

АМПЛІТУДНА І ФАЗОВА ПУЛЬСОВА СПЕКТРОМЕТРІЯ В ЗАВДАННЯХ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Шарпан О. Б., д.т.н., професор,
*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В умовах індустріально розвиненого суспільства характерно поширення багатьох захворювань, і насамперед – гіпертонічної хвороби та ішемічного захворювання серця.

Смертність від ішемічної хвороби серця значно зростає, помітно її омолодження. Тому виправданим є бажання виконувати заходи профілактики захворювань якомога раніше. Це передбачає необхідність розробки нових методів і сучасних радіоелектронних засобів для проведення моніторингових і скринінгових обстежень населення з метою виявлення не лише стану „хвороби”, а й проявів відхилень від нормального стану на ранніх стадіях (в стані „передхвороби”), та відстеження стану „здоров'я”.

Поширеним напрямком функціональної діагностики стану серцево-судинної системи (ССС) і інших органів і систем людини є аналіз амплітудно-часових (контурних) параметрів пульсових хвиль, зареєстрованих методами сфігмографії і плетизмографії.

Нові можливості і перспективи щодо діагностики з'являються при визначенні амплітудних і фазових спектральних параметрів пульсової хвилі. Виходячи з цього, були розроблені нові фотоплетизмографічні засоби багатоканальної реєстрації пульсових сигналів, досліджені та верифіковані нові напрямки пульсової спектральної діагностики.

1. Швидке визначення стану серця, судин і вегетативної нервової системи за амплітудним спектром (АС) коротких реалізацій пульсового сигналу. У цьому разі використовується інформація, що міститься в амплітудному спектрі відносно невеликих за тривалістю („коротких”, до 10 секунд) реалізацій квазіперіодичного сигналу пульсової хвилі, зареєстрованих як з центральних артерій, так і на периферії.

Встановлено, що за проявом окремих спектральних складових, ступенем і характером розмитості спектра можна визначати рівень і характер аритмії, вплив дихальної і барорефлекторної хвиль, тобто є можливість спостереження за станом вегетативного гомеостазу (стану стресу).

Відсутність визначеності в спектрі гармонік, аномально значні рівні, або відсутність компонентів низькочастотної частини спектра (в околі нульової частоти) свідчать про аномальний стан ССС, тобто наявність стану передхвороби чи хвороби. Якісно характер спектра і його динаміка дозволяють в реальному масштабі часу визначати і відслідковувати напруже-

ність вегетативної нервової системи (ВНС). Слідкуючи за рівнями та зміною співвідношень амплітуд гармонік, можна спостерігати за станом серцевого та судинного компонентів системи гемодинаміки.

З використанням параметрів АС коротких реалізацій сигналу пульсової хвилі були проведені дослідження за такими напрямками.

1.1. Спектральна оцінка індивідуальних особливостей стану гемодинаміки. Ці особливості досліджено на прикладах відмінності і динаміки спектрів для людей різних вікових груп, тесту на куріння, холодової і ортостатичної проб тощо.

1.2. Спектральна оцінка впливу різновидів післяопераційного знеболення на функціональну активність ВНС. Важливим завданням післяопераційного лікування хворих є ефективно усунення болю. Тому динамічний контроль стану ВНС і якості адекватного знеболення під час операції та в післяопераційному періоді набуває особливого значення. У цьому разі оцінювалась інформативність АС с точки зору можливості визначення нейровегетативної регуляції діяльності органів системи кровообігу у післяопераційному періоді. Для цього було досліджено залежність параметрів АС пульсової хвилі до і після введення різних знеболюючих фармпрепаратів – морфіну, кетанову та анальгіну у середніх терапевтичних дозах.

Результати досліджень та їх діагностична інтерпретація показують високу залежність параметрів АС від функціональної активності структур ВНС, які регулюють роботу органів системи кровообігу і змінюють режим регуляції під впливом дії фармпрепаратів. Причому встановлена більш висока чутливість показників АС порівняно з традиційними методами визначення стану стресу за частотою серцевих скорочень, артеріальним тиском та суб'єктивними показниками за анамнезом.

2. Проаналізовано, розроблено і верифіковано основи визначення стану ССС і ВНС за методом **фазової пульсової спектрометрії**. Запропоновано методики одержання фазового спектра (ФС) квазістаціонарного пульсового сигналу на основі визначення: а) спектральних компонентів за аналізом максимумів обвідної АС віконних реалізацій пульсового сигналу; б) окремих періодів при сплайновій інтерполяції пульсового сигналу.

Оцінка діагностичної чутливості стану гемодинаміки одержана при аналізі нелінійної складової ФС. Також щоб знизити залежність значення фаз гармонік від частоти серцевих скорочень запропоновано використовувати новий для гемодинаміки часовий параметр τ_r ФС. Він має розмірність часу і визначається аналогічно груповому (τ_{rF}) або фазовому ($\tau_{r\phi}$) часу запізнювання як $\tau_r = \Delta\phi_r / \Delta\omega_r$, де $\Delta\phi_r$ – приріст фазового спектра на ділянці частотного діапазону $\Delta\omega_r$.

Отримано залежності рівнів і змін параметрів $\tau_{r\phi}$ на різних гармоніках частоти серцевих скорочень і їх часову динаміку. Вони характеризують перехідні процеси у системі гемодинаміки в різних ділянках частотного ді-

апазону, а також ступінь визначеності і характер аритмії, що віддзеркалюється на рівнях відхилення і характері варіабельності характеристик τ_r . Рівень τ_r характеризує крутість фазочастотної характеристики судинної системи і значення її характеристичної частоти.

Отримані приклади різновидів часової динаміки параметрів τ_r (фрактали спектрів) різних людей у спокійному стані і під час різноманітних тестових впливів. Вони характеризують можливості визначення різновидів (кластерів) станів напруженості ВНС і ССС, нормальний стан чи аномальність судинної системи.

3. Запропоновано і верифіковано новий метод ***просторової кореляційно-спектральної осцилометрії***, який забезпечує можливість вимірювання параметрів артеріального тиску в умовах завад і артефактів підвищеного рівня, коли інші методи вимірювань є непрацездатними.