

## УДК 612.178:621.397.13

*М.В. Бабенко, студент гр. ПГ-п81, к.т.н., доцент О.М. Павловський*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

### АВТОМАТИЗОВАНИЙ КАРДІОМОНІТОР

**Анотація.** У зв'язку з широким поширенням вірусу Covid-19 більше ніж актуальною стала проблема серцевих захворювань людей, що належать до зони ризику. Для своєчасної діагностики, а також динамічного спостереження за станом пацієнтів в режимі реального часу важливу роль грають кардіомонітори. В даній роботі представлений прилад побудований на базі модуля AD8232, а також виконано порівняння результатів із сучасними медичними приладами з метою подальшої побудови автономного приладу для зняття ЕКГ. У якості АЦП, а також каналу передачі інформації на ПК використовується Arduino UNO.

**Ключові слова:** Кардіомонітор, ЕКГ, автономний кардіограф, AD8232, серцевий ритм, пульс.

#### ВСТУП

Захворювання серця і судин - це небезпечні, часто патологічні зміни, які особливо гостро відчуваються у зв'язку із розповсюдженням Covid-19, і на сьогодні є найбільш частою причиною смерті у всьому світі. Раніше такі хвороби виявлялися в основному у людей похилого віку, але в останні роки пацієнтами з ознаками таких захворювань все частіше стають люди молодшого віку. А отже, дуже важливу роль відіграє постійний моніторинг стану здоров'я свого серця. Для таких цілей використовуються стаціонарні кардіомонітори - апарати призначені для постійного контролю стану серцевої діяльності. Проаналізувавши ринок кардіомоніторів, які пропонують спеціалізовані медичні магазини можна зробити висновок, що їх ціна досить висока і коливається від 15 до 100 тис. грн. і більше [1], що є абсолютно недоступним для більшості населення. Таким чином, актуальною задачею являється створення доступного портативного пристрою для відстеження серцевого ритму та отримання кардіограми серця, а також її відображення на ПК.

#### КАРДІОМОНІТОР НА БАЗІ AD8232

AD8232 - модуль призначений для вимірювання імпульсів електричної активності серця людини. Така електрична активність може бути визначена, як електрокардіограма (ЕКГ) і зображена у вигляді аналогового сигналу [2]. Сигнал

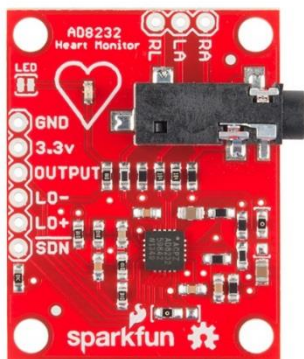


Рисунок 1. зовнішній вигляд модуля AD8232

ЕКГ зазвичай невеликої амплітуди і спотворений різними шумами і завадами, тому конструкція модуля монітору серцевого ритму AD8232 реалізована як операційний підсилювач із інтегрованими двополюсними високочастотними та низькочастотними фільтрами, що надає можливість отримати підсилений корисний сигнал для визначення інтервалів серцевих скорочень в умовах сильних перешкод. Основні характеристики модуля AD8232 представлені в таблиці 1.

Таблиця 1. Основні характеристики модуля AD8232

№ n/n	Назва параметру	Характеристика
1	Споживання струму	170 мкА
2	Напруга живлення	Від 2 до 3.5 В
3	Кількість відведень ЕКГ	1
4	Коефіцієнт ослаблення фазового сигналу	80 дБ
5	Вихідний сигнал	Аналоговий
6	Фільтри ВЧ та НЧ	2-полюсний фільтр високих частот та 3-полюсний фільтр низьких частот

Оскільки модуль AD8232 має аналоговий вихідний сигнал то роль АЦП буде виконувати плата Arduino UNO, також вона слугує каналом для передачі інформації на ПК [3]. Використання зазначеної плати не є принциповим, більш того, при додатковій обробці сигналу в програмі мікроконтролера, плату рекомендовано змінити на більш потужну.



Рисунок 2. Липучки для фіксації контактів на тілі

Для того, щоб отримати кардіограму використовуються спеціальні електроди котрі прикріплюються на груди і кінцівки за допомогою липучок, з яких знімаються сигнали електричної активності серця, загальний вигляд такої липучки показано на рис. 2. Розташовані на тілі пацієнта електроди виявляють невеликі зміни потенціалів на шкірі, які виникають внаслідок деполяризації серцевого м'яза при кожному його скороченні. В залежності від типу контактного шару, у сигналі ЕКГ були присутні додаткові спотворення, що вказує на те, що якість контактів електродів напругу

впливає на достовірність результатів.

Схема підключення модуля AD8232 до плати Arduino UNO зображена на рис. 3. Програмування плати виконується в середовищі Arduino IDE мовою C++ [4].

На рис. 4. Зображена ЕКГ отримана за допомогою модуля AD8232 і ЕКГ отримана за допомогою пристрою «Юкард-100» (рис. 5). Порівнюючи результати, можна впевнено говорити про їх подібність і інформативність показів з AD8232. Наявність шуму у сигналі AD8232 може бути пов'язана з багатьма факторами.

