

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

к.т.н. С.В. Маловиця, О.Г. Піддубний, О.Г. Шалепа  
(подав д.п.н., проф. В.П. Бізін)

Розглянуто використання методів цифрової обробки сигналів при вимірюванні фізіологічних параметрів жінок – військовослужбовців з застосуванням ПЕОМ.

В останній час з реформуванням армії все більшим потоком набираються жінки - військовослужбовці. Однак, в зв'язку з певною відмінністю в фізіології чоловіків і жінок, виникли ускладнення при проведенні тренування з ними і оцінки їх фізичного стану. Проблеми підготовки жінок-військовослужбовців тільки з недавнього часу почали інтенсивно підійматися в науці [1, 2]. І ось саме ці ускладнення можна вирішити, застосовуючи при оцінюванні фізичного стану нові засоби діагностики. Оцінити стан цілісного організму досить - таки складно. Разом з тим в організмі можна виділити пріоритетні системи, оцінка стану яких може характеризувати і стан всього організму. Такою пріоритетною системою у відношенні речовинного енергобалансу є система вуглеводного обміну. Відносно рухливої активності людини і її здатності виконувати фізичну роботу такою системою є сердечно - судинна, за показниками якої прийнято будувати систему діагностики і прогнозування фізичного стану організму людини.

Результати обробки кардіограми є найбільш повними та інформативними для оцінки фізіологічного стану людини, але при цьому і найбільш складними та дорогими. У рамках даної статті не будемо акцентувати увагу на цьому питанні. Такі параметри, як частота серцевих скорочень (ЧСС) і артеріальний тиск (АТ) істотно залежать від дії фізичних навантажень на людину і її фізіологічного стану. Найбільш складнішим на теперішній час є визначення АТ, так як досі відомий лише один метод безпосереднього виміру АТ, а саме – пневматично - акустичний метод. Цей метод складається у тому, що при перетисненні артерії у людини під певним тиском, який менше систолічного, але більше диастолічного, виникають пульсації тіла поблизу артерії, що перекивається. Існують й інші методи вимірювання АТ через параметри ЧСС. Однак, ці методи є непрямими і часом їх результати не відображають істинного значення, що буває іноді зовсім неприпустимо.

Таким чином, вимір АТ спортсменів, зокрема військовослужбовців - жінок, під час фізичних тренувань, є важливою справою та має нова-торський характер, але у зв'язку з деякими об'єктивними особливостями існують ускладнення технічного плану. Вже розроблено багато приладів для вимірювання АТ, наприклад, відомий прилад ППВ-02 з міста Великі Луки [3]. Виготівники цих приладів орієнтувалися на хворих людей, тому застосування цієї техніки у людей під час дії навантаження зустрічає ряд вищеспом'янутих ускладнень, а саме:

- механічний шум, викликаний рухами людини;
- акустичний шум приладів навантаження, наприклад, велотренажера;
- акустичний шум від обслуговуючого персоналу і людей, присутніх при вимірюваннях;
- електромагнітний шум від працюючої апаратури вимірювання і обробки інформації;
- нестабільність сигналів датчика;
- нестабільність параметрів самої людини;
- електронні шуми апаратури та електронних перетворювачів.

Побороти ці ускладнення допомагає використання персональних електронно - обчислювальних машин (ПЕОМ). Можливість швидкого перебудування цілей використання ПЕОМ за рахунок зміни програмного забезпечення (ПЗ) робить можливим усунути недоліки апаратних засобів (АЗ) дуже малою ціною та незначними матеріальними змінами АЗ. Саме так, ПЕОМ використовується для самих різноманітних справ, наприклад для обліку баз даних, підрахункових робіт та ін. Однак, сучасні ПЕОМ мають дуже високі можливості обробки інформації, які фактично ніколи не використовуються на повну потуж-

ність. Це й пояснює високу ефективність запропонованих методів.

Якщо зацифрувати аналоговий сигнал і надіслати його в ПЕОМ, то інформаційна потужність ПЕОМ може обробити цей сигнал, відфільтрувати шумові складові, виділити корисний сигнал і вчасно зафіксувати момент його появи. Крім того, управління виконавчих органів вимірювальної апаратури до того виконане апаратно. Якщо ж використати цю ПЕОМ ще і для управління, то виходить система управління із зворотним зв'язком [4] (рис.1). На рис.1 позначено: *RS-232* - стик асинхронного порту вводу - виводу; *SB* - звукова плата; *H* - пневмонасос; *K* - клапан; *M* - манжета; *ППВ-02* - прилад вимірювання тиску; *МІС* - мікрофонний вхід звукової плати; *ДАТ* - аналоговий датчик артеріального тиску; *АЦП* - аналогоцифровий перетворювач; *МЛУ* - модуль логічного управління, виключений з роботи. Для реалізації методу використовується лише стандартна апаратура ПЕОМ за винятком додаткового аналогоцифрового перетворювача (АЦП), який доцільно реалізувати на стандартній мікросхемі АЦП, наприклад, з асинхронним виводом інформації AD7823 [5]. Однак, можна реалізувати АЦП й іншими способами. Так при лабораторних випробуваннях описаного методу АЦП було реалізовано на 8-ми - розрядному мікроконтролері AVR - AT90S2313 [6], на який крім функцій АЦП були покладені функції управління клапаном та пневмонасосом і, крім того, функції додаткової та тестової індикації.

