

Секція:

**Радіоелектронні біотехнічні системи**

УДК 519.21:612.13

Андрусик С. – ст. гр. РМм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

**МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ВИДІЛЕННЯ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ  
У СУМІШІ ІЗ ЗАВАД**

Науковий керівник: к.т.н. доцент Хвостівський М.О.

Andrysiuk S.V.

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University*

**THE METHOD OF OPTIMAL DETECTION PULSE SIGNAL  
IN A MIXTURE OF NOISE**

Supervisor: Hvostivsky M.O.

Ключові слова: Пульсовий сигнал, завада, метод виділення, критерій Неймана-Пірсона  
Keywords: pulse signal, noise, method detection, criterion Neyman-Pearson

Дослідження пульсового сигналу (ПС) судин людини (рис.1), який відображає періодичне об'ємне коливання стінок судин під дією артеріального та венозного кровотоку, дає змогу оцінити стан судин людини та відстежити динаміку розвитку хвороби судин на початкових стадіях його розвитку.

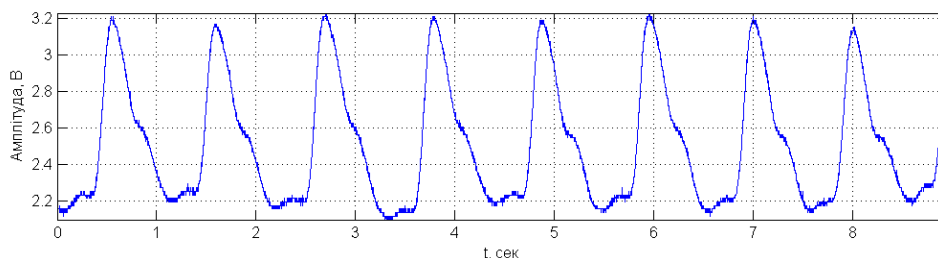


Рис.1. Реалізація ПС без урахування впливу завад

Процес діагностування стану судин за пульсовим сигналом (ПС) пов'язаний з проблемою виявлення малих за величиною сигналу у суміші із завадами, які спричинені наведенням зовнішніх електромагнітних полів, електромережі з частотою 50Гц, напруги апаратури і впливом багатьох артефактів, які обумовлені рухи та дихання людини. Внаслідок цього морфологічні параметри ПС (амплітуда, часові тривалості та інші) залежно від виду завади набувають різних значень і стають недостовірними для діагностування стану судин системи людини (рис.2).

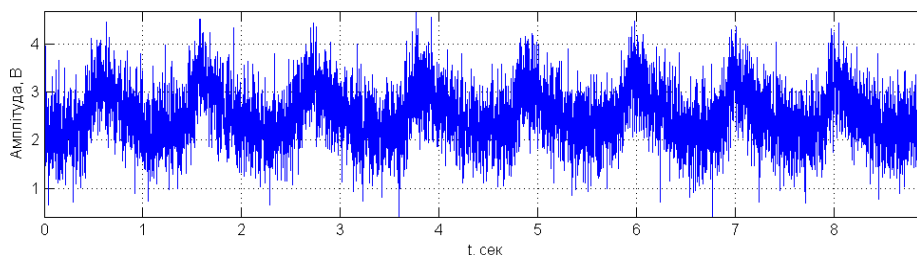


Рис.2. Реалізація суміші ПС із завадами

З урахуванням вище сформульованого твердження, припущено, що ПС судин людини можна розглядати як випадковий сигнал, який є сумішшю корисного сигналу і завади:

$$\xi(t) = A \cdot s(t) + n(t), \quad (1)$$

де  $s(t)$  - корисний ПС,  $n(t)$  - завада типу білого шуму,  $A$  – невідомий параметр ( $A \in \{0;1\}$ ).

Із урахуванням параметру  $A$  розглянуто дві гіпотези  $H_0$  і  $H_1$ :

$H_0$  :  $\xi(t) = s(t) + n(t)$  - присутній ПС;

$H_1$  :  $\xi(t) = n(t)$  - відсутній ПС.

Для вибору однієї із гіпотез  $H_0$  чи  $H_1$  прийнято правило: ПС присутній, якщо  $\xi(t) > U_0$ , тобто, перевищує деякий рівень (порог), і ПС відсутній в протилежному випадку  $\xi(t) < U_0$ . Оскільки на практиці апріорні відомості про ПС є невідомими тому для побудови методу виділення ПС використано критерій Неймана-Пірсона [1], який забезпечує максимальну ймовірність правильного виділення  $p_d$  при заданій ймовірності помилки  $p_f$ .

У відповідності з цим критерієм ймовірності  $p_d$  та  $p_f$  визначається з виразів:

$$p_f = p[\xi(t) \geq U_0] = \frac{1}{2} [1 - \Phi(\frac{U_0}{\sqrt{2E/\sigma^2}})], \quad (2)$$

$$p_d = p[\xi(t) < U_0] = \frac{1}{2} \left( 1 - \Phi\left(\frac{U_0}{\sqrt{2E/\sigma^2}} - \sqrt{\frac{2E}{\sigma^2}}\right) \right), \quad (3)$$

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

$E$  – енергія ПС;

$\sigma^2$  - енергія шуму.

Величину порогу  $U_0$  визначено з заданої ймовірності помилки  $p_f$  (2) (для медицини регламентовано  $p_f = \{0,1;0,01;0,001\}$ ):

$$U_0 = \sqrt{\frac{2E}{2\sigma}} \Phi^{-1}(1 - 2p_f) + \frac{E}{2\sigma}. \quad (4)$$

Отже, розроблений метод на базі статистичного критерію Неймана-Пірсона дає можливість оперативно із заданою ймовірністю правильного рішення  $p_d$  (3) при заданій ймовірності помилки  $p_f$  (2) виділити ПС у суміші із завадами (1).

Література

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