

*Градовий О. В.  
Криворізький національний університет  
Купін А. І.*

*д-р техн. наук, професор, Криворізький національний університет*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЦЕФАЛОГРАФА**

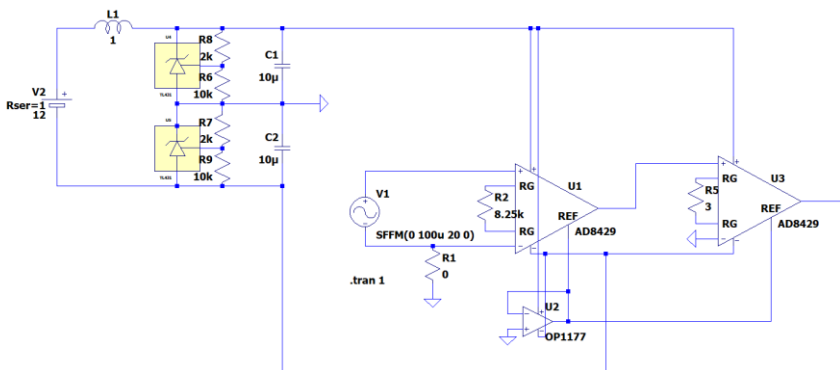
*Розглянуто актуальність застосування, принцип роботи енцефалографа. Наведено спрощену схему каналу енцефалографа та описано компонентний склад джерела живлення.*

В останні роки фундаментальні дослідження електричної активності мозку людини набувають все більшої актуальності. Пов'язано це з двома обставинами. По-перше, нейрофізіологічне вивчення мозку людини важливе для розуміння такого явища, як інтелект. По-друге, гострі потреби практики (медицина, оптимізація операторської діяльності і створення нейрокомп'ютерних інтерфейсів) постійно диктують необхідність інтенсифікувати і поглибити фундаментальні дослідження мозку людини.

Сучасні прилади є багатоканальні (24 і більше) самописці, які дозволяють одночасно реєструвати електричну активність від відповідного числа електродів, встановлених на голові обстежуваного. Самі ж електроди являють собою невеликі металеві пластини або стрижні.

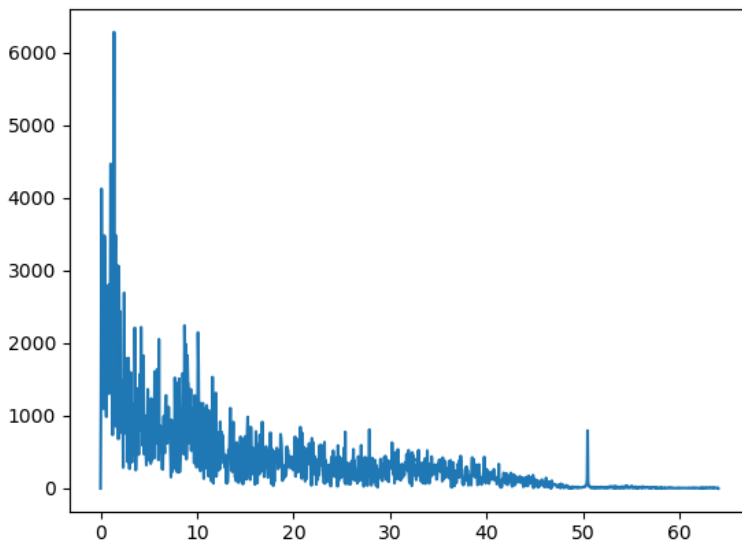
Відмінності в потенціалах на шкірній поверхні голови мають маленьку амплітуду, в нормі - близько 100-150 мкВ. Після зняття вони подаються на входи підсилювально-реєструючих пристроїв. Основною проблемою є фільтрація сигналу від шуму на апаратному та програмному рівні. У якості підсилювача зазвичай використовуються інструментальні операційні підсилювачі з низьким внутрішнім шумом, близько 1 нВ на Гц та великим коефіцієнтом підсилення, наприклад AD8429. Спрощена схема енцефалографа наведена на Рисунку 1. Електроди мають бути обладнані повторювачами сигналу для того, щоб сигнал не затухав при проходженні через кабель. Операційні підсилювачі живляться від біполярного джерела живлення постійного струму. Джерело живлення не повинно пропускати шуми із мережі та мати постійну стабільну напругу. Це можна досягти за допомогою фільтру з конденсаторів

C1, C2 та дроселю L1 або живлення від батареї. Для стабілізації напруги використовуються стабілітрони TL431. Схема має бути захищена екраном від радіонаведень.



**Рисунок 1 – схема джерела живлення та одного каналу підсилювача енцефалографа**

Після підсилення сигнал повинен бути оцифрований через АЦП та відправлений на комп'ютер для подальшої програмної обробки. Однією з проблем є видалення з сигналу шумів, спричинених електричною активністю м'язів та інших артефактів. Програмна фільтрація сигналу може здійснюватися за допомогою розкладання сигналу на спектр перетворенням Фур'є, вилучення частот, що співпадають з шумом за допомогою нейромереж, попередньо навчених розпізнавати шум.



*Рисунок 2 – Сигнал після перетворення Фур'є*

### ВИСНОВКИ

Отже енцефалографія – перспективний напрямок для неінвазивного дослідження мозку та побудови нейроінтерфейсів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. “Active electrodes - research” Jarek Foltynski, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.bioera.net/bw/ae/active\\_prototype3.html](http://www.bioera.net/bw/ae/active_prototype3.html)
2. “Устройство электроэнцефалографа” EEG analysis by СМІ, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://cmi.to/ээг/устройство-электроэнцефалографа/>