

УДК 519.218; 612.16

**Євгенія Яворська, к.т.н., доц., Оксана Стрембіцька**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ВИКОРИСТАННЯ СИНФАЗНОГО МЕТОДУ ОПРАЦЮВАННЯ  
ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ ДЛЯ ОЦІНКИ  
ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ПАЦІЄНТА У СТОМАТОЛОГІЧНІЙ  
ПРАКТИЦІ**

В тезах доповіді розглянуто проблему оцінки стану пацієнта на прийомі у лікаря стоматолога із використанням фотоплетизмографічного сигналу. Особливу увагу приділено синфазному методу опрацювання сигналу як періодично корельованого випадкового процесу.

Ключові слова: фотоплетизмографічний сигнал, пульсовий сигнал, синфазний метод, періодично корельований випадковий процес, стоматологія.

**Eugenia Yavorska, Oksana Strembitska**

**THE USE OF THE SYNTHESIS METHOD OF PHOTOPLETISMOGRAPHIC  
SIGNAL PROTECTION FOR ASSESSMENT OF PATIENT PSYCHOEMOTION  
STATE IN DENTAL PRACTICE**

In the theses of the report the problem of evaluation of the patient's condition at reception by the dentist using the photoplethysmographic signal is considered. Particular attention is paid to the synthesis method of processing the signal as a periodically correlated random process.

Keywords: photoplethysmographic signal, pulse signal, synthesis method, periodically correlated random process, dentistry.

Ефективне та безпечне надання стоматологічної допомоги населенню є актуальною проблемою розвитку медицини. За даними Міністерства охорони здоров'я України [1] профілактичні огляди ротової порожнини станом на 2018р. проходило 36,4% опитаних (загальна кількість респондентів – понад 10000 осіб). Таким чином, огляд у лікаря-стоматолога належить до найпоширеніших форм профілактичних оглядів населення, поступаючись лише флюорографії та електрокардіографії (ЕКГ). При цьому, серед оглянутих пацієнтів потребують подальшого лікування 50,9%: 52,7% дорослі, 48,4% - діти віком до 17 років [2]. За результатами щорічного огляду, спостерігається значна диференціація за потребою у наданні стоматологічної допомоги у різних регіонах України. Дані станом на 2018р. по регіонах України наведено на рис.1. Як свідчать результати статистичних досліджень, на 1000 населення 345-350 випадків звернень у медичні заклади припадає саме на звернення до лікаря стоматолога [3].

Проведення стоматологічних маніпуляцій супроводжується ризиком виникнення невідкладних станів. Вони зумовлені специфікою прийому лікаря стоматолога: великий потік хворих; недостатність часу для обстеження хворих; пацієнти із супутніми соматичними захворюваннями; стрес-реакція організму, зумовлена психічною перенапругою; негативні емоційні спогади, які пов'язані із попередніми зверненнями до стоматолога; реакція на медичні препарати [4]. В 0,13% звернень до лікаря стоматолога спостерігаються невідкладні стани, які потребують допомоги анестезіолога-реаніматолога [5].

