

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНО-РЕКУРСИВНОГО ФІЛЬТРУ В КВАНТОВІЙ ЕЛЕКТРОРЕТИНОГРАФІЇ

Тимків П.О.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Яворський Б.І.

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

(46001, Тернопіль, вул. Текстильна, 28,

каф. Біотехнічних систем, тел. (0352) 283552)

e-mail: t_pavlo_o@ukr.net

Allowing presence of noise and artefacts at registration electric signals, the necessity of selection of application quantum electroretinography with ultra low intensity of light stimulation to assess of intoxications of an organism of the man is substantiated. A selection of type of filter simulation results in electroretinosignal with ultra low intensity light stimulation resulted in the theses.

Для діагностики стану зорової системи використовують потенціальний відгук сітківки на світлове подразнення – електроретиносигнал (ЕРС), інтенсивність світлового подразнення знаходиться в межах $0,01$ до $30 \text{ Кд}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-2}$ [1].

Проте, для оцінювання ризиків нейротоксикації (ідентифікації джерела токсикації, визначення типу токсиканта, оцінювання дози) роздільної здатності стандартної електроретинографії виявилось недостатньо. Тому для підвищення роздільної здатності, обгрунтовано застосування «квантової» електроретинографії, з наднизькою (10^{-4} – 10^{-3} ($\text{Кд}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-2}$) інтенсивністю світлового подразнення [2].

Електроретинографія з наднизькою інтенсивністю має низку інших суттєвих переваг, зокрема: низьку інвазивність, зменшення часу відновлення ока, отже, і тривалість проведення процедури.

Проте при зменшенні інтенсивності світлового подразнення значний вплив на обробку електроретиносигналу спричинює відносно підвищення рівня шумів (рис.1):

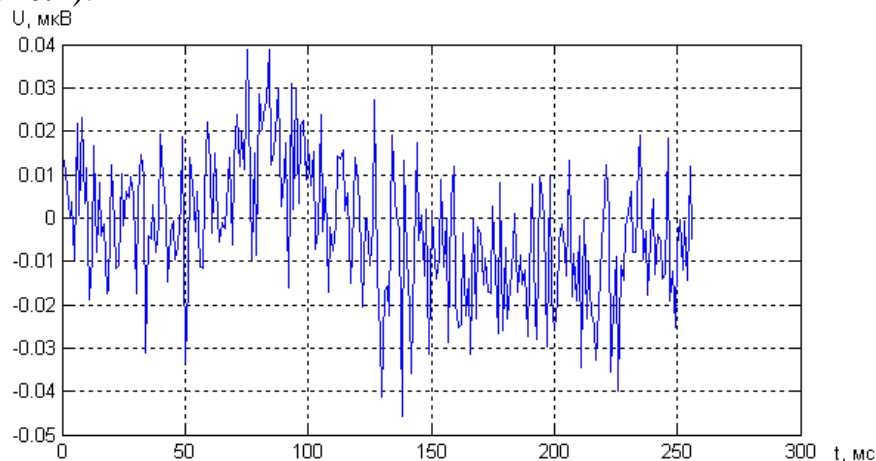


Рис.1. ЕРС з наднизькою інтенсивністю світлового подразнення

Для обробки стандартного електроретиносигналу регламентовано застосування смугового (100 – 300 Гц) низькочастотного фільтру [3]. Проте, зменшення відношення енергії сигналу до енергії шуму (SNR) у «квантовій» електроретинографії:

$$SNR = 20 \lg \frac{E_s}{E_n}, \quad SNR \rightarrow \leq 0,$$

робить неможливим застосування стандартного фільтру [4].

Для апроксимації амплітудо-частотних характеристик фільтру з метою досягнення оптимальної обробки електроретиносигналу відомі застосування ортогональних поліномів (Лагера, Чебишова, Кравчука) чи поліномів Гаусса, LSV-поліномів та ін [5]. Застосовуваного методу підбору поліномів виявилось недостатньо. У роботі наведено результати застосування математичної моделі електроретиносигналу, що є розв'язком різницевого рівняння. Це дало змогу побудувати адаптивно-рекурсивний фільтр – фільтр Калмана, для обробки «квантового» електроретиносигналу.

Висновок.

Застосування «квантової» електроретинографії уможливило оцінювання ризиків нейротоксикації. Зменшення впливу шумів на обробку електроретиносигналу з наднизькою інтенсивністю світлового подразнення досягається застосуванням адаптивно-рекурсивного фільтру Калмана. Фільтр Калмана дає змогу використовувати підбір параметрів для кожної хвилі електроретиносигналу.

Літературні джерела:

1. Міжнародний стандарт офтальмології: ISCEV 118:60-77 // Springer-Verlag. – 2008. – С. 9.
2. Environmental Health Criteria 223. Neurotoxicity Risk Assessment For Human Health: Principles And Approaches [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc223.htm>
3. Міжнародний клінічний стандарт викликаних зорових потенціалів [Текст]: ISCEV 120:111–119 // Springer-Verlag. – 2009. – С. 9.
4. Ткачук Р. Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеними вірогідністю та ефективністю / Р. Ткачук, Б. Яворський // Вісник ТДТУ. — 2009. — Том 14. — № 3. — С. 102-110.
5. R. Barraco. A study of the human rod and cone electroretinogram a-wave component / R Barraco, L. Bellomonte, M. Brai. – Dipartimento di Fisica e Tecnologie Relative, Università di Palermo, 2009.