

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОРІВНЕВОГО ДИСКРЕТНОГО ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ ПУЛЬСОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Притула А. О., магістрантка;

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Визначення параметрів пульсової хвилі дає цінну інформацію про функціональний стан людини, окремих її органів і систем, наявність і перебіг хвороби, виникнення стану «перед хвороби» тощо [1, 2].

В цьому сенсі нові діагностичні можливості забезпечує вейвлет-перетворення, яке забезпечує двомірну розгортку сигналів, тобто аналіз відразу в двох просторах — масштабному та часовому [3, 4].

Для оцінки впливу зовнішніх збуджуючих факторів на функціональний стан людини було досліджено, як відображається на параметрах дискретного багаторівневого вейвлет-перетворення пульсової хвилі вплив різних тестів (фізичні навантаження, куріння, кава, чай, музика та інш.). Для дослідження пульсових сигналів був виконаний їх розклад до рівня $N=3$ за допомогою вейвлета Добеши $db4$. Вейвлет-коефіцієнти деталізації 1, 2 та 3-го рівнів розкладу ($cD1$, $cD2$, $cD3$) відображають характеристики пульсового сигналу на вказаних частотах. Методика і окремі приклади таких досліджень представлено в [5].

Встановлено, що спостерігається візуальна різниця між графіками коефіцієнтів деталізації в різних станах; вона проявляється при переході від вихідного стану (стан I — до тестування) у новий стан безпосередньо після тестового впливу (стан II) і під час відновлення стану через деякий час після тестування (стан III). Зміни відбуваються для коефіцієнтів всіх трьох рівнів розкладу, спостерігається змінювання їх амплітуди та амплітудна модуляція. При переході зі стану II в стан III спостерігається зворотне змінювання параметрів коефіцієнтів, що можна трактувати як повернення до вихідного стану.

Для більш детального дослідження цього впливу проводилося відновлення пульсового сигналу за коефіцієнтами деталізації окремо для кожного з рівнів розкладу, в результаті чого були отримані компоненти відновленого сигналу $ScD1$, $ScD2$ та $ScD3$ для 1, 2 та 3-го рівнів відповідно.

Залежно від тестового впливу, у разі переходу від одного стану до іншого, спостерігається розширення або звужування спектра, змінювання його розмитості, можлива поява додаткових гармонік, змінювання амплітуди гармонік, насамперед для перших двох компонентів сигналу.

Для кількісної оцінки цього впливу досліджувалось середньоквадратичне відхилення (СКВ) вейвлет-коефіцієнтів деталізації всіх трьох рівнів розкладу.

Таким чином, за допомогою СКВ вейвлет-коефіцієнтів можна кількісно характеризувати вплив певного фактору на функціональний стан людини. А саме, відношення СКВ в стані III до СКВ в стані I ($A3/A1$) у порівнянні з відношенням СКВ в стані II до СКВ в стані I ($A2/A1$) характеризує, як швидко і в якій мірі відбувається відновлення початкового функціонального стану після збудження зовнішнім фактором. Також відношення $A2/A1$ характеризує ступінь впливу збуджуючого фактору на стан людини.

Отже, характер коефіцієнтів деталізації вейвлет-перетворення пульсового сигналу дає можливість якісно визначити вплив певного тестового фактору на функціональний стан людини. Значення середньоквадратичного відхилення вейвлет-коефіцієнтів дають змогу кількісно характеризувати вплив цього фактору, а саме, ступінь впливу збуджуючого фактору на динаміку стану людини, як швидко і в якій мірі відбувається відновлення початкового функціонального стану після збудження зовнішнім фактором, ідентифікувати загальні і індивідуальні особисті тенденції зміни стану.

Література

1. Десова А. А. Особенности формы и ритмической структуры пульсового сигнала лучевой артерии при артериальной гипертензии в детском и подростковом возрасте / А. А. Десова, И. П. Брызгунов, А. Г. Кизева, Е. П. Виноградова // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2006. — №1 — 2. — С. 59 — 66.
2. Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н. М. Астафьева — УФН, 1996. — т.166. — №11.
3. Новиков Л. В. Основы вейвлет-анализа сигналов / Л. В. Новиков — СПб. : ООО «МОДУС+» 1999. — 152 с.
4. Бороноев В. В. Особенности вейвлет-образов пульсовых сигналов при нарушении функционирования регулирующих систем организма / В. В. Бороноев, И. В. Лебединцева // Успехи современной радиоэлектроники, 2008. — № 2. — С. 45 — 52.
5. Притула А. О. Визначення функціонального стану людини за багаторівневим дискретним вейвлет-перетворенням пульсового сигналу / А. О. Притула, О. Б. Шарпан // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2012. — Вип. 50. — С. 77 — 84.