

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНІКИ І РОБОТОТЕХНІКИ
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему:

**Комп'ютеризована система моніторингу температури тіла
пацієнта**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3
напря Метрологія та інформаційно-
вимірювальна техніка

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Кузьмін Олексій Вікторович

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. кафедри

М та ІВТ Пількевич І.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент., в.о. зав. кафедри

РЕА ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Громовий О.А.

(прізвище та ініціали)

Житомир 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки
Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

«18» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент Кузьмін Олексій Вікторович

1. Тема роботи: Комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнта

Затверджена Наказом по університету від «18» квітня 2024 р. № 140/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру «12» червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи забезпечення живлення системи, вивід виміряних значень температури тіла пацієнта на дисплей, розрахунок надійності та точності вимірювання температури тіла пацієнта

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) технічне завдання, опис існуючих систем вимірювання температури тіла, розробка структурної та принципової схеми, розробка алгоритму та програми, розробка друкованої плати

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень)

Структурна схема, принципова схема, алгоритм, друкована плата

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 18 квітня 2024 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір теми та складання змісту	18.04.2024-20.04.2024	
2	Опис та аналіз існуючих системами вимірювання ваги	22.04.2024-24.04.2024	
3	Опис технічного завдання	25.04.2024-26.04.2024	
4	Обґрунтування складових системи	27.04.2024-29.04.2024	
5	Розробка структурної та принципової схем системи	30.05.2024-02.06.2024	
6	Розрахунок надійності та точності системи	03.06.2024-04.06.2024	
7	Розробка алгоритму та програмування мікроконтролеру	05.06.2024-07.06.2027	
8	Оформлення пояснювальної записки та доповіді	08.06.2024-12.06.2024	

Студент _____ Кузьмін О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Пількевіч І.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнта» складається з 63 сторінок, містить 21 рисунки, 4 таблиці, 5 формул та 24 джерел.

У кваліфікаційній роботі бакалавра обґрунтовано актуальність створення системи моніторингу температури тіла пацієнта. Описані функції системи. Обрані та обґрунтовані складові системи. Розроблено структурну та принципову схеми системи. Наркеслено друковану плату. Розроблено блок-схему алгоритму роботи системи та написана програма для обраного мікроконтролеру.

Прораховано точність і надійність системи моніторингу температури тіла пацієнта.

Ключові слова: температура, моніторинг температури, мікроконтролер, датчик температури.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work on the topic "Computerized Patient Body Temperature Monitoring System" consists of 63 pages, contains 21 figures, 4 tables, 5 formulas, and 23 sources.

The bachelor's qualification work substantiates the relevance of creating a patient body temperature monitoring system. The functions of the system are described. The components of the system are selected and justified. The structural and schematic diagrams of the system are developed. A printed circuit board is designed. A block diagram of the system's algorithm is developed and a program for the selected microcontroller is written.

The accuracy and reliability of the patient body temperature monitoring system are calculated.

Keywords: temperature, temperature monitoring, microcontroller, temperature sensor.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	9
1.3. Технічні параметри системи.....	9
1.4. Вимоги до конструктивного оформлення.....	10
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗИСНУЮЧИХ СИСТЕМ	11
2.1. Основні поняття вимірювання освітленості	11
2.2. Існуючі системи вимірювання освітленості	13
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМ.....	21
3.1. Обґрунтування складових системи.....	21
3.2. Обґрунтування мікроконтролера.....	22
3.3. Обґрунтування датчика температури.....	23
3.4. Обґрунтування джерела живлення.....	24
3.5. Обґрунтування дисплея.....	26
3.6.Обґрунтування кнопки.....	27
3.7.Обґрунтування звукового оповісника.....	28
3.8. Структурна схема.....	30
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	32
4.1. Вибір мікроконтролера.....	32
4.2. Вибір датчика температураури.....	34
4.3. Вибір дисплея.....	35
4.4.Вибір динаміка.....	38
4.5.Вибір кнопок	38
4.6. Вибір джерела живлення.....	40
4.7. Побудова принципової схеми.....	47
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	43
5.1. Алгоритм програми	43
5.2. Розробка програми.....	45
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	47
6.1.Розробка друкованої плати.....	47
6.2. Розрахунок надійності системи.....	49
6.3. Розрахунок похибки вимірювання температури.....	53
7.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	57
7.1. Охорона праці.....	57
7.2. Умови охорони праці при роботі з безконтактним термометром.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

					МММТ 480.007.009- ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розробив		Кузьмін О.В.			Комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнта	Літ.	Арк.	Аркшів
		Плькевич НІА.					5	63
Рецензен						ДУ «Житомирська політехніка» МТ-3		
Н. контр.								
Затверд.		Подчашинськи						

ВСТУП

Актуальність розробки. Актуальність моніторингу температури тіла пацієнта є дуже важливою темою.

Зміни температури тіла часто є першою ознакою інфекції або іншого захворювання. Постійний моніторинг дозволяє вчасно виявити ці зміни.

Спостереження за динамікою температури допомагає оцінити, наскільки ефективним є призначене лікування.

Своєчасне виявлення підвищення або зниження температури може запобігти розвитку серйозних ускладнень.

Постійний моніторинг дозволяє враховувати індивідуальні особливості температурної реакції організму кожного пацієнта.

Автоматизовані системи моніторингу зменшують навантаження на медсестер та лікарів, дозволяючи їм зосередитися на інших аспектах догляду за пацієнтами.

Сучасні системи дозволяють здійснювати моніторинг температури віддалено, що особливо важливо в умовах пандемій або для пацієнтів, які перебувають на домашньому лікуванні.

Електронні системи моніторингу забезпечують вищу точність порівняно з традиційними методами вимірювання температури.

Комп'ютеризовані системи дозволяють накопичувати дані про зміни температури, що може бути корисним для подальших досліджень та вдосконалення методів лікування.

На основі зібраних даних можна розробляти моделі прогнозування розвитку захворювань та їх перебігу.

Економічна ефективність окупається за рахунок покращення якості медичної допомоги та запобігання ускладненням.

Отже, актуальність моніторингу температури тіла пацієнта обумовлена широким спектром переваг для діагностики, лікування та догляду за пацієнтами, а також для розвитку медичної науки в цілому.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		6

Мета роботи є розробка комп'ютеризованої системи моніторингу температури тіла пацієнта.

Для комп'ютеризованої системи моніторингу температури тіла пацієнта необхідно виконати наступні **задачі**:

1. Провести аналіз існуючих систем моніторингу температури тіла пацієнта;
2. Розробити структурну схему системи моніторингу температури тіла пацієнта;
3. Обґрунтувати вибір складових елементів системи моніторингу температури тіла пацієнта;
4. Розробити принципову схему системи моніторингу температури тіла пацієнта;
5. Розробити друковану плату системи моніторингу температури тіла пацієнта;
6. Розробити блок-схему алгоритму роботи системи та написати програму для мікроконтролера;
7. Зробити розрахунок точності та надійності системи моніторингу температури тіла пацієнта.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1 Призначення та область застосування

Комп'ютеризована система повинна а автоматичному або в автоматизованому режимі забезпечити моніторинг температури тіла пацієнта.

Областю застосування комп'ютеризованої системи моніторингу температури тіла пацієнта є медицина та охорона здоров'я.

Необхідно розробити структурну схему системи, підібрати компоненти для реалізації системи, створити принципову електричну схему, розробити алгоритм роботи системи, запрограмувати мікроконтролер відповідно до розробленого алгоритму.

Початок розробки – квітень 2024 р.

Кінець розробки – червень 2024 р.

1.2 Умови експлуатації

- Температура навколишнього середовища: від +15°C до 45°C;
- Відносна вологість до 85% при температурі 25°C;
- Атмосферний тиск 600-800 мм рт. ст.;
- Хімічно активні компоненти відсутні.
- Вібрація, тряска, удари: присутні.
- Характер роботи: разової дії.
- Системна ремонтпридатна, відновлювальна;
- Живлення системи: 5 В;

Експлуатація системи здійснюється в опалювальному приміщенні без вибухонебезпечних речовин; періодично проводити калібрування пірометра згідно з інструкцією; направлення на пацієнта, температуру якого потрібно виміряти; дотримуватись рекомендованої відстані до об'єкта; зберігати в сухому місці при кімнатній температурі; уникати падінь та ударів системи.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
						8
Зм.	Док.	№ док.м.	Підпис	Дат		

1.3 Технічні параметри системи

Інтенсивність та склад інформації, яка подається на вхід системи та знімається з її виходу:

Система має кілька входів та виходів. Один з входів призначений для сигналу для кнопки роботи системи. Інші два входи слугують для надходження сигналів від датчиків температури. Окрім цього, в систему надходить живлення від акумулятора.

На виході система видає виміряні та оброблені дані з двох датчиків температури. Усереднене значення виводиться на дисплей. Крім того, з виходу система посилає сигнал на світлодіод зелений чи червоний. В випадку критичної температури червоний, в випадку в межах норми зелений. Також з виходу в випадку критичної температури система спрацьовує на звукове оповіщення.

Центральним елементом є мікроконтролер, який обробляє вхідні сигнали від кнопки та датчиків і на основі цих даних формує результат вимірювання температури, виводу значень на дисплей, спрацювання звукового оповіщення та світлового.

Режими роботи системи: автоматичний.

Технічні характеристики системи та її складових частин:

- Тоність: похибка відносна 1%, абсолютна похибку вимірювання 0,5°C;
- Діапазон вимірювання температури: від: 0°C до +45°C (для тіла пацієнта: +32°C до +42,9 °C);
- Надійність системи повина бути від 14 000 годин напрацювання на відмову;
- Вимірювальний елемент: датчик температури з інтерфейсом I2C;
- Інтерфейс та додаткові функції: вбудований дисплей для виведення вимірюваних значень температури пацієнта; вбудовані два світлодіоди для світлового оповіщення аналізу температури, вбудоване звукове оповіщення для оповіщення критичного значення температури.

Система побудована з використанням уніфікованих компонентів.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Зокрема, мікропроконтролер, датчики температури, акумулятор, дисплей, зелений та червоний світлодіоди, та динамік є стандартними елементами, що дозволить в разі виходу з лади замінити їх на інші подібні елементи без необхідності модифікації всієї системи.

1.4 Вимоги до конструктивного оформлення

- Конструктивно сиситема повина знаходитися в пластиковому корпусі з певними доробками під дисплей, два світлодіоди, кнопку, динамік та акумулятор, всі елементи повинні бути зафіксовані в корпусі;
- Габарити установки: 150х50х50 мм (розмір плати 33х60 мм);
- Датчик температури підключається через інтерфейс I2C;
- Дисплей підключається послідовно через інтерфейс I2C.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ

2.1. Основні поняття про моніторинг температури

Вимірювання температури – це важливий процес у багатьох сферах життя та науки. Я можу надати вам коротку інформацію про це, а якщо вам потрібно більше деталей, я із задоволенням розповім докладніше.

Температура – це фізична величина, що характеризує ступінь нагрітості тіла або середовища. Це одне з фундаментальних понять у фізиці, хімії та багатьох інших галузях науки.

Використовуються різні пристрої, такі як термометри (ртутні, спиртові, електронні), термопари, пірометри та інші. Контактні (безпосередній контакт з об'єктом) та безконтактні (вимірювання на відстані, наприклад, інфрачервоними датчиками).

Найпоширеніші температурні шкали – Цельсія (°C), Фаренгейта (°F) та Кельвіна (K).

Залежить від приладу та методу вимірювання. Деякі наукові прилади можуть вимірювати температуру з точністю до тисячних часток градуса.

Вимірювання температури тіла людини є важливим діагностичним інструментом для оцінки стану здоров'я.

Вимірювання температури тіла людини є важливим діагностичним інструментом для оцінки стану здоров'я. Ось основна інформація про цей процес:

Зазвичай вважається, що нормальна температура тіла людини становить близько 36,6°C (97,9°F).

Однак нормальний діапазон може варіюватися від 36,1°C до 37,2°C (97°F - 99°F) залежно від індивідуальних особливостей, часу доби та місця вимірювання.

