

## ВЕРИФІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ РИТМОКАРДІОГРАМИ

*Тернопільський державний технічний  
університет імені Івана Пулюя,  
вул. Руська, 56, 46001, м. Тернопіль, Україна*

**Анотація.** В статті приведені результати аналізу за даними ритмокардіограм. Отримані результати для комп'ютерної моделі оцінювання спектральної густини потужності нестационарної РКГ в рамках нестационарної моделі  
**Ключові слова:** ритмокардіограма, спектральної густини, комп'ютерна модель.

### ВСТУП

Серцева ритміка (ритм серця) знаходить все більше застосування при функціональній прогностичній діагностиці психоемоційного та біофізіологічного стану організму людини. Увага приділяється характеристикам, які визначають варіабельність (мінливість) ритму. Варіабельність ритму є ознакою адаптації організму до зовнішніх (та внутрішніх) подразнень, що важливо, наприклад, для ранньої, прогностичної діагностики серцевих аритмій, прогресуючої стенокардії, гострого коронарного синдрому, психоемоційного стану тощо.

Для оцінювання варіабельності ритмокардіограми (РКГ) застосовують методи спектрального аналізу, які відрізняються способом параметризації стаціонарної моделі, оскільки реакції серцево-судинної системи на подразнення з боку вегетативної нервової системи не завжди є стаціонарними, і для врахування нестационарності застосовують евристично, експериментально вибрані інтервали часу оцінювання, фази реєстрації електрокардіосигналу тощо [1]. Це значно ускладнює апаратуру при забезпеченні необхідної вірогідності результатів спектрального аналізу РКГ та автоматизації оцінювання спектральних характеристик варіабельності серцевої ритміки (ВСР).

### ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для врахування нестационарності ВСР при автоматичному оцінюванні її спектру з прогнозованою вірогідністю застосовано періодично-корельовану випадкову послідовність (ПКВП) для математичного моделювання РКГ, що уможливило автоматизацію аналізу нестационарної ВСР з прогнозованою вірогідністю її результатів, а також запровадження нових діагностичних ознак психоемоційного та біофізіологічного стану організму людини [2].

Використано методи статистичної теорії вибору рішень, а саме критерій Неймана-Пірсона та обчислювальні методи засобів математичного та програмного забезпечення пакету MATLAB для вирішення задачі тестування методу оцінювання спектральних компонент нестационарної ВСР. Результати отримані при оцінюванні спектральних компонент показали, що спектри нестационарної послідовності зосереджені на різних стаціонарних компонентах, які визначаються часовою структурою його спектру та аналізу, а спектри стаціонарної РКГ є частковим їх випадком (див. рис.1).

Побудовано комп'ютерну імітаційну модель РКГ, яка враховує нестационарні випадки, з подальшим використанням її для автоматичного оцінювання характеристик ВСР [3].

Для верифікації засобів визначення характеристик нестационарної ВСП розроблено алгоритми тестування цифрових методів обробки нестационарної РКГ та запропоновано використання вибраної моделі сигналу у вигляді ПКВП у біотехнічній системі для дослідження характеристик ВСП КАРДІОСЕНС (НТЦ радіоелектронних медичних пристроїв і технологій ХАІ-МЕДІКА, м. Харків).

