотирьох стадій сну, які відрізняються за його глибиною: I – засинання, II – поверхневий сон, III і IV – сон глибокий, а REM ділять на тонічний і фазичний. Для кожної зі стадій сну та активності є свої значення амплітуд, частоти та форми компонент електроенцефалосигналу.

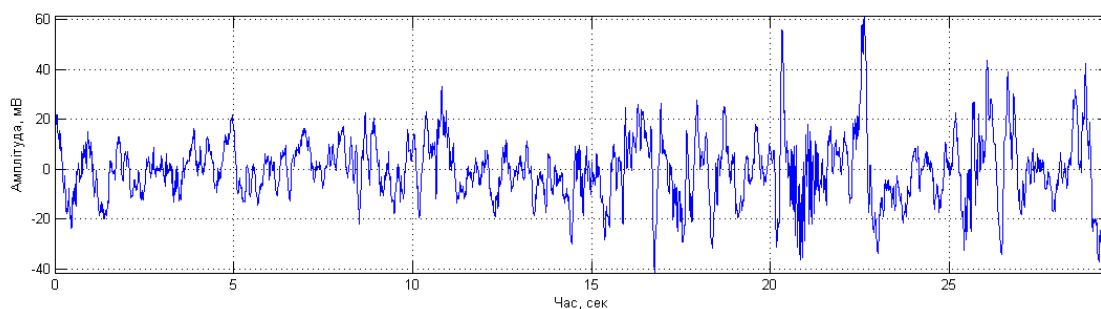
З урахуванням 24 годинної мозкової активності, яка варіює за параметрами з чітко виділеними переходами в часі, тому реалізацію електроенцефалосигналу розбито на інтервали часу як це зображено на рис.2.1.



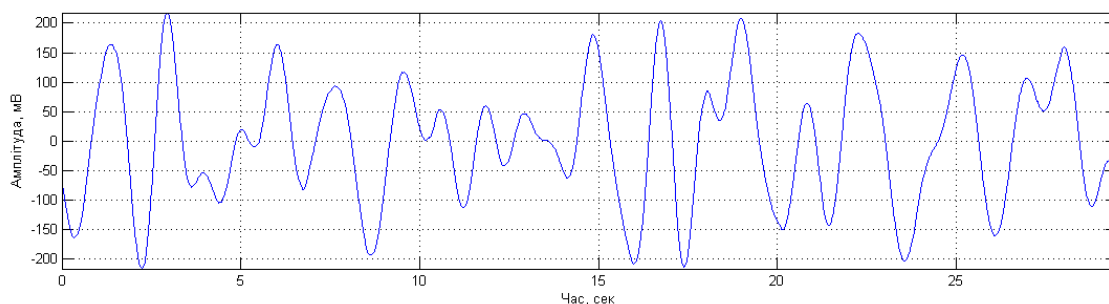
Рис. 2.1. Умовний поділ структури електроенцефалосигналу протягом 24 годин: 1-ша стадія – засинання, 2-га стадія – сон типу поверхневого, 3-4 – сон глибокого типу, 5 – сон тонічного типу, 6-та стадія – сон фазичного типу

Напади епілептичного характеру у людей можуть виникнути як в період дня так і в період сну, тобто в різних періодах (фазах). Структурна форма електроенцефалосигналу в процесі проявів епілепсії в різних періодах (стадіях) є однотипною з параметрами частот в межах від 2 Гц до 4 Гц (інший діапазон за амплітудами є суттєво пониженим).

Реалізації електроенцефалосигналів отримані під час експерименту без випадків епілепсії та в період проявів епілепсії зображено на рис.2.2.



(a)



(б)

Рис.2.2. Реалізації електроенцефалосигналу без (а) та з епілепсією (б)

Наукова задача дослідження має наступне формулювання: в усій реалізації електроенцефалосигналу протягом 24 годин (рис.2.1) в стані фізнорми електроенцефалосигналу (рис.2.2, а) є задача виявлення фрагменту реалізації електроенцефалосигналу з епілептичними нападами (факт повтору епілепсії протягом 24 годин) (рис. 2.2, б), яка базується в діапазоні частот від 2 Гц до 4 Гц.

Попередньо встановлено, що часова реалізація електроенцефалосигналу в період нападу (рис. 2.2, б) має коливний характер з виділеними компонентами діапазону від 2Гц до 4 Гц.

Вибір найбільш ефективного методу і алгоритму виявлення нападів у вигляді епілепсії чи множини епілепсій за електроенцефалосигналами протягом 24 годин (рис.2.1) у комп'ютерних електроенцефалографічних системах, завжди мусить розпочинатися з обробки структурної форми сигналу, параметрів її зміни, які передусім основані на детерміновано-стохастичному підході при її реалізації.

Опису електроенцефалосигналу як сигналу з наперед визначеними параметрами (детермінована модель) застосовують процедуру розкладу сигналу на коливні сигнали $\{e^{ik2\pi t/T}, k \in \mathbf{Z}\}$ шляхом їх кореляції з досліджуваним електроенцефалосигналом на базі Фур'є [20] впродовж усього часу спостереження діапазону $[0, T)$:

$$f(t) = \sum_{k \in \mathbf{Z}} c_k e^{ik\frac{2\pi}{T}t}, t \in [0, T), \quad (2.1)$$

де c_k - компоненти розкладу, які зосередженні на k -ій частоті:

$$c_k = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) e^{-ik\frac{2\pi}{T}t} dt, k \in \mathbf{Z}. \quad (2.2)$$

Кореляція електроенцефалосигналу із гармонічними процесами як рядів Фур'є та подальше обчислення від них модуля, забезпечує процес дійсних величин тотожних амплітудам компонент електроенцефалосигналу (результат кореляції 2.2 є комплексного виду як дійсна та уявна частина за рахунок двох проекцій синуса та косинуса). Така операція забезпечує відображеність (зосередженість) електроенцефалосигналу в частотній області, що є важливим при виявленні провів епілепсії, які характеризуються визначеним частотним діапазон щодо їх локалізації.

Графіки результату кореляції електроенцефалосигналу з гармонічними процесами у вигляді спектрів амплітудних електроенцефалосигналів в процесі проявів епілепсії зображено на рис. 2.3.

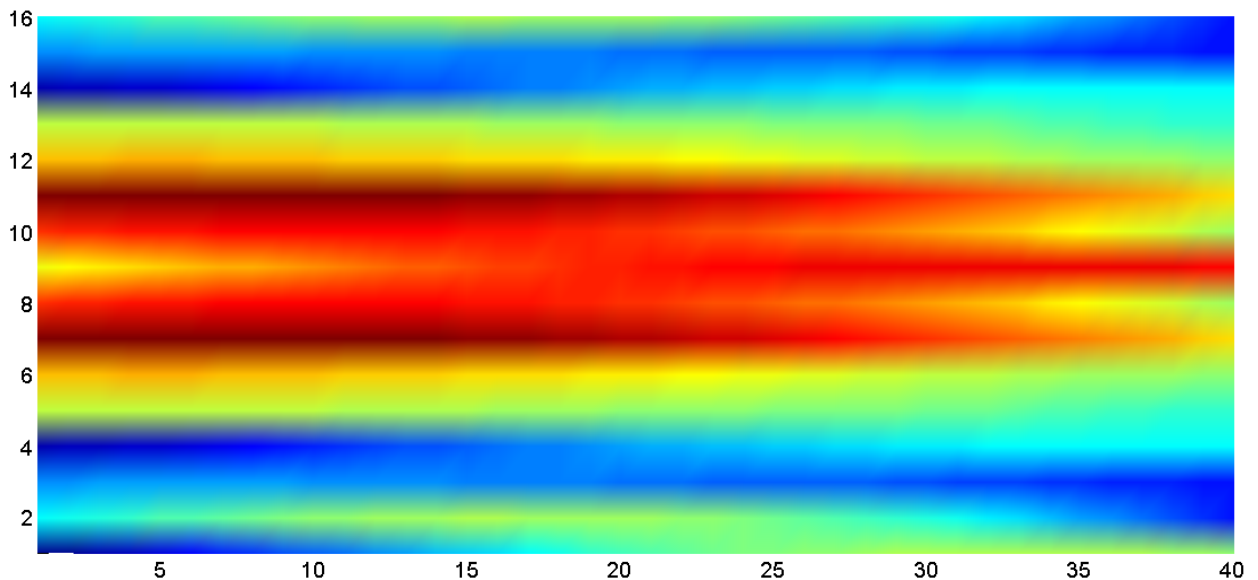


Рис.2.3. Спектрограма амплітудних спектрів електроенцефалосигналу при проявленій епілепсії на різних фрагментах часу (повторах гармонічних складових): (вісь абсцис – номер частоти, вісь ординат – номер фрагменту)

Аналізом структури та значень спектрів окремо взятих фрагментів ЕЕС при епілепсії (рис.2.3) встановлено факт варіації амплітудних значень, тобто структура є варіативною. Така варіація значень різних фрагментів вказує факт присутньої випадковості у структурних параметрах математичної моделі електроенцефалосигналу як основи щодо розроблення ефективних методів виявлення проявів патології у вигляді епілепсії. Така варіативність зумовлена природою творення сигналу та впливом різнотипних спотворень як в середині так і зовні об'єкту дослідження.

Встановлення характеру цієї варіативності структурних одиниць електроенцефалосигналу при нападах забезпечується засобами та методами теорії процесів випадкових зі стаціонарними характеристиками. Базовим методом є кореляційний, який визначить характер залежності зміни числових значень електроенцефалосигналу в часі для різних досліджуваних ділянок часового простору, в якому локалізується сигнал. Така процедура аналізу забезпечується шляхом визначення міри подібності двох фрагментів електроенцефалосигналу зсунутих в часовому просторі одного по відношенню до іншого на числове значення кроку u .

Такий аналіз електроенцефалосигналу при епілепсії у людини покаже на скільки процеси різних часових ділянок є лінійними, спадаючими, повторюваними чи іншими.

Результати порівняння зсунутих фрагментів електроенцефалосигналу на величину и зображено на рис.2.4.

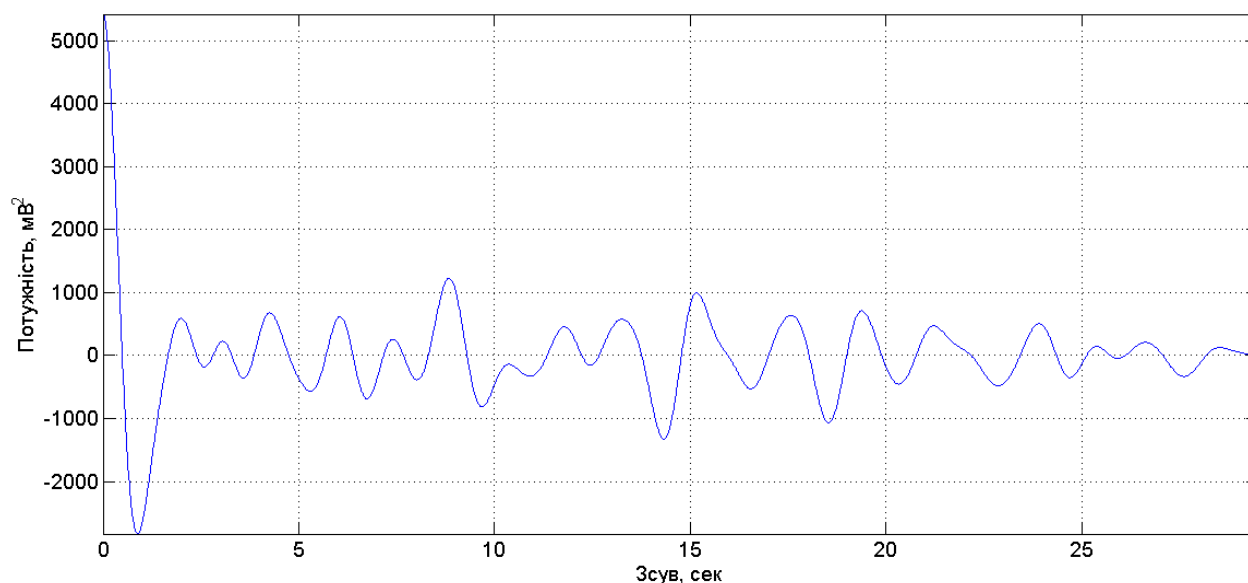


Рис.2.4. Характери зміни значень електроенцефалосигналу при епілепсії в часі

На рис.2.4 видно, що зміна значень електроенцефалосигналу при епілепсії в часі, яка задається зсувом часу, є повторно-затухаючою, а саме значення майже повторюються з певним кроком та затухають через обмеженість сигналу в часовому просторі. Повторність значень формується за рахунок присутності у електроенцефалосигналу при епілепсії коливних процесі з частотами коливання від 2 Гц до 4 Гц.

Здійснений аналіз електроенцефалосигналу при епілепсії забезпечує процес формування структури моделі сигналу для розробки методів ефективного виявлення вказаного патологічного процесу.

Отже, математичний апарат має відповідати за своїм параметричним призначенням таким вимогам при комп'ютерної обробки автоматизованого типу досліджуваних сигналів протягом 24 годин:

- Можливість дослідження коливних процесів електроенцефалосигналу при епілепсії за структурними параметрами протягом 24 годин;
- Можливість дослідження характеру зміни процесів коливних електроенцефалосигналу при епілепсії із випадковими аргументами цих процесів, а саме забезпечити відображеність випадковості протягом 24 годин.

Модель електроенцефалосигналу при епілепсії з такими вимоги забезпечить ефективно виявлення коливних процесів з випадковими аргументами як проявів епілепсії на реалізації електроенцефалосигналу протягом 24 годинного спостереження.

2.2 Математична модель електроенцефалосигналу протягом 24 годин

За припущенням того, що електроенцефалосигнал без епілепсії має параметри та форму білого шуму, а в період проявів епілепсії має особливі ознаки множини гармонічних складових, часову структуру електроенцефалосигналу протягом 24 годин при прояві епілепсії зображено на рис 2.5.

