

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ НЕІНВАЗИВНОГО КОТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ЛЮДИНИ

І. В. Штефан¹, спеціаліст; В. І. Дегтярук², науковий співробітник; М. М. Будник², д-р техн. наук,

¹ КНУ ім. Т. Г. Шевченка

² Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ
ira.shtefan@gmail.com

Вступ та постановка завдання. Однією з найважливіших систем людини є серцево-судинна. Від її стану прямо залежать стан здоров'я та нормальна життєдіяльність людини. Мета роботи – визначення оптимальних параметрів інтелектуального приладу «Гемодин» для дослідження гемоди-наміки системи кровообігу [1].

Матеріали і методи. Було виконано по 10 вимірювань для лівої та правої руки здорової людини на кінцевих фалангах пальців. Руку розміщують в розслабленому стані на столі, на основу пальця одягають компресійну манжету у вигляді кільця. На крайню фалангу одягають вимірювальну голівку у вигляді слабо напруженої кліпси. Потім у манжеті створюється тиск, що збільшує приплив крові до кінцевої фаланги. В основу роботи голівки закладено двохвильовий спектрофотометричний метод. Різниця інтенсивності падаючої та хвилі, що пройшла, пропорційна кровонаповненню в пальці. Сигнал записується в пам'ять приладу, відображається на РК-дисплей та друкується на термопринтері [2,3].

Вимірюють такі параметри: P - величина кровона-повнення (мл/см³), V - швидкість відновлення (мл/с), t - час відновлення (с), K - коефіцієнт балансування (безрозмірний).

Статистична обробка результатів виконувалась в Excel за допомогою формул [4]:

$$\Delta = \frac{1,96 * CKB}{\sqrt{N}} \quad \sigma = \frac{\Delta}{M} * 100\% \quad (1)$$

де 1,96 – значення функції Лапласа для ймовірності 95 %, CKB – стандартне відхилення вибірки, N – кількість елементів, Δ - довірчий інтервал, M- середнє значення.

Дослідження умов вимірювання.

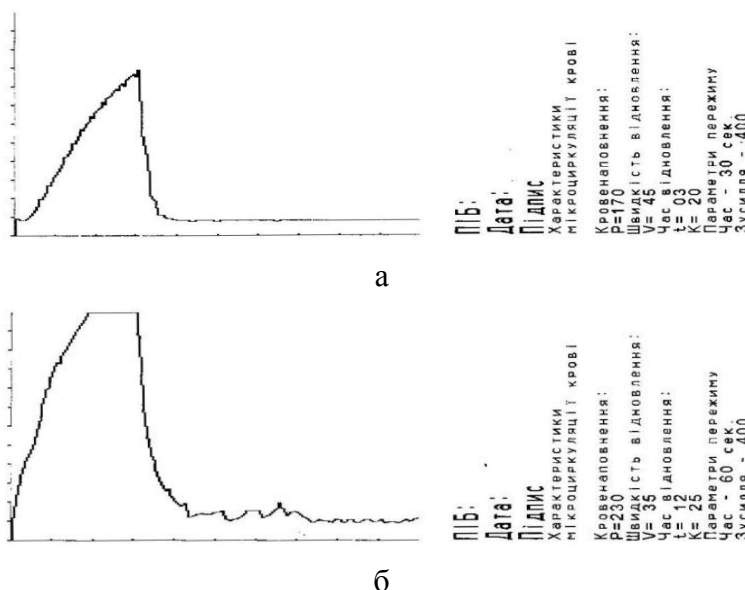


Рис.1. Графіки вихідного сигналу для правої руки при тривалості стиснення манжети 30 с (а) та 60 с (б)

Виконано статистичну обробку зазначених 4-х параметрів для загальної вибірки 10 вимірів для обох рук, бо статистичні відмінності між руками згідно тесту Ст'юдента не виявлено. Приклад кривої кровонаповнення подано на рис.1, а результати обробки наведено в таблиці:

ПОКАЗНИК	ЧАС ПЕРЕЖИМУ 30 СЕК			
	Р	V	T	К
Середнє значення	164,4	41,2	7,3	25,2
СКВ	23,2	8,77	4,32	4,61
Довірчий інтервал	14,4	5,43	2,68	2,81
Відносна похибка (%)	8,8	13,2	36,7	11,3
ПОКАЗНИК	ЧАС ПЕРЕЖИМУ 60 СЕК			
	Р	V	T	К
Середнє значення	217,5	28,2	7,5	30,8
СКВ	13,9	5,37	3,89	6,01
Довірчий інтервал	8,63	3,33	2,41	3,73
Відносна похибка (%)	4,0	11,8	32,2	12,1

Було побудовано залежності даних параметрів від часу стиснення манжети (приклад на рис. 2.).

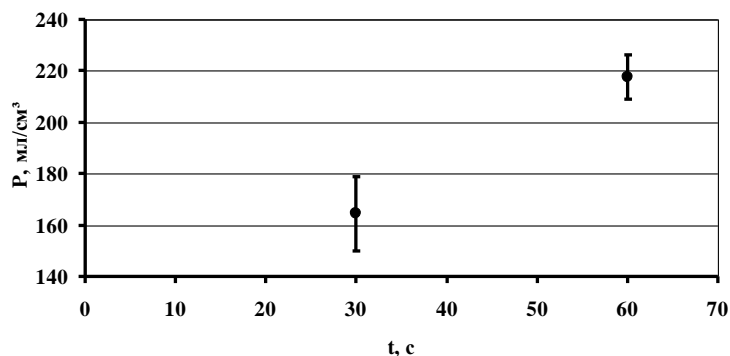


Рис.2. Залежність амплітуди кровонаповнення від тривалості стиснення манжетою безіменного пальця.

Висновки: Результати обробки показують, що більша точність вимірювань для параметрів Р, V, t має місце при часі стиснення 60 с. При цьому амплітуда кровонаповнення зростає, швидкість відновлення крові зменшується, час відновлення кровообігу не змінюється. Але у портативних приладах компресори не достатньо надійні і при великій кількості вимірювань може перегрітися компресор. Також вихідний сигнал при 60 с часто виходить за межі динамічного діапазону(рис.1). Тому вимірювання доцільно проводити при часі стиснення манжети 30 с. При цьому отримано такі точності для параметрів: Р-9%, V-13%, К-11%, t-37%. Отже, прилад реєструє параметри Р V та К достовірно, а для t вимірювання не достовірні, тому що відносна похибка перевищує фізіологічний розкид (inter-subject variation).

1. Войтович І.Д, Корсунський В.М. Інтелектуальні сенсори. – Київ: Інститут кібернетики, 2007. – 514 с.
2. Войтович І.Д, Вимірювання параметрів гемодинаміки мікроциркулярної ланки системи кровообігу та використання їх для визначення індексу здоров'я / Войтович І.Д, Дегтярук В.І, Брайко Ю.О та ін // зб доп. П н.-техн. семінару.- «Біомедичні інформаційні технології в охороні здоров'я»(БМІТ-2009) - Київ: Інститут кібернетики, 2009. – с 161-168.
3. Патент UA 57631 Спосіб неінвазивного визначення параметрів гемодинаміки системи кровообігу / Войтович І.Д, Дегтярук В.І, Брайко Ю.О, Імамудінова Р.Г, Мінов Ю.О, Сутковий П.Г(Україна).– опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5, 2011.-7с., 3 іл.
4. Гурман В.Е., Теория вероятностей и математическая статистика.– М.: Высш.шк., 2001. – 479 с.