Місця вимірювання:

- Ротова порожнина (під язиком);
- Пахвова западина;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат.		

- Пряма кишка (ректально);
- Вухо (барабанна перетинка);
- Лоб або скроня (для безконтактних термометрів).

Типи термометрів:

- Ртутні (використання обмежене через токсичність ртуті);
- Електронні (цифрові);
- Інфрачервоні (безконтактні);
- Одноразові смужки-індикатори.

Тривалість вимірювання:

1. Залежить від типу термометра та місця вимірювання.
2. Для електронних термометрів зазвичай потрібно 10-60 секунд.
3. Інфрачервоні дають результат майже миттєво.

Температура може змінюватися протягом дня (зазвичай нижча вранці і вища ввечері).

На результат можуть впливати фізична активність, прийом їжі, менструальний цикл у жінок. У дітей температура тіла зазвичай трохи вища, ніж у дорослих. Підвищена температура (лихоманка): Зазвичай вважається температурою вище 38°C (100,4°F). Може бути ознакою інфекції, запалення або інших захворювань.

Температура тіла нижче 35°C (95°F) вважається гіпотермією і може бути небезпечною для здоров'я.

Розробляються "розумні" термометри, які можуть передавати дані на смартфон і відстежувати динаміку температури. Деякі фітнес-трекери та смарт-годинники також мають функцію вимірювання температури. Сучасна медицина найчастіше використовує цифрові, інфрачервоні та рідинні термометри (використання ртутних термометрів в Україні заборонено з метою безпеки).

Вимірювання температури тіла – це простий, але важливий метод оцінки здоров'я.[1]

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

2.2. Існуючі системи вимірювання ваги

Термометр медичний 2В RJT-002 цифровий представлений на рис.2.1.

Термометр медичний цифровий, RJT-002 з твердим наконечником забезпечує безпечне, точне та швидке вимірювання температури тіла людини оральним (у роті) та аксилярним (під пахвою) методами. Не містить ртуті, що робить його максимально безпечним для всіх членів сім'ї. Пройшов клінічні випробування, та має високу точність вимірювань і відповідає стандартам Європи та України. Розроблений з урахуванням потреб медичних фахівців, має відмінні експлуатаційні показники та рекомендується для застосування як в клінічних, так і в домашніх умовах.



Рис.2.1. Зовнішній вигляд термометру медичного 2В RJT-002

Характеристики:

- Діапазон вимірювання: 32°C -42,9°C (89,6°F -109,2°F);
- Висока точність: $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$;
- Час вимірювання: ≤ 60 s (с) аксилярним та оральним методами;
- Рідкокристалічний дисплей середнього розміру із великим шрифтом, що дозволяє легко читати результат;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		13

- Пам'ять останнього виміру, що допоможе точно визначити динаміку зміни температури у хворого;
- Легко перемикається з системи Фаренгейта (°F) до Цельсія (°C);
- Звуковий сигнал сповістить про закінчення процедури;
- Автовимкнення;
- Має пластиковий футляр, що дозволить захистити термометр від пилу, вологи чи механічних пошкоджень;
- Батарея: 1.5 V (В) тип LR41;
- Розмір: 12,4 x 1,8 x 0,9 cm (см), (ДхШхВ);
- Вага: приблизно 10 g (г) разом з батареєю.[2]

Термометр MICROLIFE MT-1931 представлі на рис.2.2. Термометр Microlife MT-1931 із золотим наконечником ідеально підходить для маленьких дітей та людей із алергією на нікель.



Рис. 2.6 Зовнішній вигляд термометра MICROLIFE MT-1931

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		14

Запатентований золотий наконечник Microlife Gold Temp™ є першим та унікальним в своєму роді. Електронний термометр Microlife MT-1931 стане прекрасним рішенням для людей чутливих до нікелю – металу, який використовують в стандартних термометрах.

Гнучкий кінчик робить вимірювання максимально комфортним, тому термометр Microlife MT-1931 підійде навіть для маленьких дітей.

Електронний термометр Microlife MT-1931 є 100% водонепроникним, тому така модель стане ідеальним варіантом для малюків, в разі необхідності дезінфекції приладу.

Точність термометра Microlife MT-1931 підтверджена клінічними тестами, час вимірювання складає 60 секунд (при вимірюванні орально та ректально. Під пахвами – 5 хвилин). Звуковий сигнал сповіщає про закінчення вимірювання (При ректальному та оральному вимірюванні, при аксиллярному – час вимірювання 5 хвилин незалежно від звукового сигналу). Також термометр наділений пам'яттю на останнє вимірювання, що робить його використання ще більш комфортним.

Технічні характеристики:

- Зона вимірювання температури: аксиллярна, оральна, ректальна;
- Діапазон вимірювань температури: 32-43.9 °C;
- Точність вимірювання; 0.1 °C;
- Кількість збережених вимірювань; 1;
- Тривалість вимірювання температури від 60 сек;
- Тип елемента живлення: Батарейка: LR 41;
- Габарити упаковки (ВхШхГ): 19.5 x 12 x 1.7 см;
- Вага: 0.057 кг;
- Колір: Білий/синій;
- Гарантія: 24 місяці офіційної гарантії від виробника.[3]

Пірометр для тіла Wintact WT3652 на рис.2.3.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		



Рис.2.3. Пірометр для тіла Wintact WT3652

Пірометр безконтактний для вимірювання температури тіла WT3652 призначений для безпечного та швидкого вимірювання температур як тіла людини, так і поверхонь.

Особливостями є висока точність та кольорова сигналізація про перевищення нормального значення температури.

Особливості:

- Діапазон температури тіла: від 32 °C до 43 °C;
- Діапазон температури поверхонь: від 0 °C до 100,0 °C;
- Відстань для вимірювання: від 1 до 10 см;
- Індикація перевищення вимірюваного діапазону;
- Фіксований коефіцієнт випромінювальної здатності: 0,99 (для тіла);
- Пам'ять на останні 32 виміри;
- Автоматичне збереження даних та вимкнення;
- Рідкокристалічний дисплей з підсвічуванням та кольоровою сигналізацією.

Технічні характеристики:

- Діапазон температур для тіла: від 32 °C до 43 °C;
- Діапазон температур для поверхонь: від 0 °C до 100,0 °C;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

- Роздільна здатність: 0,1 °C;
- Відстань до об'єкта/тіла під час вимірювання температури: від 1 до 10 см;
- Похибка вимірів: 0,2 °C;
- Коефіцієнт випромінювання (EMS): 0,99;
- Час виконання виміру: 500 мс;
- Діапазон робочих довжин хвиль: від 9 до 14 мкм;
- Живлення: 2шт. 1,5В ААА;
- Робочий температурний діапазон: від 0 до 50 °C;
- Габарити: 160 x 82 x 42 мм;
- Маса: 170 г.[4]

Термодетектор Bosch UniversalTemp на рис.2.4.

Bosch UniversalTemp - високоточний безконтактний інфрачервоний термометр, призначений для швидкого і зручного вимірювання температури поверхонь. Діапазон вимірювання температури становить від -30°C до +500°C. У комплекті поставляється 2 батарейки 1.5 В LR6 (AA).



Рис.2.4. Термодетектор Bosch UniversalTemp

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

Переваги термодетектора Bosch UniversalTemp:

- Виготовлений із високоякісних матеріалів і має захист від пилу та бризок IP54, що гарантує його надійність і довговічність.
- Оптика 12:1 дає змогу вимірювати температуру об'єктів на більшій відстані.
- Завдяки трьом режимам інструмент може використовуватися для виконання різних завдань.
- Підсвічування дисплея забезпечує хорошу читабельність інформації в будь-яких умовах освітлення.

Основні характеристики:

- Діапазон вимірювань, (°C): -30...+500;
- Живлення: 2 x 1.5 В LR6 (AA);
- Комплект постачання: Термодетектор | Батарейки 1.5 В LR6 (AA) - 2 шт);
- Гарантія, міс: 24;
- Вага, кг; 0.22;
- Країна виробництва Китай.[5]

Інфрачервоний лобовий термометр Omron Gentle Temp 720 рис.2.5. Безконтактний термометр Omron Gentle Temp 720 це точний і зручний прилад для вимірювання температури, що працює на основі інфрачервоної технології.

Особливості електронного термометра Omron Gentle Temp 720

1. Підходить для визначення температури тіла, повітря і будь-якій поверхні.
2. Результати вимірювання з'являються на великому екрані за все через 1 секунду.
3. Підсвічування дає можливість виміряти температуру сплячому пацієнтові без необхідності включати світло і будити його.
4. Якщо прилад не використовується протягом 1 хвилини, він автоматично відключається, щоб не витратити елементи живлення марно.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		18

5. Користувач може вибрати зручну для нього систему градусів - за Цельсієм або за Фаренгейтом.

6. Термометр сприймає інфрачервоне випромінювання від шкіри в точці вимірювання і підраховує значення еквівалента орального вимірювання, використовуючи унікальний алгоритм на основі даних про фактичну температури тіла.

7. При завершенні виміру і виведення результатів на дисплей - пролунає звуковий сигнал.

8. Прилад зберігає останні 25 вимірювань у внутрішній пам'яті, щоб можна було проаналізувати температуру за певний період.



Рис.2.5. Інфрачервоний лобовий термометр Omron Gentle Temp 720

Характеристика:

- Бренд: Omron;
- Країна реєстрації бренду: Японія;
- Що вимірює: температуру тіла; температуру предметів; температуру повітря;
- Тип термометра: інфрачервоний; безконтактний;
- Країна виробництва: Китай;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		19

- Способи вимірювання: безконтактне вимірювання;
- Звуковий сигнал: Так;
- Водонепроникність: Ні;
- Автоматичне вимкнення: Так;
- Колірна індикація температури: Ні;
- Підсвічування дисплея: Так;
- Живлення: батарея CR 2032;
- Точність вимірювання: 0.2 °C;
- Вимірюваний діапазон температури тіла: 22-42.2 °C;
- Час вимірювання (с): 1;
- Кількість осередків пам'яті: 25;
- Пам'ять: Так. [6]

Існуючі системи вимірювання температури тіла пацієнта мають ряд недоліків: вплив випромінювальної здатності об'єкта, обмежена ділянка вимірювання, вплив навколишнього середовища, похибки при вимірюванні рухомих або змінних об'єктів, дороговизна для використання, калібрування, складний в налаштуванні, відсутність відчизняного виробника.

Враховуючі недоліки існуючих систем вимірювання температури, пропонується розробити систему вимірювання температури тіла пацієнта, яка буде мати доступну ринкову ціну, буде вироблятися та проходити обслуговування в Україні, мати покращену точність, мати простий інтерфейс для користувача.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ ТА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

3.1. Обґрунтування складових системи

Комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнта повинна функціонувати наступним чином:

- Системи повинна повинна житися автономно;
- Вимірювати та моніторити температури тіла пацієнтів безконтактним способом;
- Відображувати виміряні дані температури на дисплей;
- Система повинна оброблювати вхідні сигнали з датчиків температури та виводити усереднений результат на дисплей;
- В системі повинно здійснюватись звукове оповіщення в разі критичних значень температури пацієнта.

Відповідно описаним функціям потрібні такі складові комп'ютеризованої системи вимірювання освітленості:

1. Мікроконтролер здійснює управління системи: приймає вхідні сигнали з датчиків температури та кнопки, усереднює значення з двох датчиків та значення температури на дисплей, подавати сигнал на вихід динаміка в разі критичного значення температури;
2. Два датчика температури для вимірювання значень температури пацієнта;
3. Кнопка для ввімкнення/вимкнення живлення до системи;
4. Дисплей виводить виміряні та усереднені значення температури;
5. Динамік для звукового оповіщення в разі критичних значень температури;
6. Акумулятор для автономного живлення системи.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

3.2. Обґрунтування мікроконтролера

Мікроконтролер створений для управління електронними приладами та системами, називається мікроконтролером (МК). Ця компактна та енергоощадна інтегральна схема поєднує в одному кристалі обчислювальний блок (процесор), засоби збереження даних (оперативну та постійну пам'ять), а також різноманітні периферійні пристрої.

