

Технічні науки

УДК 615.849.19

**Данілова Валентина Анатоліївна**

*асистент кафедри біомедичної інженерії*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Данилова Валентина Анатольевна**

*ассистент кафедры биомедицинской инженерии*

*Национальный технический университет Украины*

*«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»*

**Danilova Valentyna**

*Assistant 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»*

**БЛОК ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ КРОВІ В  
ІНФРАЧЕРВОНОМУ ДІАПАЗОНІ  
БЛОК ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КРОВИ В ИНФРАКРАСНОМ  
ДИАПАЗОНЕ  
BLOOD TEMPERATURE MEASURING BLOCK IN THE INFRARED  
RANGE**

***Анотація.** Створено макет системи неінвазивного контролю температури в контурі штучного кровообігу на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino. Розроблений макет системи неінвазивного контролю температури надає можливість більш точного регулювання температури в контурі штучного кровообігу.*

***Ключові слова:** апарат штучного кровообігу, контур штучного кровообігу, мікропроцесор, система вимірювання температури.*

***Аннотация.** Создан макет системы неинвазивного контроля температуры в контуре искусственного кровообращения на базе аппаратно-вычислительной платформы Arduino. Разработанный макет системы неинвазивного контроля температуры позволяет более точно регулировать температуру в контуре искусственного кровообращения.*

***Ключевые слова:** аппарат искусственного кровообращения, контур искусственного кровообращения, микропроцессор, система измерения температуры.*

***Summary.** Created the model of the system non-invasive temperature monitoring system in the circuit of artificial blood circulation on the basis of hardware-computer platform Arduino. The developed non-invasive temperature control model provides an opportunity for more accurate temperature control in the system of artificial blood circulation.*

***Key words:** the device of artificial circulation, the contour of artificial circulation, microprocessor, a system for measuring temperature.*

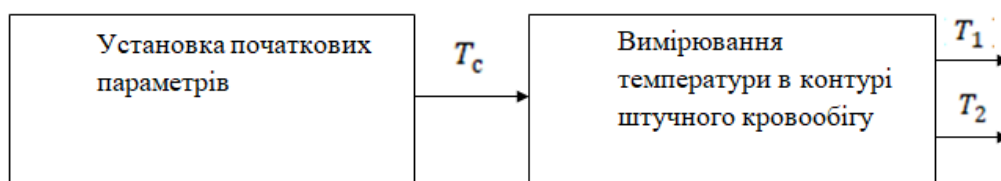
**Вступ.** Апарат штучного кровообігу (АШК) – спеціальне медичне обладнання, яке здатне забезпечувати процеси життєдіяльності людини під час операції на відкритому серці або якщо легені перестають повністю або частково виконувати свої функції [1].

В АШК реалізовано моніторинг температури крові в теплообміннику [2], проте не контролюється температура на вході та виході контуру штучного кровообігу. Отримання значень температури на вході та виході контуру штучного кровообігу дозволить створити систему автоматичного регулювання температури в теплообміннику та підвищити ефективність контролю температури в апаратах ШК.

### **Алгоритм роботи системи вимірювання температури**

Алгоритм роботи системи представлено у вигляді 3 програмних блоків.

Перший блок вимірювання температури зображено на рисунку 1:

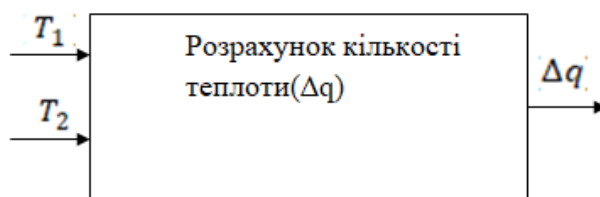


**Рис. 1. Алгоритм роботи системи: блок вимірювання температури**

Робота системи розпочинається з того, що встановлюються початкові параметри, а саме температура навколишнього середовища ( $T_c$ ), яка вимірюється автоматично датчиками температури і виводиться на екран монітора.

Наступним кроком є вимірювання температури крові на вході в контур штучного кровообігу ( $T_1$ ) та температури крові на виході контуру штучного кровообігу ( $T_2$ ) за допомогою температурних датчиків. Після чого ці показники передаються в наступний блок.

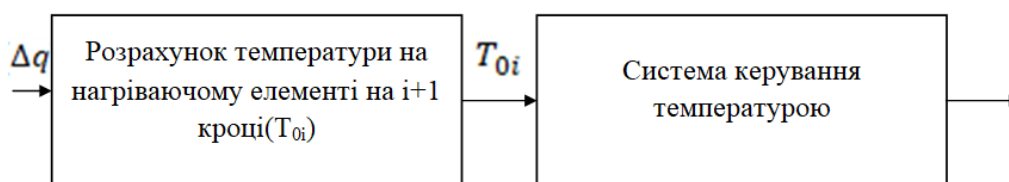
Другий блок розрахунку теплоти зображено на рис. 2:



**Рис. 2. Алгоритм роботи системи: блок розрахунку теплоти**

Другий блок алгоритму являє собою розрахунок кількості теплоти ( $\Delta q$ ). В цьому блоці за допомогою отриманих значень температури крові на вході в контур штучного кровообігу ( $T_1$ ) та температури крові на виході контуру штучного кровообігу ( $T_2$ ) розраховується кількість теплоти ( $\Delta q$ ).