Експериментальним шляхом було визначено, що амплітуда шуму залежить від довжини провідників електродів, а також від якості контакту липучок. У подальшому, планується застосувати різноманітні алгоритми фільтрації для зменшення рівня шумів у вихідному сигналі.

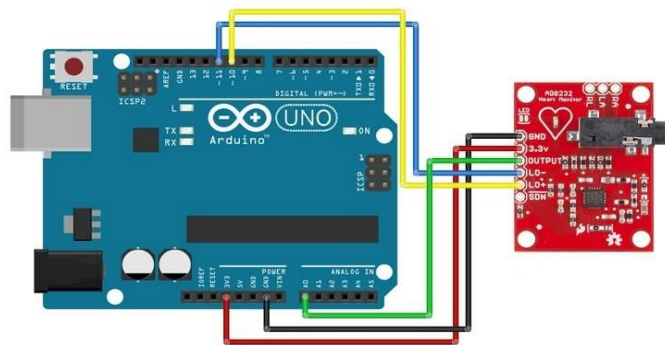


Рисунок 3. Схема підключення модуля AD8232 до плати Arduino UNO

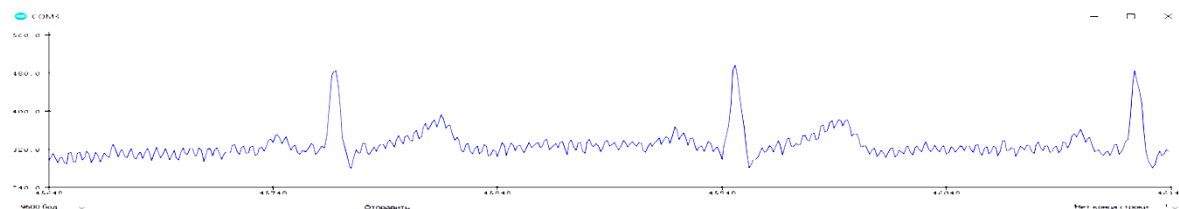


Рисунок 4. ЕКГ отримана за допомогою модуля AD8232

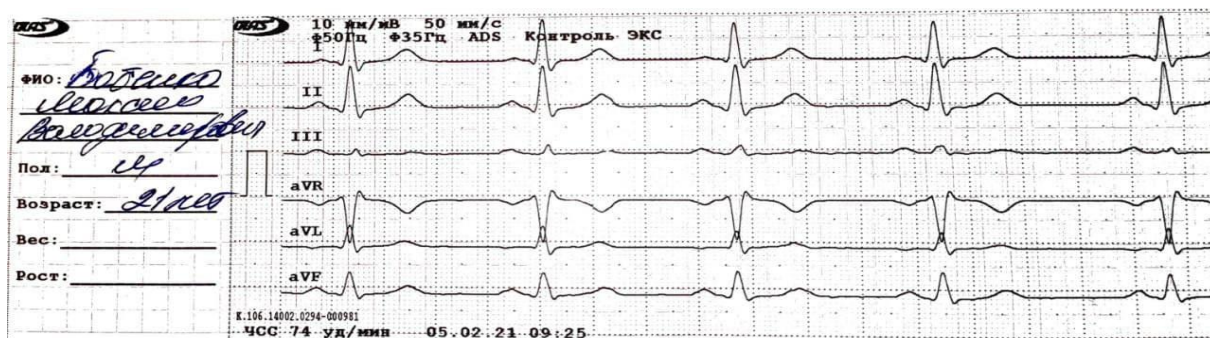


Рисунок 5. ЕКГ отримана за допомогою пристрою «Юкард-100»

## ВИСНОВОК

У роботі запропоновано створити мініатюрний автоматизований кардіомонітор на базі модуля AD8232. Так як вихід модуля аналоговий, то у якості АЦП була використана плата Arduino UNO, також вона виконує роль вимірювального каналу для передачі даних і візуалізації їх на ПК. Проведені дослідження за допомогою AD8232 та медичного апарату «Юкард-100» показали схожі результати, що свідчить про працездатність та ефективність розробленого приладу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Медицинское и лабораторное оборудование в Украине — [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://ukrmedik.com.ua/kardiologiya/monitory-pacienta/>
- [2] AD8232 Datasheet, PDF — [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ad8232&gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKAevzSuDAsQBfsONfuQAnZdLczVr1e34oJlck0watOeFtfH\\_gYLxIhoCBZwQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ad8232&gclid=CjwKCAjwj6SEBhAOEiwAvFRuKAevzSuDAsQBfsONfuQAnZdLczVr1e34oJlck0watOeFtfH_gYLxIhoCBZwQAvD_BwE)
- [3] ArduinoBoardUno [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/arduinoBoardUno>
- [4] Подключение датчика сердечного ритма AD8232, кардиограмма на Arduino — [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.electronica52.in.ua/proekty-arduino/arduino\\_ad8232](http://www.electronica52.in.ua/proekty-arduino/arduino_ad8232)

*Науковий керівник: к.т.н., доц. О.М. Павловський*