Основні характеристики та особливості мікроконтролерів:

1. Інтегрованість: Мікроконтролери об'єднують у собі процесор, пам'ять та периферійні пристрої на одному чіпі, що зменшує розмір та вартість кінцевого пристрою.

2. Спеціалізованість: Розроблені для виконання конкретних завдань у вбудованих системах, на відміну від універсальних мікропроцесорів.

3. Енергоефективність: Оптимізовані для низького енергоспоживання, що важливо для портативних та автономних пристроїв.

4. Надійність: Призначені для тривалої безперервної роботи в різних умовах експлуатації.

5. Реальний час: Здатні забезпечувати швидку реакцію на зовнішні події, що критично для багатьох застосувань.

6. Периферія: Мають широкий набір вбудованих периферійних модулів (таймери, АЦП, ЦАП, інтерфейси зв'язку тощо).

7. Програмованість: Дозволяють змінювати алгоритм роботи шляхом перепрограмування, часто з використанням вбудованої флеш-пам'яті.

8. Захищеність: Часто включають механізми для захисту від несанкціонованого доступу та копіювання програмного забезпечення.

9. Різноманітність: Існує велика кількість мікроконтролерів з різною продуктивністю, обсягом пам'яті, набором периферії та ціною для різних застосувань.

10. Засоби розробки: Мають розвинуті інструменти для програмування та налагодження (компілятори, симулятори, програматори, відладчики).

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Ці характеристики роблять мікроконтролери ідеальним вибором для широкого спектру вбудованих систем: від простих побутових приладів до складних промислових систем управління.[7]

Враховуючі кількість виводів згідно вхідних та вихідних елементів, швидкодію мікроконтролера, надійність, сумісність з тензодатчиками та дисплеєм, світлоюдною стрічкою, мовою програмування вирішено обирати Atmega328.

3.3. Обґрунтування датчика температури

Датчик температури – це пристрій, який вимірює температуру навколишнього середовища або об'єкта та перетворює її у електричний сигнал.

Типові види датчики температури зображені на рис.3.1.

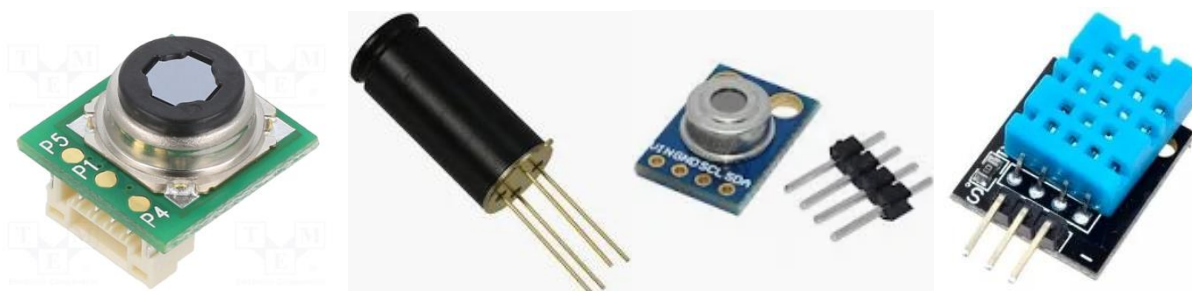


Рис. 3.1. Типові датчики температури

Більшість датчиків використовують залежність певних фізичних властивостей матеріалів від температури (опір, термоЕРС, частота коливань кристалу тощо).

Види датчиків температури:

- Термістори – змінюють опір залежно від температури.
- Термопари – генерують напругу на основі ефекту Зеебека.
- Термоперетворювачі опору (ТО) – змінюють опір пропорційно до температури.
- Напівпровідникові датчики – використовують властивості р-п переходу.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		23

– Інфрачервоні (безконтактні) датчики – вимірюють теплове випромінювання.

Інтерфейси:

- Аналогові (зміна напруги або струму).
- Цифрові (I2C, SPI, 1-Wire, тощо).

Особливості використання з мікроконтролерами:

- Часто потребують калібрування.
- Можуть вимагати схем узгодження рівнів сигналів.
- При використанні аналогових датчиків необхідне аналого-цифрове перетворення (АЦП).
- Цифрові датчики зазвичай легше інтегрувати, але можуть бути дорогими.[8]

При роботі з датчиками температури важливо враховувати особливості конкретного типу датчика, умови його експлуатації та вимоги до точності вимірювань. Правильний вибір та коректне підключення датчика до мікроконтролера забезпечує надійне вимірювання температури у різноманітних застосуваннях.

Враховуючі сумісність з мікроконтролером, мовою програмування, межі вимірювання температури від 32 до 42,9 °C, безконтактний метод вимірювання температури тіла пацієнта, обираємо інфрачервоний датчик температури MLX90614.

3.4. Обґрунтування джерела живлення

Для забезпечення роботи комп'ютеризованої системи моніторингу температури тіла пацієнта необхідне застосувати автономне джерело живлення.

Джерело живлення – це пристрій або система, яка забезпечує електричною енергією інші пристрої чи електронні схеми.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Типи джерел живлення:

- Батареї та акумулятори (хімічні джерела струму);
- Мережеві адаптери (перетворюють напругу мережі в потрібну постійну напругу);
- Сонячні панелі (перетворюють сонячну енергію в електричну);
- Генератори (механічні пристрої для виробництва електроенергії);
- Лінійні та імпульсні стабілізатори напруги.

Основні параметри джерел живлення:

- Напруга (зазвичай постійна для мікроконтролерів, найчастіше 3.3В, 5В, (зі стабілізатором може бути 9,12,24В));
- Струм (максимальний струм, який може забезпечити джерело);
- Потужність (добуток напруги на струм);
- Стабільність (здатність підтримувати постійну напругу при зміні навантаження);
- Рівень пульсацій (залишкові коливання напруги).

Особливості живлення мікроконтролерів:

- Більшість МК працюють від низьковольтних джерел постійного струму (3.3В, 5В);
- Важлива стабільність напруги для коректної роботи МК;
- Часто потрібні окремі лінії живлення для цифрової та аналогової частин;
- Необхідність у захисті від перевантажень, коротких замикань, зворотної полярності.

Стабілізатори напруги:

- Лінійні (простіші, але менш ефективні);
- Імпульсні (високоєфективні, але можуть створювати завади).

Резервне живлення:

- Системи безперебійного живлення (ДБЖ/UPS);
- Використання суперконденсаторів для короткочасного резервування.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Енергоефективність:

- Важливий аспект для автономних та портативних пристроїв;
- Використання режимів зниженого енергоспоживання в МК;
- Вибір компонентів з низьким споживанням струму.

При проектуванні системи з мікроконтролером важливо ретельно підібрати джерело живлення, враховуючи всі вимоги до напруги, струму, стабільності та захисту. Правильно спроектоване джерело живлення забезпечує надійну та довготривалу роботу всієї системи. [9]

Враховуючі сумісність з мікроконтролером, живлення всіх складових елементів, ситуацію в країні з електроенергією, було обрано автономне джерело живлення, а саме акумулятор на базі батарейок.

3.5.Обґрунтування дисплею

Для виведення відображення інформації виміряних та усереднених значень з датчика температури потрібно засіб для відображення інформації.

В електроніці застосовуються різні засоби для відображення інформації: рідкокристалічні дисплеї (LCD), світлодіодні дисплеї (LED), вакуумні люмінесцентні дисплеї (VFD), електронно-променеві трубки (ЕПТ), друковані дисплеї, індикаторні лампи та світлодіоди.

Під час вибору засобу відображення інформації для систем моніторингу тіла пацієнта вибір пристрою візуалізації даних вимагає врахування ряду критичних аспектів. Ключовими з них є діапазон температурних вимірювань, потрібна точність відображення, світлова інтенсивність екрану, рівень споживання енергії, фізичні параметри та ціна компонента. В сучасній електронній індустрії домінують рідкокристалічні (LCD) та світлодіодні (LED) дисплеї. Їхня популярність зумовлена низкою переваг: мініатюрністю, високоякісним відтворенням зображень, економічністю в енергоспоживанні. Крім того, широкий спектр доступних конфігурацій дозволяє обрати найбільш доцільне рішення для специфічних потреб кожного проекту.[10]

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Пропонується обрати дисплей LED 1602, враховуючі сумісність з мікроконтролером, кількість символів відображення, наявність інтерфейсу I2C, всього 4 виводів для підключення, сучасний дизайн.

3.6. Обґрунтування кнопки

Для вмикання та вимикання живлення системи моніторингу температури тіла пацієнти пропонується застосувати кнопку.

Взаємодія користувача з електронною системою реалізується через інтерфейсні компоненти, серед яких кнопки займають центральне місце. Ці елементи слугують для передачі інструкцій, запитів та коригування параметрів, що дозволяє керувати функціями пристрою. Розмаїття доступних кнопок за формою, габаритами та механізмом спрацьовування створює можливості для вибору найбільш відповідного рішення у кожному конкретному випадку, з урахуванням вимог до практичності, довговічності та зручності використання. Інтуїтивно зрозуміла комунікація між людиною та машиною у різноманітних сферах – від домашньої електроніки до індустриальних комплексів – забезпечується саме завдяки використанню кнопкових інтерфейсів.

Види кнопок, які використовуються в електроніці:

Ось огляд популярних видів кнопок, що використовуються в електроніці:

1. Тактові кнопки: компактні, з коротким ходом; часто використовуються на платах та в малогабаритних пристроях; бувають різних розмірів та кольорів.

2. Кнопки з фіксацією: залишаються в натиснутому стані після активації; часто використовуються для вмикання/вимикання живлення.

3. Кнопкові перемикачі: дозволяють перемикатися між двома або більше станами; можуть мати різні конфігурації контактів (SPST, SPDT, DPDT тощо).

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

4. Мембранні кнопки: плоскі, герметичні, стійкі до вологи та пилу; часто використовуються в побутовій техніці, медичному обладнанні.

5. Ємнісні сенсорні кнопки: не мають рухомих частин, реагують на дотик; популярні в сучасних смартфонах, планшетах, побутовій техніці.

6. Кнопки з підсвічуванням: мають вбудовані світлодіоди для індикації стану; зручні для використання в темряві або для сигналізації.

7. DIP-перемикачі: набір мініатюрних перемикачів для налаштування режимів роботи; часто використовуються на платах для конфігурації пристроїв.

8. Поворотні енкодери: дозволяють вводити інкрементні значення (наприклад, для регулювання гучності); можуть мати вбудовану кнопку натискання.

9. Джойстики та навігаційні кнопки: забезпечують багатонаправлене керування. поширені в ігрових контролерах, пультах дистанційного керування.

10. Кнопки аварійної зупинки: великі, яскраві (зазвичай червоні), легко доступні; використовуються для швидкого вимкнення обладнання в надзвичайних ситуаціях.

11. Плівкові або гнучкі кнопки: виготовлені з гнучких матеріалів; можуть бути інтегровані в корпус пристрою.

12. Антивандальні кнопки: міцні, стійкі до пошкоджень; часто використовуються в громадських місцях, наприклад, у ліфтах або банкоматах.

Враховуючі мініатюрність системи моніторингу температури пропонується обрати маленьку тактову кнопку, що буде фіксувати стан.[11]

3.7.Обґрунтування звукового оповіщення

Для звукового оповіщення системи в критичних значень температури пропонується використати динамік.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

Динамік – це електроакустичний пристрій, який перетворює електричні сигнали в звукові коливання, тобто в звук.

Типовий динамік зображений на рис.3.4.



Рис.3.5.Динамік

Принцип дії динаміка:

- Базується на електромагнітній індукції;
- Електричний струм, що проходить через котушку, створює магнітне поле;
- Взаємодія цього поля з постійним магнітом призводить до руху діафрагми.
- Коливання діафрагми створюють звукові хвилі.

Види динаміків:

- За розміром: від мініатюрних (для навушників) до великих (для концертів);
- За призначенням: низькочастотні (сабвуфери), середньочастотні, високочастотні (твітери);
- За конструкцією: електродинамічні, електростатичні, п'єзоелектричні, стрічкові, планарні.

