

УДК 621.398:616

**Інна ЯРОВА**, к.т.н., доцент,

**Ігор СОБЯНІН**, магістр,

**Валерій СКОНЕЧНИЙ**, к.т.н., старший викладач

Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса, Україна, e-mail: yarova@op.edu.ua,  
sobyanin.igor.1997@gmail.com, valeriy.skonechnuy@op.edu.ua

## АНАЛІЗ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ КАРДІОМЕТРИЧНИХ ПРИСТРОЇВ

**Анотація:** Виконано аналіз цільової функції для проектування портативного електрокардіографа, призначеного для експрес-кардіометрії під час первинної діагностики захворювань серцево-судинної системи. Визначено цільову функцію приладу, що найбільш повно відповідає вимогам телемедицини при наданні екстреної медичної допомоги та у сімейній медицині.

**Ключові слова:** портативний електрокардіограф, експрес-кардіометрія, цільова функція, GSM-модуль, сенсорний дисплей.

Згідно зі статистикою ВООЗ, у списку причин смертності лідируючу позицію займають захворювання серцево-судинної системи. Зокрема, ішемічна хвороба серця є причиною 16% від загальної летальності від неінфекційних захворювань у всьому світі. В Україні, з її незадовільною екологією та нехтуванням вимогами здорового способу життя, це питання стоїть дуже гостро.

Заходи щодо зниження рівня захворювань серцево-судинної системи передбачають проведення профілактичних обстежень населення та загальнодоступну медичну допомогу хворим, що її потребують. Таким чином, до комплексу загальних медико-санітарних послуг в Україні входить електрокардіографія, яка може проводитись як у формі планових обстежень, так і у формі експрес-кардіометрії у випадку невідкладних станів.

Електрокардіографія є методом отримання кардіологічної інформації на основі фіксації кривої біопотенціалів міокарда [1]. Профілактичні обстеження в складних умовах, наприклад, під час виїзду сімейних лікарів у віддалені населені пункти, або надання екстреної медичної допомоги, потребують портативних пристроїв для швидкого проведення діагностики. Експрес-кардіометрія широко практикується при наданні екстреної медичної допомоги та в сімейній медицині, і є одним з ефективних заходів збереження здоров'я та життя людини, тому розробка приладів для неї є актуальним завданням. Наявність апробованих технічних рішень дозволяє розглядати її як перспективний варіант цільової функції кардіометричних приладів.

Об'єктом дослідження є портативний електрокардіограф (ПЕК), призначений для експлуатації за межами установ охорони здоров'я. Аналіз цільової функції портативних електрокардіографів проведений за такими технічними характеристиками:

- кількість відведень, що реєструються;
- тип інтерфейсу для управління приладом;
- спосіб виведення інформації;
- тип портів передачі інформації.

Кількість відведень, що реєструються, варіюється від 6 до 12. Однак цей параметр не є значущим для виконання заданої цільової функції ПЕК – експрес-аналізу. Для визначення критичних відхилень у роботі серцево-судинної системи достатньо мінімальної кількості – трьох відведень [1]. Певне значення має спосіб одержання кардіологічної інформації. Більшість електрокардіографів оснащені електродами, що розміщуються на тілі. З двох застосовуваних конструкцій електроди-затискачі є зручнішими в експлуатації, ніж електроди-присоски.

Інтерфейс електрокардіографа може бути кнопковий або виконаний у вигляді сенсорного екрану. Кнопковий інтерфейс дозволяє збільшити міцність конструкції та мінімізувати

енергоспоживання системи. Сенсорний дисплей, доповнений кнопковою клавіатурою, максимізує можливості управління, хоча й негативно впливає на габарити приладу [2].

Для перегляду результатів безпосередньо на місці проведення дослідження потрібна наявність у приладу функції термодруку, зв'язку з комп'ютером для передавання даних на монітор, або іншого способу виведення інформації. Функція друку кардіограми є зручною для встановлення діагнозу та документування результатів. З іншого боку, функція термодруку передбачає конструктивну реалізацію окремого відсіку, виділення місця для джерела тепла і опорного валу та забезпечення приладу відповідним живленням. Дані фактори негативно впливають на опір ударним навантаженням внаслідок наявності значної кількості суто механічних систем. Сучасне програмне забезпечення дозволяє перенести функцію виводу інформації на сенсорний дисплей із можливістю проводити масштабування електрокардіографічної сітки, записувати кардіограму на зовнішню або внутрішню пам'ять та проводити інші стандартні операції з файлами.

