

**Фещенко С.В., аспірант,  
Мацієвський В.А., аспірант,  
Нікітчук Т.М., к.т.н., доцент,  
Марцева Л.А., д.пед.н., професор**

*Державний університет «Житомирська політехніка»*

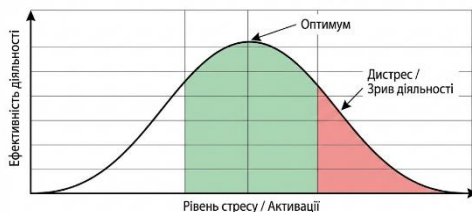
## **РОЗРОБКА ТА АПРОБАЦІЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОПЕРАТОРІВ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ**

Надійність функціонування сучасних стратегічних об'єктів значною мірою залежить від психофізіологічного стану людини-оператора. Проблема полягає у виникненні «неврозу відкладеної дії» – стану, коли високе нервово напруження не супроводжується м'язовою розрядкою, що призводить до вегетативного дисбалансу.

Сучасні людино-машинні (ергатичні) системи (рис.1) характеризуються стрімким зростанням обсягів інформації та швидкості технологічних процесів. У таких умовах людина-оператор стає ключовою, але водночас найбільш вразливою ланкою управління. На відміну від технічних засобів, надійність яких визначається інженерними рішеннями, надійність людини лімітується її біологічними можливостями, які еволюційно не були пристосовані до специфіки сучасної операторської праці (рис. 1.2).



**Рисунок 1 – Структурна схема ергатичної системи**



**Рисунок 2 – Залежність ефективності діяльності оператора від  
рівня психоемоційного напруження (за законом Єркса-Додсона)**

У роботі представлено результати розробки мобільної системи «HRV-Analysis System» для амбулаторного контролю серцевого ритму. Обґрунтовано архітектуру системи та алгоритми цифрової обробки сигналів для виявлення ознак професійної втоми операторів у режимі *in situ*.

Для вирішення задачі моніторингу було спроектовано апаратно-програмний комплекс (рис. 3), що складається з:

- мобільного модуля реєстрації, який забезпечує зняття ЕКГ-сигналу з частотою дискретизації 250 Гц та бездротову передачу даних через Bluetooth;
- програмного модуля аналізу, зокрема для детекції R-зубців за пороговим алгоритмом та розрахунку спектральних показників методом швидкого перетворення Фур'є (FFT).

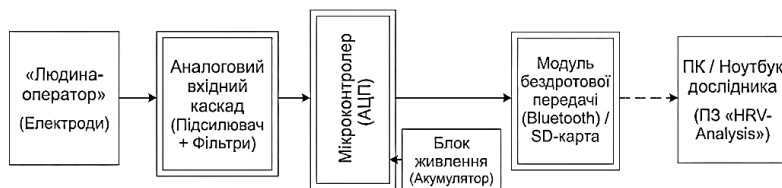


Рисунок 3 – Структурна схема апаратно-програмного комплексу «HRV-Analysis System»

Апробація комплексу на вибірці з 30 операторів підтвердила його стійкість до рухових артефактів та високу точність формування ритмограми (до 1 мс) у реальних виробничих умовах.

Запропонований комплекс дозволяє проводити доклінічну діагностику зриву адаптації без переривання технологічного процесу. Отримані дані є фундаментом для створення автоматизованих систем підтримки прийняття рішень щодо допуску персоналу до виконання критичних завдань.

### Список використаних джерел:

1. Страхова О. П. Система автоматизованого контролю функціонального стану людини, що перебуває у ергатичній системі «особа – комп'ютер»: дис. канд. біол. наук: 14.03.11 / Страхова Оксана Петрівна. – Запоріжжя, 2018. – 236с.
2. Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation. – 1996. – Vol. 93, № 5. – P. 1043–1065.
3. Майданник В. Г. Оцінка варіабельності серцевого ритму та адаптаційних можливостей у дітей, хворих на цукровий діабет I типу / В. Г. Майданник [та ін.] // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2020. – Т. 24, № 3. – С. 403–409.