

Шликів Владислав Валентинович

кандидат технічних наук,

доцент кафедри біомедичної інженерії

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шлыків Владислав Валентинович

кандидат технических наук,

доцент кафедры биомедицинской инженерии,

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Shlykov Vladyslav

PhD of Technical Sciences,

Associate Professor of Biomedical Engineering Department

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Воляник Олег Михайлович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Воляник Олег Михайлович

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Volianyk Oleh

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

MICROPROCESSOR TEMPERATURE CONTROL SYSTEM

Анотація. Розроблено і реалізовано систему безконтактного вимірювання температури на основі мікропроцесорної системи. Система реалізована на основі мікропроцесора Arduino Uno Rev3. Отриманий за допомогою мікропроцесорної системи розподіл температури дає додаткову діагностичну інформацію про температуру в тканинах біологічного об'єкта.

Ключові слова: біологічний об'єкт, контроль температури, мікропроцесор.

Аннотация. Разработана и реализована система бесконтактного измерения температуры на основе микропроцессорной системы. Система реализована на основе микропроцессора Arduino Uno Rev3. Полученные с помощью микропроцессорной системы распределения температуры дадут дополнительную диагностическую информацию о температуре в тканях биологического объекта.

Ключевые слова: биологический объект, контроль температуры, микропроцессор.

Summary. Developed and implemented the system of contactless temperature measurement based on the microprocessor system. The system is based on the microprocessor Arduino Uno Rev3. The obtained temperature distribution by microprocessor system will provide additional diagnostic information on the temperature in the tissues of the biological object..

Key words: biological object, temperature control, microprocessor.

Вступ. Методи безконтактного вимірювання температури знаходять широке застосування в медичній практиці, особливо там, де прямий контакт вимірювального обладнання з біологічним об'єктом неможливий, важкодоступний або взагалі небажаний. Використання таких методів передбачає визначення температури на основі неінвазивно виміряних значень інтенсивності теплового випромінювання з поверхні тканин [1].

Перспективним способом безконтактного вимірювання температури в хірургії є використання інфрачервоних датчиків і подальша побудова форми температурної кривої в часі. Застосування таких датчиків і мікропроцесорної системи дозволить реалізувати спосіб безконтактного вимірювання температури біологічного об'єкта з найменшою похибкою.

Принцип безконтактного вимірювання температури

Відомо, що повна енергія, яка випромінюється з одиниці поверхні біологічного об'єкта (БО) в одиницю часу визначається законом Стефана-Больцмана:

$$M_T^0 = \epsilon \sigma T^4,$$

де $\epsilon < 1$ — випромінювальна здатність, що залежить від матеріалу (тканин міокарда) і від стану та температури його поверхні,

$\sigma = 5,67032 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{К}^4)$ — постійна Стефана-Больцмана,

T — температура біологічного об'єкта (серця), K .

Якщо випромінювальна здатність ϵ залежить від довжини хвилі, то зв'язок між дійсною і вимірюваною температурою визначається виразом:

$$\frac{1}{T_i} = \frac{1}{T_m} + \frac{\lambda_1 \lambda_2}{C_2 (\lambda_2 - \lambda_1)} \ln \frac{\epsilon_{\lambda_1}}{\epsilon_{\lambda_2}},$$

де $C_2 = 1,4388 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$ — друга константа випромінювання;

ϵ_{λ_1} і ϵ_{λ_2} — коефіцієнти випромінювальної здатності БО на довжинах хвиль λ_1 і λ_2 .

Інфрачервоні сенсори для мікропроцесорної системи мають максимальний відгук у двох спектральних діапазонах, один — в короткохвильовій області спектра, інший — в довгохвильовій області. Смуги спектральної чутливості цих приймачів складають десятки і сотні нанометрів, що виключає похибка, яка обумовлена мінливістю ϵ_{λ_1} і ϵ_{λ_2} [2].

Функціональна схема мікропроцесорної системи

Функціональна схема мікропроцесорної системи для безконтактного вимірювання температури БО представлена на рисунку 1. Інфрачервоний датчик температури (ІЧ-сенсор) реєструє температуру і перетворює в електричний сигнал, який відповідає інтенсивності випромінювання. Потім сигнал посилюється і може бути використаний після аналого-цифрового перетворення (АЦП) для подальшої обробки. Цифрова обробка сигналу на основі мікропроцесора забезпечує перетворення сигналу в вихідне значення, пропорційне температурі об'єкта, яке потім або відображається на дисплеї цифрового інтерфейсу, або надається після цифро-аналогового перетворення (ЦАП) як аналоговий сигнал.

Оскільки значення показника випромінювальної здатності БО ϵ_λ при одній і тій же температурі не змінюється з довжиною хвилі, застосування декількох ІЧ-сенсорів зменшує інструментальну похибку і є оптимальним при оцінці впливу форми поверхні БО на спектральну залежність випромінювальної здатності.

Система безконтактного контролю температури побудована на основі мікропроцесора Arduino Uno Rev3 має такі відмінні риси:

- Діапазон вимірювання від -32 до $530 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Спектральний діапазон $8-14 \text{ мкм}$;
- Похибка вимірювання температури $\pm 0,5\%$ або $\pm 0,7 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Час відгуку $0,3$ секунди для швидкого сканування БО;
- Точне вимірювання об'єкта діаметром 13 мм на будь-якій відстані, меншій 140 мм .