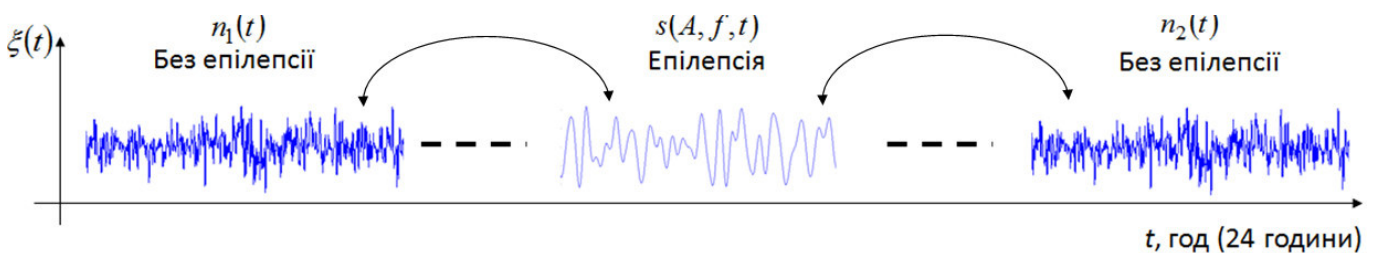
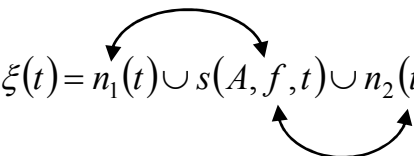


Рис.2.5. Часова структура електроенцефалосигналу протягом 24 годин при прояві епілепсії

Реалізацію електроенцефалосигналу протягом 24 годин доцільно розглядати як незалежні в часі кускові фрагменти електроенцефалосигналу без проявів епілепсії та з нею, які в часовому просторі передуються випадково.

За такої припущенності модель математичну електроенцефалосигналу протягом 24 годин з фрагментами епілепсії подано через кусково-випадкову

послідовність білих шумів та адитивної суміші гармонічних (коливних) функцій різної частоти (область розташування складових є випадковою):

$$\xi(t) = n_1(t) \cup s(A, f, t) \cup n_2(t), \quad t \in \mathbb{R} \quad (2.3)$$


де $n_1(t), n_2(t)$ – електроенцефалосигнал як випадковий процес зі стаціонарними характеристиками (шум білий) в період без прояву епілепсії;

$s(A, f, t)$ – електроенцефалосигнал в період епілепсії у вигляді адитивної суміші коливних складових в діапазоні частот f від 2 Гц до 4 Гц (при епілептичних нападах в реалізації електроенцефалосигналів переважають гармонічні складові сигналу в частотному діапазоні від 2 Гц до 4 Гц (спайкоподібні прояви):

$$s(A, f, t) = \sum_{k=1}^K A_k \sin(2\pi f_k t), \quad (2.4)$$

де A_k – амплітудні значення коливних складових k -тих базисних функцій, A для всіх рівна 1;

f_k – частоти k -тих базисних функцій.

Послідовність чергування складових коливних у виразі (2.3) є випадковим.

Електроенцефалосигнал в період без епілепсії як білий шум є випадковим процесом з стаціонарними параметрами $n(t)$. Розподіл потужності в частотній області електроенцефалосигналу у період без епілепсії не залежить від значення частоти з постійним значенням $W(f) = \sigma^2$, яке дорівнює показнику дисперсії $n(t)$.

Розподіл потужності по частотам електроенцефалосигналу в період епілепсії як білого шуму має вигляд:

$$W_n(f) = \sigma^2, \quad 0 \leq f \leq B; \quad W_n = 0, \quad f > B, \quad (2.5)$$

із описом залежності значень електроенцефалосигналу в період епілепсії:

$$R_n(\tau) = \sigma^2 B \sin(2\pi B \tau) / 2\pi B \tau. \quad (2.6)$$

Вирази електроенцефалосигналу в період епілепсії вказують на обмеженість частотного діапазону в електроенцефалосигналу без епілепсії з тісними зв'язками між його значеннями (рис.2.6)

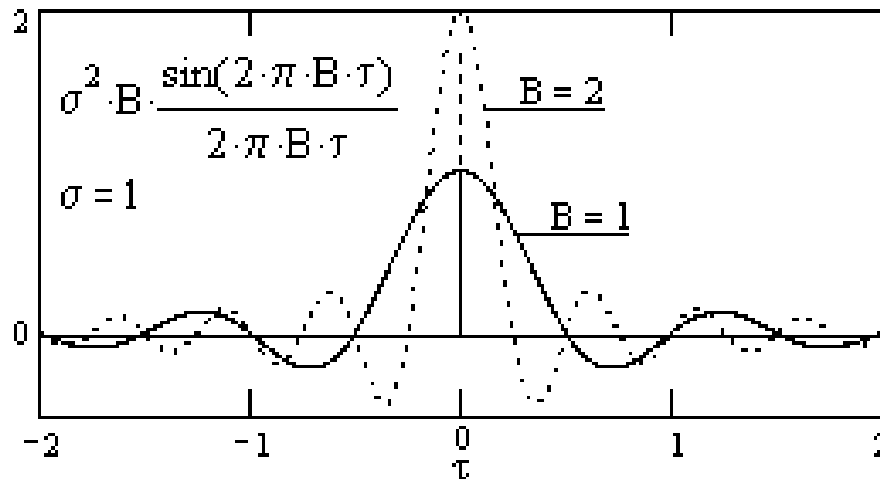


Рис. 2.6. Функції залежності значень електроенцефалосигналу без епілепсії

Модель електроенцефалосигналу без епілепсії як шум білого типу $n(t)$ сформульовано через випадковість імпульсів $\delta(t)$ в часовому просторі за часом послідовності з випадковими значень амплітуд a_k :

$$n(t) = \sum_{k=1}^N a_k \delta(t - t_k), \quad (2.7)$$

Розподіл потужності електроенцефалосигналу без епілепсії як шум білого типу без зв'язків між його значеннями з спектром рівномірно-розподіленим:

$$W_n(\omega) = c^2 = N\sigma_a^2, \quad (2.8)$$

де N – кількість імпульсів електроенцефалосигналу без епілепсії як випадкового процесу, σ_a^2 – розкидання амплітудних значень імпульсів електроенцефалосигналу

без епілепсії.

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі 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 виявленні часових моментів прояву епілепсії у людей.

РОЗДІЛ 3

МЕТОД ТА АЛГОРИТМ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН

3.1 Реєстрація електроенцефалосигналу протягом 24 годин

На рис. 3.1 зображено структурну схему комп'ютерної системи для реєстрації електроенцефалосигналу протягом 24 годин, яка в кінцевому результаті формує автоматичним способом параметри сигналу біоелектричної активності мозку (амплітуди, частоти, фази та інші) та зберігає їх у пам'ять.

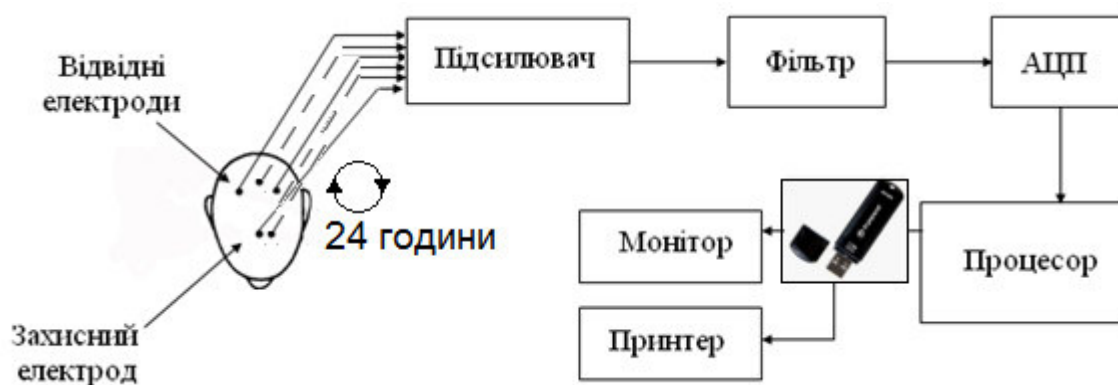


Рис.3.1. Структурна схема реєстрації та обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Система складається з електродів (відбір електроенцефалосигналу), вузла підсилення (збільшення рівня електроенцефалосигналу) і блоку запису (АЦП та процесор). В сучасних приладах при дослідженнях електроенцефалографічних застосовують паралельно велике число каналів відбору, що забезпечує дослідження мозку людини в цілому, а не окремої частини.

Електроди забезпечують контакт з шкірою голови людини, від котрих відбувається процес відведення/реєстрація електроенцефалосигналу протягом 24 годин. Електроди за параметрами мають дуже низький опір, не піддавати окисленню

(у випадку імплантатів) і не бути підданими процесу поляризації при реєстрації сигналів тривалості менше 0.5 сек.

Більшість часу, який затрачається при здійсненні дослідження, використовується на процес накладення електродів з вимогою організації щільності контакту низького опору до 5 кОм між електродами.

Спосіб накладення електродів при реєстрації електроенцефалосигналу в першу залежить від різновиду електродів. Паста для електродів вводиться безпосередньо через призначений для цього отвір із застосуванням шприца. Застосування колодію при встановленні електродів забезпечує надійне утримання електродів впродовж довго часу проведення дослідження, що є особливо характерним для сигналів 24 годинного запису.

Місце розміщення електродів на поверхні голови здійснюється згідно системи розташування 10-20 (рис.3.2), яка є розробленою на міжнародному рівні.

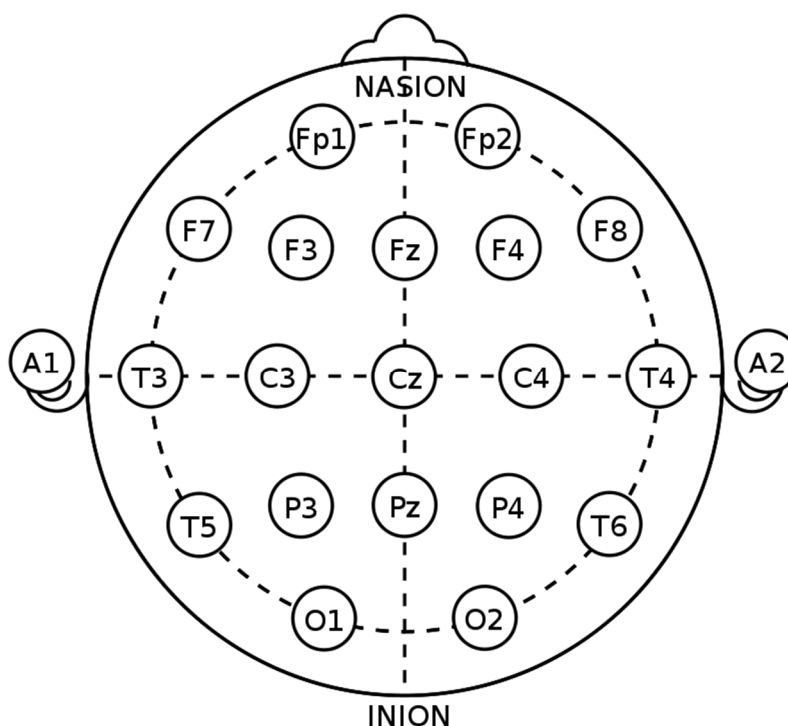


Рис.3.2. Схема розміщення електродів (10-20) на поверхні голови при реєстрації електроенцефалосигналу протягом 24 годин і не тільки

В електроенцефалографії використовують два лише способи відведення електроенцефалосигналів [25]:

- біполярний (усі електроди активні та зв'язані послідовно між собою);
- монополярний (один електрод активний, а решту індиферентні).

Для забезпечення контакту протягом 24 годин застосовують електроди дископодібні електроенцефалографічні, які виготовлені з срібла та покриттям срібла хлорованого та фіксуються за допомогою колодію (рис.3.3).



Рис.3.3. Електроди дископодібні електроенцефалографічні [47]

З'єднувальні проводи мають бути призначеними лише передачі сигналів без спотворень за рахунок ізоляції надійної, малим опором та ефективним екраном від впливу зовнішніх полів.

Пристрій комутації організовує перемикання електродів на входи різних каналів підсилювачів. У комп'ютерних електроенцефалографічних системах багатоканальних комутаційні пристрої комплектуються в систем як внутрішній або зовнішній пристрій [25].

Підсилювачі організовують підсилення рівня електроенцефалосигналу до необхідно рівня з дуже низьким рівнем шуму в виділеному частотному діапазоні.

У підсилювачів в комп'ютерних електроенцефалографічних системах при реєстрації електроенцефалосигналу протягом 24 годин застосовують сталі значення час, які відповідають пропускну здатності сигналів до 2 Гц.

Для зниження рівня завади від мережі частоти 50 Гц використовують фільтр з коефіцієнтом режекції 40 дБ (пониження рівня завади в сто раз).

Перетворення аналогового електроенцефалосигналу протягом 24 годин в цифровий забезпечується перетворювачем аналого-цифровим.

Електроенцефалосигнал протягом 24 годин в цифровому його поданні через процесор обробки на програмному рівні подається на монітор або принтер. Системою передбачено збереження числових даних електроенцефалосигналу на карту пам'яті.

На рис.3.4 зображено загальний вигляд системи для реєстрації електроенцефалосигналу протягом 24 годин.



Рис.3.4. Загальний вигляд системи для реєстрації електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Зареєстрований електроенцефалосигнал протягом 24 годин зображено на рис.3.5.