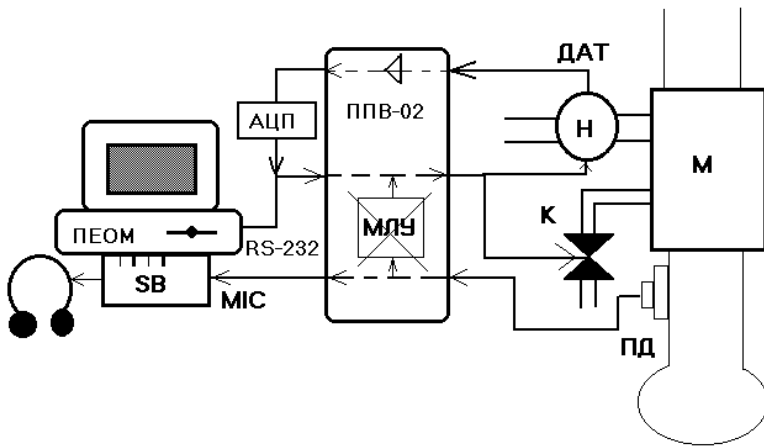


Рис.1. Схема реалізації метода

Виконавчими органами системи є пневмонасос і клапан з'єднання з атмосферою. Вимірювальним елементом є п'єзодатчик пульсації тіла. Сигнал з п'єзодатчика доцільно посилити. Для цього можна застосовувати підсилювачі, розташовані в самому приладі. Однак, після посилення сигнал пульсації тіла доцільно послати не на логічну схему приладу, а на ще одне АЦП - АЦП звукового сигналу з метою його подальшої обробки в ПЕОМ в цифровому вигляді. Щоб не розробляти додаткової апаратури сполучення ПЕОМ і приладу, яка повинна містити цей самий АЦП, можна використати складуючі самої ПЕОМ, наприклад, звукову карту, яка передбачає введення звукового сигналу через мікрофонний вхід. Таким чином, можна побачити, що за допомогою невеликих і недорогих доробок можна легко сполучити ПЕОМ і будь - який раніше розроблений аналоговий апарат для вимірювання тиску людей.

Лабораторні випробування описаної вище системи, що проводяться на кафедрі фізичної підготовки показали її хорошу і стабільну працездатність. Так, в процесі досліджень, було виявлено те, що основним джерелом електромагнітних шумів є промислова частота 50 Гц і її друга гармоніка на частоті 100Гц. Для їх усунення можна легко застосувати метод ANTIGOERTZEL [7]. Якщо сигнал, що описується формулою

$$f(t)=\sin(2\cdot ft+v), \quad (1)$$

де  $f$  - частота сигналу в герцах, а  $v$  - кут зсуву фаз, обробити алгоритмом, представленим співвідношенням

$$f_0(t)=f(t)-2\cos(2\cdot fdt)\cdot f(t-dt)-f(t-2dt), \quad (2)$$

де  $f_0(t)$  - вихідна функція, а  $dt$  - періодичність зацифрування сигналу, то на виході  $f_0(t)$  буде нуль, тобто алгоритм буде відфільтровувати сигнал з частотою  $f$  та пропускати сигнали з іншою частотою.

Для того, щоб виділити корисний сигнал, доцільно застосувати алгоритм GOERTZEL [7], представлений співвідношенням

$$f_0(t) = f(t) + 2 \cos(2 \cdot f \cdot dt) \cdot f_0(t - dt) - f_0(t - 2dt). \quad (3)$$

Безпосереднє управління виконавчими механізмами також надає ряд переваг в порівнянні з чисто апаратним аналоговим методом, оскільки дозволяє управляти "залізом інтелектуально". Так, наприклад, можна підтримувати тиск в манжеті на рівні трохи вище систолічного або трохи нижче диастолічного, що дозволить підвищити оперативність вимірювань, оскільки зменшений період нагнітання і спускання повітря.

Не зважаючи на успіх експериментальних досліджень, ще залишилось декілька проблем. Так, виявилось ускладнення при пізнанні корисного сигналу. Це пов'язане з тим, що тривалість звукового імпульсу невелика по зрівнянні з перервою між інформаційними сигналами, що знижує ймовірність правильного виявлення сигналу на фоні перешкод.

Робота над подоланням вказаних ускладнень продовжується тільки в програмно - алгоритмічному напрямі, тобто не вимагає витрати додаткових апаратних коштів. Для отримання додаткової інформації можна зв'язатися з авторами статті по EMAIL - [SULIMAS@MAIL.RU](mailto:SULIMAS@MAIL.RU).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Піддубний О.Г. Системний підхід до наукового обґрунтування змісту і спрямованості фізичної підготовки військовослужбовців-жінок у вищих військових закладах // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – Харьков: ХХПИ. – 2000. – № 11. – С. 49 - 54.
2. Шалепа О.Г. Фізична підготовка військовослужбовців-жінок та специфічні функції жіночого організму // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – Харьков: ХХПИ. – 2000. – № 11. – С. 55 - 61.
3. Пневматопрессовозометр ППВ-02, техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Великие Луки. – 1982. – 78 с.
4. Гостев В.И., Стеклов В.К., Складенко С.Н. Оптимальные системы управления с цифровыми регуляторами. – К.: Сенса, 1995. – 484 с.
5. Сайт Internet від <sup>©</sup>Analog Devices - <http://www.analog.com>.

6. Сайт Internet від AVR® - <http://www.atmel.com>.
7. Бондарев В.Н., Трестер Г., Чернега В.С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. – Севастополь: СевГТУ, 1999. – 398 с.

*Подана до редколегії 27.11.2000*

---