

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

**МАТЕРІАЛИ  
XXX МІЖНАРОДНОГО  
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ**

**РАДІОЕЛЕКТРОНІКА  
ТА МОЛОДЬ  
У ХХІ СТОЛІТТІ**



**Том 1**

**Харків 2026**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 30-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ  
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

22–24 квітня 2026 р.

Том 1

**КОНФЕРЕНЦІЯ  
«ЛАЗЕРНА ТА БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»**

Електронне видання

Харків 2026

УДК 621.375.826+57.089:616.053]:004.9(06)

30-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. / [Електронний ресурс] – Харків: ХНУРЕ. 2026. – 66 с. – pdf 8,54 Мб

ISBN 978-966-659-386-6

В збірник включені матеріали 30-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті».

Збірник тез конференції «Лазерна та біомедична інженерія» представляє дослідження та розробки у сферах біомедичної інженерії та фотоніки. Він включає роботи, що охоплюють широкий спектр тем: від перспективних досліджень та інноваційних методів у галузі біомедичної інженерії до прогресивних підходів у фотоніці. Автори діляться своїми знаннями про біомедичні електронні пристрої, прилади та системи, які відіграють важливу роль у моделюванні, обробці і аналізі медико-біологічної інформації. Розглядаються також новітні досягнення у фотоніці, включаючи фізичні принципи фотоніки та застосування лазерів та лазерних систем, оптоелектронних пристроїв на базі фотонних кристалів.

Матеріали конференції є цінним ресурсом для дослідників, інженерів, та студентів, які прагнуть розширити свої знання та внести вклад у розвиток цих динамічних галузей науки та техніки.

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу.

Матеріали, що включені до збірника тез конференції, пройшли рецензування.

Електронне видання

Видання підготовлено навчально-науковим інститутом лазерної та біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14  
тел./факс: (057) 7021397

E-mail: mref21@nure.ua

ISBN 978-966-659-386-6

© Харківський  
національний університет  
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2026

# ПРИНЦИП ПОБУДОВИ МЕДИЧНИХ МОНІТОРИНГОВИХ СИСТЕМ З ВІДЕОВИХОДОМ VGA/DVI НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА RP2040

<sup>1</sup>Трубіцин О.О., <sup>2</sup>Бондаренко І.С.

e-mail: [oleksii.trubitsyn@nure.ua](mailto:oleksii.trubitsyn@nure.ua), [igor.bondarenko@nure.ua](mailto:igor.bondarenko@nure.ua)

<sup>1</sup> Комунальний заклад Харківський ліцей №14, вчитель інформатики

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, асист. каф. БМІ  
м. Харків, Україна

Modern medicine requires affordable yet functional solutions for real-time visualization of biometric data. The RP2040 microcontroller, thanks to its PIO (Programmable I/O) architecture, opens up unique opportunities for video signal generation without imposing a significant load on the main processor cores. Implementing a prototype based on the RP2040 microcontroller makes it possible to create miniature medical device prototypes capable of generating a VGA signal at 640×480 resolution with a frame rate of 60 fps in arbitrary forms, effectively turning large monitors into medical displays with real-time signal output capabilities that do not require additional video controllers.

## 1. Актуальність та постановка задачі.

Сучасна медицина потребує доступних, але функціональних рішень для візуалізації біометричних даних у реальному часі. Мікроконтролер RP2040 (Dual-core ARM Cortex-M0+) (рис. 1) завдяки архітектурі PIO (Programmable I/O) відкриває унікальні можливості для генерації відеосигналів без значного навантаження на основні процесорні ядра, а саме: наявність двох ядер Cortex-M0+ для паралельної обробки даних і генерації відео; PIO (Programmable I/O) для створення нестандартних протоколів, включаючи VGA та DVI. DMA (Direct Memory Access) для швидкої передачі даних з сенсорів у буфер відео, мінімізуючи затримки; можливість використання HDMA (hardware DMA) для формування графічних кадрів без завантаження основного процесора.

Це дозволяє створювати компактні медичні девайси, здатні виводити графіки (ЕКГ, пульсоксиметрія) безпосередньо на стандартні дисплеї.

Основною проблемою бюджетних МК є відсутність виділеного відеоконтролера. RP2040 вирішує це за допомогою блоків PIO, що дозволяють реалізувати точну часову діаграму протоколів VGA та DVI (через TMDS кодування). DMA (Direct Memory Access) передає дані з пам'яті до PIO-стейтів без участі CPU, що критично для підтримки стабільної кадрової частоти [1].