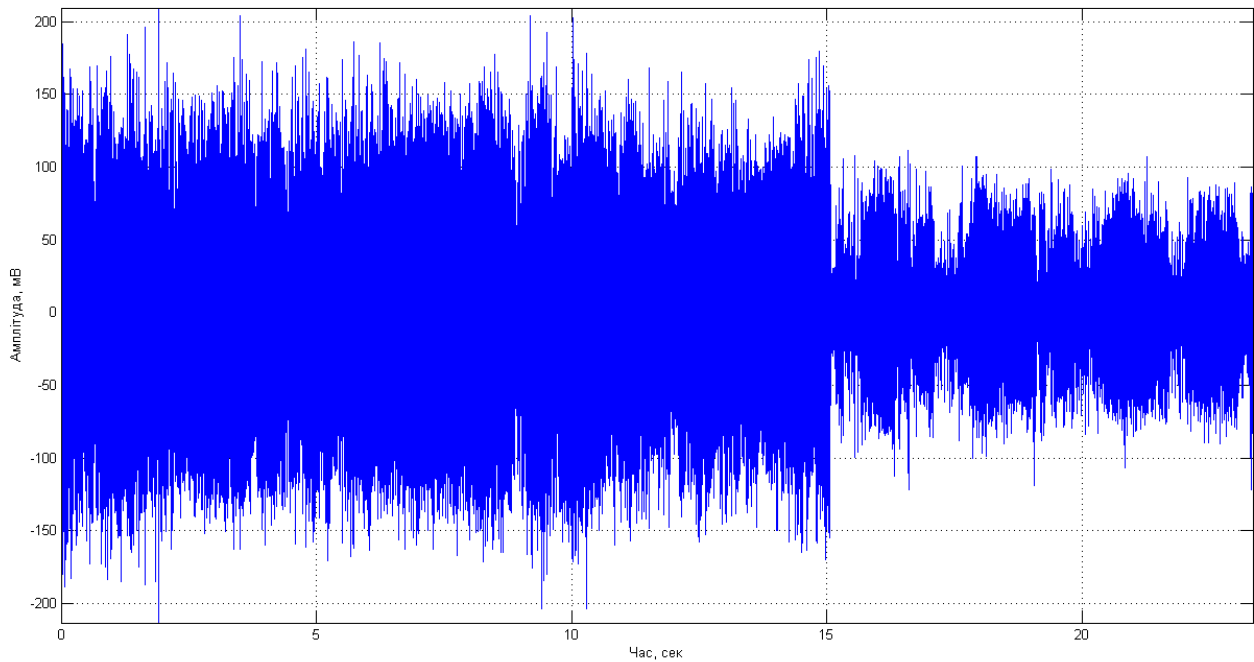


Рис.3.5. Реалізація електроенцефалосигналу протягом 24 годин

За реалізацією електроенцефалосигналу, яку наведено на рис.3.5 необхідно виявити моменти часу проявів епілепсії через процес обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин як кусково-випадкової послідовності білих шумів та адитивної суміші коливних функцій.

3.2 Метод обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Оскільки при проявах епілепсії на реалізації електроенцефалосигналу починають домінувати коливні процеси з частотами від 2 до 4 Гц, тому в основі методу обробки сигналу покладено задачу фіксації моментів часу появи цих процесів протягом 24 годин.

Оскільки реалізація електроенцефалосигналу протягом 24 годин є масивом великого об'єму даних для обробки якого як суцільної реалізації необхідно затрати багато часу та потужний ресурс обчислення, тому для виявлення часових проявів епілепсії запропоновано обробляти електроенцефалосигналу протягом 24 годин в межах m -го вікна ковзного $\xi_m(t)$, яке ковзає в часі з крок дискретизації. Крок

дискретизації в загальному визначає точність визначення локалізації моментів часу прояву та зникнення епілептичних спалахів.

Узагальнену структуру методу обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин зображено на рис.3.6.

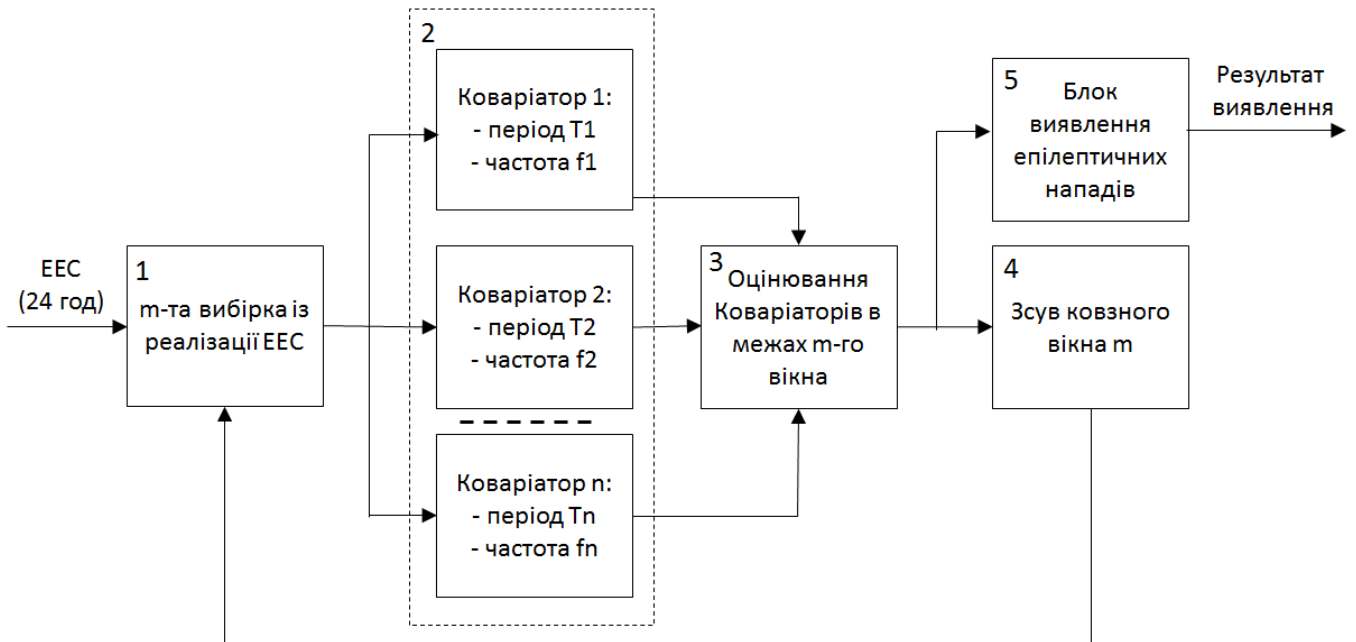


Рис.3.6. Узагальнена структура методу обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Процес виділення m -ого вікна ковзного в часовому просторі реалізації електроенцефалосигналу протягом 24 годин $\xi(t)$ для процесу обробки m -ої вибірки сигналу забезпечується виразом:

$$\xi_m(t) = \xi(t) \cdot \chi_{D_m}(t), \quad t \in \mathbb{R}, \quad (3.1)$$

де $\xi_m(t)$, $t \in D_m$ – реалізація вікна m -ого електроенцефалосигналу на відрізку D_m :

$$\chi_{D_m}(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t \in D_m \\ 0, & \text{якщо } t \notin D_m \end{cases} \quad \text{– функція індикаторна відрізку } D_m, \text{ яка формує}$$

область m -ого вікна ковзного в якому відбувається процес обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин.

$D_m = [m \cdot \Delta t, m \cdot \Delta t + len)$ – діапазон часової тривалості вікна m -ого (рис. 3.7),

$\Delta t = \text{const}$ – крок зсуву вікна.

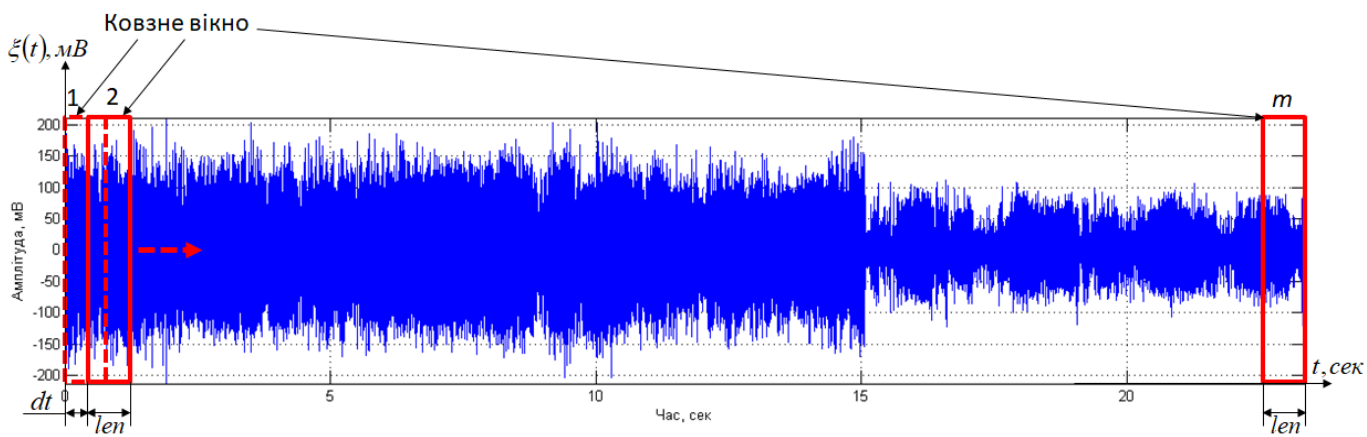


Рис. 3.7. Зображення реалізації електроенцефалосигналу протягом 24 годин та вікон його обробки

Інтервал часу електроенцефалосигналу len в межах вікна ковзного m -ого $\xi_m(t)$ буде формуватися функцією індикаторною $\chi_{D_m}(t)$ часової тривалості D_m .

В межах вікна ковзного електроенцефалосигналу розглядається як кусково-випадкова послідовність білих шумів та адитивної суміші гармонічних функцій з частотами від 2 до 4 Гц.

В межах вікна ковзного електроенцефалосигналу буде оброблено набором коваріаторів, які будуть виявляти гармонічні процеси (сигнали, хвилі, коливання) в діапазоні від 2 до 4 Гц.

Коваріатори реалізовано на методі коваріаційної обробки електроенцефалосигналу в межах вікна m -го з різними n -ними базовими функціями $s_n(t)$ різної частоти в діапазоні від 2 до 4 Гц:

$$\hat{b}_{nm}(u, f) = \frac{1}{N} \sum_{t \in \mathbb{R}} s_n^\circ(A, f, t) \xi_m^\circ(t - u), \quad n = 1, N, \quad t \in \mathbb{R} \quad (3.2)$$

де $s_n^\circ(A, f, t)$ - центрована реалізація базисної функції з заданими значеннями амплітуди та частоти;

N – загальна кількість базисних функцій;

$\xi_m^\circ(t-u)$ - зсунута в часі на u величину центрована реалізація електроенцефалосигналу в межах m -го вікна.

Якщо коваріація реалізації електроенцефалосигналу в межах m -го ковзного вікна відмінна від нуля, то її компоненти є стохастично-залежними випадковими величинами.

В подальшому результати роботи коваріаторів в межах m -их вікон буде оцінено шляхом формування індикаторів для подальшого виявлення часових моментів появи епілептичних нападів.

В основі оцінювання коваріаторів покладено процедуру числення добутку усереднених значень коваріаційної функції. Процедура добутку забезпечує процедуру часової фільтрації.

Метод оцінювання коваріаторів в межах m -их вікон (добуток усереднених коваріаторів по часових зсувах u для різних частот f в межах ковзних вікон m) подано у вигляді виразу:

$$\hat{Y}_m(t) = \left| \prod_{f=2}^4 (M_u \{b_m(t, u, f)\}) \right|, \quad u = \overline{0, U_{\max}}, \quad f = \overline{2, 4} \text{ Гц}, \quad t \in \mathbb{R} \quad (3.3)$$

де $M_u \{\bullet\}$ - символ усереднення по часовому зсуву u .

Розроблений метод дає змогу розробити ядро програмного забезпечення комп'ютерних електроенцефалографічних систем, а саме алгоритм виявлення епілепсії, зокрема моментів її прояву та їх тривалостей.

3.3 Алгоритм обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Згідно узагальненої структури методу обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин розроблено алгоритм обробки ЕЕС, який зображено на рис.3.8.

В основі алгоритму обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин для виявлення епілепсії покладено принцип обробки сигналу в межах вікон ковзних з подальшим його оцінювання. За результатами обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин буде побудовано залежності оцінок сигналу в межах m -го вікна в залежності від моменту їх часового розташування t_m .

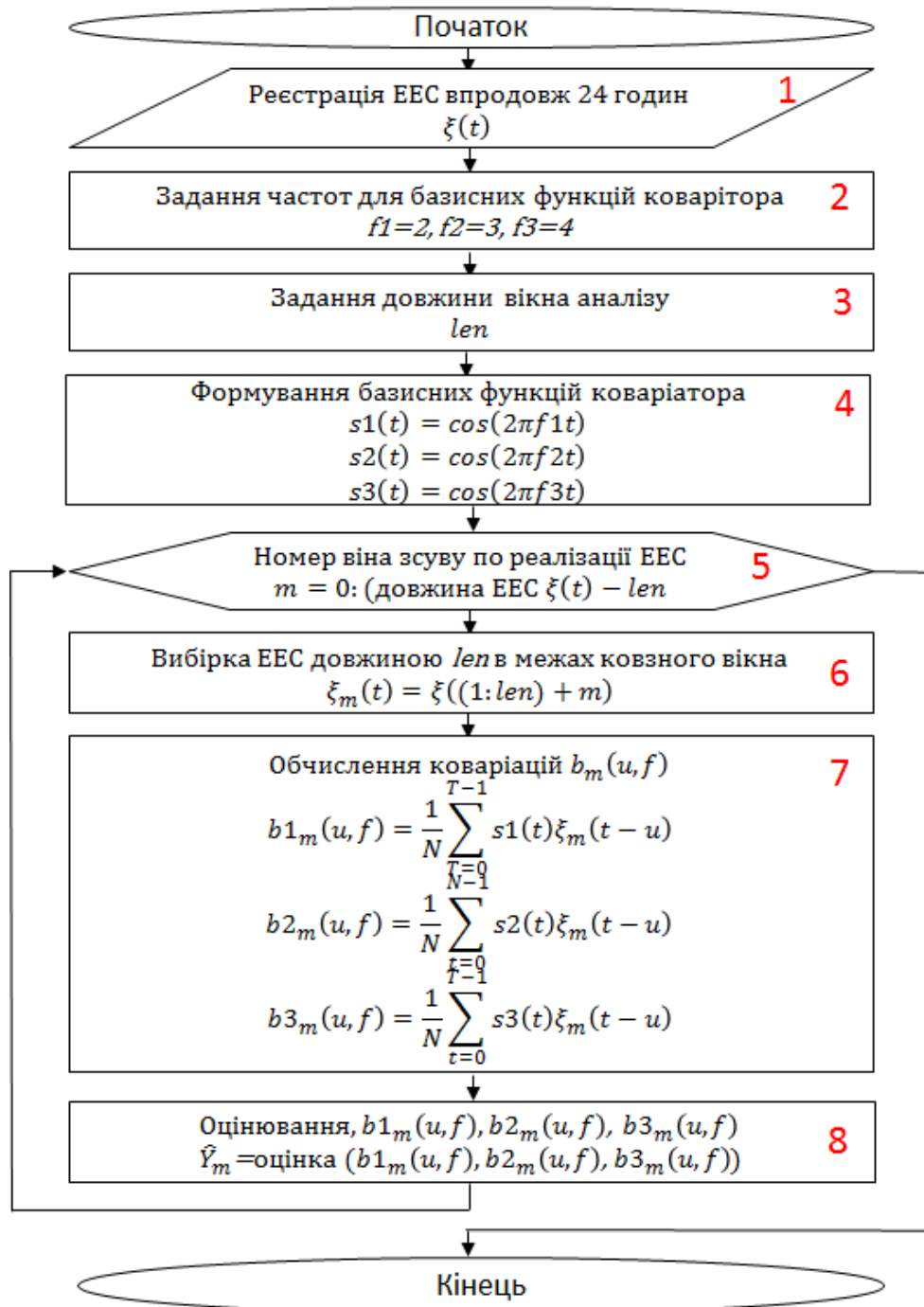


Рис.3.8. Алгоритм обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин при виявленні моментів прояву епілепсії