Важливим моментом діагностики є передавання і збереження інформації. Поширеність USB-порту в електроніці [3] як загальноприйнятого способу передачі даних дозволяє його використання у ПЕК для читання та запису кардіограми на флеш-накопичувач або комп'ютер. З іншого боку, в конструкції корпусу необхідно передбачити відповідні отвори під USB-порт і вибрати його місцезнаходження з урахуванням ергономічної складової пристрою. Використання порту для SD-карти дозволяє зберігати до 2 терабайт [4] протоколів кардіологічних досліджень. Карта пам'яті малогабаритна і може використовуватися як внутрішня пам'ять ПЕК, але вона є менш поширеним портом, ніж USB, і потребує наявності пристрою для читання.

GSM-модуль є ключовим аспектом вибору цільової функції для конструювання ПЕК, здатного працювати у системі «Сімейний лікар – центр діагностики» [2, 5]. Портативний електрокардіограф із GSM-модулем створює можливість відправляти результати обстеження та приймати інструкції центру діагностики. Це дозволяє скоротити час між встановленням діагнозу та прийняттям рішення сімейним лікарем або лікарем швидкої допомоги.

LAN-порт може бути альтернативою GSM-модулю – достатньо поширений спосіб доступу до кардіологічної мережі. Але його недоліком є зниження мобільності електрокардіографа, оскільки для підключення через LAN-порт місце проведення обстеження пацієнта повинно мати доступ до мережі Інтернет, комплект ПЕК повинен доповнюватися відповідним кабелем.

Мобільність сімейного лікаря є одним з ключових факторів, які враховуються при проектуванні ПЕК: виріб повинен мати можливість працювати безпосередньо в місці проведення дослідження. Це можна забезпечити в три способи. Перший спосіб – живлення ПЕК від стандартної електромережі 220 В. Таке конструктивне рішення зменшує масу комплекту. З іншого боку, воно призводить до необхідності включення в комплект блоку живлення та шнура живлення, а також унеможливує проведення досліджень у місцях, позбавлених електрики. Другий спосіб – живлення ПЕК від одноразових батарейок. Це дозволяє прибрати із системи всі елементи, пов'язані з підзарядкою пристрою, але в конструкцію необхідно ввести кришку, що знімається, для заміни використаних джерел живлення, тим самим збільшуючи кількість підготовчих операцій. Третій спосіб – живлення від акумуляторної батареї, що дозволяє як автономну роботу ПЕК, так і живлення від мережі. Недоліки цього рішення аналогічні зазначеним у першому способі живлення; також необхідним є часткове розбирання приладу з метою заміни акумулятора після закінчення терміну його експлуатації.

Таким чином, для потреб сімейної медицини і служб невідкладної допомоги необхідний універсальний ПЕК, який характеризується мобільністю, компактністю, простотою інте-

рфейса, із можливістю передавання кардіологічних даних в режимі реального часу. Виготовлення подібного ПЕК в Україні дозволяє суттєво знизити його вартість.

### Література

1. Основи електрокардіографії / О.Й. Жарінов, В.О. Куць. – Київ: Четверта хвиля, 2020. – 248 с.
2. Собянін І.В., Сконечний В.В., Ярова І.А. Портативний електрокардіограф з GSM модулем. Патент на корисну модель № 143158, опубліковано 10.07.2020, бюл. № 13/2020.
3. Azucena H. Design and implementation of a simple portable biomedical electronic device to diagnose cardiac arrhythmias / H. Azucena, E. Rios, R. D. Pena, J. Diaz // Sensing and Bio-Sensing Research. – 2015. – No. 4. – P. 1-10. DOI: 10.1016/j.sbsr.2015.01.001
4. Segura-Juarez J.J. A Microcontroller-Based Portable Electrocardiograph Recorder / J. J. Segura-Juarez, D. Cuesta-Frau, L. Samblas-Pena, M. Aboy // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. – 2004. – Vol. 51, Iss. 9. – P. 1686-1690. DOI: 10.1109/TBME.2004.827539
5. Campillo D. A portable device for a modular system of patient ECG monitoring / D. Campillo, H. Torres, R. Gonzalez, et. al. // Computing in Cardiology. – 2014. – Vol. 41. – P. 1077-1079.