Рисунок 1. Відлагоджувальна плата на базі мікроконтролера rp2040

## 2. Матеріали та методи.

Побудову прототипу медичної системи моніторингу пропонується реалізувати на базі контролера RP2040; датчику пульсоксиметра MAX30102 (I2C) (рис. 2).

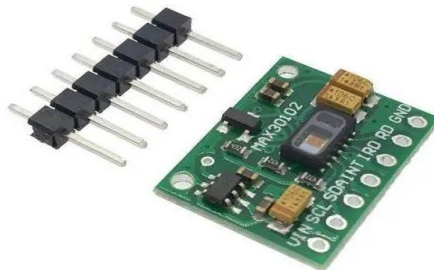


Рисунок 2. Пульсоксиметр MAX30102 (I2C)

VGA-монітору (рис. 3) або HDMI-брекаут плати.



Рисунок 3. VGA-монітор Samsung

Для підключення до VGA-моніторів використовується простий резистивний ЦАП (R-2R ladder), для DVI/HDMI використовуються диференціальні сигнали через роз'єм HDMI (протокол DVI-D), що підтримується бібліотеками PicoDVI [2].

## 3. Алгоритм роботи пристрою включає наступні етапи:

Збір даних - зчитування значень з датчика через I2C з частотою 100 Гц; масштабування: перетворення амплітуди сигналу у координати Y на екрані (наприклад, 640x480); оновлення буфера: використання "ковзного вікна"

для відображення графіка пульсу; вивід: передача кадру через DMA до блоку РІО, який формує синхроімпульси та колірні сигнали (рис. 4).

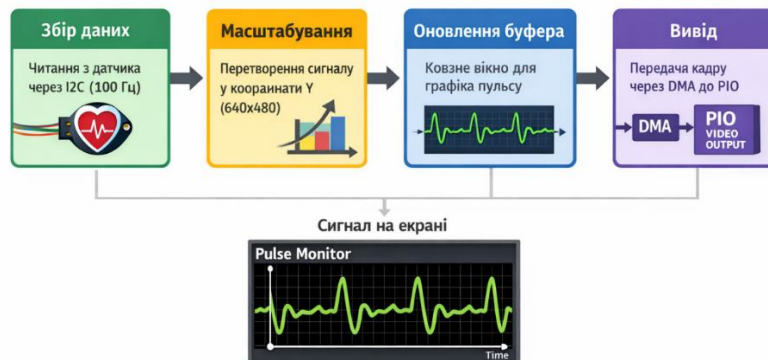


Рисунок 4. Алгоритм роботи медичної моніторингової системи на базі мікроконтролера rp2040 з відеовиходом vga/dvi

Серед можливих доповнень системи може бути: додавання кольорових індикаторів нормального пульсу, низький/високий; підключення кількох сенсорів одночасно; використання простого графічного інтерфейсу для медичних спостережень [3].

Висновки. Реалізація такого макету дає можливість створювати мініатюрні прототипи медичних девайсів, здатних генерувати VGA-сигнал 640x480 з частотою кадрів 60 fps довільної форми та перетворювати великі монітори на медичні з можливостями виведення сигналу у режимі реального часу, що не потребують додаткових відеоконтролерів. RP2040 може ефективно замінити дорожчі рішення на базі FPGA або спеціалізованих відеокарт у завданнях моніторингу, де не потрібна надвисока роздільна здатність, але критичною є вартість та енергоефективність.

#### Список використаних джерел:

1. Трубіцин О., Авер'янова Л. Гібридний підхід на основі методів аналізу ієрархій та дерева рішень для обґрунтування тактики лікування пацієнтів з atopічним дерматитом. *Біомедичні оптико-електронні системи та прилади*. 2025. Т. 50, № 2. С. 223–232.
2. Трубіцин О., Жемчужкіна Т. Пошук підходів до оптимізації вибору дієти та стилю життя для пацієнтів з atopічним дерматитом. *Біомедичні оптико-електронні системи та прилади*. 2025. Т. 50, № 2. С. 244–250.
3. Selivanova K. G., Trubitsin A. A., Avrunin O. G. Development of a comprehensive method for the dermatoscopic images analysis of the facial skin with acne. *Biophysical Bulletin*. 2021. No. 46. P. 34–45.