

Кочкар'юв Сергій Вадимович

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**ВИКОРИСТАННЯ ГІЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ
БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ**

**THE GIVEN WORK IS DEVOTED TO DATA PROCESSING
THROUGH THE HILBERT-HUANG TRANSFORM**

***Анотація.** Будь-яка система, хоч би тривіальна, піддається аналізу даних про сигнали, які вона виробляє. Протягом останніх 50 років приплив нових методів і розширення старих дозволили проаналізувати і до певної міри зрозуміти ряд нових застосувань у різних галузях. Однією з галузей, яка отримує вигоду від цього зростання, є медична сфера, яка розвивалася завдяки розвитку міждисциплінарної співпраці. З точки зору обробки сигналу, проблема походить від складної, а іноді й хаотичної природи сигналів, які ми вимірюємо від тіла, наприклад, від мозку і від серця. У даній роботі представлено можливості використання перетворення Гільберта-Хуанга для виявлення та прогнозування серцевої аритмії.*

***Ключові слова:** перетворення Гільберта-Хуанга, серцева аритмія.*

Актуальність. Аритмія викликає у людей серцево-судинні захворювання що, призводять до розвитку серцевої недостатності та викликає гострі порушення мозкового кровообігу. Близько 25 мільйонів українців - а це понад половина населення - мають серцево-судинні захворювання.

Виклад основного матеріалу. Серцева аритмія є однією з найпоширеніших серцевих аритмій серед населення. ФП описується як

хаотичне тремтіння передсердя, а не як чисте скорочення. Результатом є уповільнення припливу крові в передсердя і в результаті може утворитися згусток (3-5% випадків [1]). Якщо цей згусток рухається з передсердя, це може бути смертельним. Існує цілий список станів, які можуть бути пов'язані з аритмії, включаючи: високий кров'яний тиск, ішемічну хворобу серця, кардіоміопатію (погіршення серцевого м'яза) або високий рівень кофеїну або алкоголю. Однак іноді невідома причина [2]. Існує чотири основних типи аритмій, які пов'язані зі зміною серцевого ритму: надто повільна (брадикардія), занадто швидка (тахікардія), тремтіння (фібриляція) і передчасна (ранній ритм).

Нас цікавить область фібриляції, щоб зрозуміти точні механізми, які відбуваються під час цього стану, ми повинні мати певне розуміння електричної функції серця та потоку. Зазвичай електричну активність серця вимірюють за допомогою електрокардіограми, тому ми почнемо з цього і потім електричної активності, який він вловлює. Потім ми продовжимо розглядати вплив фібриляцій на цей процес.

Клінічно аритмію поділяють на 3 групи залежно від тривалості:

- Пароксизмальна аритмія – множинні епізоди – припиняються через 7 днів без лікування.
- Постійна аритмія - довше 7 днів або менше під час лікування.
- Тривала стійка аритмія - безперервна аритмія, більше року

Вилучення тимчасових частотних характеристик сигналу для аналізу як судом, так і активності передсердної аритмії є потужним підходом. Клініцисти історично використовували показники в секунду, які тісно пов'язані з частотою, для визначення форм хвиль і специфічної активності мозку. Подібним чином передсердні аритмії проявляються як зміни частоти нормального серцевого ритму, так і локальні зміни частоти в передсерді.

Використання перетворення Гільберта Хуанга для перетворення сигналів ЕКГ:

НТ (Гільберта Хуанга) відображає $x(t)$ у $\tilde{x}(t)$ так, що сигнал $z(t) = x(t) + j\tilde{x}(t)$ є аналітичним. З $z(t)$ ми можемо отримати інформацію про амплітуду та фазу $x(t)$ [4]:

$$A(t) = [x^2(t) + \tilde{x}^2(t)]^{\frac{1}{2}}$$
$$\varphi(t) = \arctan \left[\frac{\tilde{x}(t)}{x(t)} \right]$$

Для побудови сигналу $\tilde{x}(t)$ можна використати такий інтеграл значення принципа Коші:

$$\tilde{x}(t) = H[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x(u)}{\pi(t-u)} du$$

Існує кілька поглядів на цю трансформацію. Перший - це інтеграл що є згорткою $x(t)$ і $1/\pi t$. Другий погляд полягає в тому, що фазовий зсув $\pi/2$ застосовується до фази $x(t)$.

За допомогою цього перетворення ми отримаємо аналітичний сигнал наступного вигляду:

$$z(t) = A(t)e^{j\varphi(t)}$$

Цей сигнал по суті є сигналом з модуляцією частоти/фази та амплітуди, або АМ-ФМ опис сигналу. Тоді миттєву частоту можна було б визначити як:

$$\omega = \frac{d\varphi(t)}{dt}$$

У цьому представленні та визначенні миттєвої частоти є важливе припущення. Якщо ми розглянемо перетворення Фур'є $z(t)$, то отримаємо:

$$Z(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} a(t)e^{j\varphi(t)} e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} a(t)e^{j(\varphi(t)-\omega t)} dt$$

За принципом стаціонарної фази [3] найбільший внесок у ω буде визначатися як:

$$\frac{d}{dt}t(\varphi(t) - \omega t) = 0$$

Література

1. Skillstat [Електронний ресурс]: Стаття. The six second ECG workbook.
URL: <https://www.skillstat.com>
2. N. UK, “Atrial fibrillations”.
3. Chen Q., N. E. Huang S. Riemenschneider, and Y. Xu. A B-spline approach for empirical mode decomposition, Adv. Comput. Math., 2006. № 24. P. 171-195.
4. Zhang R. R., S. Ma E. Safak, Hartzell S. Hilbert-Huang transform analysis of dynamic and earthquake motion recordings. 2003. № 129. P. 861-875.