Характеристики основні:

1. Потужність (номінальна та пікова);
2. Частотний діапазон;
3. Чутливість (рівень звукового тиску);

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

4. Імпеданс (зазвичай 4, 8 або 16 Ом);

5. Коефіцієнт корисної дії.

Особливості використання з мікроконтролерами: часто потребують підсилювача потужності; можуть використовуватися для генерації простих звуків та мелодій; в деяких випадках можуть слугувати як примітивні мікрофони.

При роботі з мікроконтролерними системами вибір динаміка залежить від конкретного завдання. Для простої звукової сигналізації часто достатньо невеликого п'єзоелектричного випромінювача, тоді як для відтворення мови чи музики може знадобитися більш складна система з підсилювачем та якісним динаміком. Важливо також враховувати електричні характеристики динаміка для правильного узгодження з вихідними каскадами мікроконтролера чи підсилювача.[12]

Для системи моніторингу температури потрібно обрати динамік враховуючи сумісність з мікроконтролером, врахувати живлення системи в цілому, врахувати кількість виводів під'єднання, простого звукового сигналу. Отже, оберемо невеликий п'єзоелектричного випромінювач з напругою в межах 5В.

3.8. Структурна схема

Врахувавши складові системи моніторингу температури тіла пацієнта, побудуємо структурну схему рис.3.6.

Структурна схема – це графічне представлення системи, яке відображає її основні компоненти та їхні взаємозв'язки.

Складові системи наступні:

1) Датчики температури 2 шт підключаються до мікроконтролера. Датчики температури вимірює температуру телі пацієта та передає дані на мікроконтролер. Мікроконтролер в свою чергу усереднює значення з двох датчиків та передає дані на вивід до дисплея.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- 2) Ось перефразований текст:
- 3) Функцію активації електроживлення схеми виконує кнопка.

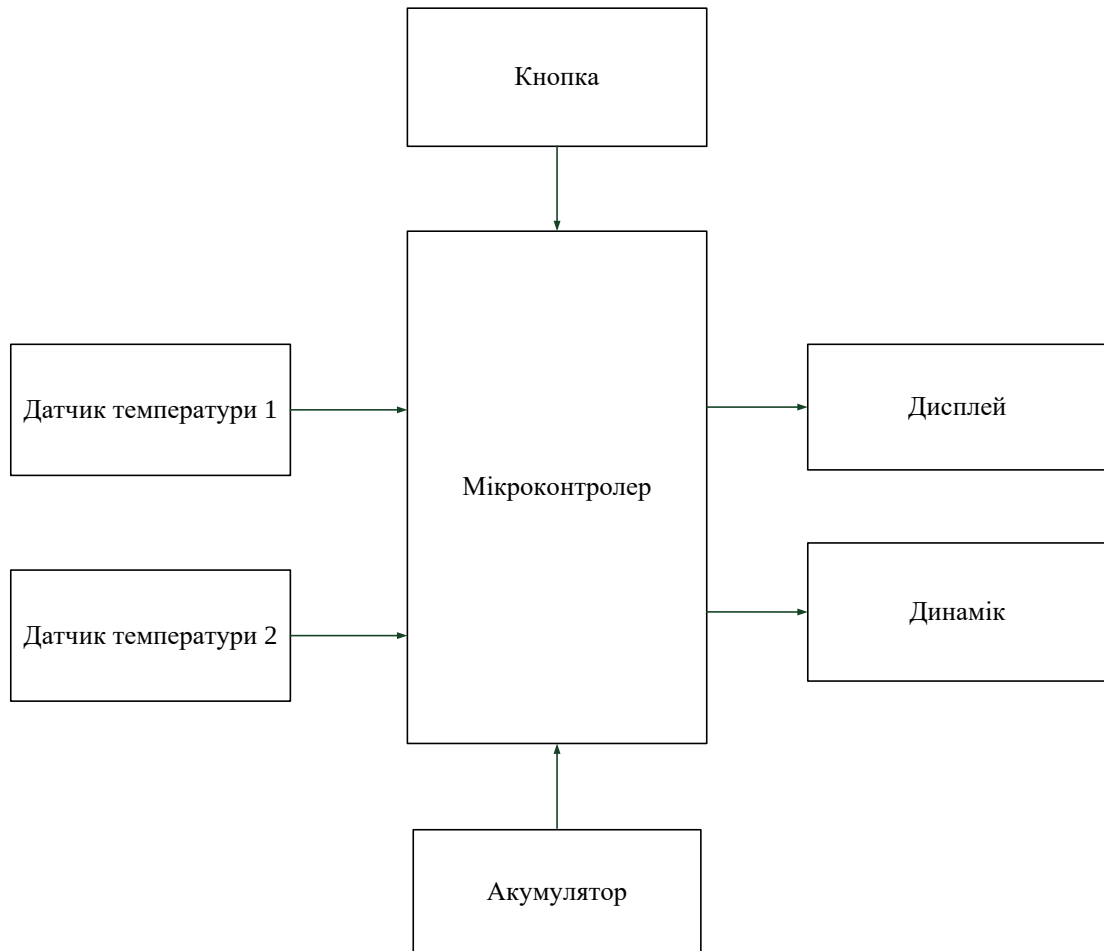


Рис. 3.6 Структурна схема системи моніторингу температури

- 4) Джерелом електричної енергії для системи слугує акумулятор, з'єднаний з мікроконтролером.
- 5) Мікроконтролер є центральним вузлом, до якого підключені всі компоненти, і здійснює управління вхідними сигналами.
- 6) Візуалізація даних, отриманих мікроконтролером від тензодатчика та оброблених ним, реалізується за допомогою приєднаного дисплея.
- 7) Динамік виконує звукове оповіщення в випадку критичних значень температури.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір мікроконтролера

У якості мікроконтролера був обраний мікроконтролер Atmega328, що представлений на рис.4.1. Atmega328 виробляється в різних корпусах, але найпопулярнішим є компактний корпус PDIP з 28 виводами. Розташування пінів представлено на рис.4.2.



Рис. 4.1 Зовнішній вигляд Atmega328

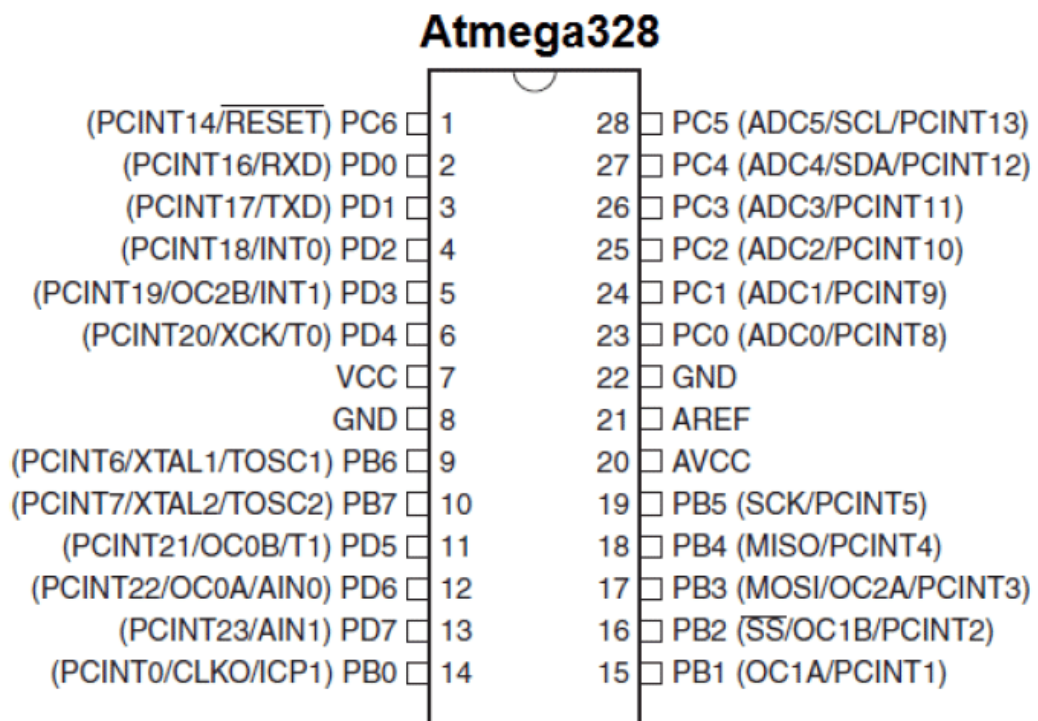


Рис. 4.2.Розташування пінів Atmega328

ATmega328 – це популярний 8-бітний мікроконтролер AVR, розроблений компанією Atmel (зараз частина Microchip Technology). Він широко відомий завдяки використанню у багатьох платах Arduino, особливо в Arduino Uno.

Технічні характеристики ATmega328:

- Тактова частота: 0 - 20 МГц;
- Обсяг Flash-пам'яті: 32 кб;
- Обсяг SRAM-пам'яті: 2 кб;
- Обсяг EEPROM-пам'яті: 1 кб;
- Напруга живлення: 1,8 - 5,5 В;
- Струм в режимі роботи: 0,2 мА (1 МГц, 1,8 В);
- Струм в режимі сну: 0,75 мкА (1 МГц, 1,8 В);
- Кількість таймерів/лічильників: 2 восьмибітних, 1 шістнадцятибітну;
- Загальна кількість портів: 23;
- Кількість PWM виходів: 6;
- Кількість каналів АЦП (аналогові входи): 6;
- Кількість апаратних USART (Serial): 1;
- Кількість апаратних SPI: 1 Master / Slave;
- Кількість апаратних I²C / SPI: 1;
- Дозвіл АЦП: 10 біт.

Програмування: Може програмуватися за допомогою різних інструментів, включаючи Atmel Studio, avrdude або Arduino IDE (при використанні на платі Arduino).

Варіанти корпусів: Доступний у 28-вивідних корпусах PDIP, TQFP, QFN/MLF.

ATmega328 відомий своєю універсальністю, відносно великим об'ємом пам'яті (для 8-бітного мікроконтролера) та широким набором периферії. Його популярність у спільнотах мейкерів та любителів електроніки значною мірою зумовлена використанням у платах Arduino, які забезпечують доступну платформу для вивчення та роботи з мікроконтролерами.[13]

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

4.2 Вибір тензодатчика

Для вимірювання та моніторингу температури запропоновано використати бесконтактний датчик температури бесконтактний GY-906/MLX90614 (рис.4.3).



Рис.4.3.Зовнішній вигляд датчика температури GY-906/MLX90614

Модуль GY-906 – це бесконтактний інфрачервоний термометр на базі чіпа Melexis MLX90614ESF-BAA. Модуль, по суті, має два вбудовані в один корпус датчики температури - перший, власне бесконтактний інфрачервоний, вимірює температуру об'єктів розташованих навпроти віконця в корпусі, і другий – що вимірює температуру самого корпусу.

Дані з модуля можна отримувати через інтерфейс SMBus (сумісний з I2C) або через PWM -вихід.

Бесконтактний датчик температури у багатьох випадках значно зручніший ніж звичайний, у тому числі при вимірюванні температури рідин і газів, елементів, що рухаються, при вимірюванні температури тіла в медицині, при вимірюванні температури об'єктів до яких складно отримати фізичний доступ.

Якщо такий датчик встановити на майданчик, що рухається/обертається, можна побудувати простий температурний сканер або тепловізор, що також неможливо при використанні датчиків, що потребують фізичного контакту.

