

ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є В ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ

Жванко Д.О.

Науковий керівник – к.т.н. Харченко О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС

м. Харків, Україна

e-mail: dmytro.zhvanko@nure.ua

The EEG of a healthy awake person is a reflection of complex neuronal activity within the brain. Understanding and analyzing this activity is crucial in neurophysiology and clinical practice. One method commonly employed in EEG analysis is the use of Fourier transforms, which allow us to decompose the EEG signal into its frequency components, revealing the underlying rhythms present in the brain's electrical activity. This work focuses on the utilization of Fourier transformation in electroencephalography (EEG) to extract meaningful information about brain function.

Між двома ділянками головного мозку, а також між ділянками мозку і віддаленими від нього тканинами організму існують варіативні відмінності потенціалів, реєстрація і аналіз яких складають завдання електроенцефалографії. Електроенцефалограма (ЕЕГ) – це складний коливальний електричний процес, який можна виявити, розмістивши електроди на головному мозку або на поверхні шкіри голови. ЕЕГ є результатом електричного підсумовування і фільтрації елементарних процесів, що відбуваються в нейронах головного мозку.

Спектр ЕЕГ досить складний: введено класифікацію ритмів ЕЕГ за деякими основними діапазонами. Під терміном «ритм» на ЕЕГ мається на увазі певна смуга частот, що відповідає певному стану мозку. Ритми ЕЕГ дорослої людини, що не спить, включають альфа і бета-ритми.

Альфа-ритм характеризується частотою $8 \div 13$ Гц та амплітудою до 100 мкВ, реєструється у 85÷95% здорових дорослих. Найкраще виражений у потиличних областях, амплітуда зменшується впереді. Для здорових осіб характерний вузький діапазон ритму. Найбільша амплітуда спостерігається у стані спокою. Амплітуда ритму змінюється з часом. Спонтанні зміни, так звані «веретена», регулярно спостерігаються. Підвищення рівня активності мозку призводить до зменшення амплітуди ритму або його зникнення. На ЕЕГ може з'явитися високочастотна нерегулярна активність. [1]

Бета-ритм характеризується частотою в діапазоні $14 \div 40$ Гц, амплітудою до 15 мкВ. Найкращий ритм реєструється в області передньої центральної звивини, але він поширюється і на задню центральну і лобову звивину. У нормі він дуже слабо виражений і зазвичай має амплітуду $3 \div 7$ мкВ. Якщо артефакти присутні, його можна повністю замаскувати ними.

Ритм пов'язаний з моторними кортикальними механізмами і викликає згасаючу реакцію у відповідь на рухову активацію. При русі ритм зникає в області відповідної кортикальної проекції.

На рис. 1 показана ЕЕГ здорової дорослої людини. Оскільки смуга пропускання $0,5 \div 40$ Гц є інформативною, то сигнал фільтрується смуговим фільтром з частотами зрізу 0,4 і 45 Гц. Цей малюнок наочно показує нестационарність ЕЕГ.

Спектр цієї реалізації показаний на рис. 2. Використовувати спектральний метод у разі перехідного сигналу некоректно, але, тим не менш, він широко використовується в електроенцефалографії, так як дозволяє отримати приблизне уявлення про ритми ЕЕГ. [2]

На цьому рисунку можна спостерігати високий рівень альфа-ритму, що природно в стані спокійного неспання. Решта ритми виражені слабо.

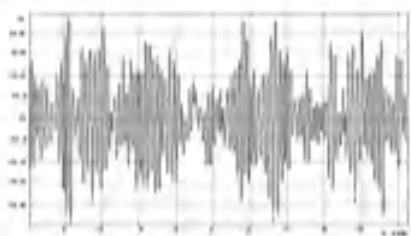


Рисунок 1 – ЕЕГ здорової дорослої людини спектр

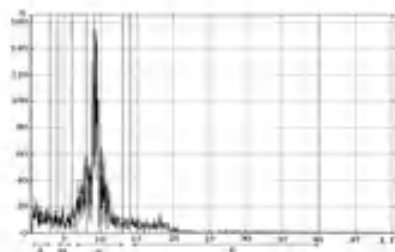


Рисунок 2 – Амплітудний ЕЕГ

ЕЕГ по суті однорідна по всьому мозку і симетрична. Однак функціональна неоднорідність кори призводить до особливостей електричної активності різних ділянок мозку. Проте, у зв'язку з досить поступовим переходом одних функціональних зон кори в інші, зміна типів ЕЕГ по довжині кори відбувається поступово. [3]

Одним з основних критеріїв в аналізі ЕЕГ є симетрія. Під симетрією ЕЕГ розуміється значний збіг частот, амплітуди і фази симетричних ділянок двох півкуль мозку. За поширеністю асиметричні патологічні коливання, півсферичні розлади, коли зміни охоплюють всю півкулю, і вогнищеві розлади (зазвичай максимально виражені під одним електродом).

Частотно-амплітудні характеристики ЕЕГ, описані вище, характерні для здорової людини, що не спить.

Список використаних джерел: 1. Siebert W. Circuits, Signals, and Systems. MIT Press, Computers. 1986. 2. Middleton J., Craig A. Levels of brain wave activity (8-13Hz) in persons with spinal cord injury // Spinal. Cord. 2004. No. 42(2). P. 73-79. 3. S. Lawrence Marple, S.Jr. Digital Spectral Analysis. Second Edition Courier Dover Publications, 2019. 4. Separation of electroencephalogram low-frequency components on the basis of the stochastic resonance effect / O.I. Kharchenko, Yu.F. Lonin, L.P. Zabrodina, V.M. Kartashov // Problems of Atomic Science and Technology. – 2021. – № 4. – С. 135-137