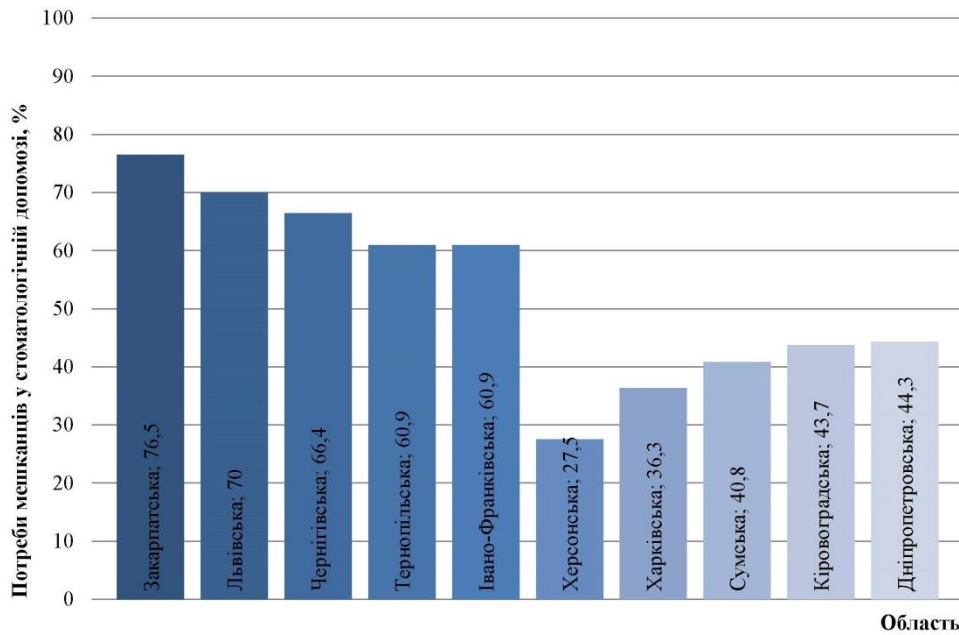


Рис. 1. Регіональна диференціація населення України за потребою у наданні стоматологічної допомоги (% від числа пацієнтів, що пройшли щорічний плановий огляд)

Своєчасне виявлення невідкладних станів зменшує вірогідність ускладнень та летальних випадків. Використання фотоплетизмографічного сигналу (ФПС) у стоматологічній практиці для оцінки психоемоційного стану пацієнтів потребує застосування методів статистичного оцінювання пульсового сигналу. Для оцінювання ФПС розроблено синфазний метод комп'ютерного опрацювання сигналу, який ґрунтується на використанні періодично корельованого випадкового процесу (ПКВП) як математичної моделі сигналу [6].

Основною характеристикою сигналу у випадку використання математичної моделі сигналу у вигляді ПКВП [7] є період корельованості сигналу. Статистичний період корельованості близький до періоду серцевого циклу. Найпростіший метод знаходження періоду пульсового сигналу полягає в усередненні часу між максимальними значеннями ФПС на певному інтервалі часу [8].

Максимальне значення амплітуди фотоплетизмографічного сигналу припадає на анакротичний період серцевого циклу. На рис. 2 показано максимальні значення сигналу, період сигналу визначено через виділення його пікових значень. Як видно із рис. 2 середнє значення періоду рівне 0,89с, максимальне та мінімальне відхилення від середнього складають відповідно - 1,01с та 0,72с. Ці значення свідчать про незначну зміну періоду, а також придатність даного методу для визначення періоду корельованості сигналу як ПКВП.

Оцінка періоду сигналу проводилася за амплітудним спектром сигналу, шляхом обчислення добутку гармонік спектрів. Використання швидкого перетворення Фур'є до ФПС дає змогу виявити усереднений період сигналу і при великому числі вхідних даних дає високу точність середнього періоду. На рис. 3 представлено графік амплітудно-частотного спектру сигналу та шуму у частотній області, на якому чітко виражено амплітудний пік сигналу, який відповідає усередненому значенню серцевого ритму.

