

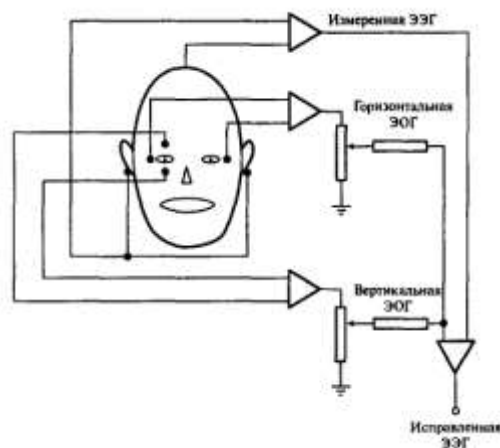
**БОРЧЕНКО О.А., МАЩЕНКО Т.Г.**, проф.

## **АДАПТИВНЕ УСУНЕННЯ ОКУЛЯРНИХ АРТЕФАКТІВ З ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАМИ ЛЮДИНИ**

Електроенцефалографія широко застосовується в клінічній діагностиці, але часто вона зашумлюється окулярними артефактами, породженими рухом очних яблук людини. Тому актуальним є розробка методів видалення окулярних артефактів з ЕЕГ для одержання достовірного діагнозу.

Проблема усунення окулярних артефактів з ЕЕГ ускладнюється їхньою подібністю з певними церебральними хвилями, що представляють практичний інтерес, і їхнім спектральним перекриттям. Всі існуючі методи засновані на припущенні, що окулярний артефакт аддитивно додається до фонові ЕЕГ.

Типовим прикладом оперативного методу усунення артефактів є метод, представлений на мал.1.



Малюнок 2.12 – Приклад оперативного методу усунення артефактів

У даному методі вихідне калібрування виконане шляхом настроювання потенціометрів, коли пацієнт рухав очима у вертикальній або горизонтальній площині, поки в ЕЕГ спостерігався мінімальний окулярний артефакт. Потім пристрій з такими настройками застосовувалося при записі. Даний метод знайшли занадто громіздким і недостатнім для усунення артефактів.

Існує два методи оцінки параметрів, що підходять для оперативної оцінки  $\theta_j$  – метод найменших квадратів і рекурсивний метод найменших квадратів. Для схеми найменших квадратів несуттєва проблема чисельної

нестійкості, властива рекурсивній схемі. У той же час рекурсивна схема найменших квадратів дає кращу збіжність і із цієї причини краща.

Звичайно використовується наступна форма запису:

$$\hat{\theta}(m+1) = \hat{\theta}(m) + 2\mu x(m+1) y(m+1) - x^T(m+1)\hat{\theta}(m), \quad (1)$$

де  $\mu$  - константа, відповідальна за швидкість збіжності та стійкість алгоритму. Для забезпечення збіжності  $\mu$  повинне входити в діапазон

$$0 \leq \mu \leq 1/\lambda_{\max}, \quad (2)$$

де  $\lambda_{\max}$  - максимальне власне значення матриці  $(X_m^T X_m)$ .

Підходящий рекурсивний алгоритм, побудований на методі найменших квадратів, виходить шляхом експонентного зважування даних з метою поступового усунення впливу на оцінку старих даних. Таким чином,

$$\hat{\theta}(m+1) = \hat{\theta}(m) + G y(m+1) - x^T(m+1)\hat{\theta}(m). \quad (3)$$

$$P(m+1) = \frac{1}{\gamma} \left[ P(m) - \frac{1}{\alpha} P(m) x(m+1) x^T(m+1) P(m) \right], \quad (4)$$

Проблему чисельної нестійкості можна вирішити шляхом підходящої факторизації матриці  $P$ , щоб уникнути вирахування у формулі (4). Для цієї мети застосовуються алгоритми  $UD$ -факторизації й квадратного кореня, переваги й недоліки яких описані вище.

В  $UD$ -алгоритмі матриця  $P(m+1)$  факторизується в такий спосіб:

$$P(m+1) = U(m+1)D(m+1)U^T(m+1). \quad (5)$$

Після деяких перетворень одержуємо формули для відновлення аргументів:

$$U(m+1) = U(m)\bar{U}(m) \quad (6)$$

$$D(m+1) = \frac{1}{\gamma} \bar{D}(m), \quad (7)$$

де  $U(m+1)$  - одинична трикутна матриця,  $U^T(m+1)$  - зворотна до неї,  $D(m+1)$  - діагональна матриця.

Метод вирахування електроокулограми можна реалізувати або оперативно, тобто в міру одержання даних, або автономно. Основною перевагою автономного методу є можливість використання більш складних методів видалення артефактів. У цей час в обробці сигналів ЕЕГ спостерігається тенденція до обробки в реальному часі, тому усунення артефактів потрібно проводити оперативно.

**Список литературы:** **1.** *Файнзильберг Л.С.* Адаптивное сглаживание шумов // «Математические машины и системы», 2002.- с.96-104; **2.** *Гольденберг Л. М., Матюшкин Б.Д.* – Цифровая обработка сигналов.-2005.-348с.