

УДК 615:47

Є.В. Сторчун, Л.К. Гліненко, І.В. Атаманова, В.І. Калин

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра електронних засобів комп’ютерно-інформаційних технологій

## ЗАЛЕЖНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ СИНХРОННОЇ РЕЄСТРАЦІЇ ПУЛЬСОВИХ СИГНАЛІВ ВІД ЗОНАЛЬНИХ УМОВ ЇХ ФОРМУВАННЯ

© Сторчун Є.В., Гліненко Л.К., Атаманова І.В., Калин В.І., 2005

Досліджено залежність розміру та спектра пульсових сигналів від сили притискання перетворювача до тіла людини. Отримано результати оцінки взаємного впливу каналів пульсодіагностичного комплексу через біооб’єкт для різних умов реєстрації сигналів.

Dependence of amplitude and spectrum of pulse signals from force of pressing transducer to a body of the person is studied. The results of estimation of the mutual influencing of channels of pulse diagnostic complex for different terms of registration of signals is carried on.

### Вступ

Організація діагностично - лікувального процесу в медицині передбачає застосування, поряд з потужними методами поглибленого дослідження, засобів експрес-діагностики. Задачі експрес-діагностики, отримання інтегральних оцінок стану функціональних систем організму людини можуть розв’язуватися на основі використання бази знань пульсової діагностики східної медицини. У цій галузі існує значний, сформований впродовж тисячоліть, систематизований лікарський досвід, який піддається комп’ютеризації.

Увага до методів пульсової діагностики спричинена належністю серцево-судинної системи до основних регулюючих систем організму людини, що сформувалася еволюційним шляхом [1].

У сучасній західній медицині пульсовий сигнал використовують переважно для діагностики системи кровообігу, обережно визнаючи його інформативність в оцінці стану інших функціональних систем організму людини.

Найбільш простою є методика дослідження пульсу в певних зонах променевих артерій людини. У східній медицині існує кілька систем такої діагностики, які дещо відрізняються за розташуванням зон, способами їх аналізу, зв’язками зональних пульсових сигналів із станом функціональних систем організму людини тощо.

Зони дослідження пульсових сигналів променевих артерій людини за канонами східної медицині показано на рис. 1 для лівої руки [2].

Пульсові коливання у різних відділах серцево-судинної системи організму людини формуються під впливом чисельних факторів, що визначають їх індивідуальну часову мінливість. Аналізуючи ці коливання, вважають їх ергодичними та стаціонарними. У живих організмах ці умови часто порушені. Останні не досягають повної зрівноваженості, а послідовно переходять між локально стійкими станами [3].

Загальноприйнятий підхід до аналізу таких процесів передбачає усереднення показників за ансамблем обмежених у часі вибірок або однієї вибірки, отриманої впродовж тривалого часу. Вважається, що у процесі формування вибірок показники системи є квазістаціонарними.



Рис. 1. Зони реєстрації пульсових сигналів за канонами східної медицини та їх назви, прийняті в тибетській медицині

У пульсометрії було запропоновано реалізацію такого підходу на основі аналізу динамічних рядів, складених із фрагментів, зареєстрованого впродовж тривалого часу пульсового сигналу променевої артерії людини. На думку фахівців, такий підхід дає змогу виявити інформативні коливальні процеси дуже малої частоти.

Медична інтерпретація показників, усереднених за ансамблем вибірок чи отриманих за результатами тривалої реєстрації, передбачає їх зіставлення з “нормою”, що, своєю чергою, вимагає наявності розвинутої системи формального опису медичних знань у термінах вибраних показників (формалізованого медичного досвіду).

Інший підхід було запропоновано у пульсодіагностичному комплексі [4]. Він полягає у синхронній реєстрації та обробці пульсових коливань, прийнятих у східній медицині певних зон променевих артерій людини. Принцип зіставлення синхронно отриманих показників пульсових сигналів не вимагає порівняння з “нормою”, чим досягається індивідуалізація методики. Для оцінки пульсових сигналів у комплексі [4] використовують показник  $K_p$ , який дорівнює відношенню потужності пульсового сигналу в діапазоні частот (0,5–10) Гц та (10–40) Гц.

Більшість пульсових діагностичних ознак, що використовують у східній пульсовій діагностиці, як і зовнішньо сформованих умов обстеження, не піддаються безпосередній технічній інтерпретації і вимагають проведення досліджень із метою їх формалізації.

**Метою роботи** було подальше дослідження залежності результатів реєстрації пульсових сигналів від зональних умов їх формування за допомогою комплексу [4] та оцінка взаємного впливу каналів через біооб’єкт.

### Результати досліджень

*Дослідження залежності розміру сигналу та  $K_p$  від деформації зон реєстрації.* Вимірювання були проведені на 5 особах чоловічої і 2 особах жіночої статі у віці (18–47) років. Дослідження розміру та показників  $K_p$  проводилося у зонах ЦОН і ЧАГ лівої руки для кожного обстежуваного.