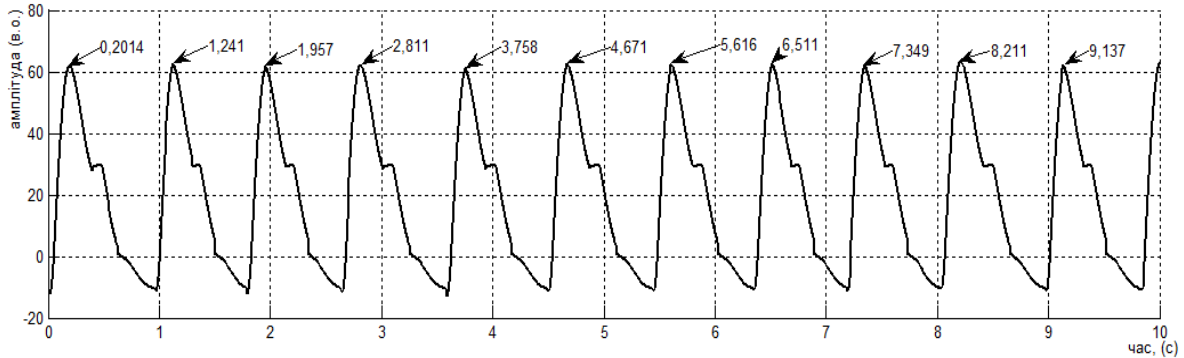


Рис. 2. Знаходження періоду сигналу за максимальними значеннями в часовій області

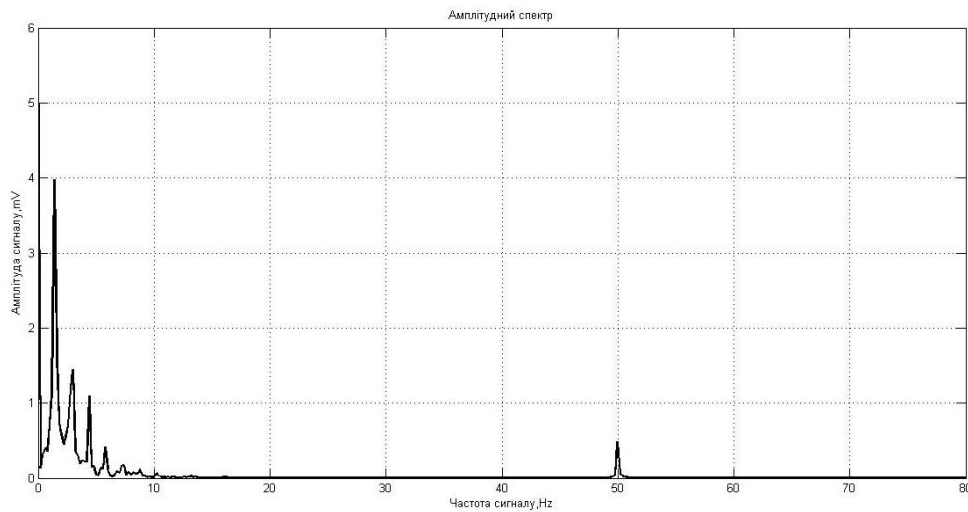


Рис. 3. Графік амплітудо-частотного спектру сигналу та шуму у частотній області

Методи статистичного опрацювання сигналу сприяють виділенню додаткових діагностичних ознак сигналу (зміна періоду, амплітуди на незначних проміжках часу), які сприяють визначенню ймовірності виникнення невідкладних станів у стоматологічній практиці.

Опрацювання фотоплетизмографічного сигналу як ПКВП процесу з дискретним часом синфазним методом полягає у тому, що сигнал розбивають на послідовність синфазних значень на ґратках виду  $\{n\Delta t + kN_T\Delta t, k \in Z\}$  через дискретні періоди корельованості  $N_T$ . Стаціонарна компонента відображає фазо-часову структуру сигналу в частотній області і є кількісним показником, який дає змогу оцінити сигнал у часі (1):

$$\hat{B}_k(u) = \frac{1}{N_T} \sum_{n=0}^{N_T-1} \hat{b}_\xi(n\Delta t, u) e^{-\frac{j2\pi kn}{N_T}} \quad (1)$$

Усереднена оцінка кореляційних компонент характеризує фазо-часові відхилення фотоплетизмографічного сигналу (рис. 4).