Загалом згідно алгоритму (рис.3.8) відбуваються наступні операції:

1. Реєстрація та завантаження даних експериментального електроенцефалосигналу, які зареєстровано протягом 24 годин.
2. Задання значень частотного діапазону від 2 до 4 Гц гармонічних складових для формування базисних функцій коваріаторів.
3. Задання довжини вікна len , в межах якого здійснюється обробка електроенцефалосигналу.
4. Формування базисних функцій з частотами в діапазоні від 2 до 4 Гц для реалізації коваріаторів.
5. Формування циклу, яв якому вікно зсувається на m -ме число з кожним новим циклом:

$$m = 0 : (\text{довжина EEC} - len). \quad (3.19)$$

Віднімання len забезпечує кінець зсуву вікна по реалізації електроенцефалосигналу протягом 24 годин.

6. Формування m -ої вибірки електроенцефалосигналу в межах m -го вікна

$$\xi_m(t) = \xi((1 : len) + m). \quad (3.20)$$

7. Обчислення коваріацій від m -ої вибірки центрованих електроенцефалосигналів в межах m -го вікна з різними n -ними центрованими базовими функціями $x_n(t)$ (коваріаторів):

$$\hat{b}_{nm}(t, u) = \frac{1}{N} \sum_{t \in R} s_n^\circ(t) \xi_m^\circ(t + u), \quad n = 1, N \quad (3.22)$$

де N – кількість базових функцій коваріаторів;

$\overset{\circ}{\xi}_m(t)$ і $\overset{\circ}{s}_m(t)$ - центровані реалізації електроенцефалосигналу в межах ковзного вікна та базисних функцій:

$$\overset{\circ}{\xi}_m(t) = \xi_m(t) - m_\xi, \quad (3.21)$$

$$\overset{\circ}{s}_m(t) = s_m(t) - m_s, \quad (3.21)$$

де m_ξ - середнє значення реалізації електроенцефалосигналу в межах ковзного m -го вікна.

m_s - середнє значення реалізації базисної функції.

Базову функцію подано у вигляді виразу:

$$s_n(t) = A_n \cos(2\pi f_n t), \quad t \in \mathbb{R} \quad (3.23)$$

8. Оцінювання коваріаторів шляхом множення усереднених коваріаторів в межах m -го вікна:

$$\hat{Y}_m(t, u) = \frac{1}{N} \prod_{n=1}^N M_u \{b_{nm}(u, f)\}, \quad t \in \mathbb{R} \quad (3.24)$$

Розроблений алгоритм (рис.3.5) дає змогу розробити програмне забезпечення для автоматизованого виявлення моментів появи епілепсії за ЕЕС.

3.4 Висновки до розділу 3

У розділі 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.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛУ
ВПРОДОВЖ 24 ГОДИН

4.1 Блок-схема програми обробки електроенцефалосигналу

Процедура виявлення епілепсії за реалізацію електроенцефалосигналу протягом 24 годин вимагає відповідного програмного забезпечення, яке розробляється на базі забезпечення алгоритмічного. Це забезпечення в загальному визначає ступінь складного розробляючого програмного забезпечення.

На рис.4.1 зображено алгоритмічне забезпечення як блок-схеми програми обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин для виявлення епілепсії.



Рис.4.1. Блок-схема програми обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин для виявлення епілепсії у людини

В основі блок-схеми програмного забезпечення лежать наступні операції:

1. Завантаження даних електроенцефалосигналу 24 годин під локальну зміну у.
2. Формування шкали часу під зміну t.
3. Вивід графіку електроенцефалосигналу протягом 24 годин на екран дисплею.
4. Формування базисних функцій під зміну signal1, signal2, signal3.
5. Задання довжини ковзного вікна, в межах якого здійснюється обробка електроенцефалосигналу 24-годинного запису.
6. Задання масиву зсуву m-ого ковзного вікна по реалізації електроенцефалосигналу.
7. Формування електроенцефалосигналу в межах ковзного вікна та збереження під тимчасову зміну u1.
8. Обчислення коваріаторів від u1 коваріаційним методом за допомогою функції XCOVV.
9. Добуток усереднених коваріаторів.
10. Формування шкали часу для добутку усереднених коваріаторів.
11. Вивід графіку залежності добутку усереднених коваріаторів від часу.

Отже, розроблена блок-схема забезпечує процедуру розроблення програмного забезпечення для обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин для виявлення епілепсії за допомогою коваріаторів з базисними функціями різної частоти.

4.2 Програмна реалізація обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Початком програми є процедура очищення змінних з пам'яті комп'ютера:

```
clear all; % Очищаємо усі змінні
```

Після очищення здійснюється процедура завантаження даних електроенцефалосигналу протягом 24 годин під змін у із використанням команди load:

```
y=load('c:\eeg_dobe.dat'); % завантажуюмо сигнал з файла
```

Формування шкали часових відліків під змін t в годинах через параметри частоти та кроку дискретизації fd , dt :

```
fd=100; % частота дискретизації, Гц
dt=1/fd; % крок
t=(0:(length(y)-1)).*dt; % формуємо змінну часу
t=t./(60*60); % перехід від секунд до годин
```

Вивід на фігуру figure(1) реалізацію електроенцефалосигналу протягом 24 годин в залежності від значення часу:

```
figure(1) % Вибір фігури для відображення електроенцефалосигналу
plot(t,y); % Вивід на екран
axis tight; % Масштабування
grid on; % Видимість сітки
ylabel('Амплітуда, мВ'); % Позначення осі
xlabel('Час, сек'); % Позначення осі
```

Задаємо довжину вікна ковзного під змін len :

```
% Довжина ковзного вікна обробки електроенцефалосигналу
len=2000;
```

Задаємо базисні функції:

```
t3=0; y3=0; t3=(0:(len-1))./fd;
signal1=cos(2*pi*2.*t3); % коваріатор 2 Гц
signal2=cos(2*pi*3.*t3); % коваріатор 3 Гц
signal3=cos(2*pi*4.*t3); % коваріатор 4 Гц
```

Формуємо масив ковзних вікон під зміну m , які зсуваються в часі з кроком dt :

```
% Коваріатор
Z_mean=0; % початковий стан
for m=0:dt:(length(y)-len-1) <операції обробки електроенцефалосигналу> end;
```

В циклі здійснюємо процедуру коваріаційної обробки m -ої вибірки електроенцефалосигналу за допомогою функції `XCOVV()`:

```
Z1=xcov(y1,signal1); % коваріація ЕСС з signal1
Z1=Z1/length(Z1); % коваріація ЕСС з signal1
Z2=xcov(y1,signal2); % коваріація ЕСС з signal2
Z2=Z2/length(Z2); % коваріація ЕСС з signal2
Z3=xcov(y1,signal3); % коваріація ЕСС з signal3
Z3=Z3/length(Z3); % коваріація ЕСС з signal3
```

Також в циклі числимо середнє значення від коваріацій як по зсуву за допомогою команди `mean` з подальшим їх перемноженням:

```
Z_mean(k+1)=abs(mean(Z1)*mean(Z2)*mean(Z3)); % Середня коваріація ЕСС
```

Формуємо шкалу часу для відображення залежності середніх коваріатів $t2$:

```
% Формування шкали часу
```

```
t2=(0:(length(Z_mean)-1))./fd; % Час коваріаторів електроенцефалосигналу
```

```
t2=t2./(60*60); % Перехід від секунд до годин
```

Виводимо залежність усереднених коваріаторів m -их вікон обробки ЕЕС від часу їх початку:

```
% Вивід графіку
```

```
figure(3); % Вибір місця графіку
```

```
plot(t2,Z_mean); % Графік залежності коваріаторів ЕСС від часу
```

```
grid on; % Сітка на залежності
```

```
axis tight; % Масштаб залежності коваріаторів ЕСС
```

4.3 Результати обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

На рис.4.2 зображено реалізацію завантаженого електроенцефалосигналу протягом 24 годин.

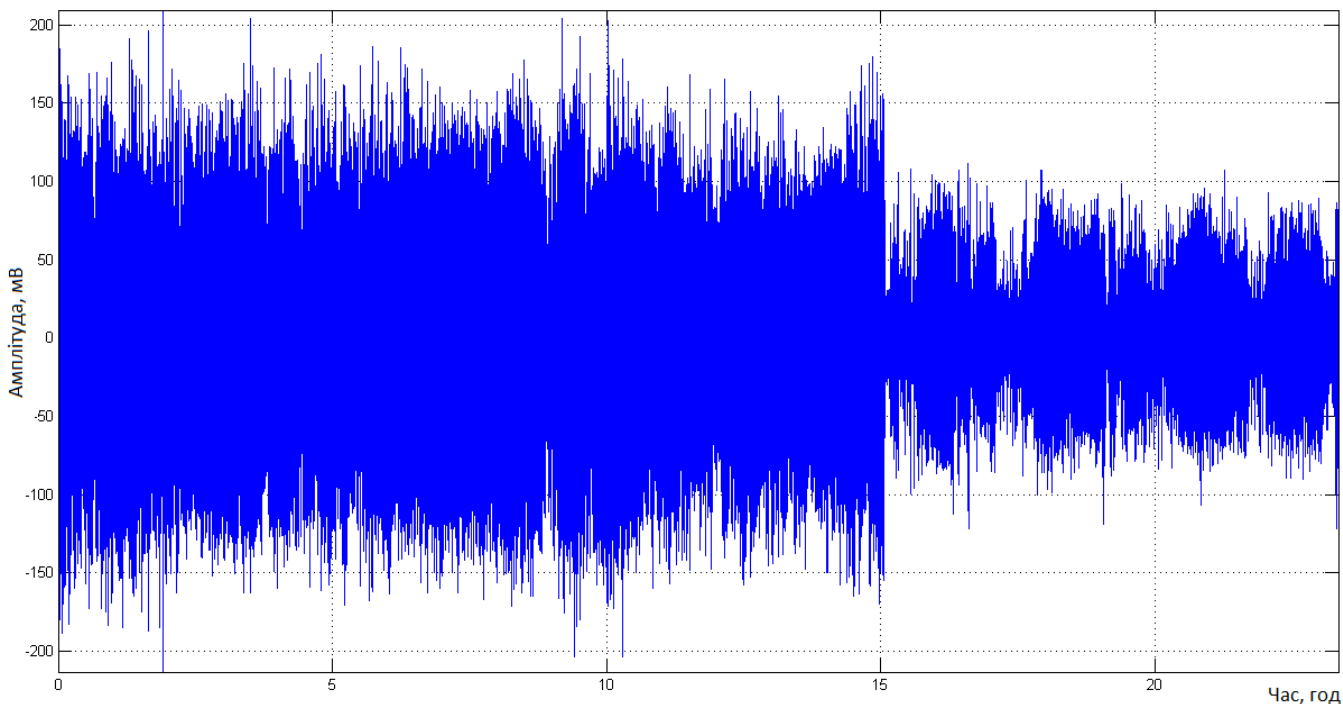


Рис.4.2. Реалізація завантаженого ЕСС протягом 24 годин

На рис.4.3 зображено результат обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин у вигляді усереднених добутків коваріаторів.