Типове підключення виводів до мікроконтролеру (Arduino Uno) представлено на рис.4.5.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

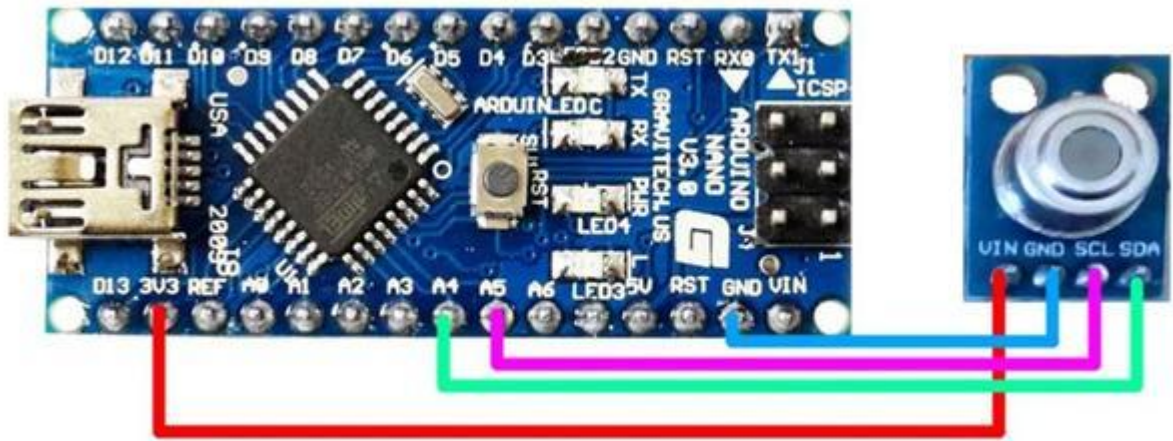


Рис.4.5. Підключення датчика температури MLX90614 до мікроконтролера (Arduino Nano)

Основні характеристики:

- Використовуваний чіп: MLX90614ESF-BAA;
- Напруга живлення: 3-5.5 В;
- Вихідний інтерфейс: I2C або PWM;
- Діапазон температур виміру (об'єкт): -70...+380 °C;
- Діапазон температур виміру (довкілля): -40...+85 °C;
- Точність показань температури: ± 0.5 °C;
- Розміри плати: 16x11мм. [14]

4.3. Вибір дисплея

Дисплей LED 1602 – це популярний символьний рідкокристалічний дисплей (LCD), який часто використовується в аматорських та професійних електронних проектах. Він мстить 16 символьних стовпців і 2 рядки для відображення символів.

Зовнішній вигляд дисплею представлений на рисунку 4.6.



Рис. 4.6. Зовнішній вигляд дисплею LCD 1602

Підключення дисплею LCD 1602 до мікроконтролера по інтерфейсу I2C
рис.4.7.

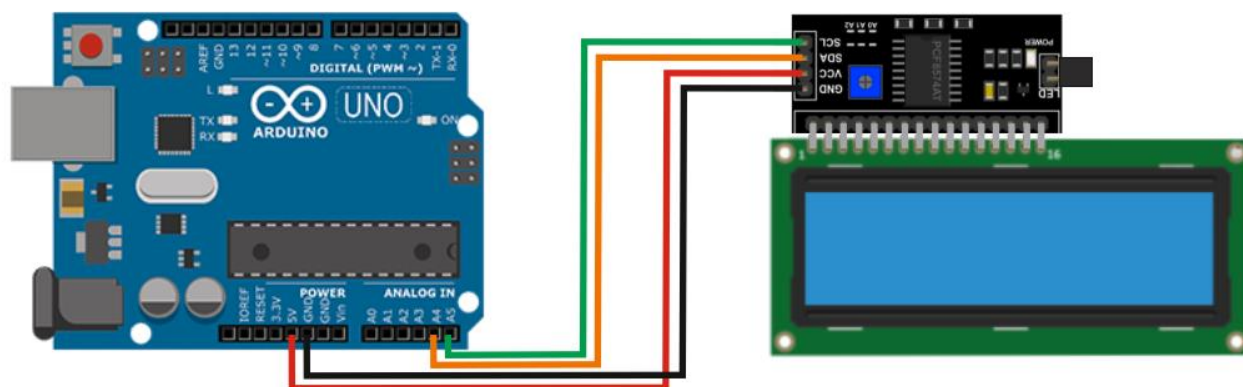


Рис.4.7.Підключення дисплею LCD 1602 по I2C до мікроконтролера

Технічні характеристики:

Звісно, ось детальніші технічні характеристики LCD дисплея 1602:

1. Роздільна здатність: 16 символів x 2 рядки, матриця символу: 5x8 пікселів.
2. Розміри: Видима область: приблизно 64.5 мм x 16 мм; габаритні розміри модуля: приблизно 80 мм x 36 мм x 12 мм (можуть відрізнятись залежно від виробника).
3. Контролер: HD44780 або сумісний.
4. Інтерфейс: Паралельний 8-бітний або 4-бітний; 16 контактів (зазвичай).

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		36

5. Напруга живлення: логічна частина: 5В (типово); підсвічування: 5В (типово).
6. Струм споживання: Без підсвічування: приблизно 1-5 мА; з підсвічуванням: до 200 мА (залежить від типу підсвічування та яскравості).
7. Температурний діапазон роботи: Зазвичай від 0°C до +50°C.
8. Час відгуку: Близько 1-5 мс.
9. Кут огляду: Приблизно 40 градусів (може відрізнятися залежно від моделі).
10. Тип РК-дисплея: STN (Super-Twisted Nematic) – найпоширеніший; існують також FSTN (Film Super-Twisted Nematic) версії з покращеним контрастом.
11. Підсвічування: LED (різні кольори: зелений, синій, білий, жовтий, RGB); Іноді зустрічаються версії з електролюмінесцентним підсвічуванням.
12. Вбудовані символи: ASCII набір, японська катакана, деякі версії мають кирилицю або інші національні символи.
13. Користувацькі символи: Можливість визначити до 8 користувацьких символів розміром 5x8 пікселів.
14. Команди: Набір стандартних команд HD44780 для очищення дисплея, переміщення курсора, прокручування тексту, включення/виключення дисплея, тощо.
15. Термін служби: Зазвичай понад 50 000 годин (при нормальних умовах експлуатації)

Важливо зазначити, що хоча більшість LCD 1602 мають схожі характеристики, можуть бути незначні відмінності залежно від конкретного виробника та моделі. Перед використанням завжди рекомендується перевірити документацію для конкретного пристрою.

Ці дисплеї широко застосовуються через їхню надійність, легкість у використанні та достатню функціональність для багатьох застосувань, де потрібно відображати невеликі обсяги текстової інформації.[15]

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

4.4.Вибір динаміка

Для звукового оповіщення критичної температури тіла пацієнта пропонується використати модуль пасивного звукового сигналу 5 В. П'єзодинамік модуль відтворення мелодії пісні для Arduino рис.4.8.

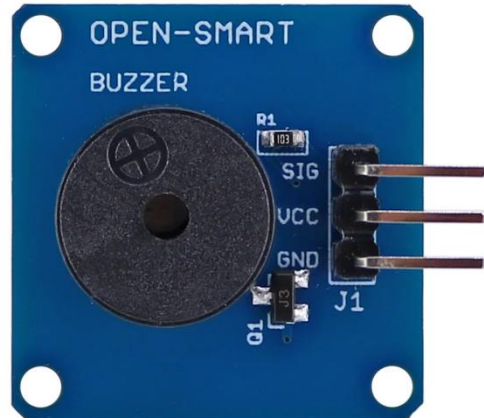


Рис.4.8. Динамік

Це пасивний модуль зумера 5 В, і це п'єзоелектричний динамік.

Користувач може встановити вихідну частоту ШІМ і тривалість для отримання різних тонів, ударів відповідно до нотного запису з номером пісні.

Користувачі можуть зробити листівку на день народження своїми руками тощо.

Характеристики:

- Сумісність: сумісний з Arduino;
- Робоча напруга: 3.3 – 5.2В;
- Робочий струм: 25 мА (макс.). [16]

4.5.Вибір кнопки

В якості елемента керування живленням для системи спостереження за температурою тіла пацієнта рекомендується застосувати перемикач із фіксацією стану, а саме модель PB22E07. Цей компонент забезпечить можливість активації та деактивації пристрою. Вибір зупинився на кнопковому перемикачі PB22E07, який характеризується здатністю утримувати обране положення.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Призначення даного перемикача полягає у вмиканні та вимиканні системи моніторингу температури, що дозволить контролювати подачу електроенергії до системи. Зовнішній вигляд проілюстровано на рисунку 4.9.

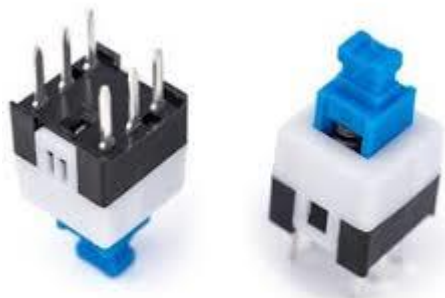


Рис. 4.9. Кнопка з фіксованим положенням PB22E07

Кнопка з фіксованим положенням на платі призначена для довготривалих операцій і відрізняється від звичайних кнопок, які натискаються і відпускаються. Вона часто використовується для запуску постійних дій, таких як ввімкнення чи вимкнення певних функцій або для встановлення статусів, які зберігатимуться протягом тривалого періоду часу.

Характеристики кнопки:

- Серія/Типорозмір PB22;
- Тип перемикача: кнопка;
- Кількість положень: 2;
- Кількість стабільних положень: 2;
- Кількість полюсів 2;
- Контактні групи: DPDT;
- Алгоритм роботи: ON-ON;
- Максимальний струм: 50 мА;
- Макс. напруга: 30 В;
- Загальна висота кнопки: 12.3 мм;
- Орієнтація штовхача: вертикальна;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

- Підсвічування: ні;
- Спосіб ел. монтажу: пайка в отвори;
- Матеріал корпусу: пластик;
- Робоча температура: -25 ° С ... +70 ° С.[17]

4.6.Вибір джерела живлення

Для того щоб обрати джерело живлення, потрібно врахувати живлення всіх складових елементів системи. Зведемо напругу живлення всіх складових елементів системи втабличку табл.4.1. З табл.4.1. робимо висновок, що живлення системи становитиме 5В.

Таблиця 4.1. Споживання напруги

Елемент	Напруга
Мікроконтролер Atmega328	4.5-5.5 В
Датчик температури MLX90614	3- 5.5 В
Дисплей LCD 1602	5 В
Динамік	3.3-5.2 В
Кнопка PB22E07	5-30 В

Враховуючі табл.4.1, що всі елементиживяться в межах 5В, тому застосуємо акумулятор напруги живлення 5В. Було обрано для живлення системи акумулятор квадратної форми АА 2300мАч 4.8V Ni-Mh рис.4.10.



Рис.4.6. Акумулятор АА 2300мАч 4.8V Ni-Mh

Технічні характеристики:

- Тип хімії: Ni-MH;
- Ємність: 2000 mAh;
- Напруга живлення: 4.8 В;
- Тип силового роз'єму: JST;
- Вага акумулятора: 0.119 кг;
- Розміри: 58 ммX29ммX29мм.[18]

4.7. Розробка принципової схеми

Принципова схема – це графічне зображення, яке детально відображає всі електричні та електронні компоненти пристрою та їхні з'єднання між собою. Це один з основних технічних документів, що використовується при проектуванні, виробництві, налагодженні та ремонті електронних пристроїв.

Призначення:

- Показує повний склад електричних компонентів та зв'язки між ними.
- Дає уявлення про принцип роботи пристрою.
- Служить основою для виготовлення та налагодження пристрою.

Елементи схеми:

- Електронні компоненти (резистори, конденсатори, транзистори, мікросхеми тощо).
- Умовні графічні позначення цих компонентів.
- Лінії зв'язку, що показують електричні з'єднання між компонентами.
- Позиційні позначення компонентів (наприклад, R1, C3, VT2).
- Номінали та типи компонентів.

Особливості зображення:

- Використовуються стандартизовані умовні графічні позначення.
- Розташування елементів на схемі не відповідає їх фізичному розташуванню у реальному пристрої.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

– Схема може бути розділена на функціональні блоки для кращого розуміння.

Згідно обраних елементів, функціонального призначення системи, побудованої структурної схеми, будуємо принципову схему системи моніторингу температури тіла пацієнти рис.4.11.