Третій блок розрахунку температури на нагрівачому елементі зображено на рисунку 3:



**Рис. 3. Алгоритм роботи системи: блок розрахунку температури на нагрівачому елементі**

Останній блок являє собою розрахунок температури на нагрівачому елементі яку потрібно встановити на  $i+1$  кроці ( $T_{0i}$ ) та передача цього параметру на систему керування температурою.

На цей блок поступає розрахована в попередньому блоці кількість теплоти ( $\Delta q$ ) за допомогою якої розраховується температура на нагрівачому елементі(температура середовища яку потрібно забезпечити) на наступному кроці ( $T_{0i}$ ). Після цього отримане значення передається на систему керування температурою, де відбуваються обчислення з ним і безпосередньо зміна температури.

Даний алгоритм є циклічним, тому дані з виходу 3-го програмного блоку подаються на вхід 1-го програмного блоку і алгоритм вимірювання

температури у контурі ШК повторюється до тих пір поки система не буде примусово вимкнута.

### Функціональна схема системи вимірювання температури

Система вимірювання температури складається з п'яти основних елементів, які зображено на рис. 4

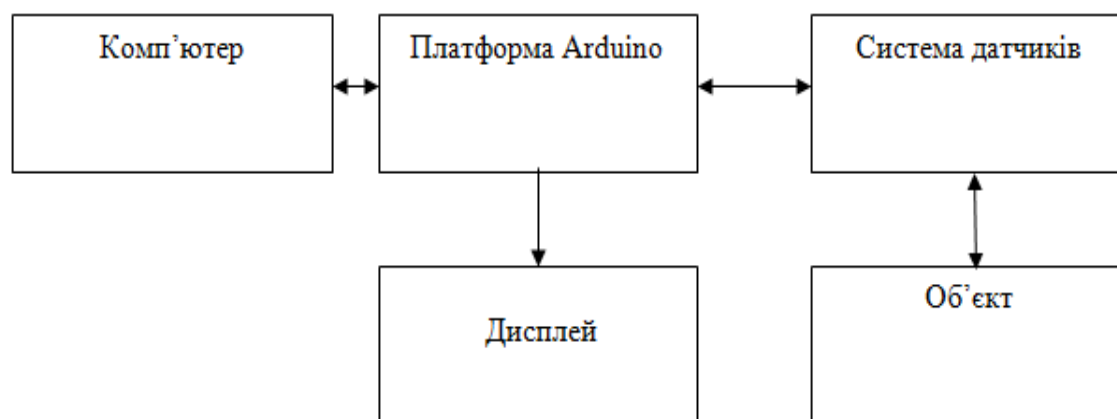


Рис. 4. Схема системи на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino

Основним елементом схеми являється платформа Arduino яка підключається до комп'ютера [3]. Безпосередньо до плати під'єднується система інфрачервоних датчиків та дисплей на який виводяться виміри температур.

**Висновки.** Розроблений макет системи неінвазивного контролю температури в контурі штучного кровообігу, дозволяє вирішити такі задачі:

- можливість більш точного регулювання температури в контурі штучного кровообігу;
- можливість неінвазивного вимірювання температури в контурі штучного кровообігу;
- можливість заміни існуючої системи моніторингу в АШК.

В ході створення прототипу робочого макету системи була експериментально підтверджена можливість використання апаратно-обчислювальної для неінвазивного вимірювання температури в контурі

ШК, зокрема на основі мікропроцесорної платформи Arduino. За рахунок високої швидкості вимірювання і обробки даних такі мікропроцесорні системи заслуговують уваги з боку виробників медичного обладнання.

### **Література**

1. Апарат штучного кровообігу: призначення і принцип роботи [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://tabletki.pp.ua/korishn-poradi/3311-apatat-shtuchnogo-krovoobgu-priznachennya-princip-roboti.html>.
2. Локшин Л.С, Лурье Г.О., Дементьева И.И. Защита миокарда при операциях на открытом сердце / Локшин Л.С, Лурье Г.О., Дементьева И.И. Искусственное и вспомогательное кровообращение в сердечно-сосудистой хирургии: Практическое пособие. – Москва. – 1998. – Гл. 7. – С. 120-131.
3. Arduino. Arduino UNO Reference Design. 2017 <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno-schematic.pdf>