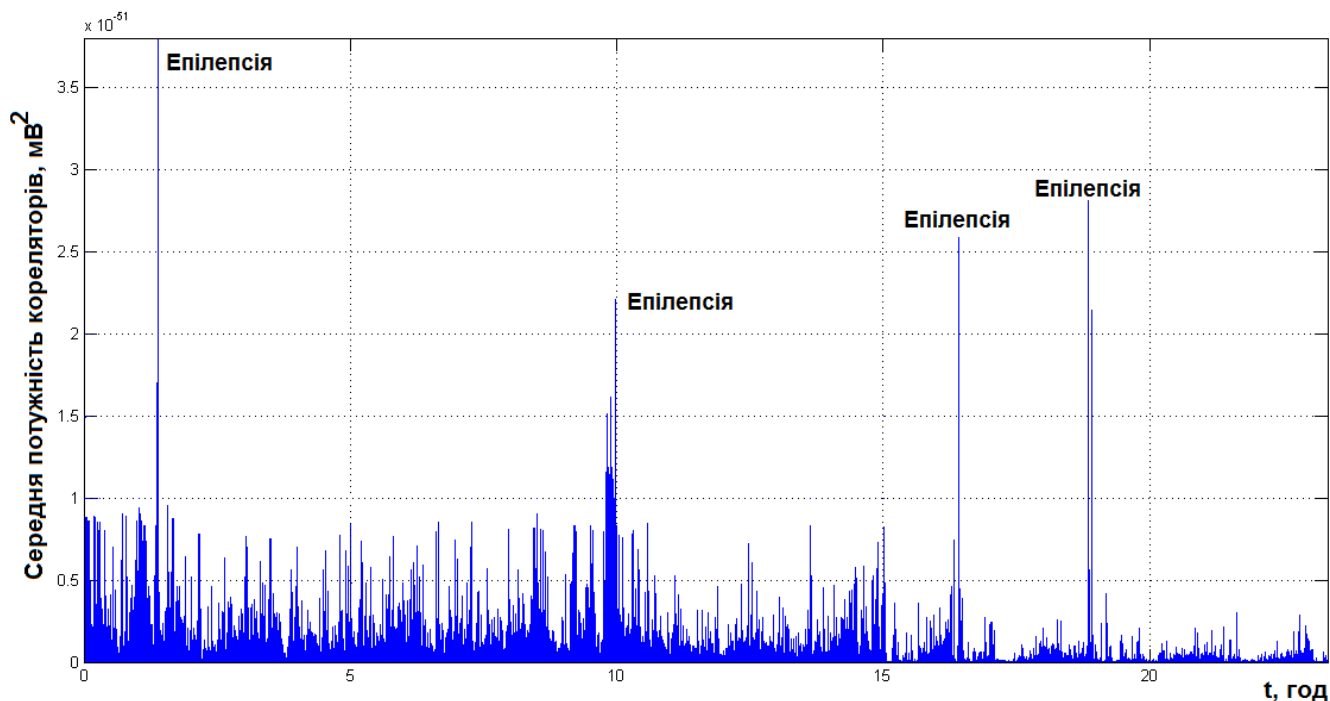


Рис.4.3. Результат обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

На рис.4.3 видно, що в моменти епілептичних нападів спостерігається збільшення середньої потужності коваріаторів по відношенню до стану без епілепсії.

Отже, отримані ознаки усереднених коваріаторів електроенцефалосигналу протягом 24 годин чутливо реагують на прояви епілептичних нападів.

Для перевірки коректності роботи розробленого методу обробки електроенцефалосигналу при виявленні епілепсії здійснено процедуру верифікації розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення.

4.4 Верифікація алгоритмічного та програмного забезпечення обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин

Для верифікації алгоритмічного та програмного забезпечення обробки електроенцефалосигналу протягом 24 годин при виявленні епілепсії використано тестовий сигнал у вигляді адитивної суміші гармонічних складових на часових зонах,

які є характерними для електроенцефалосигналу в момент епілептичних нападів, та білого шуму – на зонах без епілепсії у вигляді виразу:

$$y(t) = n(t_1) + \sum_{i=1}^N A_i \cos(2\pi f_i t_2) + n(t_3), \quad t = t_1 \cup t_2 \cup t_3 \quad (4.1)$$

де $n(t_1)$, $n(t_3)$ – білий гаусівський шум;

N – кількість гармонічних складових, які притаманні епілептичним нападам;

A_i , f_i – амплітуда та частоти гармонічних складових тестового сигналу в період епілепсії.

На рис.4.4 зображено реалізацію тестового сигналу з трьома періодами часу, а саме період до, під час та після епілептичного нападу.

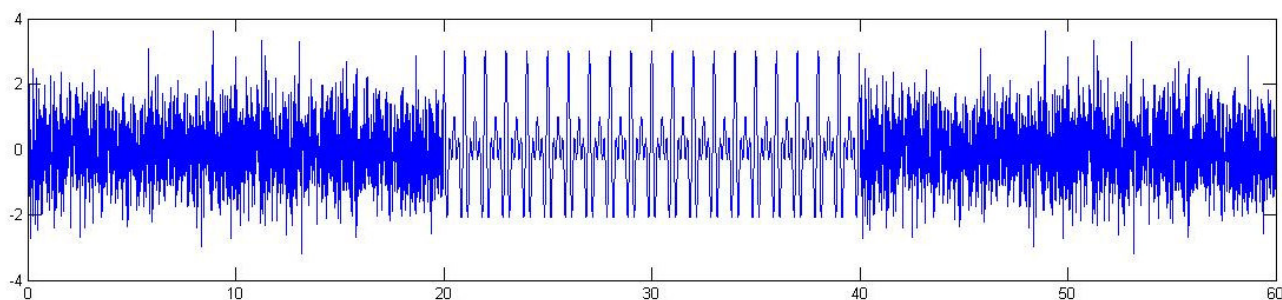


Рис.4.4. Реалізація тестового сигналу з фрагментами епілепсії

На рис.4.5 зображено результати обробки тестового сигналу з епізодами епілептичних нападів.

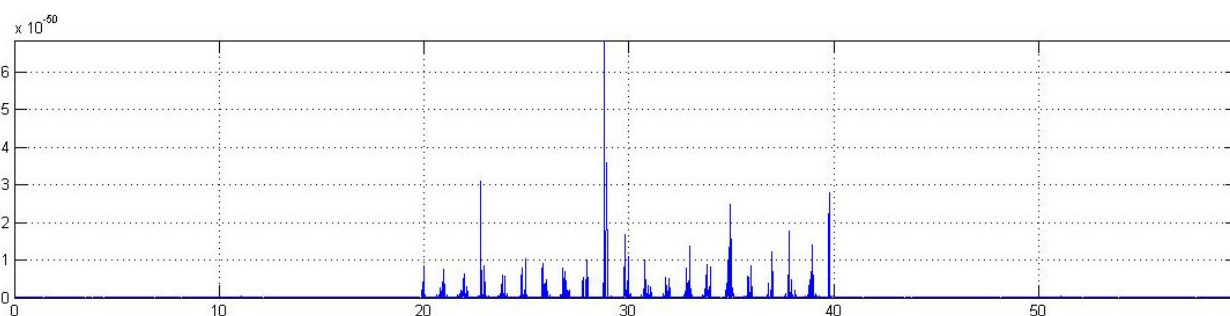


Рис.4.5. Результат обробки тестового сигналу з фрагментами епілепсії

За результатами обробки тестового сигналу (рис.4.5) встановлено, що при проходженні ковзного вікна до області існування гармонічних складових спостерігається стрімкий ріст середньої потужності коваріаторів, а при завершенні – стрімкий спад. Результати верифікації підтвердили факт працездатності розробленого методу виявлення епілепсії.

4.5 Висновки до розділу 4

У розділі розроблено блок-схему програмного забезпечення для обробки електроенцефалосигналу як кусково-стаціонарного випадкового процесу з метою виявлення появи 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.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень

У розділі наведено принципи електроенцефалографії, показання і протипоказання до її проведення, а також правила підготовки до дослідження і методикою його проведення.

5.1.1 Показання та протипоказання. Електроенцефалографія дозволяє прояснити безліч ситуацій, пов'язаних з діагностикою та диференціальної діагностикою неврологічних захворювань, тому цей метод дослідження широко застосовується і позитивно оцінюється лікарями-неврологами.

Отже, ЕЕГ призначають при:

- розладах засинання і сну (безсоння, сомнамбулізм, синдром обструктивного сонного апное, часті пробудження уві сні);
- нападах судом;
- черепно-мозкових травмах;
- нейро-циркуляторної дистонії;
- частих головних болях і запамороченнях;
- захворюваннях оболонок головного мозку: менінгіт, енцефаліт;
- гострих порушеннях мозкового кровообігу;
- пухлинах мозку;
- відновленні після нейрохірургічних операцій;
- непритомності (більше 1 епізоду в анамнезі);
- панічних атаках;
- постійному почутті втоми;
- діенцефальних кризах;
- аутизмі;
- затримці розвитку мовлення;
- затримці психічного розвитку;

- заїкання;
- тиках у дітей;
- синдромі Дауна;
- ДЦП;
- підозрі на смерть мозку.

Як таких протипоказань до проведення електроенцефалографії не існує. Обмежує проведення діагностики наявність в області передбачуваної установки електродів дефектів шкіри (відкритих ран), травматичних ушкоджень, недавно накладених, незагоєних післяопераційних швів, висипань, інфекційних процесів.

З обережністю слід проводити дослідження у осіб з психічними захворюваннями, оскільки вони не завжди можуть правильно виконати вказівки лікаря (зокрема, перебувати під час процедури з закритими очима і не ворушитися), а також буйних хворих, так як у них і сам апарат, і шапочка з електродами можуть викликати навіть почуття люті. При необхідності проведення ЕЕГ у таких пацієнтів їм попередньо вводять седативні препарати, які в той же час спотворюють результати дослідження, тобто, роблять його менш інформативним.

Чи не кожне діагностичне відділення має в своєму арсеналі портативний електроенцефалограф, тому в подібній ситуації протипоказанням до дослідження можуть стати хворі з серцево-судинною патологією на пізніх її стадіях, а також пацієнти з обмеженими руховими можливостями. Транспортування їх до відділення діагностики може мати більш високий ризик, ніж відмова від цього методу дослідження при постановці неврологічного діагнозу.

5.1.2 Підготовка до проведення електроенцефалографії. Щоб дослідження пройшло успішно і результат вийшов якомога більш інформативним, пацієнту перед ЕЕГ слід дотримуватися кількох нескладних рекомендацій.

Перш за все, необхідно повідомити лікаря про препарати, які на постійній основі або курсом, але саме в цей період часу, приймає пацієнт. Деякі з них (зокрема, транквілізатори, протисудомні лікарські засоби) можуть вплинути на мозкову активність, тим самим, спотворивши результати, тому лікар, ймовірно, запропонує пацієнтові за 3-4 дні до дослідження припинити їх прийом.

Напередодні дослідження і в день його не вживати в їжу продукти, до складу яких входить кофеїн або речовини-енергетики - чай, кава, шоколад, енергетичні напої та інші. Вони нададуть на нервову систему пацієнта збудливу дію, що спотворить результат ЕЕГ.

Перед процедурою ретельно вимити голову, очистивши волосся від залишків пінки для укладання, лаку і інших косметичних засобів. Масла і маски для волосся не використовувати, оскільки жир, що міститься в їх складі, погіршить контакт електродів електроенцефалограф з шкірою голови.

За кілька годин до дослідження повноцінно поїсти. Відсутність прийому їжі призведе до гіпоглікемії (зниження рівня цукру в крові), що також позначиться на ЕЕГ.

В процесі діагностики не можна нервувати, а слід перебувати в спокійному стані, наскільки це можливо.

Якщо пацієнту призначено ЕЕГ сну, ніч напередодні дослідження повинна бути для нього безсонною. Безпосередньо перед ЕЕГ він отримує седативний препарат, які допоможе йому заснути під час запису електроенцефалосигналу. ЕЕГ сну, як правило, необхідна особам, які страждають на епілепсію.

Найбільшу складність представляє проведення електроенцефалографії пацієнтам дитячого (особливо раннього та дошкільного) віку. Малюк нерідко лякається «шапочки», яку намагається надіти на його голову людина в білому халаті. Крім того, досить непросто переконати дитину тримати під час дослідження ока закритими і сидіти при цьому спокійно - не рухаючись. Якщо дитині все-таки має бути ЕЕГ, лікар повинен пояснити його батькам, на які моменти звернути увагу при підготовці (в тому числі, психологічної) сина або дочки до дослідження:

- переконати дитину, що його чекає абсолютно безпечна і безболісна процедура, роз'яснити йому на доступній мові її суть;
- в ігровій формі потренуватися надягати шапочку для плавання (можна піднести це, як гру, наприклад, в водолазів);

- на особистому прикладі показати дитині, як глибоко дихати, дати йому самому це зробити, домовитися з ним повторити те ж саме в кабінеті лікаря, коли він або ви попросите;
- добре вимити голову, не робити складні зачіски (щоб швидко вийшло розпустити волосся), зняти сережки, якщо такі є;
- повноцінно погодувати перед виходом;
- не забути взяти з собою улюблені іграшку і книжку, а також якісь смаколики - їжу і питво; на випадок, якщо перед ЕЕГ доведеться почекати, дитини можна буде відвернути, щоб він не думав про майбутній дослідженні і не боявся його.

5.1.3 Методика проведення дослідження. Час діагностики варіюється в залежності від цілей. Найчастіше її здійснюють вранці або вдень, але в ряді випадків потрібно визначити електричну активність мозку безпосередньо під час сну.

Дослідження проводять в спеціально обладнаному кабінеті, захищеному від шуму і світла. У кабінеті присутні тільки пацієнт і лікар, але в деяких клініках навіть лікар знаходиться за його межами, підтримуючи зв'язок з обстежуваних за допомогою відеокамери та мікрофону. При проведенні ЕЕГ дитині в кабінеті повинен знаходитися і один з його батьків.

Пацієнт зручно влаштовується в кріслі або лягає на кушетку. На голову йому надягають спеціальну «шапочку»: електроди, з'єднані один з одним мережею дротів. Починають дослідження.

Спочатку, щоб оцінити характер артефактів (технічних погрішностей) від моргання, лікар просить обстежуваного кілька разів закрити і відкрити очі. Визнавши це питання завершеним, він пропонує пацієнту закрити очі і сидіти / лежати спокійно, не здійснюючи жодних рухів. Дослідження проводиться нетривалий час, тому дорослому пацієнту, як правило, нескладно виконати цю умову діагноста. Якщо ж обстежуваному ну дуже необхідно змінити положення тіла або, наприклад, захотілося в туалет, запис ЕЕГ тимчасово припиняють. У разі, коли під час запису ЕЕГ пацієнт все-таки поворухнувся, або моргнув, або зробив ковтальний рух, лікар робить відповідну позначку на плівці або в комп'ютері - ці дії обстежуваного можуть

вплинути на характер кривої, а лікар при відсутності позначки про них, може неправильно їх витлумачити, що вплине на висновок.

Коли ЕЕГ спокою записана, пацієнту проводять так звані навантажувальні проби, щоб оцінити реакцію мозку на стресові для нього ситуації:

- гіпервентиляційна проба: фахівець просить обстежуваного часто глибоко дихати протягом 3-х хвилин; такі дії у схильного хворого можуть спровокувати як напад генералізованих судом, так і випадок типу абсанса;
- фотостимуляція: пробу проводять, використовуючи стробоскопічний джерело світла, який блимає з частотою 20 разів на секунду; таким чином, оцінюється реакція головного мозку на яскраве світло; у схильних осіб у відповідь на миготіння виникають міоклонічні судоми або епілептичний випадок.