Крок зміни деформації зон залежав від обстежуваних осіб і вибирався з умови проходження розміру пульсового сигналу через максимум за тривалості дослідження не більше 30 хвилин. Індивідуальність кроку деформації пов’язана з глибиною розташування променевих артерій обстежуваних.

Забезпечення у процесі обстеження проходження розміру пульсового сигналу через максимум пов’язано з традиціями східної пульсової діагностики, де розрізняють поверхневий, середній та глибокий пульс. У термінах показників артеріального тиску крові поверхневий пульс відповідає умовам реєстрації, за яких тиск первинного перетворювача на артерію становить близько  $P_d$ , середній –  $P_c$ , а глибокий –  $P_s$ , де  $P_d$ ,  $P_c$ ,  $P_s$  – значення діастолічного, середнього та систолічного тиску крові.

В межах обстеженої вибірки залежності “деформація зони реєстрації – розмір пульсового сигналу” мали якісно однаковий характер для різних зон (рис.1) та обстежених, хоча кількісно відрізнялися. За збільшення деформації зони пікове значення сили дії пульсового сигналу на перетворювач зростало, досягало максимуму і далі зменшувалося. Отримані результати проілюстровані на прикладі особи чоловічої статі у віці 24 роки, які показано на рис. 2.

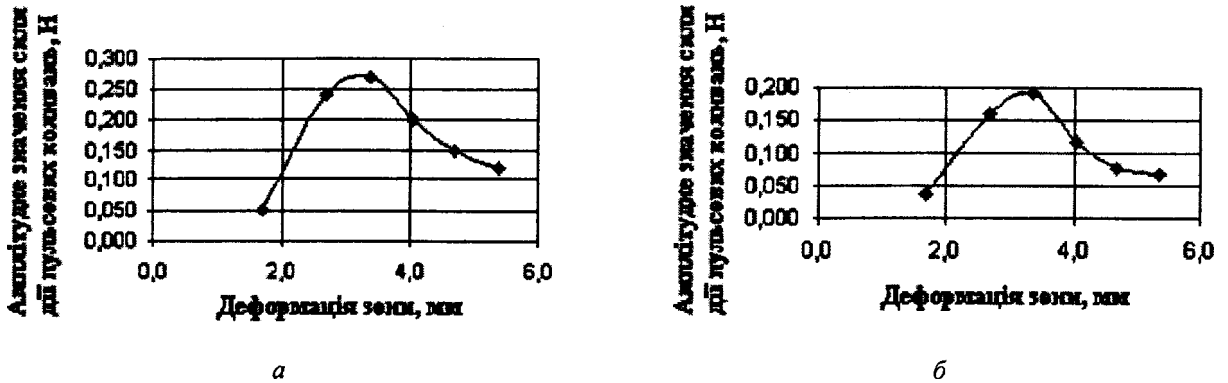


Рис. 2. Залежність амплітудного значення сили дії пульсового сигналу від деформації зони ЦОН (а) та ЧАГ (б) (рис. 1)

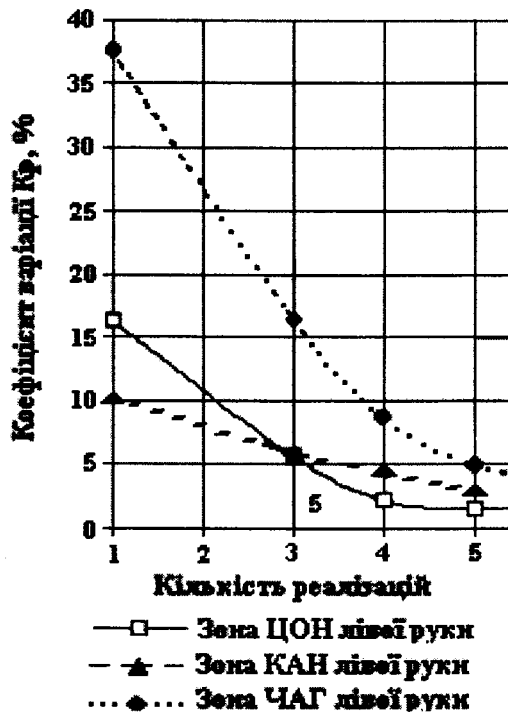


Рис. 3. Графіки залежності варіації зональних показників  $K_p$  від кількості спостережень, за якими здійснювалося усереднення

Діагностичні показники в комплексі [4] ґрунтуються на зіставленні зональних розмірів  $K_p$  з середнім значенням, тому важливим було дослідження їх залежності від рівня впливу первинних перетворювачів на пульсові коливання артерій (деформації зон). З метою забезпечення необхідної збіжності, за даними попередніх досліджень визначення  $K_p$  проводилось за результатами шести реалізацій (рис. 4), що зменшує їх варіації. Отримані залежності  $K_p$  від деформації зони мали аналогічний до розміру пульсових сигналів характер зміни (рис. 4; 5), де подано результати для зазначеної особи.