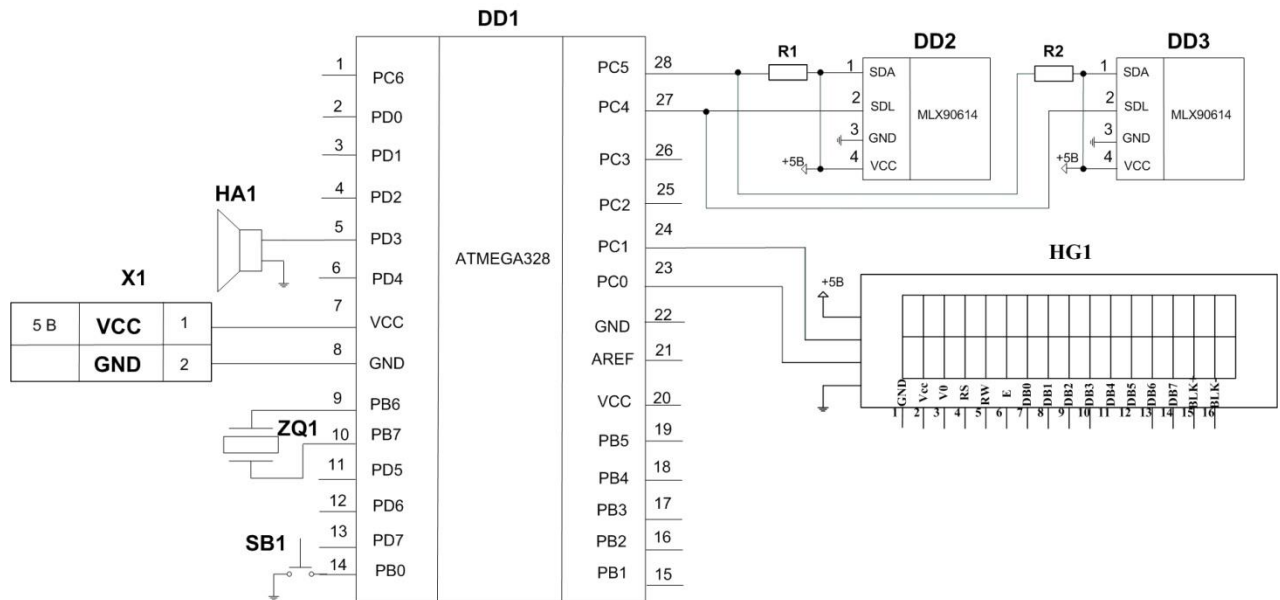


Рис. 4.11. Принципова схема системи

Складові системи на схемі наступні:

1. DD1– мікроконтролер Atmega328;
2. DD2, DD3 – датчик температури MLX90614;
3. HG1 – дисплей LCD 1602;
4. HA1 – пасивний модуль зумера 5;
5. X1 – роз'єм для акумулятора;
6. R1, R2 – 10 кОм;
7. SB1 – кнопка PB22E07;
8. ZQ1 – кварцовий резонатор 20 МГц.

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1 Алгоритм програми

Алгоритм роботи системи зображений на рисунку 5.1.

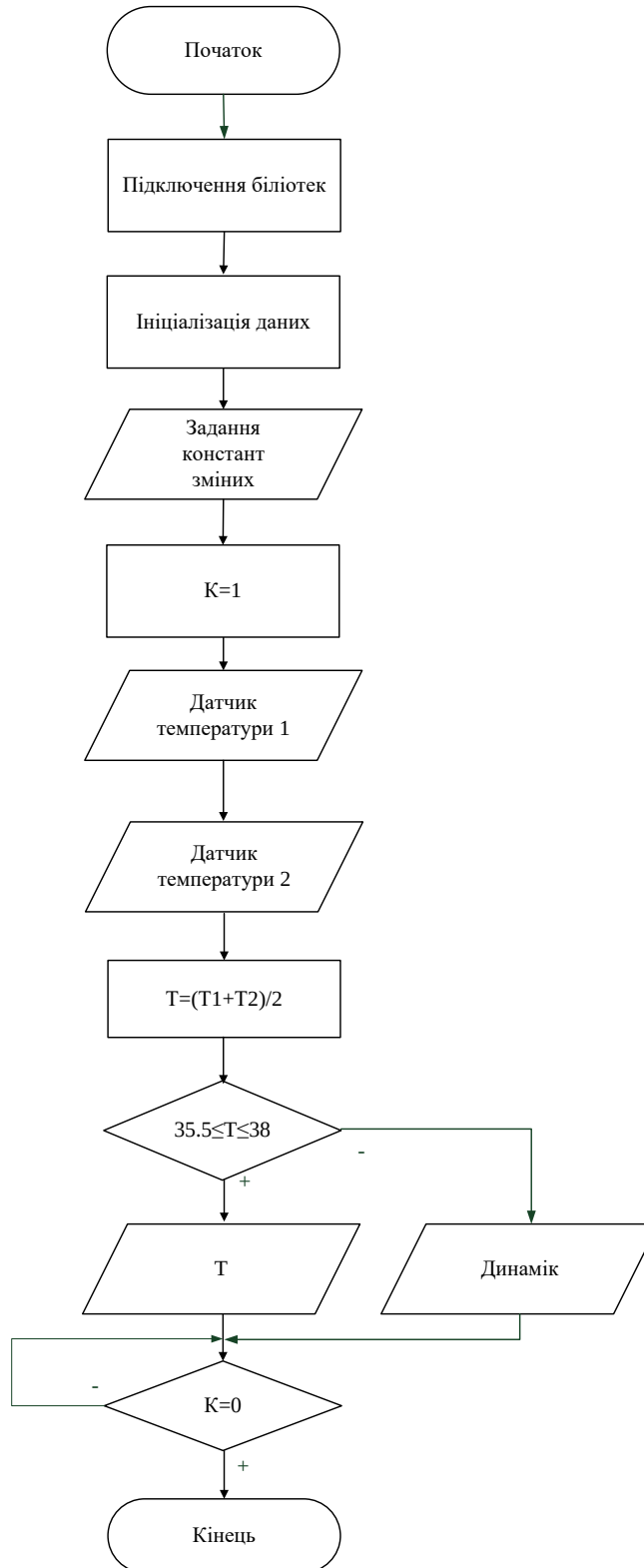


Рис. 5.1 Блок-схема алгоритму роботи програми

Розширений опис алгоритму представлений нижче:

1. Початок: Запускається програма або скрипт для виконання алгоритму.
2. Підключення бібліотек: Імпортуються необхідні бібліотеки для використання в програмі: для зчитування даних з датчиків температури, звукового оповіщення, кнопки живлення та дисплея.
3. Ініціалізація даних: Здійснюється опис вхідних та вихідних портів, виявлення датчика температури, динаміка та дисплея.
4. Встановлення констант і змінних: Визначаються константи, які будуть далі використовуватись в програмі: зміні для пінів, проміжні зміні для значень температури, зміна для обрахованого значення температур , зміна для визначення стану кнопки, зміна для динаміка.
5. Ручна операція вмикання кнопки: Виконується аналіз натиску кнопки. Якщо кнопка натиснута, то програма починає свою роботу.
6. Опитування датчиків температури: Спочатку опитується один датчик, потім другій, значення усереднюються.
- 7.Перевірка значень температури на критичні значення: Температури тіла повинні бути в межах 35-38 °С, якщо вона виходить за межі, то це критична температура для людини.
- 8.Якщо температура в межах 35-38 °С, то програма просто виводить значення усередненого значення температури.
9. Якщо температура не входить в межі 35-38 °С, то програма здійснює звукове оповіщення та потім виводить значення температури.
- 10.Ручна операція вимкнення кнопки, тобто вимкнення системи.
10. Блок опитування чи натиснута кнопка знову для виключення системи. Якщо натиснута, система вимикається та закінчує свою роботу. Якщо ні, то знову опитує кнопку на вимкнення. При цьому на екрані зберігаються вимірянні покази температури. Для вимірювання температури тіла пацієнта потрібно виключити систему та знову включити.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

5.2.Розробка програми

Для програмування мікроконтролера ATmega328 можна використовувати декілька різних середовищ розробки та мов програмування.

Мови програмування:

- C/C++: Найпоширеніші мови для програмування ATmega328.
- Асемблер: Для низькорівневого програмування та оптимізації.

Середовища розробки (IDE):

- Arduino IDE: Спрощене середовище, яке часто використовується з платами Arduino.
- Atmel Studio: Професійне середовище розробки від виробника.
- Visual Studio Code з розширеннями PlatformIO: Сучасне та гнучке рішення.

Для завантаження програми в мікроконтролер можна використовувати різні програматори, такі як USBasp, AVRISP mkII, Arduino як ISP та інші.

Доступна велика кількість бібліотек, особливо в екосистемі Arduino, що спрощують роботу з різними компонентами та протоколами.

Можна програмувати безпосередньо на чистому мікроконтролері або використовувати завантажувач (bootloader), як у випадку з Arduino.

Важливо правильно налаштувати запобіжники (fuses) для коректної роботи мікроконтролера.

Для відладки можна використовувати послідовний порт (UART). Також доступні апаратні відладчики, такі як AVR Dragon або JTAGICE3. [19]

Обираємо програмувати Arduino IDE, тому що присутній досвід роботи з Arduino. Також дане середовище має велику технічну підтримку та багато документації.

Частина коду приведена нижче, повний код представлений в Додатку А.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Arduino.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // Бібліотека lbcgktz
#include <Adafruit_MLX90614.h> // Бібліотека термометра MLX90614

Adafruit_MLX90614 mlx1 = Adafruit_MLX90614(); // Створюємо об'єкт датчик
температури 1 mlx
```

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

```

Adafruit_MLX90614 mlx2 = Adafruit_MLX90614(); // Створюємо об'єкт датчик
температури 2 mlx
const int buttonPin = 14; // Пін для кнопки
// Змінні стану
int buzzer=5; //визначення піна динаміка
int buzzer = LOW; // Поточний стан динаміка
int buttonState; // Поточний стан кнопки
int lastButtonState = LOW; // Попередній стан кнопки

// Змінні для усунення брязкоту контактів
unsigned long lastDebounceTime = 0; // Останній час зміни стану
unsigned long debounceDelay = 50; // Затримка антибрязкоту (мілісекунди)

void setup() {
  pinMode(buttonPin, INPUT); // налаштування на вхід виводу 14 кнопки
  pinMode(buzzer, OUTPUT); // налаштування на вихід виводу 5 динаміка
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
}
void loop() {
  // Зчитуємо стан кнопки
  int reading = digitalRead(buttonPin);

  // Перевіряємо, чи змінився стан кнопки
  if (reading != lastButtonState) {
    // Оновлюємо час останньої зміни стану
    lastDebounceTime = millis();
  }
  // Перевіряємо, чи пройшло достатньо часу після останнього натискання
  if ((millis() - lastDebounceTime) > debounceDelay) {
    // Якщо стан кнопки змінився:
    if (reading != buttonState) {
      buttonState = reading;
      // Починає працювати програма основна

      // Зберігаємо значення кнопки для наступної ітерації:
      lastButtonState = reading;
    }
    delay(1000); //переривання в 1 секунду
    lcd.setCursor(0,0); // виставляємо положення напису на дисплеї
    lcd.print("temperature:"); // друкуємо напис температури на дисплеї

    //вимірювання температури датчика 1
    int t1 = mlx1.readObjectTempC() * 10 + 34; // Округлюємо та коригуємо
показання температури безконтактного датчика
    if (t < 320) {
      t1 = mlx1.readAmbientTempC() *10; // Округлюємо показання температури
датчика температури корпусу мікросхеми
    }
    delay(1000); //переривання в 1 секунду
    //усереднюємо значення з двох датчиків
    t=(t1+t2)/2;