Спеціаліст, який проводить дослідження, повинен бути готовий до розвитку патологічної реакції організму хворого на провокаційні проби і мати можливість і відповідні навички з надання йому невідкладної допомоги.

Після закінчення дослідження слід нагадати хворому про необхідність відновлення прийому лікарських препаратів, які були скасовані перед ЕЕГ.

Отже, електроенцефалографія - це безболісний і високоінформативний метод діагностики захворювань центральної нервової системи. Він показаний при безлічі неврологічних станів і, вибираючи між тим, варто чи не варто його робити, правильніше зупинити свій вибір на користь першого: якщо патологія відсутня, ви зайвий раз в цьому переконаєтеся і заспокоїтеся, а в разі виявлення тих чи інших змін на ЕЕГ вірний діагноз буде швидше виставлений, і ви почнете отримувати правильне лікування.

5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження

Універсальна десяткова класифікація (УДК) є міжнародною системою класифікації документів. Вона відповідає найістотнішим вимогам до класифікації (міжнародність, універсальність) та надає можливість відображати новітні

досягнення науки й техніки без будь-яких суттєвих змін в її структурі. Такої гнучкості не має жодна з існуючих систем класифікації.

Наявність детально розробленої системи допоміжних таблиць визначників, здатність відображати нові поняття за допомогою розподілу рубрик від загального до конкретного також роблять систему УДК гнучкою. Це дає змогу багатоаспектно розкривати зміст матеріалів за допомогою комбінування індексів. Застосування визначників безмежно розширює можливості класифікації та відкриває нові для детальної класифікації матеріалу.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення рубрик застосовують арабські цифри, зрозумілі в усіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дає змогу безмежно розширювати її за допомогою приєднання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи системи загалом.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, позначаючи конкретніше поняття.

Отже, тема наукового дослідження включає у своїй структурі дві сторони:

1) Медична (головний мозок людини).

2) Метод, алгоритм та програмне забезпечення обробки електроенцефалосигналу продовж 24 годин.

Згідно з класифікатором УДК, медична сторона класифікується наступною послідовністю дій (алгоритмом), при виборі номера:

1) УДК 61– Медицина. Охорона здоров'я;

2) УДК 612– Фізіологія. Порівняльна фізіологія;

3) УДК 612.8 – Нервова система. Органи відчуття;

4) УДК 612.82 – Головний мозок. Центри головного мозку

Технічна сторона класифікується наступною послідовністю:

1) УДК 51 –Математика;

2) УДК 519.6 – Обчислювальна математика, чисельний аналіз і програмування (машинна математика);

3) УДК 519.688– Програми та алгоритми для вирішення окремих завдань на обчислювальних машинах.

Отже, загальний УДК за вказаним напрямом наукового дослідження буде мати наступний індекс: УДК612.82:519.688.

5.3 Висновки до розділу 5

У розділі описано методику проведення медико-біологічних дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом наукового дослідження

РОЗДІЛ 6

ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, яке пов'язано із розробленням ефективного методу виявлення епілептичних нападів, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість.

Розрахунок величин витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наведено нижче.

6.1.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 6.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом спеціальності магістра 163 «Біомедична інженерія».

Таблиця 6.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Науковий керівник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1	2	3	4	5	7	8
1. Уточнення теми та наукового дослідження	1	–	1	–	–	1

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	7	8
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	–	–	–	–	1
3. Розроблення математичної електроенцефалосигналу протягом 24 годин	1	–	–	–	–	1
4. Розроблення методу аналізу електроенцефалосигналу протягом 24 годин	1	–	–	–	–	1
5. Аналіз добового електроенцефалосигналу протягом 24 годин	1	–	–	–	–	1
6. Формування звіту по НДР	1	–	–	–	–	1
Разом за виконавцями теми	6	–	–	–	–	6

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців НДР розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1. Науковий керівник	1	4289,70	202,34	3237,44
2. Студент	1	1302	61,42	1289,82
Разом оплата праці з теми				4527,26

6.1.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 1686,86 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.1.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті прикладних інформаційних систем та електроінженерії, передбачає використання, перш за все, електроенцефалографа, комп'ютерів для аналізу електроенцефалосигналу протягом 24 годин та формування матеріалів звітності, оргтехніки та ін.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума, грн.
1. Електроенцефалографічна система та електроди	шт	1	27000	27000
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	4250	4250
4 Принтер лазерний	шт	1	900	900
5 Кабелі для підключення електроенцефалографічної системи до ПК	шт	1	85	85
Загальні витрати на матеріали				32235

6.1.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для електроенцефалографа, освітлення, живлення медобладнання, комп'ютерної техніки та оргтехніки [55]:

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де P_i – витрата і-го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

C_i - ціна за одиницю і-го виду матеріального ресурсу, грн.

i - вид матеріального ресурсу;

n - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
Електроенцефалографічна система	95	0,25	3	2,68	190,95
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	180	0,1	90	2,68	4341,6
Принтер лазерний	650	0,15	5	2,68	1306,5
Лампи розжарювання (освітлення)	60	0,45	10	2,68	723,6
РАЗОМ витрати на електроенергію					6562,65

6.1.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих

виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язанні із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	2	600
Здача звітів НДР	1	200
Впровадження результатів НДР	3	1000
Всього	–	1800

6.1.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР (умовні дані)

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	4527,26	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	1686,86	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	32235	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	6562,65	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	1800	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	4681,177	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	51492,95	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводить до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

6.2 Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується [55] визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули [55]:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (6.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами i -му фактору;

B_{ij}^{\max} – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика i -го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

**Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів
науково-технічної ефективності**

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна A_{ij}^{\max}
1	2	3	4
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стіпень ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження,роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок B_{ij}			B_{ij}^{\max}
		Експертні оцінки		B_{ij}	
		1	2		
1	2	3	4	5	6
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	6	6	6	18
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	8	8	8	24
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	18
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	8	8	8	24
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	30
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	18

Розраховане за формулою 6.2 значення E_{nm} буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{nm} = \frac{0.25 \cdot 6 + 0.16 \cdot 8 + 0.09 \cdot 6 + 8 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,742 .$$

Загальну оцінку бакалаврської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Таблиця 6.10

**Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності
фундаментальних та пошукових НДР**

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
<u>0,61-0,75</u>	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

6.3 Висновки до розділу 6

У розділі 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 здійснюється 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.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охороні праці

Розробка програмного електроенцефалографічної системи (в подальшому по тексту системи) здійснювалась на персональному комп'ютері, тому дотримання вимог Державних санітарних правил і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСанПіН 3.3.2.007-98) (затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 р. №7) [49] та Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджених наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018 № 207 (НПАОП 0.00-7.15-18), які розроблено на основі Директиви 90/270/ЄЕС від 29 травня 1990 року про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями [50].

В процесі роботи з системою рівень безпеки та захист працюючого від випромінювання екранних пристроїв має бути зведено до гранично допустимого рівня (вібрації, шуму, температур), який не спричиняє соматичних розладів, а також інших патологічних змін стану здоров'я, працездатності відповідно до вимог безпеки та охорони здоров'я працівників.

Під час облаштування робочого місця необхідно підібрати таке устаткування, яке не створює додаткового шуму та не виділяє позанормованого тепла. Гранично допустимі рівні шуму повинні відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99), затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37 [52]. Мікроклімат виробничого приміщення має підтримуватись на постійному рівні та відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99), затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 42 [53].

Організація робочого місця при роботі із системою повинно бути забезпечено відповідність усіх елементів місця та їх розташування повинне бути ергономічним, антропологічним, відповідати психофізіологічним вимогам, а також характеру роботи із системою при розробці програмного забезпечення. Освітлення в зоні роботи повинне створювати контраст між екраном і навколишнім середовищем та відповідати вимогам ДСанПІН 3.3.2.007-98 [51]

Електроенцефалографічна система згідно Технічного регламенту щодо медичних виробів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 2 жовтня 2013 р. № 753, відноситься до класу медичних виробів як інструмент, апарат, прилад, пристрій, що застосовуються з метою забезпечення діагностики, моніторингу полегшення перебігу хвороби пацієнта в разі захворювання, лікування.

Необхідно зауважити, що програмне забезпечення системи керує алгоритмами роботи системи при прийнятті рішень щодо діагнозу пацієнта, відноситься до того самого класу, що і цей медичний виріб.

Відповідне програмне забезпечення системи розроблялось у такий спосіб, щоб у разі його застосування не було спричинено виникнення ризику для клінічного стану або безпеки споживачів чи для здоров'я і безпеки користувачів або інших осіб [51].

Відповідно до вимог [51] комп'ютерна система, як медичний виріб з електронною програмною системою, спроектована таким чином, що забезпечує надійність, відтворюваність, та ефективність системи згідно з призначенням. В системі передбачено засоби для усунення або мінімізації спричинених ризиків у разі поодинокого збою.

Програмне забезпечення системи розроблено відповідно до поточного рівня знань з урахуванням принципів циклу розробки, управління ризиками, валідації та перевірки [51].

Конструкцією системи передбачено мінімізацію ризиків створення електромагнітних полів, які можуть погіршити роботу інших виробів або обладнання в звичайних умовах, а також, щоб уникнути ризиків випадкового ураження електричним струмом за умови належного використання, правильного встановлення, тобто має робочу ізоляцію і виконана таким чином, що підключити її до електричної

мережі можна лише після під'єднання корпусу до заземлювача, а при від'єднанні від мережі - корпус відключається від заземлювача (нульового захисного провідника) в останню чергу. Рівень та стан ізоляції струмопровідних частин системи відповідає правилам використання системи.

Таким чином, електроенцефалографічна система є безпечною з точки зору охорони праці та техніки безпеки.

7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.2.1 Заходи по підвищенню стійкості об'єктів, що використовують електроенцефалографічні системи, в надзвичайних ситуаціях. Захист персоналу об'єктів та членів сім'ї. У разі загрози чи настання надзвичайних ситуацій необхідним є забезпечити надійну роботу об'єктів оснащених електроенцефалографічними системами.

На виконання вимог Державних будівельних норм ДБН В1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» основними заходами щодо підвищення стійкості забезпечених об'єктів є:

- захист робітників і службовців;
- підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу;
- виключення або обмеження можливих негативних наслідків від вторинних факторів ураження;
- організація надійного матеріально-технічного забезпечення і стійких виробничих зв'язків;
- проведення заходів по зниженню можливих втрат і забезпеченню стабільності випуску продукції;
- забезпечення надійності управління виробництвом;
- завчасна підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Захист робітників і службовців досягається:

- укриттям в захисних спорудах;
- евакуацією в замську зону;

- забезпеченістю засобами індивідуального захисту; надійним та своєчасним оповіщенням про небезпеку;
- розробкою режимів захисту;
- герметизацією приміщень;
- проведенням профілактичних медичних заходів.

Підвищення стійкості інженерно-технічного комплексу досягається:

- заглибленням або розміщенням у незавалюваних приміщеннях устаткування і комунікацій;
- підвищенням міцнісних характеристик споруд;
- базуванням підприємства на декількох джерелах електро-постачання;
- передбаченням на мережах газопостачання і теплофікації заходів проти витікання газу, пару, води, а також резервних ліній для переключення енергопостачання від інших магістралей (об'єктів).

Ймовірність виникнення на підприємстві пожеж залежить в основному від ступеня вогнестійкості будинків і споруд, пожежо- і вибухо- небезпечності, щільності забудови будинків і споруд і ступеня їх руйнувань.

При розробці заходів по виключенню або обмеженню дії на об'єкт та його елементи вторинних факторів поразки слід враховувати специфічні властивості об'єктів. Так, на об'єктах нафтопереробної і нафтохімічної промисловості внаслідок руйнування і ушкодження місткостей, трубопроводів і арматури можливе виникнення вибухо-небезпечних газоповітряних сумішей, які можуть вибухнути і призвести до руйнування устаткування, будівельних конструкцій, будинків і споруд.

Виникнення і характер пожеж залежать не тільки від категорії виробництва по пожежній небезпеці, але й від ступеня вогнестійкості будинків і споруд. За ступенями вогнестійкості будинки і споруди поділяються на п'ять груп (I, II, III, IV і V).

Лікувальні корпуси психіатричних лікарень і диспансерів мають бути не нижче III ступеня вогнестійкості.

Будинки лікувальних закладів на 60 і менше ліжок та амбулаторно-поліклінічні заклади на 90 відвідувань за зміну дозволяється проектувати IV, V ступеня вогнестійкості з рубленими чи брущатими стінами.

Приміщення лікувальних, амбулаторно-поліклінічних закладів і аптек (крім приміщень медичного персоналу громадських будинків і споруд, аптечних кіосків) в разі розміщення їх в будинках іншого призначення мають бути відокремлені від решти приміщень протипожежними стінами 1-го типу і мати самостійні виходи назовні.

Ступінь вогнестійкості будинків і споруд визначається мінімальними межами вогнестійкості будівельних конструкцій і загоряння матеріалів, із яких ці конструкції збудовані. Вогнестійкість будівельних конструкцій визначається часом згоряння (запалювання) і вимірюється в годинах. Всі будівельні матеріали, як відомо, поділяються на три групи: такі, що згоряють, важко згоряють і не згоряють.

Для виключення або обмеження можливості виникнення і поширення пожеж, отруєнь та інших вторинних факторів ураження на підприємствах проводяться заходи по протипожежній та інженерно-технічній профілактиці. Вони включають заходи, що запобігають розповсюдженню пожежі (обладнання протипожежних розривів навколо нагрівальних печей і установок, створення і підготовка сил і засобів пожежогасіння, винесення складів паливо-мастильних матеріалів, вибухонебезпечних речовин за територію об'єкта та зниження їх запасів, обвалювання місткостей і складів СДОР, обладнання пристроїв для їх нейтралізації, підготовка резервуарів з водою та прийняття інших необхідних мір захисту).

При оцінці стійкості об'єкта у НС необхідно також враховувати розташування об'єкта відносно меж зон можливого катастрофічного затоплення при зруйнуванні гребель гідровузлів і його наслідків.

На стійкість роботи об'єктів значний вплив може створити радіоактивне забруднення місцевості, тому для захисту робітників розроблюються необхідні режими радіаційного захисту.

