

УДК 621.3.08

СИСТЕМА РЕЄСТРАЦІЇ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ МОЗКУ

О.О. Федорова – студентка групи МЕ-101,

В.П. Войтенко – кандидат технічних наук, доцент кафедри промислової електроніки
Чернігівський національний технологічний університет

Електроенцефалографія (ЕЕГ) є одним з основних методів тестування функцій центральної нервової системи. В останнє десятиліття спостерігається активізація досліджень в цій області з якісним та кількісним вдосконаленням апаратури та методів аналізу, поширенням діапазону використання методу на різні напрями медичної діагностики. ЕЕГ залишається єдиним доступним, простим у виконанні, неінвазивним та інформативним методом дослідження функціонального стану головного мозку. ЕЕГ сприяє встановленню причини захворювання, за допомогою ЕЕГ можна проводити поглиблену діагностику захворювання.

Електроенцефалографія залишається незамінним методом епілептології. Надзвичайно виросла вага електроенцефалографічних досліджень в області так званих «функціональних» розладів (невротичних, психічних та інших порушень). Ця остання важлива роль електроенцефалографії не могла бути реалізована без використання кількісних комп'ютерних методів обробки, аналізу і представлення даних. В результаті переходу від аналогового способу реєстрації ЕЕГ на паперових носіях до цифрових (комп'ютерних) методів з'явився новий апаратно-методичний підхід – комп'ютерна електроенцефалографія. Основою такої ЕЕГ системи повинен бути цифровий підсилювач ЕЕГ сигналу, побудований на сучасній елементній базі – багатоканальних малошумних операційних підсилювачах, багаторозрядних та многоканальних інтегральних аналогово-цифрових перетворювачах (АЦП), програмуємих логічних матрицях та/або мікроконтролерах [1].

Електроенцефалографія (від грецьк. *enkephalos* – головний мозок) – дослідження діяльності мозку за допомогою реєстрації сумарної біоелектричної активності, яка фіксується на поверхні голови або безпосередньо на мозку. Робота мозку реєструється на моніторі або стрічці у вигляді кривих ліній. Дослідження проводяться в стані спокою або сну, а також на фоні спеціальної стимуляції. Звичайно впливають на такі основні органи відчуття, як зір та слух. Завдяки таким дослідженням визначають, в якій частині мозку знаходиться причина паралічу, розладів слуху, зору або чутливості. Метод використовується для діагностики епілепсії, пухлин мозку та його судинних вражень [2].

ЕЕГ допомагає медикам в діагностиці епілепсії, вегето-судинної дистонії, неврозу, астенії, панічних атак, фобій, страхів, тривоги, хронічної втоми, параної, психопатії, агресії, хвороби Альцгеймера, затримки психічного розвитку, синдрому дефіциту уваги та гіперактивності, іпохондрії, психозу, шизофренії, шизоафективного розладу та багатьох інших захворювань.

Метод ЕЕГ використовується для запису та аналізу функціональної активності мозку у нормі та при різних патологічних станах. ЕЕГ – чутливий метод дослідження, він відображає найменші зміни функцій кори та глибинних структур, забезпечуючи мілісекундну часову роздільну здатність, не доступну іншим методам. При захворюваннях порушується картина коркової динаміки, змінюється частота основних ритмів, їх просторовий розподіл, виявляється патологічна активність у формі різних хвиль, розрядів, спалахів, а також специфічна епілептична активність [3].

Аналіз різних методів виконання електрофізіологічних досліджень показує, що, незважаючи на їх різноманітність за методичними прийомами підготовки об'єкту, процесам, що аналізуються, характеристикам зареєстрованих сигналів та інших факторів, технічні засоби, необхідні для їх виконання, з точки зору розробника відповідної електронної апаратури, можуть розглядатися з загальних позицій проектування. Доцільно розглянути узагальнену схему проведення відповідних експериментів [4].

Мета даної роботи – розробка структури та аналіз елементів системи реєстрації та обробки сигналів електричної активності мозку для подальшого використання в галузі ЕЕГ, а також застосування в навчальному процесі. На рисунку 1 зображена узагальнена схема структури комп'ютеризованого електроенцефалографу.

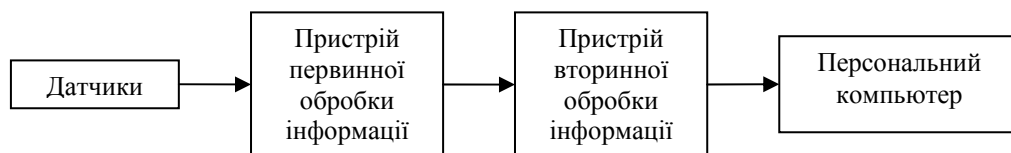


Рисунок 1. Структурна схема системи реєстрації та обробки даних

В якості датчиків передбачено використання електродів, закріплених на голові об'єкта спостережень. Пристрій первинної обробки інформації – малошумлячий 8-канальний вхідний каскад з 24-бітним АЦП для вимірювання біопотенціалів. В якості пристрою вторинної обробки інформації використовується відлагоджувальна плата на базі ARM-процесора LPC2148 Education Board. За допомогою персонального комп'ютера виконується візуалізація та остаточна обробка виміряних сигналів, визначення їх основних параметрів в середовищі Matlab.

