

## МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ПІД ДІЄЮ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Вовкодав О.В.

*Тернопільський національний економічний університет, аспірант*

### I. Постановка проблеми

Ключовим моментом в організації процесу ефективної реабілітації після інфаркту міокарда є дозування фізичних навантажень відповідно до поточного стану організму. На сьогоднішній день в клінічній практиці використовуються громіздкі технічні системи для моніторингу стану пацієнтів при гострому інфаркті міокарда, а також методики їх реабілітації, що базуються на узагальненні статистичних даних. Ефективність процесу реабілітації можна значно підвищити за допомогою моделей, що враховують особливості стану конкретного організму. В той же час існуючі моделі діяльності серцево-судинної системи стосуються загальних моментів її функціонування і не пристосовані до прогнозування реакції організму на фізичні навантаження з використанням мінімальної кількості вхідної інформації.

### II. Мета роботи

Метою даного дослідження є розробка методів прогнозування показників серцево-судинної системи конкретного організму під дією фізичного навантаження, придатний для використання в домашніх умовах. В даному методі поєднується модель динаміки серцево-судинної системи з моніторингом стану організму за допомогою простих технічних засобів, при цьому постійний контроль за функціональним станом організму пацієнта дозволить оцінити коронарний резерв та фізичну працездатність, дозволить відобразити динаміку клінічної симптоматики захворювань хворого, а також забезпечить інформацією для процесу ідентифікації моделі динаміки серцево-судинної системи. Згадана модель дозволяє дозувати рекомендовані фізичні навантаження, що сприятимуть ефективній реабілітації.

### III. Технічна система отримання показників серцево-судинної системи з використанням її математичної моделі

Для отримання необхідних вхідних початкових даних було запропоновано технічну вимірювальну систему, структурно представлену на рисунку 1.

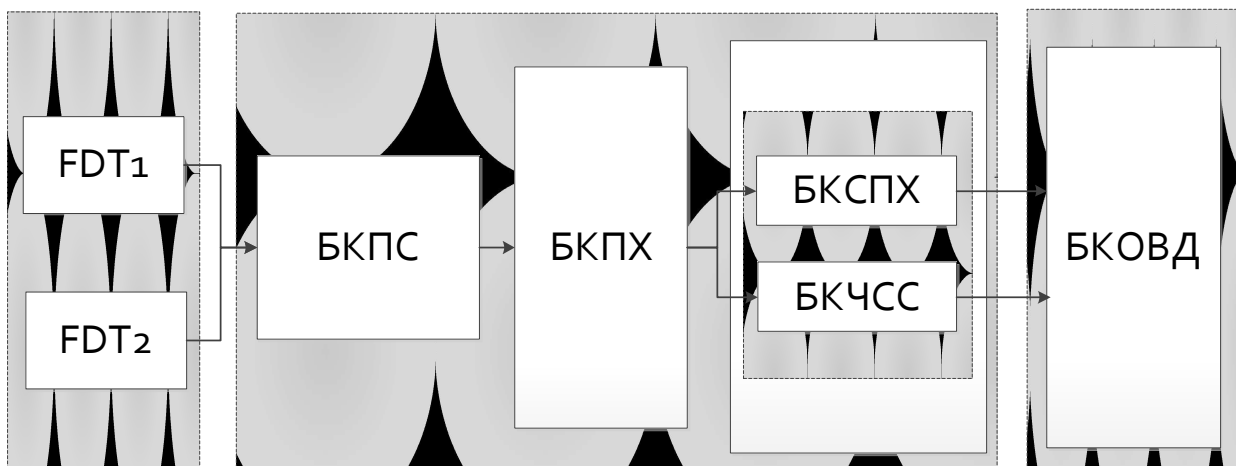


Рисунок 1 – Схематичне представлення технічної вимірювальної системи отримання показників: FDT1, FDT2 – датчики, БКПС – блок контролю підсилення сигналу, БКПХ – блок контролю пульсової хвилі, БКСПХ – блок контролю сили пульсової хвилі, БКЧСС – блок контролю частоти серцевих скорочень, БКОВД – блок контролю обробки та виводу даних

Для реалізації даної структурної схеми було обрано виробника комплектуючих вимірювальних систем OLIMEX [2] на базі мікроконтролера MSP430FG439. Основні компоненти технічної вимірювальної системи представлено на рисунку 2.