    //перевірка критичної температури до 35,5 та більше 38
    if (35.5<=t<=38) {
      digitalWrite(buzzer, HIGH); // Вмикаємо світлове оповіщення динамік
    }
    delay(1000); //переривання в 1 секунду
    lcd.print(T); // виводимо значення ваги
    lcd.print("C"); // підписуємо грами
    delay(2000); //переривання в 2 секунду (опитування датчиків кожні 2 сек)
  }
}

```

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

6.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАТИНА

6.1 Розробка друкованої плати

Друкована плата – це механічна конструкція, що складається з плоских провідників, звана друкованими провідниками, розташованих на поверхні (або всередині) ізоляційної основи. Друковані провідники забезпечують електричні з'єднання для компонентів на платі. Компоненти зазвичай припаюються до друкованих провідників або встановлюються у наскрізні металізовані отвори для створення різних електричних кіл.

Основні характеристики друкованих плат:

1. Матеріал для плати: найчастіше застосовують композити, такі як склотекстоліт або гетинакс, а також інші подібні матеріали.
2. Структура шарів: одношарова, двошарові та багатошарові.
3. Технологія створення: включає субтрактивний підхід (усунення надлишкової міді) та аддитивний метод (формування провідникового малюнку).
4. Спосіб монтування елементів: розрізняють наскрізну технологію (THT – Through-Hole Technology) та поверхневу технологію монтажу (SMT – Surface Mount Technology).

Друковані плати широко використовуються в електроніці для виробництва різноманітних пристроїв: від простих побутових приладів до складних промислових систем та комп'ютерів.[20]

Враховуючі складові системи: датчик температури 2 шт, мікроконтролер, динамік, кнопка, дисплей, була побудована друкована плата розміром 46x70 мм. Друкована плата системи моніторингу температури тіла пацієнта спроектована в системі EasyEDA.

EasyEDA представляє собою веб-базовану платформу без оплати, призначену для розробки електричних схем і проектування друкованих плат (PCB - Printed Circuit Board). Цей сервіс пропонує інтуїтивно зрозумілий онлайн-інтерфейс, що дозволяє генерувати, модифікувати та колаборативно працювати над проектами в галузі електроніки.[20]

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

На рисунку 6.1 зображена друкована плата системи освітленості розроблена в середовищі EasyEDA.[21]

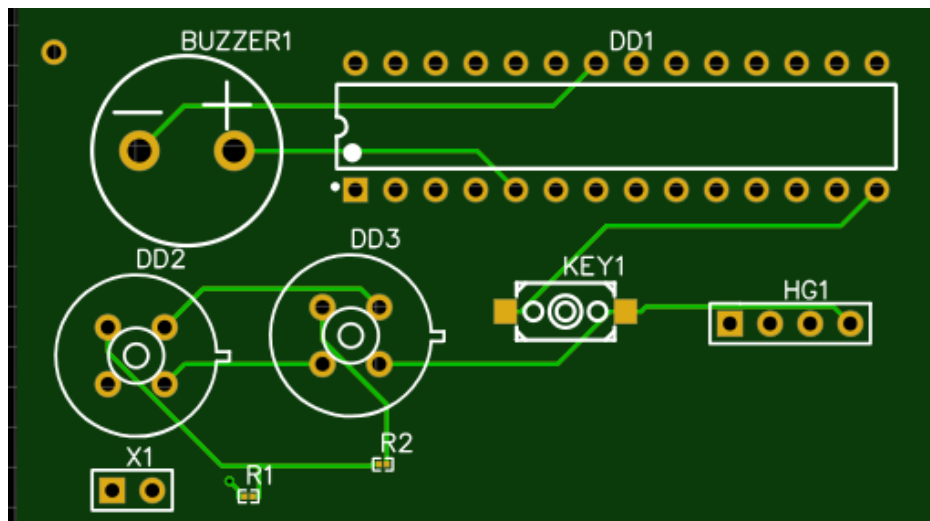


Рис. 6.1 Вигляд нижньої частини друкованої плати

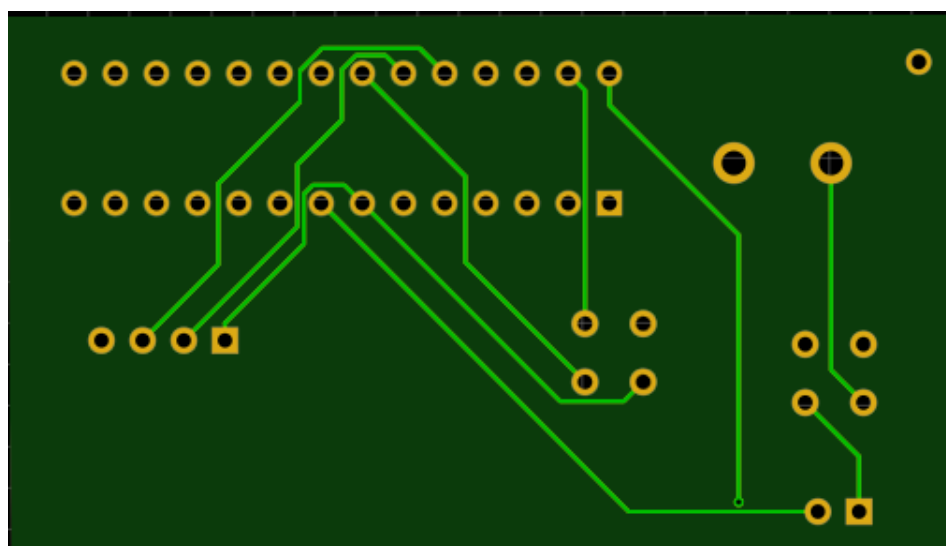


Рис. 6.2. Вигляд верхньої частини друкованої плати

Розмір плати отримали 33x60 мм. Плата має начепні елементи: виводи для дисплею LCD 1602, має датчик температури має розмір 16x11мм, бузер 3x2мм, мікроконтролер Atmega328 34.79x7.62 x5.33 мм Для підключення живлення обрано автономний акумулятора AAA на 4,8В, розмір довжина 58x29 мм. Корпус для системи моніторингу температури має форму паралепіпеда.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		48

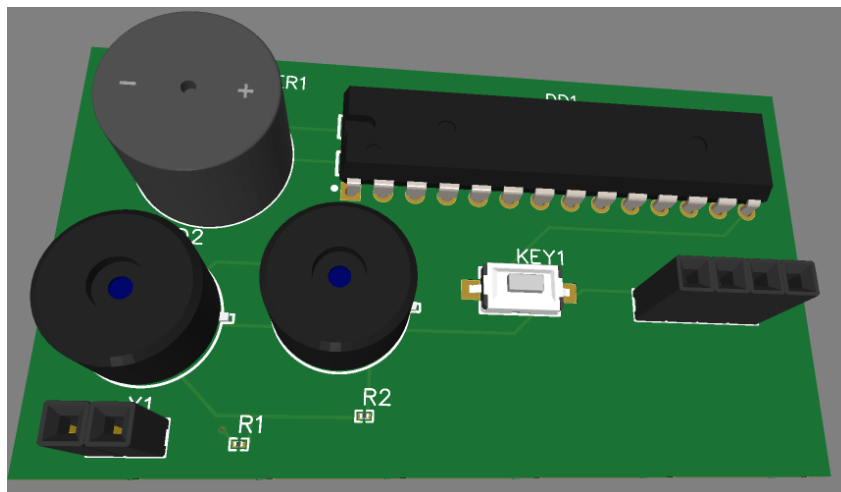


Рис. 6.3. 3D моделювання плати системи

Врахувавши, що плата управління з начіпними елементами буде міститися в корпусі з ручкою для тримання, то доцільно розмір корпус взяти розміром 150x50x50мм.

6.2.Розрахунок надійності

Надійність системи – це комплексна характеристика, яка відображає здатність системи виконувати свої функції протягом заданого часу при визначених умовах експлуатації.

1) Безвідмовність – здатність системи безперервно зберігати працездатний стан протягом деякого часу.

2) Довговічність – властивість системи зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування і ремонтів.

3) Ремонтопридатність – пристосованість до попередження, виявлення та усунення відмов, пошкоджень та несправностей.

4) Збережуваність – властивість зберігати значення показників безвідмовності, довговічності та ремонтопридатності протягом і після зберігання або транспортування.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		49

5. Відмовостійкість – здатність продовжувати роботу при відмові окремих елементів.

Оцінка надійності проводиться на основі статистичних даних про відмови, математичного моделювання, прискорених випробувань тощо.

Забезпечення надійності системи є комплексним завданням, що вимагає системного підходу на всіх етапах проектування, виробництва та експлуатації. Це дозволяє мінімізувати ризики відмов, збоїв та простоїв, підвищити безпеку та ефективність роботи системи. [22]

Основним показником, що враховується при розрахунках надійності, є інтенсивність відмовлень $\lambda(t)$ – число відмовлень в одиницю часу, віднесене до числа елементів, що залишилися справними до початку даного інтервалу часу.

Розрахунок показників надійності проводився методом λ - характеристик, заснованому на інтенсивностях відмовлень комплектуючих виробів (КВ) і поправочних коефіцієнтах, що враховують реальні режими і умови експлуатації виробу.

Виріб призначений для роботи в умовах помірного клімату:

- діапазон температур від 0 до 45°C, відносна вологість повітря до 85% при 25 °C;
- конструктивно виконано для роботи в опалювальному приміщенні з штучно регульованими кліматичними умовами, вібростійкий.

Склад виробу – комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнти.

Критерієм відмовлення (КВ) виробу вважається відмовлення будь-якої його складової частини (вузла), що приводить до порушення працездатності виробу і неможливості використання його по призначенню.

При розрахунку надійності були прийняті наступні допущення:

1. відмовлення КВ і мікросхеми є подіями випадковими і незалежними;
2. відмовлення будь-якого КВ приводить до відмовлення виробу в цілому;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

3. інтенсивність відмовлень КВ протягом терміну їхньої служби в тих самих робочих режимах і умовах є постійною;

4. закон розподілу в розрахунках безвідмовної роботи передбачається експоненціальним.

Розрахунок надійності спроектованого виробу проводиться в відповідності з електричною принциповою схемою виробу і з обліком заданих кліматичний категорії і виконання виробу.

Розрахунок параметра потоку відмовлень виробу проводиться по формулі:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n N_i \lambda_i, \quad (6.1)$$

де n – загальне число групи КВ, що входять до складу спроектованого виробу; $N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

Інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи в робочому режимі визначалася по формулі

$$\lambda_i = \lambda_{oi} a_1 \dots a_n. \quad (6.2)$$

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_1 \dots a_n$ – поправочні коефіцієнти, що враховують умови роботи (кліматичні і механічні впливи в залежності від призначення й умов майбутньої роботи), електричне навантаження КВ і температуру навколишнього середовища, ступінь інтеграції інтегральних мікросхем, а також співвідношення видів відмовлень.

Конкретні формули, по яких визначалися інтенсивність відмовлень кожної групи комплектуючих виробів, приведені в таблиці 6.1.

Величини значень визначилися по довідковим даним, приведеним у [20] з врахуванням вихідних даних для спроектованого виробу.

По формулі (6.1) визначаємо потік відмовлень виробу (сума величин в графі 10 таблиці 6.2):

$$\lambda = 69,07 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
						51
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		

Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t визначалася по формулі

$$P(t) = e^{-\lambda t} \approx 1 - \lambda t \quad (6.3)$$

де λ – параметр потоку відмовлень; t – час роботи виробу (год) [24].

Дані розрахунку $P(t)$ приведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

250	500	750	1000	2000	5000	8000	10000
0,98	0,97	0,95	0,93	0,87	0,70	0,57	0,49

На графіку,веденому на рис 6.6 приведена залежність надійності $P(t)$.

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

$$T_0 = \lambda^{-1} \quad (6.4)$$

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (71,21 \cdot 10^{-6})^{-1} = 14042,02 \text{ годин.}$$

Таблиця 6.2 – Перелік комплектуючих виробів

Поз.	Найменування	Кіл.	$\lambda_{i0} \cdot 10^6$ год ⁻¹	Формула розрахунку λ_i	Коефіцієнти				$\Sigma \lambda_i \cdot 10^6$ год ⁻¹
1	Мікросхеми				a_1	a_2	a_4	a_6	
	Atmega328	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
2	Датчики				a_1	a_2	a_4	a_6	
3	Mlx90614	2	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	1,638
4	Динамік	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
5	Дисплей LED 1602	1	0,3	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4 \cdot a_6$	2,1	1	1,3	1	0,819
6	Резистор 10 коМ	2	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,0269
7	Кнопка	1	0,2	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1		0,7	1	0,294
8	Кварцевий резонатор	1	1,8		2,1				3,78
9	Пайки	90	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,0189
10	Акумулятор 5В	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
	Разом								71,21

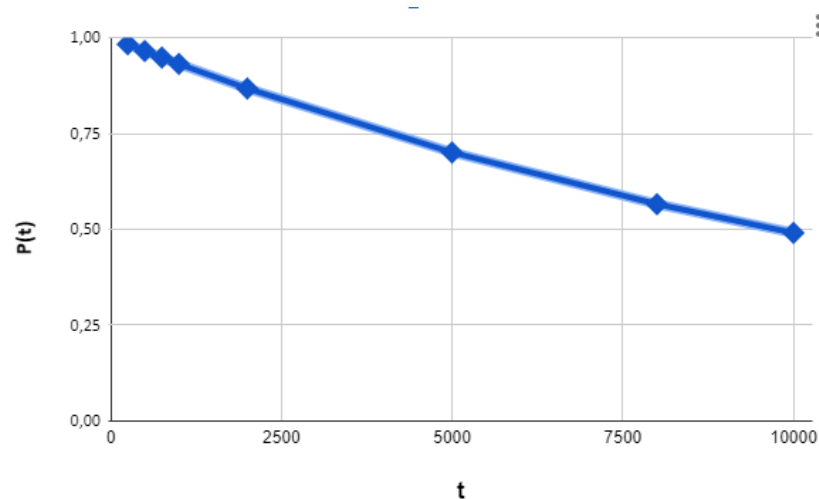


Рис.6.6 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

6.3.Розрахунок похибки вимірювання температури

Похибка вимірювання –це відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини. Розглянемо детальніше це поняття:

Похибка вимірювання – це різниця між вимірним значенням величини та опорним значенням величини.

Види похибок:

а) За способом вираження:

- Абсолютна похибка: різниця між вимірним та істинним значенням (у одиницях вимірюваної величини).
- Відносна похибка: відношення абсолютної похибки до істинного значення величини (часто виражається у відсотках).

б) За характером прояву:

- Систематична похибка: залишається постійною або закономірно змінюється при повторних вимірюваннях.
- Випадкова похибка: змінюється випадковим чином при повторних вимірюваннях.
- Груба похибка (промах): похибка, що істотно перевищує очікувану за даних умов.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