Задачі вирішувані в процесі розробки:

1. Дослідження можливостей обраного методу дослідження мозку.
2. Дослідження сучасних засобів обробки отриманих даних за допомогою програмного забезпечення.

3. Створення практичної системи для проведення експериментальних досліджень.

Як відомо, існують активні та пасивні електроди. Активні електроди мають вбудовану схему, яка підсилює електричний струм, що значно покращує якість сигналу та допомагає уникнути додаткової підготовки шкіри голови. В даній роботі використовуються саморобні активні електроди, виготовлені за планами «відкритих» проектів ЕЕГ. Оскільки даний прилад не призначений для клінічних досліджень, такий недолік даного рішення, як наявність завад, не є пріоритетним. Позитивною стороною можна вважати здешевлення системи.

Пристрій первинної обробки інформації побудований з використанням інтегрованої схеми ADS1928 – малошумлячого 8-канального вхідного каскаду, який вимірює біопотенціали та підсилює виміряну вибірку, яка надалі передається до пристрою вторинної обробки інформації.

Пристрій вторинної обробки інформації формує пакети даних, які передаються для обробки в персональний комп'ютер. Цей пристрій також виконує функції перетворювача інтерфейсів, оскільки ADS1928 та LPC2148 Education Board взаємодіють між собою по інтерфейсу SPI, а LPC2148 Education Board та персональний комп'ютер – по USB.

Найбільше розповсюдження при аналізі електроенцефалограм отримав спектральний аналіз. Особливістю спектрального аналізу є те, що він представляє ЕЕГ не у вигляді часової послідовності подій, а у вигляді спектру частот за певний проміжок часу. Очевидно, що спектри будуть в тим більшій мірі відображати фонові стабільні характеристики ЕЕГ, чим за більш тривалий проміжок часу вони зареєстровані. Тривалі епохи аналізу кращі також у зв'язку з тим, що в них менш виражені відхилення в спектрі, викликані короткочасними артефактами, якщо вони не мають значної амплітуди.

Оцінка частотних складових ЕЕГ використовується для локальної діагностики, оскільки саме ця характеристика ЕЕГ є одним із головних критеріїв при візуальному пошуку локальних уражень мозку. При цьому постає питання вибору значущих параметрів оцінки ЕЕГ.

В основі математичного аналізу ЕЕГ покладено перетворення початкових даних методом швидкого перетворення Фур'є. Початкова електроенцефалограма після її перетворення у дискретну форму розбивається на послідовні сегменти, кожен з яких використовується для побудови відповідної кількості періодичних сигналів, які потім піддають гармонічному аналізу. Вихідні форми представляються у вигляді числових значень, графіків, графічних карт, стиснутих спектральних областей, ЕЕГ-томограм та інших.

Вейвлет-перетворення є одним з перспективних способів аналізу, очистки та стиснення різних видів сигналів. Пропонований метод розрахунку кореляцій різних каналів ЕЕГ базується на вираховуванні спектральних інтегралів за допомогою вейвлет-перетворення сигналів. Даний підхід дозволяє виконати просторово-часовий аналіз наростання та згасання спалахів активності, що виникають в різних структурах кори головного мозку [5].

Таким чином, найбільш розповсюдженими методами, які використовуються для обробки даних ЕЕГ, є швидке перетворення Фур'є та вейвлет-перетворення. У зв'язку з цим потрібне подальше проведення спектрального аналізу досліджуваних даних засобами Matlab. Особливу зацікавленість викликає метод розрахунку кореляцій різних каналів ЕЕГ, який базується на вираховуванні спектральних інтегралів за допомогою вейвлет сигналів, оскільки вейвлет-перетворення допомагає більш детально аналізувати коливання низької частоти.

Список використаних джерел

1. <http://www.dslib.net/med-pribory/cifrovoj-kompleks-dlja-jejeg-issledovanij.html>
2. http://galactic.org.ua/clovo/f_m5.htm
3. http://www.psychopro.ru/index.php?page=issledovanie_eeg
4. Джонсон Д. Справочник по активным фильтрам. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 134 с.
5. <http://tredeX-company.com/ru/elektroentsefalografiya-v-klinicheskoy-praktike>