Датчики температури підключаються до мікропроцесора Arduino Uno Rev3 за стандартною схемою включення відповідно до специфікації і технічним описом [3]. Фрагмент принципової електричної схеми для мікропроцесора Arduino Uno Rev3 представлений на рис. 2.

Виходячи з наведених технічних характеристик, мікропроцесорну систему безконтактного вимірювання температури можна рекомендувати для вимірювання температур біологічних об'єктів в хірургії, які мають розмір не більше $5-9 \text{ см}$ на відстанях $1-15 \text{ см}$, що забезпечує високу точність вимірювань та візуалізації температурного поля.

Висновки. Таким чином, подальша розробка і практична реалізація системи безконтактного

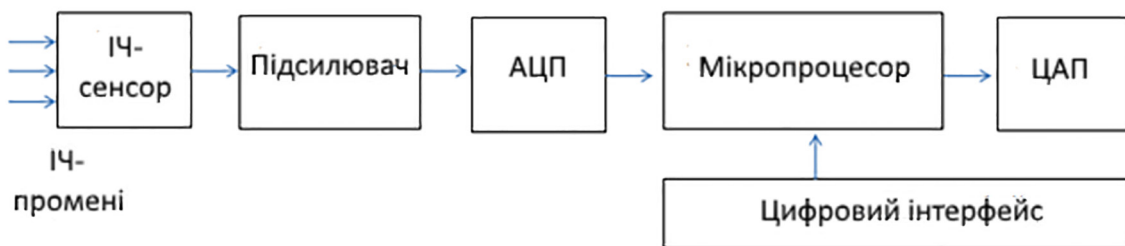


Рис. 1. Блок-схема інфрачервоного пірометра

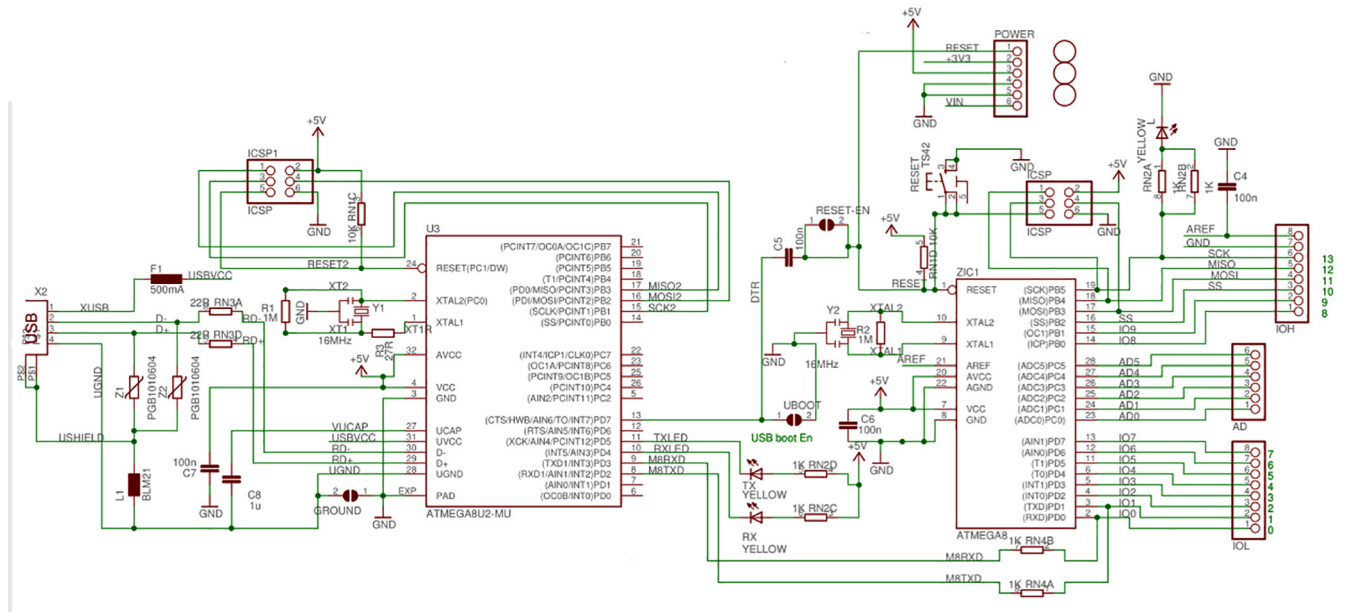


Рис. 2. Принципова електрична схема мікропроцесора Arduino Uno

вимірювання температури серця на декількох інфрачервоних датчиках і мікропроцесорній системі дозволяє значно підвищити точність вимірювання температури.

Отримані за допомогою мікропроцесорної системи розподілу температур в БО додаткову діагностичну інформацію про внутрішній температурі тканин.

Література

1. Rock Engineering Research Foundation Stiftelsen Bergteknisk Forskning. Practical Application of 3D Laser Scanning Techniques to Underground Projects, phase 2–3. Quanhong Feng: MultiInfo 3D Laser Scan Solution AB, BeFo Report, Stockholm, 2012. — p. 60 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.befoonline.org/UserFiles/Archive/250/Rapport__114_NY_G5.pdf
2. Фрунзе А. Пирометры спектрального отношения. Преимущества, недостатки, пути их устранения. Фотоника № 4. — 2009.
3. Arduino. Arduino UNO Reference Design. — 2017 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno-schematic.pdf>