Рис. 4. Залежність  $K_p$  від деформації зони ЦОН

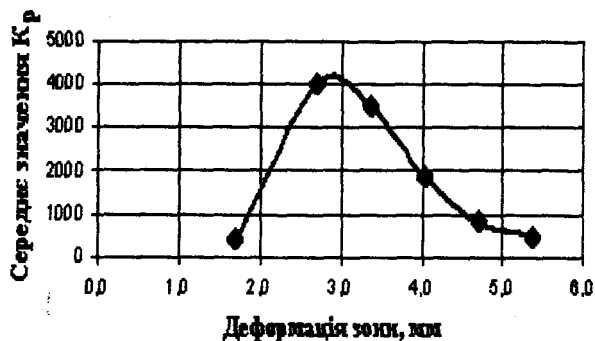


Рис. 5. Залежність  $K_p$  від деформації зони ЧАГ

Зміни величини  $K_p$  свідчать про залежність спектра пульсових коливань від рівня взаємодії перетворювачів із зонами їх реєстрації: зміна деформації спочатку викликає виділення низькочастотних складових спектра, а далі – зменшення внеску останніх.

Дослідження взаємного впливу каналів пульсодіагностичного комплексу через біооб'єкт. Сигнали реєструвались за допомогою пристрою формування пульсових сигналів з функціонально незалежними каналами. Проведено попередні дослідження на двох особах чоловічої та одній особі жіночої статі у віці 23–25 років.

Методика дослідження взаємного впливу каналів пульсодіагностичного комплексу через біооб'єкт полягала у незмінних умовах реєстрації сигналу в одній зоні та зміні названих умов – в іншій. Зміна умов реєстрації сигналів досягалася шляхом притискання перетворювача до поверхні відповідної зони (деформації зони). За такою схемою було проведено дослідження взаємного впливу каналів ЧАГ → ЦОН та ЦОН → ЧАГ.

Оцінка впливу виконувалась за піковими значеннями графічно зареєстрованих пульсових сигналів в зонах ЦОН та ЧАГ. Отримані результати проілюстровано даними, наведеними в табл. 1 та 2 для особи чоловічої статі у віці 25 років.

Таблиця 1

**Вплив каналу ЦОН на канал ЧАГ пульсодіагностичного комплексу через біооб'єкт**

Деформація зони ЦОН, мм	Амплітуда сили дії пульсових коливань в зоні ЦОН, Н	Деформація зони ЧАГ, мм	Амплітуда сили дії пульсових коливань в зоні ЧАГ, Н
1,2	0,0072	2,4	0,0072
2,5	0,05	2,4	0,0075
3,3	0,036	2,4	0,0077

Таблиця 2

**Вплив каналу ЧАГ на канал ЦОН пульсодіагностичного комплексу через біооб'єкт**

Деформація зони ЦОН, мм	Амплітуда сили дії пульсових коливань в зоні ЦОН, Н	Деформація зони ЧАГ, мм	Амплітуда сили дії пульсових коливань в зоні ЧАГ, Н
1	0,0066	1,7	0,0087
1	0,0062	2,7	0,0270
1	0,0063	4	0,087

В межах обстеженої вибірки взаємний вплив каналів пульсодіагностичного комплексу для крайніх зон ЦОН та ЧАГ (табл. 1 та 2) не перебільшував 8 %.

**Висновки**

Значення деформації зон, які відповідають максимуму сили дії пульсових сигналів на перетворювач, та показника  $K_p$  відрізнялися індивідуальністю для кожного обстеженого. Зміни  $K_p$  залежно від зовнішньо сформованих умов реєстрації (деформації зон) свідчать про спектральні зміни пульсових сигналів.

За ергодичною моделлю пульсових сигналів є дві можливості покращання якості визначення  $K_p$ : збільшення кількості або тривалості однієї реалізації. Перший підхід більш коректний, зважаючи на лабільність пульсових процесів та неконтрольованість зовнішніх впливів.

Отримані результати дослідження взаємного впливу каналів пульсодіагностичного комплексу через біооб'єкт є попередніми і вимагають подальшого дослідження, зокрема, для сусідніх зон (рис. 1) та в умовах глибокого пульсу.

1. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем: Справочник. – К., 1977. 2. Леник В.Н. Практическое руководство по восточной пульсовой диагностике. – К., 2000. 3. Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге 21 века / Под ред. Р.М. Юсупова и Р.И. Полонникова. – СПб., 1998. 4. Смердов А., Сторчун Е., Славітич О. Автоматизований комплекс для експрес-діагностики на основі методів західної та тибетсько-монгольської медицини // Український журнал медичної техніки і технології. – 1997. – № 1–2. – С. 42–46.