В результаті аналізу усереднених оцінок встановлено, що у стані спокою оцінки змінювалися в інтервалі  $[(m_1 - \sigma_1); (m_1 + \sigma_1)]$  з математичним сподіванням  $m_1$ , яке має середній рівень. ФПС, який підлягав оцінці, отримано із використанням проби Руф'є. Задача визначення відновлення серцевої ритміки за усередненими кореляційними компонентами при цьому зводиться до визначення попадання даної

компоненти  $m(t_n)$  в інтервал  $[(m_1 - \sigma_1); (m_1 + \sigma_1)]$  (1.2), який відповідає стану пацієнта у спокої.

$$\begin{cases} m(t_n) \in [(m_1 - \sigma_1); (m_1 + \sigma_1)] \\ p\{(m_1 - \sigma_1) < m(t_n) < (m_1 + \sigma_1)\} = \max \end{cases} \quad (2)$$

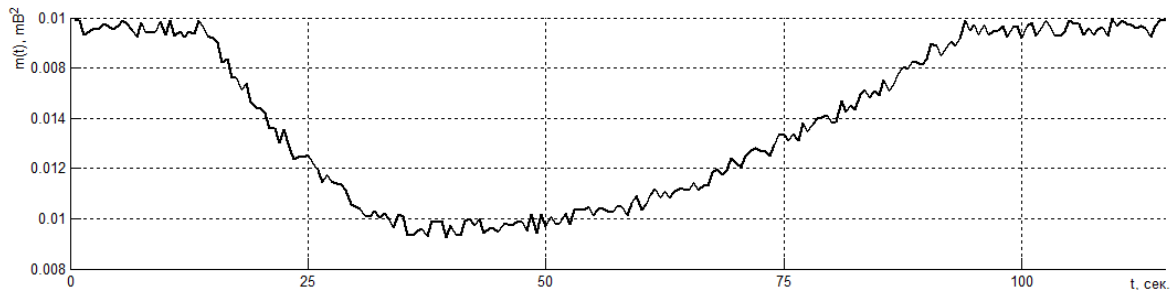


Рис. 4. Реалізація оцінок усереднених кореляційних компонент ФПС

Синфазний метод аналізу фотоплетизмографічного сигналу як ПКВП дозволяє виділити у ФПС ділянки, які свідчать про зміну серцевого ритму. Такі відхилення інформують лікаря стоматолога про вірогідність виникнення невідкладних станів при психоемоційному стресі, яким супроводжується прийом для пацієнта. Аналіз сигналу синфазним методом сприяє виявленню додаткових інформативних ознак, на основі яких лікар стоматолог може прийняти оперативне рішення про стан пацієнта при зміні стану серцево-судинної системи.

### Література

1. Индекс здоров'я України-2018: Результати загальнонаціонального дослідження / Укл. Степурко Т.Г. та ін. Київ, 2018. 175 с.
2. Сучасний стан стоматологічної допомоги в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://acsemedin.com/material/22/648>.
3. Вагнер В. Д. Концептуальные основы дальнейшего развития общей (семейной) практики в стоматологии / В. Д. Вагнер, Б. Ц. Нимаев // Институт стоматологии. – 2005. – № 4. – С. 20–21.
4. Невідкладні стани у стоматології, що загрожують життю [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://navistom.com/blog/nevidkladni-stani-v-stomatologiyi-shcho-zagrozhuuyut-zhittyu-12766.html>.
5. Распространенность неотложных состояний в амбулаторной стоматологической практике г. Волгограда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rae.ru/forum2012/pdf/1115.pdf>.
6. Хвостівська Л.Б., Яворські й Б.І. Математична модель пульсового сигналу для підвищення інформативності систем діагностики стану судин людини. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2015. Випуск 6(95). Частина 1. С.29-34.
7. Драган Я.П. Энергетична теорія лінійних моделей стохастичних сигналів / Я.П. Драган. – Львів : Центр стратег. досліджень еко-біотехнічних систем, 1997. – 361 с.
8. Gazanhes C. Etude de modulation d'amplitude consecutive a la diffusion d'une onde acoustique par une surface agitee / C. Gazanhes Marseille: L'univ.provence, 1972. – 168 p.