

УДК 519.213:519.2

Лілія Хвостівська, Микола Хвостівський, к.т.н., доцент, Галина Осухівська, к.т.н., доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ

Розроблено оптимальний метод обчислення періоду пульсового сигналу, який базується на процедурі обчислення мінімуму функції варіації усереднених значень центрованого сигналу при різних значеннях пробних періодів.

Ключові слова: пульсовий сигнал, період, центрований сигнал, варіація, мінімум.

Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, Halyna Osukhivska

METHOD OF DETERMINATION OF PULSE SIGNALING PERIOD

The optimal method for calculating the pulse signal period is developed, which is based on the procedure for computing the minimum of the function of variation of the average values of the centered signal at different values of the test periods.

Key words: pulse signal, period, centered signal, variation, minimum

Коректність працездатності методів аналізу пульсового сигналу (ПС) у комп'ютерних системах діагностики стану судин людини залежить від процедури визначення періоду сигналу як основного показника циклічності роботи кровоносної системи людини.

Відомі методи визначення періоду ПС такі як метод екстремальних значень, усереднення інтервалів між максимальними значеннями амплітудних спектрів сигналу, усереднення інтервалів часу між максимальними значеннями автокореляційної функції сигналу та обчислення максимального значення варіаційної функції біомедичного сигналу не забезпечують достатньої точності, що призводить до розмитості результатів оцінювання.

При розробці методу обчислення періоду пульсового сигналу припущено дві гіпотези, що середнє значення центрованого ПС $\xi^0(t, T)$ без випадкової складової $n(t)$ у своїй структурі рівний нулю H_0 , а в іншому випадку – не рівне H_1 :

$$H_1: M_t \left\{ \left\{ \xi^0(t, T) \right\} \right\} = 0, \quad (1)$$

$$H_0: M_t \left\{ \left\{ \xi^0(t, T + n(t)) \right\} \right\} \neq 0. \quad (2)$$

де $\xi^0(t, T)$ - центрований ПС відносно математичного сподівання з періодом T ,
 $\xi^0(t, T) = \xi(t) - m_\xi(t, T)$.

За такого припущення необхідно задати функцію $M_\xi(T)$ усереднених значень центрованого ПС, яка мала би точну нижню границю на інтервалі значень періоду $[T_{\min}; T_{\max}]$:

$$M_{\xi}(T) = \inf_{\forall D(T \in [T_{\min}; T_{\max}]) t \in \mathbb{R}} \left(M_t \left\{ \left| \xi^0(t, T) \right| \right\} \right), \quad (3)$$

За оцінку істинного значення \hat{T} періоду ПС буде прийнято таке значення періоду, яке дає мінімальне середнє значення довжини вектора центрованого сигналу:

$$\hat{T} = \arg \min_T (M_{\xi}(T); [T_{\min}; T_{\max}]). \quad (4)$$

На рис.1 наведено результати оцінювання мінімальне значення розмаху середньоквадратного відхилення ансамблю реалізацій ПС при різних значеннях періодів $\hat{\sigma}_{\xi}(t, T_k)$ отриманих різними методами.

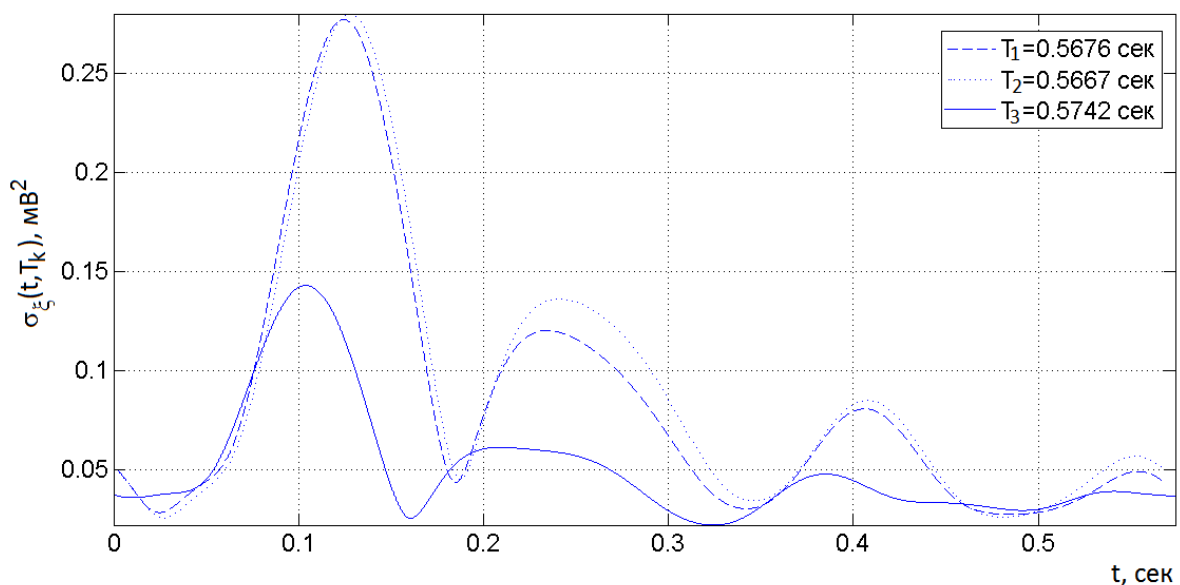


Рис.1. Реалізації середньоквадратичного відхилення $\hat{\sigma}_{\xi}(t, T_k)$ ПС з різними значеннями періодами, які обчисленні відомими методами:

T1 – період обчислений методом екстремальних значень та усереднення інтервалів часу між максимальними значеннями автокореляційної функції

T2 – усереднення інтервалів часу між максимальними значеннями автокореляційної функції сигналу

T3 – період обчислений розробленим критерієм

З отриманих результатів (рис.1) встановлено, що реалізація ПС із періодом $T3=0,5742$ сек (визначено розробленим методом) має найменший розмах середньоквадратичне відхилення $\hat{\sigma}_{\xi}(t, T_k)$ (максимальний розмах – $0,1429 \text{ мВ}^2$, при $T=0.5676$ сек – розмах 0.2769 мВ^2 , при $T=0.5667$ сек – розмах 0.2798 мВ^2) шляхом синхронізації реалізацій пульсового сигналу.

Висновки

Отримані результати обчислення періоду підтверджують актуальність застосування розробленого методу на базі мінімуму функціоналу варіації середніх значень центрованого ПС (4) для оптимального визначення періоду ПС.