Це такі заходи, як зниження запасів (на території підприємства) матеріально-технічних засобів, створення в заміській зоні необхідних запасів і резервів сировини, палива, устаткування, комплектуючих виробів, запасних деталей, будівельних матеріалів, рухомих електричних і компресорних станцій для проведення рятувальних і невідкладних робіт: підготовка підприємства до переведення на резервні (автономні)

джерела електро-, паро- і водопостачання, завчасне дослідження можливостей використання місцевих джерел сировини, палива, комплектуючих деталей та інших необхідних для виробництва матеріалів.

Важливим заходом є завчасна підготовка до відновлення порушеного виробництва, для чого на об'єкті розробляється план відновлювальних робіт, що дозволить значно скоротити час на проведення робіт у випадку часткового зруйнування об'єкта.

7.2.2 Методи захисту від дії ЕМІ, що базуються на врахуванні його можливого негативного впливу. Під час НС воєнного часу на роботу об'єктів, що використовують комп'ютерні системи діагностики стану, може виникнути електромагнітний імпульс ядерного вибуху.

Захист від впливу електромагнітних полів радіочастот здійснюється шляхом проведення організаційних та інженерно-технічних, лікувально-профілактичних заходів, а також використання засобів індивідуального захисту.

До організаційних заходів належать: вибір раціональних режимів роботи обладнання; обмеження місця і часу перебування персоналу в зоні впливу ЕМІ РЧ (захист відстанню і часом) і т. д.

Інженерно-технічні заходи включають: раціональне розміщення обладнання; використання коштів, які обмежують надходження електромагнітної енергії на робочі місця персоналу (поглиначі потужності, екранування, використання мінімальної потужності генератора); позначення і огороження зон з підвищеним рівнем ЕМІ РЧ.

Лікувально-профілактичні заходи здійснюються з метою попередження, ранньої діагностики та лікування порушень у стані здоров'я працівника, пов'язаних з впливом ЕМІ РЧ, і включають попередні (при вступі на роботу) і періодичні медичні огляди.

До засобів індивідуального захисту відносяться захисні окуляри, щитки, шоломи, захисний одяг (комбінезони, халати і т. д.).

Залежно від умов опромінення комп'ютерної діагностичної системи, характеру і місця знаходження джерел ЕМІ РЧ можуть бути застосовані різні засоби і методи захисту від опромінення: захист часом; захист відстанню; екранування джерела

випромінювання; зменшення випромінювання безпосередньо в самому джерелі випромінювання; екранування робочих місць; засоби індивідуального захисту; виділення зон випромінювання.

Захист часом передбачає обмеження часу перебування обладнання в електромагнітному полі і застосовується, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання до допустимих значень.

Захист відстанню застосовується в тому випадку, якщо неможливо послабити інтенсивність опромінення іншими заходами, в тому числі і скороченням часу перебування людини в небезпечній зоні. У цьому випадку вдаються до збільшення відстані між випромінювачем і обслуговуючим персоналом та обладнанням.

Зменшення потужності випромінювання безпосередньо в самому джерелі випромінювання досягається за рахунок застосування спеціальних пристроїв. З метою запобігання випромінювання в робоче приміщення в якості навантаження генераторів замість відкритих випромінювачів застосовують поглиначі потужності (еквівалент антени і навантаження джерел ЕМІ РЧ), при цьому інтенсивність випромінювання послаблюється до 60 дБ і більше. Промисловістю випускаються еквіваленти антен, розраховані на поглинання потужністю 5, 10, 30, 50, 100 і 250 Вт з довжинами хвиль 3,1-3,5 і 6-1000 см.

Зниження рівня потужності може бути досягнуто за допомогою атенуаторів, які дозволяють послабити в межах від 0 до 120 дБ випромінювання потужністю 0,1; 0,5; 1,5; 10; 50 і 100 Вт і довжинами хвиль 0,4-0,6; 0,8-300 см.

Екранування джерел випромінювання використовується для зниження інтенсивності електромагнітного поля на робочому місці або усуненні небезпечних зон випромінювання. В цьому випадку застосовуються екрани з металевих листів або сіток у вигляді замкнутих камер, шаф і кожухів.

Екранування джерел ЕМІ РЧ або робочих місць здійснюється за допомогою відбивають або поглинають екранів (стаціонарних або переносних).

7.3 Висновки до розділу 7

У підрозділі з охорони праці обґрунтовано безпечність експлуатації електроенцефалографічної системи з точки зору охорони праці.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях 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.

РОЗДІЛ 8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Моніторинг атмосферного повітря

Згідно до порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря (Постанова кабінету міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827, м. Київ) [86] державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря (далі - моніторинг атмосферного повітря) здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Моніторинг атмосферного повітря є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища.

Моніторинг атмосферного повітря здійснюється за показниками якості [86]:

- атмосферного повітря;
- атмосферних опадів.

Суб'єктами моніторингу атмосферного повітря є Міністерство енергетики та захисту довкілля, МОЗ, ДСНС, ДАЗВ, міська держадміністрація та виконавчі органи міських рад.

Міністерство енергетики та захисту довкілля здійснює загальну організацію та координацію суб'єктів моніторингу атмосферного повітря.

МОЗ [86]:

- встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднювальних речовин;
- визначає можливі впливи забруднення атмосферного повітря на здоров'я та життєдіяльність населення на основі спостережень за рівнями забруднювальних речовин та результатів моніторингу атмосферного повітря, отриманих іншими суб'єктами моніторингу атмосферного повітря;

ДСНС [86]:

- встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднювальних речовин, показниками та складовими атмосферних опадів;
- забезпечує суб'єктів моніторингу атмосферного повітря гідрометеорологічними прогнозами;

ДАЗВ [86]:

- встановлює пункти спостережень та веде спостереження за рівнями забруднювальних речовин, у зоні відчуження та зоні безумовного (обов'язкового) відселення території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи (у межах об'ємної активності радіонуклідів);
- обласні та міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад;
- встановлюють пункти спостережень та ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин в межах території відповідної зони або агломерації.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря встановлюють пункти спостережень, ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин та вмістом складових та/або показників атмосферних опадів, проводять аналіз і прогнозування стану атмосферного повітря та оцінювання його якості з дотриманням законодавства про охорону атмосферного повітря, єдиних методичних вимог у сфері державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, а також вимог Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” [86].

Підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин з виконанням вимог цього Порядку, безоплатно забезпечують доступ до первинної інформації (даних спостережень) органам управління якістю атмосферного повітря відповідних зон та агломерацій, а також Міністерство енергетики та захисту довкілля. Для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території України встановлюються зони та агломерації.

Розміщення та кількість пунктів спостережень для проведення оцінювання визначаються у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря для кожної зони та агломерації відповідно до порядку, що встановлюється МВС за погодженням з Міністерством енергетики та захисту довкілля.

Для забезпечення точності вимірювальних приладів усі суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують здійснення регулярного калібрування та технічного обслуговування засобів вимірювальної техніки, що використовуються ними для здійснення моніторингу атмосферного повітря.

Результатом здійснення моніторингу атмосферного повітря є [86]:

- дані спостережень, які одержують суб'єкти моніторингу атмосферного повітря;
- узагальнені дані про якість атмосферного повітря, що стосуються певного проміжку часу та/або певної території;
- оцінка стану атмосферного повітря та атмосферних опадів;
- прогнози стану атмосферного повітря і його змін;
- інформація про вплив рівнів забруднювальних речовин в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря зобов'язані безстроково зберігати дані спостережень, отримані у результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря [86].

8.2 Зведення та первинне оброблення статистичних даних екологічної інформації

Статистичне зведення являє собою сукупність прийомів, які дозволяють одержати узагальнюючі статистичні показники як зведені ознаки масових явищ, що характеризують стан, взаємозв'язки і закономірності розвитку явищ в цілому. Зведення являє собою другий ступінь статистичного дослідження і від його якості значною мірою залежить результат усієї статистичної роботи.

В цілому статистичне зведення включає такі етапи [68]:

- 1) статистичне групування;
- 2) підсумовування даних;
- 3) табличне і графічне оформлення одержаних даних.

Одержана в процесі зведення система статистичних показників підлягає подальшому аналізу в наукових і практичних цілях.

За допомогою статистичного зведення розв'язують такі завдання: групування даних, розроблення системи показників для характеристики груп і всієї статистичної сукупності, обчислення групових і загальних показників, зведення результатів обчислення у статистичних таблицях [68].

З погляду організації розрізняють два види статистичного зведення: централізоване і децентралізоване:

- централізоване зведення проводять в одному центральному органі, наприклад, Державному комітеті статистики України, куди заздалегідь надсилають усі матеріали статистичного спостереження;
- децентралізоване зведення здійснюють поступово в різних ланках системи статистичних органів — на рівні району, області, країни.

Централізований вид зведення має свої переваги перед децентралізованим у тому, що є можливість проведення його за єдиною методологією при значно менших затратах праці і високій точності розрахунків. Його недоліки — низька оперативність використання результатів зведень на місцях і складність у виправленні виявлених помилок спостереження. Централізоване зведення має місце, як правило, у великих

спеціально організованих статистичних спостереженнях (наприклад, переписи). У статистичній практиці найчастіше застосовують децентралізоване зведення; інколи ці два види поєднують [68].

У результаті обробки та систематизації статистичних матеріалів отримуємо ряди цифрових показників, які характеризують окремі сторони явищ, що вивчаються, в просторі або зміну цих явищ у часі. Тому побудова статистичних рядів є основою будь-якого первинного оброблення статистичної інформації [68].

За своїм змістом статистичні ряди поділяються на два види: неупорядковані (вихідні) і упорядковані. Вивченню упорядкованих рядів, як правило, передують побудова неупорядкованого (вихідного) ряду. Часові ряди представляють собою ряди статистичних даних, розташованих у хронологічному порядку.

Ряди чисел первинної інформації, отримані внаслідок спостереження. Вони служать джерелом інформації про стан явищ і однорідність сукупності, є початковим етапом статистичного аналізу [68].

Усяка цифрова інформація, подана від рядка, є не наочною і складною для сприйняття. Тому для забезпечення наочності її представляють у формі таблиці, яка налічує два елементи: номер об'єкта і назву показника.

Для великих сукупностей інформацію зручніше і наочніше представити графічно у вигляді поля розсіювання (діаграми казусів), побудованого в системі прямокутних координат, де на горизонтальній осі відкладаються номери об'єктів, а на вертикальній — назви показників. При цьому шкалу розмічають, починаючи не з нуля, а з мінімального і до максимального значення ознаки [68].

За допомогою ранжируваного ряду здійснюється первинна обробка і упорядкування вихідної інформації. Таблиця ранжируваного ряду будується за її даними. При присвоюванні рангового номеру об'єкту слід зберігати його порядковий номер, якій дається через вертикальну рисочку.

Паралельні ряди служать для вивчення взаємозв'язку екологічних явищ, тобто встановлення факту впливу будь-якої причини (кількість підприємств, що мають стаціонарні джерела забруднення) на результат (викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря).

8.3 Висновки до розділу 6

У розділі проаналізовано питання моніторингу атмосферного повітря та зведення та первинне оброблення статистичних даних екологічної інформації.

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 уможлиблює 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 ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наказ МОЗ України від 27.12.2013 р. № 1150 «Про затвердження Примірного табеля матеріально-технічного оснащення Центру первинної медичної (медико-санітарної) допомоги та його підрозділів»
2. Wyllie's treatment of epilepsy: principles and practice. (вид. 5th). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. 2010. ISBN 978-1-58255-937-7.
3. Newton, CR (29 September 2012). Epilepsy in poor regions of the world..Lancet380(9848). с.1193–201.PMID23021288.doi:10.1016/S0140-6736(12)61381-6.
4. Wilden, JA; Cohen-Gadol, AA (15 August 2012). Evaluation of first nonfebrile seizures.. American family physician 86 (4). с. 334–40. PMID 22963022.
5. Berg, AT (2008). Risk of recurrence after a first unprovoked seizure. Epilepsia. 49 Suppl 1. с. 13–8. PMID 18184149. doi:10.1111/j.1528-1167.2008.01444.x.
6. L Devlin, A; Odell, M; L Charlton, J; Koppel, S (December 2012). Epilepsy and driving: current status of research.. Epilepsy research 102 (3). с. 135–52. PMID 22981339. doi:10.1016/j.eplepsyres.2012.08.003.
7. Авакян Г.Н., Анисимова А.В., Айвазян С.О., Генералов В.О. Видео– ЭЭГ мониторинг в современной диагностике и контроле эпилепсии: пособие для врачей / под ред. Е.И. Гусева. – М.: РГМУ, 2006.
8. Броун Т.Р., Холмс Г.Л. Эпилепсия. Клиническое руководство / пер. с англ. – М.: Изд-во БИНОМ, 2006.
9. Гнездицкий В.В., Захаров С.М., Корепина О.С., Кошурникова Е.Е. // Функциональная диагностика. – 2007. – № 4.
10. Гузева В.И. Эпилепсия и неэпилептические пароксизмальные состояния у детей. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007.
11. Анатомія та фізіологія з патологією / За ред. Я.І. Федонюка, Л.С. Білика, Н.Х. Микули. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 680с.