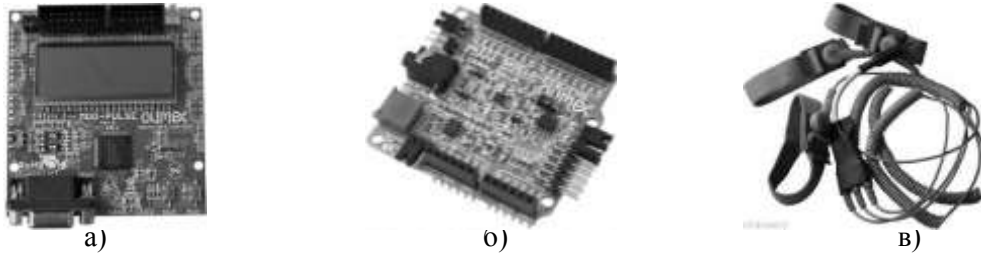


Рисунок 2 – Основні компоненти ТВС: а) блок контролю обробки та виводу даних; б) блок контролю підсилення сигналу; в) сенсори

Математична модель представлена в публікації [1] ідентифікована під організм, дозволяє робити прогноз допустимих рівнів пульсу та тиску для конкретного організму. Динаміку пульсу  $H$  та тиску  $P$  під дією навантаження  $W$ , оцінюються значеннями відхилень  $h$ ,  $p$  від значень  $H_0$ ,  $P_0$  в стані спокою:

$$h = H - H_0 \quad (1)$$

$$p = P - P_0 \quad (2)$$

Наступні диференціальні рівняння характеризують динаміку пульсу та тиску:

$$h' = A_1(\delta_h)W' \frac{W}{(1+W)} - \left(1 - \frac{W}{(1+W)}\right) A_2(\delta_h)h^{A_5} \quad (3)$$

$$p' = A_3(\delta_p)W' \frac{W}{(1+W)} - \left(1 - \frac{W}{(1+W)}\right) A_4(\delta_p)p^{A_6} \quad (4)$$

де  $A_1(\delta_h)$ ,  $A_3(\delta_p)$  визначають показники впливу динаміки навантаження на зміни пульсу та тиску,  $A_2(\delta_h)$ ,  $A_4(\delta_p)$  визначають показники швидкості адаптації до зняття навантаження,  $A_5, A_6$  – параметри впливу пульсу та тиску на процес адаптації до зняття навантаження,  $W$  – дозоване фізичне навантаження,  $h$  – пульс,  $p$  – артеріальний тиск.  $a_{i0}$  – значення параметрів моделі в оптимальному стані,  $a_{i1}$  – коефіцієнти корекції показників параметрів моделі для відхилень  $\delta_h, \delta_p$  початкового стану від оптимального.

Показники впливу динаміки навантаження на зміни пульсу та тиску визначаються наступними рівняннями:

$$A_1(\delta_h) = a_{10} + \delta_h a_{11} \quad (5)$$

$$A_2(\delta_h) = a_{20} + \delta_h a_{21} \quad (6)$$

$$A_3(\delta_p) = a_{30} + \delta_p a_{31} \quad (7)$$

$$A_4(\delta_p) = a_{40} + \delta_p a_{41} \quad (8)$$

### Висновок

Запропоновано метод, який з використанням математичної моделі прогнозування допустимих рівнів пульсу та тиску дозволяє автоматизувати контроль за процесом реабілітації після інфаркту міокарда. Дана технічна вимірювальна система включає апаратну частину для вимірювання частоти серцевих скорочень, силу пульсової хвилі, а також систему диференціальних рівнянь, яка на відміну від існуючих дозволяє прогнозувати безпечні рівні пульсу та тиску при фізичних навантаженнях та динаміку відновлення нормального функціонування в процесі реабілітації після інфаркту міокарда.

### Список використаних джерел

1. Вовкодав О.В., Модель реакції серцево-судинної системи організму на дозоване фізичне навантаження в процесі реабілітації після неускладненого інфаркту міокарда / О.В. Вовкодав, Р.М. Пасічник, Л.В. Левицька // Системи обробки інформації. Харків – 2013. – № 1 (108). – С. 224-228.
2. OLIMEX LTD – OLinuXino ARDUINO MAPLE PINGUINO ARM AVR MAXQ MSP430 PIC LOW COST DEVELOPMENT BOARDS [Електронний ресурс]. URL: <https://www.olimex.com/>