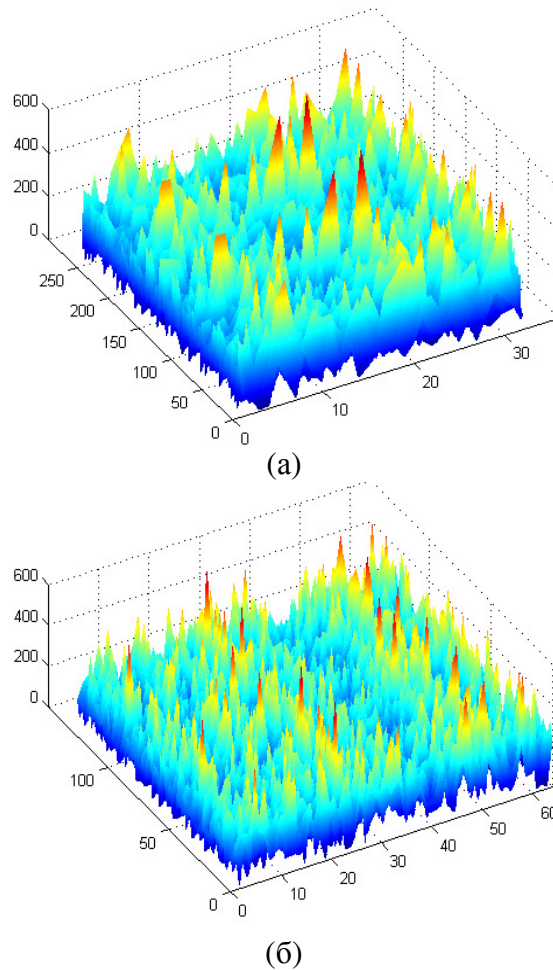


Рис.1. Спектральні компоненти згенерованої ритмокардіограми (вісь абсцис —  $k$ , номер компоненти; вісь ординат —  $l \times 3 \cdot 10^{-3}$ , індекси гармонік спектру;  $\text{Гц}$ ; вісь аплікату — спектральна густина потужності,  $\text{m}^2/\text{Гц}$ )

Порівняльний аналіз результатів дослідження показує, що: а) для методів оцінювання спектральної густини потужності ВСП нестационарної тестової РКГ в рамках нестационарної та стаціонарної моделі для суми матсподівання та середньоквадратичного відхилення спектральної густини потужності  $2 \text{ m}^2/\text{Гц}$  типова імовірність вірогідності цієї оцінки складає відповідно  $P_d = 0.99$  та  $P_d = 0.89$  при імовірності невірогідної оцінки  $p_F = 0.001$ , а для РКС з бази даних КАРДІОСЕНС типові імовірності вірогідності оцінки склали відповідно,  $P_d = 0.85$  та  $P_d = 0.77$ ;

б) для результатів оцінювання нестационарної та стаціонарної випадкової тестової послідовності методом побудованим в рамках нестационарної моделі ритмокардіограми імовірність вірогідної оцінки стаціонарної послідовності  $P_d = 0.95$ . Це вказує на те, що стаціонарна випадкова послідовність є частковим випадком періодично-корельованої випадкової послідовності.

При використанні розроблених методів обробки отримано вигравш вірогідності в 1,3 рази в діапазоні спектральної густини потужності варіабельності серцевої ритміки ( $2 \div 2,2$ )  $\text{m}^2/\text{Гц}$  для медичної норми в тесті з присіданнями (20 присідань за хвилину) в порівнянні з результатами, коли використовується комп'ютерна модель оцінювання спектральної густини потужності в рамках стаціонарної моделі.

### ВИСНОВКИ

Таким чином, результати отримані для комп'ютерної моделі оцінювання спектральної густини потужності нестационарної РКГ в рамках нестационарної моделі в порівнянні з результатами, в яких врахована лише стаціонарна модель є важливими при функціональній прогностичній діагностиці психоемоційного та біофізіологічного стану організму людини.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Принципи виявлення феноменів тонкої структури R-зубців кардіоритму / Я. Драган, М. Медиковський, Л. Сікора, Є. Яворська. // Комп'ютерні технології друкарства: [зб. наук. пр.]. – 2004.– № 12. – Львів: Українська академія друкарства, 2004. — С. 162-167.
2. Драган Я.П., Яворський Б.І., Яворська Є.Б. Концепції і принципи побудови моделей для означення метрологічних характеристик ритміки кардіосигналів / Я.П. Драган, Б.І. Яворський, Є.Б. Яворська // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Радіоелектроніка та телекомунікації: [зб. наук. пр.]. – 2002. – № 443. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2002. – С.200-205.
3. Bondarenko Z., Pyeh O., Yavors'ka E. Computer Model Rhythmic the Cardiogram for Reseach of Characteristics Heart Rate Variability / Z. Bondarenko, O. Pyeh, E. Yavors'ka // Proceedings of the International Conference TCSET'2006, February28-March 4. – 2006. – Lviv: Lviv-Slavsko, Ukraine. – P. 630-632.

Надійшла до редакції 05.10.2008р.