12. Чернінський А. О., Крижановський С. А., Зима І. Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму. – К. : Видавець В. С. Мартинюк, 2011. – 49 с.
13. НАС Kamphuisen, J.L. Oberyé. Analysis of a sleep-dependent neuronal feedback loop: the slow-wave microcontinuity of the EEG. *IEEE-BME47(9):1185-1194* (2000)
14. Ковальчук В.В. Основи наукових досліджень. Навч. посібник. - 5-е вид. / В.В. Ковальчук, Л.М.Моїсєєв. – К.: Професіонал, 2008. – 240 с.
15. Елена Наймарк. «Что такое сон?», «Зачем нужен сон?», «ЭЭГ – замочная скважина для сомнологов» // Что нового в науке и технике. – 2005. – № 7-8.
16. Понижение уровня сознания // Медицинский справочник. URL: <http://archive.li/unfZm>
17. 6 несложных этапов на пути к быстрому засыпанию. URL: <http://bigideas.ru/posts/11/112>
18. Сон и сновидения // Психофизиология : учебник для вузов / под ред. Ю. И. Александрова. – 2-е изд. – СПб. : Питер-пресс, 2001. – Гл. 11. – ISBN 5-272-00391.
19. Александр Марков. Во время фазы медленного сна активно закрепляются новые знания. – 21.01.2007. URL: <https://scisne.net/a-115>
20. Sleep makes relearning faster and longer-lasting. eurekaalert.org (22.08.2016). URL: https://www.eurekaalert.org/pub_releases/2016-08/afps-smr081916.php.
21. Расшифрована иммунная функция сна. URL: <https://zdravoe.com/101/p18768/index.html>
22. Kryger MH, Roth T., Dement W., Eds. Principles and Practice of Sleep Medicine, 5th ed., Elsevier, 2011, 1757 p.
23. Стивен Голдман, Майкен Недергард Промывка мозгов // В мире науки. — 2016. – № 5-6. – С. 58-64.
24. Пигарев И. Н. Висцеральная теория сна // Журнал высшей нервной деятельности. – 2011. – Т. 63, № 1. – С. 86-104.
25. Стенограмма и видеозапись публичной лекции доктора биологических наук, главного научного сотрудника Лаборатории передачи информации в сенсорных

системах ИППИ РАН Ивана Пигарёва. Лекция состоялась 27 февраля 2014 года в рамках цикла «Публичные лекции „Полит.ру“» при поддержке фонда «Династия» и ИППИ РАН. URL: <https://www.pinterest.com/pin/89720217554761441/>

26. Электросонтерапия. Методики проведения процедур электросонтерапии. URL: <https://www.eurolab.ua/physiotherapy/3134/25431/>

27. Human EEG without alpha-rhythm. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Human_EEG_without_alpha-rhythm.png

28. Human EEG without beta-rhythm URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/media/File:10-20.PNG>

29. Зенков Л.Р. Клінічна електроенцефалографія з елементами епілептології — М.: Вища школа, 2002

30. Чернінський А.О., Крижановський С.А., Зима І. Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму — К. : Видавець В. С. Мартинюк, 2011. – 49 с.

31. Трифонов Е.В.: Антропология: дух - душа - тело - среда человека, или Пневмапсихосоматология человека/Русско-англо-русская энциклопедия, 18-е изд., 2015

32. Электроэнцефалография (ЕЕГ) //Медицинский словарь. URL: http://medterms.com.ua/publ/obstezhennja/e/elektroencefalografija_eeg/73-1-0-1371

33. Болдырева Г. Н., Гриндель О. М. Спектральная оценка ЭЭГ человека при ритмической фотостимуляции. Физиол. ж. СССР, 1969, 55, 4, 385.

34. Бурденко Н. Н., Анохин И. К., Майорчик В.Е. Электрические явления в коре головного мозга при травматической эпилепсии. Вопр. нейрохир., 1945, 9, 3, 1.

35. Кравцова Е.Ю., Шулакова К.В., Кравцов Ю.И., Кулеш А.А. Результаты спектрального анализа электроэнцефалограммы пациентов с фокальными эпилептическими приступами в межприступном периоде / Методы исследования и диагностики. – Журнал неврологии и психиатрии, 2014. – №2. – С.34-36.

36. Behavioral Medicine Associates, Inc., Education Pages. Neurotherapy URL: <http://www.qeeg.com/>.

37. Selim R Benbadis, MD, Diego Rielo, MD (co). EEG Artifacts. eMedicine Neurology. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/1140247-overview>
38. Roy Sucholeiki, MB, BCh, MD. Normal EEG Variants. eMedicine Neurology. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/1139291-overview>
39. Robert W. Thatcher, Ph.D., Carl J. Biver, Ph.D. and Duane M. North, MA. Z Score EEG Biofeedback: Technical Foundations. URL: https://www.researchgate.net/publication/253762150_Z_SCORE_EEG_BIOFEEDBACK_TECHNICAL_FOUNDATIONS
40. Pigarev Ivan N., Pigareva Marina L. The state of sleep and the current brain paradigm // *Frontiers in Systems Neuroscience*. — 2015. — Vol. 9. — ISSN1662-5137. — DOI:10.3389/fnsys.2015.00139.
41. Naska A., Oikonomou E., Trichopoulou A., Psaltopoulou T., Trichopoulos D. Siesta in healthy adults and coronary mortality in the general population // *Archives of Internal Medicine*. — 2007. — Vol. 167, no. 1. — P.296-301. — DOI:10.1001/archinte.167.1.296.
42. Kryger MH, Roth T., Dement W., Eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 5th ed., Elsevier, 2011, 1757 p.
43. Бутов И. С. Эпилептический характер полтергейста: исследование энцефалограмм фокальных лиц. Часть 1. // *Аномалия / И.С.Бутов*. — РО «Беларусь-Космопоиск», 2009. — №1 — С. 32-36.
44. Дедів Л.Є. Метод візуалізації добових електрокардіосигналів для систем голтерівського моніторингу / Л.Є.Дедів, В.П.Забитівський, М.О.Хвостівський // *Український журнал телемедицини та медичної телематики*. — Донецьк: ТОВ „Цифрова типографія”, 2010. — Т. 8, №1. — С. 22-25.
45. Драган, Я.П. Энергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів [Текст] / Драган Я.П. — Львів: Центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, — 1997. — XVI+333с.
46. Chang B.S., Ives J.R., Schomer D. L. // *J. Clin. Neurophysiology*. — 2002. — Vol. 19. — P. 152–154.

47. Електроди для проведення електроенцефалографії. URL: <https://diagramma.prom.ua/p10531065-elektrod-dlya-elektroentsefalografii.html> (дата звернення: 22.05.2019).

48. 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).

49. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98> (дата звернення: 22.10.2019).

50. Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями НПАОП 0.00-7.15-18. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z0508-18> (дата звернення: 22.10.2019).

51. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98> (дата звернення: 22.10.2019).

52. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99. URL: <http://arm.te.ua/docs/DSN-3.3.6.037-99.pdf> (дата звернення: 22.10.2019).

53. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> (дата звернення: 22.10.2019).

54. Про затвердження Технічного регламенту щодо медичних виробів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/753-2013-%D0%BF#n676> (дата звернення: 22.10.2019).

55. Йохна М.А., Стадник В.В. Економіка і організація інноваційної діяльності: Навч. посіб. – К.: Видавничий центр «Академія», 2005. – 400с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Текст програми обробки електроенцефалосигналу (24 години)

```

clear all;
y=load('c:\temp\ees_dobe.dat'); % завантажуюмо сигнал з
файла
fd=100; % частота дискретизації, Гц
dt=1/fd;
t=(0:(length(y)-1)).*dt; % формуємо змінну часу
t=t./(60*60);
% Вивід графіку ЕЕС
figure(1)
plot(t,y);
axis tight;
grid on;
ylabel('Амплітуда, мВ');
xlabel('Час, сек');

% Довжина ковзного вікна
len=1000;
% Період сигналу
NT=200;

% Коваріатор
Z_mean=0; Z=0;
% Базисні функції коваріатора
t3=0; y3=0; t3=(0:(len-1))./fd;
signal1=cos(2*pi*2.*t3); % 2 Гц
signal2=cos(2*pi*3.*t3); % 3 Гц
signal3=cos(2*pi*4.*t3); % 4 Гц
for k=0:25:(length(y)-len-1)
    y1=0; Z=0;
    y1=y((1:len)+k);
    Z1=xcov(y1,signal2);
    Z1=Z1/length(Z1);
    Z2=xcov(y1,signal3);
    Z2=Z2/length(Z2);
    Z3=xcov(y1,signal1);
    Z3=Z3/length(Z3);
    Z_mean(k+1)=abs(mean(Z1)*mean(Z2)*mean(Z3));
end;

% Формування шкали часу
t2=(0:(length(Z_mean)-1))./fd;

```

```
t2=t2./(60*60);  
  
% Вивід графіку роботи коваріаторі  
figure(3);  
plot(t2,Z_mean);  
grid on;  
axis tight;
```

Додаток Б

Копія тези конференції

II Міжнародна студентська науково-технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

УДК 612.821:519.21

Савіцька О. – ст.гр. РБм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**МЕТОД ОБРОБКИ ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОСИГНАЛІВ ВПРОДОВЖ 24
ГОДИН ПРИ ЕПІЛЕПСІЇ ДЛЯ КОМП'ЮТЕРНИХ
ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЧНИХ СИСТЕМ**

Науковий керівник: к.т.н., доцент Хвостівський М.О.

Savitska O.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

**METHOD OF ELECTROENCEPHALOSIGNAL PROCESSING FOR 24
HOURS FOR EPILEPTIC FOR COMPUTER
ELECTROENCEPHALOGRAPHIC SYSTEMS**

Supervisor: Hvostivsky M.

Ключові слова: електроенцефалосигнал, 24 години, обробка, електроенцефалографічна система

Keywords: electroencephalogram, 24 hours, processing, electroencephalographic system

Один з базових методів інструментального обстеження в діагностиці епілепсії є електроенцефалографія, яка базується на реєстрації електричної активності мозку у вигляді електроенцефалосигналу (ЕЕС) за допомогою комп'ютерних електроенцефалографічних систем.

В стані не епілепсії період ЕЕС T є розмитим та невизначеним, а при епілептичному нападі починають домінувати гармонічні складові на частотах від 2 до 4 Гц, що становить від 0,25 до 0,5 сек як період сигналу.

Для виявлення появи епілепсії, запропоновано обробляти ЕЕС 24 годинного запису в межах m -го ковзного вікна $\xi_m(t)$, яке зсувається в часі на мінімальний крок, який рівний кроку дискретизації. Процедура виділення m -ого ковзного вікна в часі подано із реалізації $\xi(t)$ у вигляді виразу:

$$\xi_m(t) = \xi(t) \cdot \chi_{D_m}(t), \quad t \in \mathbb{R}, \quad (1)$$

де $\xi_m(t)$, $t \in D_m$ – реалізація m -ого вікна ЕЕС з періодом T_m на відрізку D_m :

$$\chi_{D_m}(t) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t \in D_m \\ 0, & \text{якщо } t \notin D_m \end{cases} \text{ – індикаторна функція відрізка } D_m, \text{ яка задає область } m\text{-ого ковзного вікна.}$$

ого ковзного вікна.

$D_m = [m \cdot \Delta t, m \cdot \Delta t + l \cdot \Delta t)$ – часовий діапазон m -ого вікна (рис. 3.4), $\Delta t = \text{const}$ – крок зсуву ковзного вікна.

II Міжнародна студентська науково-технічна конференція
 "ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

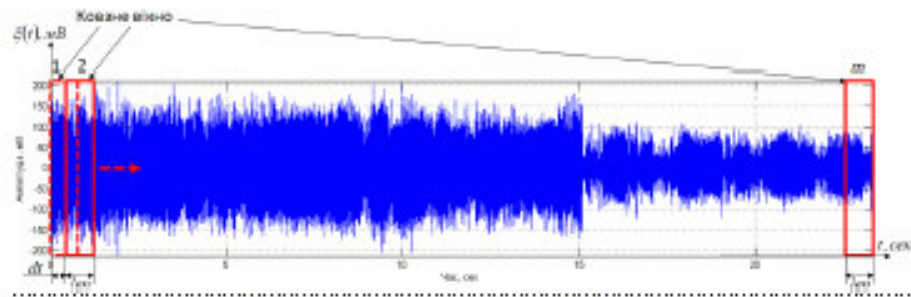


Рис. 1. Зображення реалізації ЕЕС та ковзного вікна

Тривалість ЕЕС len в межах ковзної m -ого вікна $\xi_m^k(t)$ буде задаватися індикаторною функцією $\chi_{D_m}(t)$ тривалості D_m .

В межах ковзного вікна ЕЕС розглядається як ПКПВ із періодом який рівний середньому значенню з діапазону від 0,25 до 0,5 Гц, а саме 0,375 сек (з частотою 2,67 Гц).

В межах ковзного вікна ЕЕС буде оброблено компонентним методом, який забезпечить процедуру виявлення гармонічних складових епілептичного стану людини від 2 до 4 Гц.

В основі компонентного методу обробки електроенцефалосигналів впродовж 24 годин в межах ковзного вікна є числення оцінки кореляційних компонент $\hat{B}_k(u)$:

$$\hat{B}_k(u) = \frac{1}{N_T} \sum_{n=0}^{N_T-1} \hat{b}_k(n\Delta t, u) e^{-ik \frac{2\pi}{N_T} n}, \quad (2)$$

де N_T - період корельованості ЕЕС, який рівний кількості точок на періодів T ;

Δt - крок дискретизації; n - номер відліку.

$\hat{b}_k(n\Delta t, u)$ - оцінка параметричної коваріації, яка обчислюється виразом:

$$\hat{b}_k(n\Delta t, u) = \frac{1}{N_T} \sum_{n=0}^{N_T-1} \xi^0(n\Delta t + u + kN_T) \xi^0(n\Delta t + kN_T), \quad (3)$$

де $\xi^0(n\Delta t)$ - центровано дискретна випадкова послідовність, $\xi^0(n\Delta t) = \xi(n\Delta t) - m_\xi(n\Delta t)$;

$m_\xi(n\Delta t)$ - математичне сподівання послідовності $\xi(n\Delta t)$.

Послідовність обробки ЕЕС впродовж 24 годин є наступною:

- 1) Пошук періоду корельованості N_T послідовності $\xi(n\Delta t)$;
- 2) Числення оцінки математичного сподівання $m_\xi(n\Delta t)$;
- 3) Центрування випадкового процесу $\xi(n\Delta t) \rightarrow \xi^0(n\Delta t)$;
- 4) Числення оцінки параметричної коваріації $\hat{b}_k(n\Delta t, u\Delta t)$ для кожної компоненти $\xi_k(t)$;
- 5) Числення оцінки кореляційних компонент $\hat{B}_k(u)$.

Розроблений метод обробки електроенцефалосигналу впродовж 24 годин на базі компонентного методу для комп'ютерних електроцефалографічних систем дає змогу виявити приховані прояви розвитку аномалій головного мозку у людей з епілепсією