

УДК 612: 57.087.1:519.21

Андрус С.І. – ст.гр. РБм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОПТИМАЛЬНИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ БІОСИГНАЛІВ У СУМІШІ ІЗ ЗАВАДАМИ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шадріна Г.М.

Andrus S.

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

THE METHOD OPTIMAL DETECTION OF BIOSIGNALS IN MIXTURE WITH NOISES

Supervisor: Shadrina H.

Ключові слова: біосигнали, завади, виявлення

Keywords: biosignals, noise, detection

У клінічній практиці значного поширення отримують методи комп'ютерної діагностики стану організму людини за біосигналами (електрокардіосигнал, електроретиносигнал, електроміосигнал, пульсовий сигнал та інші), що виникають внаслідок його діяльності.

Реєстрація біосигналів та виділення інформативних ознак із них є необхідним елементом діагностики стану організму людини. Проте дослідження організму людини пов'язане з проблемою виявлення малих за амплітудою біосигналів у суміші із завадами, спричиненими наведенням зовнішніх електромагнітних полів і впливом багатьох артефактів, таких як загальний стан пацієнта та інші (рис.1). Внаслідок цього морфологічні параметри біосигналів (амплітуда, часові тривалості та інші) залежно від виду завади можуть набувати різних значень і ставати недостовірними для діагностування різних органів системи людини.

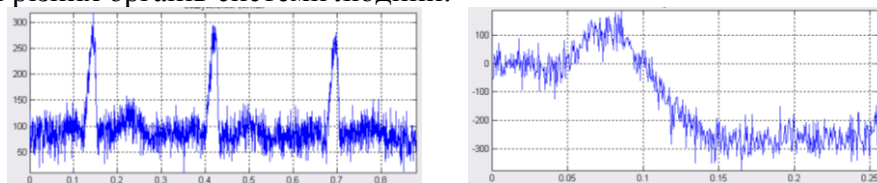


Рис.1. Біосигнали із завадами (електрокардіосигнал, електроретиносигнал)

Тому, підвищення достовірності діагностики функціонального стану організму людини за біосигналами шляхом їх виявлення у суміші із завадами є актуальною проблемою біомедичної інженерії.

В основі методу виявлення покладено критерій Неймана-Пірсона при якому біосигнал розглядається як адитивна суміш виразу:

$$\xi(t) = s(t) + n(t), \quad t \in \mathbb{R}, \quad (1)$$

де $s(t)$ - біосигнал без завад (корисний біосигнал);

$n(t)$ - завада типу білого гаусівського шуму (БГШ).

В основу критерію покладено дві гіпотези H_0 та H_1 , а саме: 1) H_0 : біосигнал присутній у суміші $\xi(t) = s(t) + n(t)$; 2) H_1 : біосигнал відсутній у суміші $\xi(t) = n(t)$.

При кінцевому значенні енергії біосигналу і БГШ вибір рішення про присутність біосигналу у суміші (1) завжди супроводжується помилками двох видів: 1) біосигнал відсутній, БГШ перевищує U_0 і приймається неправильне рішення про присутність (помилка I-го роду); 2) біосигнал присутній, але БГШ не перевищує U_0 і приймається помилкове рішення про відсутність (помилка 2-го роду).

В основу формувача рівня порогу прийняття рішення покладено концепцію Баєса відношення правдоподібності функцій розподілу у вигляді виразу:

$$q = \frac{2}{N_0} \sum_{i=1}^m \xi(t)s(t) \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} \frac{E}{N_0} + \ln(\Lambda_0) = U_0, \quad t \in \mathbb{R} \quad (2)$$

де U_0 – поріг прийняття рішення щодо присутності/відсутності біосигналу;

N_0 – спектральна густина потужності шуму N_0 (Вт/Гц);

E – енергія корисно біосигналу.

При $q > U_0$ приймається рішення про наявність біосигналу в суміші; а при $q < U_0$ констатується його відсутність.

В теорії виявлення сигналів помилку 1-го роду прийнято називати ймовірністю хибного рішення, яка обчислюється виразом:

$$p_f = \int_{U_0}^{\infty} p(q | H_1) dq = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi\left(\frac{U_0}{\sqrt{2E/N_0}}\right) \right], \quad (3)$$

де $p(q | H_1)$ – умовна густина імовірності розподілу величини q при відсутності біосигналу;

$$\Phi - \text{інтеграл імовірності } \Phi(x) = \text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-q^2} dq;$$

Тоді ймовірність правильного рішення (вибір гіпотези H_0) згідно з [1]:

$$p_d = \int_{U_0}^{\infty} p(q | H_1) dq = \frac{1}{2} \left(1 - \Phi\left(\frac{U_0}{\sqrt{2E/N_0}} - \sqrt{\frac{2E}{N_0}}\right) \right), \quad (4)$$

де $p(q | H_0)$ - умовна густина імовірності розподілу величини q при присутності біосигналу.

Згідно критерію Неймана-Пірсона буде розглянуто тільки такі рішення виявлення біосигналу у суміші (1) для яких при заданому значенні ймовірності хибної тривоги p_f (3) ймовірність правильного рішення p_d (4) максимальна [1]. Такий факт необхідний для мінімізації помилкових рішень щодо некоректності лікування організму людини, яке призначається на основі медичного діагнозу.

Отже, оптимальний метод повинен для реалізації суміші $\xi(t)$ обчислювати відношення правдоподібності q (2), порівнювати його з порогом U_0 і видавати рішення „біосигнал присутній” при перевищенні порогу, і „біосигнал відсутній” – за відсутності перевищення із достовірністю прийнятого рішення p_d (4) та заданої помилки p_f (3).

Література

1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов / В.И.Тихонов. – М.: Радио и связь, 1983. – 320 с.