в) За причиною виникнення:

- Інструментальна: обумовлена недосконалістю засобів вимірювання.
- Методична: обумовлена недосконалістю методу вимірювання.
- Суб'єктивна: обумовлена індивідуальними особливостями

спостерігача.

Фактори, що впливають на похибку:

- Точність вимірювальних приладів.
- Умови вимірювання (температура, тиск, вологість тощо).
- Кваліфікація та досвід оператора.
- Вплив об'єкта вимірювання на засіб вимірювання.

Способи зменшення похибки:

- Калібрування та повірка засобів вимірювання.
- Врахування та компенсація систематичних похибок.
- Збільшення кількості вимірювань та статистична обробка

результатів.

- Вибір оптимальних умов вимірювання.
- Вдосконалення методики вимірювання.

Було проведено 10 повторних вимірювань температури тіла пацієнта двома безконтактними інфрачервоними датчиками температури mlx90614, в діапазоні вимог вимірювання від 0 °C до 43 °C.

Було отримано таку вибірку в грамах:

$M_v = (37,5; 37,4; 37,5; 37,5; 37,5; 37,6; 37,4; 37,6; 37,5; 37,6).$

Знаходимо середнє значення вибірки:

Знаходимо середнє арифметичне і середньоквадратичне значення

1) середнє арифметичне T_v за (6.5):

$$T_v = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} T_{vi} \cong 37,5 \quad (6.5)$$

2) похибки повторних вимірювань ΔT_{vi} та ΔT_{vi}^2 (6.6):

$$\Delta T_v = |\overline{T_v} - T_{vi}| \text{ та } \Delta T_{vi}^2 = (\overline{T_v} - T_{vi})^2, \quad (6.6)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

Результати вимірювань та обчислень записуємо в таблицю 6.3

Таблиця 6.3

№ з. п.	M _v , грам	ΔM _v , грам	ΔM _v ² грам^2
1	37,5	0	0
2	37,4	0,1	0,01
3	37,5	0	0
4	37,5	0	0
5	37,5	0	0
6	37,6	0,1	0,01
7	37,4	0,1	0,01
8	37,6	0,1	0,01
9	37,5	0	0
10	37,5	0	0
сер	37,5	0,04	0,004

3.Розраховуємо випадкову похибку вимірювання за (6.5). За даними таблиці 6.3 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчою ймовірністю 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (6.6) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\overline{T_v} - T_{vi})^2} \approx 0,000444 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Та знаходимо випадкову похибку:

$$\Delta_B T_v = 2,26 * 0,000444 = 0,001 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Похибку приладу за (6.7)

$$\Delta_{\text{пр}} T_v = \frac{1}{300} t_p k T_{v_{\text{гр}}} \quad 6.7$$

5.Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $T_{v_{\text{гр}}} = 43$ а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} T_v = \frac{1}{300} * 2,0 * 43 * 1 \approx 0,29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

6.похибку заокруглення за (6.8):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (6.8)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,5. Отже:

$$\Delta M_{v_3} = 0,95 * \frac{0,5}{2} \approx 0,2 \text{ } ^\circ\text{C};$$

6.загальна абсолютна похибка (6.9):

$$\Delta T_v = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\Pi} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0.001^2 + 0.29^2 + 0.2^2} \approx \quad (6.9) \\ \approx 0.3523 \approx 0.35 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

7. Відносну похибку за формулою:

$$\delta L = \frac{\Delta T}{\overline{T}} \times 100\% = \frac{0,35}{37,5} \times 100\% \approx 0,94\%$$

Отже, отримаємо абсолютну похибку вимірювання $0,35^\circ\text{C}$, відносну похибку вимірювання відсотках $0,94\%$.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Охорона праці

Охорона праці являє собою комплекс взаємопов'язаних заходів, що охоплюють правову, соціальну, економічну, організаційну, технічну, санітарну та медичну сфери, метою яких є гарантування безпеки, збереження здоров'я та підтримка працездатності робітників під час виконання ними професійних обов'язків.

Законодавча база:

- Конституція України;
- Кодекс законів про працю України;
- Закон України "Про охорону праці";
- Міжнародні конвенції та угоди.

Основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

- Пріоритет життя і здоров'я працівників;
- Повна відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці;
- Соціальний захист працівників;
- Встановлення єдиних нормативів з охорони праці;
- Використання економічних методів управління охороною праці.

Організація охорони праці на підприємстві:

- Створення служби охорони праці;
- Розробка інструкцій з охорони праці;
- Навчання та інструктаж працівників;
- Забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту;
- Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій.

Основні напрямки:

- Виробнича санітарія;
- Техніка безпеки;

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
						57
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		

- Пожежна безпека;
- Електробезпека.

Права працівників на охорону праці:

- Відмова від роботи при загрозі життю чи здоров'ю;
- Забезпечення засобами індивідуального захисту;
- Пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці;
- Медичні огляди.

Навчання з питань охорони праці:

- Проведення інструктажів (вступного, первинного, повторного, позапланового, цільового);
- Навчання та перевірка знань;
- Стажування та допуск до роботи.

Державний нагляд і громадський контроль:

- Державна служба України з питань праці;
- Професійні спілки;
- Уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці.

Відповідальність за порушення вимог охорони праці:

- Дисциплінарна;
- Адміністративна;
- Матеріальна;
- Кримінальна.

Ефективна система охорони праці є запорукою збереження життя, здоров'я та працездатності людей, а також підвищення продуктивності праці. Вона вимагає постійної уваги з боку держави, роботодавців та самих працівників.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дат		

7.2. Умови охорони праці при роботі з безконтактними термометрами

Охорона праці при роботі з безконтактними термометрами має багато спільного з правилами роботи з пірометрами, оскільки обидва типи пристроїв використовують схожі принципи для вимірювання температури. Проте є деякі особливості, пов'язані саме з використанням безконтактних термометрів, особливо тих, що застосовуються для вимірювання температури тіла людини. Розглянемо основні аспекти охорони праці при роботі з безконтактними термометрами:

Використовуйте термометри, сертифіковані для медичного застосування (якщо вимірюється температура тіла).

Переконайтеся, що прилад відповідає санітарно-гігієнічним нормам.

Регулярно дезінфікуйте поверхню термометра, особливо ту частину, яка знаходиться найближче до людини під час вимірювання.

Використовуйте засоби індивідуального захисту (маски, рукавички) при вимірюванні температури у великої кількості людей.

Дотримуйтесь рекомендованої відстані між термометром і об'єктом вимірювання (зазвичай це 3-5 см для вимірювання температури тіла).

Уникайте вимірювання температури на вологій шкірі або якщо людина щойно була на холоді чи спеці, оскільки це може вплинути на точність показань.

Проведіть інструктаж щодо правильного використання безконтактного термометра.

Навчіть працівників розпізнавати можливі помилки вимірювання та реагувати на них.

При вимірюванні температури тіла дотримуйтесь принципів конфіденційності. Уникайте голосного оголошення результатів.

Якщо ведеться журнал вимірювань, забезпечте захист персональних даних.

Регулярно перевіряйте цілісність корпусу термометра.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
						59
Зм.	Док.	№ док.	Підпис	Дат		

Вчасно замінюйте елементи живлення (батарейки), не допускаючи їхнього протікання.

Використовуйте термометр у рекомендованому діапазоні температур навколишнього середовища (зазвичай від 10°C до 40°C).

Уникайте використання приладу в умовах високої вологості, якщо він не має відповідного захисту.

Зберігайте термометр у чистому, сухому місці, захищеному від прямих сонячних променів.

Використовуйте оригінальний футляр або коробку для зберігання, щоб захистити прилад від пошкоджень.

Регулярно порівнюйте показання безконтактного термометра з еталонним контактним термометром для перевірки точності.

Дотримуйтесь графіка калібрування, рекомендованого виробником.

Утилізуйте старі або несправні термометри та елементи живлення відповідно до правил утилізації електронних приладів.

Будьте готові до можливої негативної реакції людей на процедуру вимірювання температури, особливо в громадських місцях.

Забезпечте навчання персоналу щодо коректної комунікації та вирішення конфліктних ситуацій.

Ведіть журнал технічного обслуговування термометрів.

Зберігайте інструкції з експлуатації в доступному місці.

Важливо пам'ятати, що хоча безконтактні термометри є відносно безпечними пристроями, неправильне їх використання може призвести до помилкових результатів або порушення санітарно-гігієнічних норм. Тому дотримання правил охорони праці та регулярне навчання персоналу є ключовими факторами для ефективного та безпечного використання цих приладів.

Якщо у вас є додаткові запитання або потрібна більш детальна інформація з якогось конкретного аспекту, будь ласка, не соромтеся запитувати.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Док.
						60
Зм.	Док.	№ докum.	Підпис	Дат		

ВИСНОВОКИ

В даній кваліфікаційної роботи бакалавра було розглянуто і розроблено комп'ютеризовану систему моніторингу температури тіла пацієнта. Ця система є актуальною і використовується в даний час в медицині.

Вимірювання та моніторинг температури тіла пацієнта здійснюється безконтактним способом завдяки двох датчиків температури. Розроблена комп'ютеризована система моніторингу температури тіла пацієнта працює в автоматичному режимі. Виміряні значення температури відображаються на дисплей. В випадку критичних значень температури тіла пацієнта спрацьовує звуковий сигнал з динаміка. В системі існує кнопка для вмикання вимикання системи моніторингу температури тіла пацієнта.

В кваліфікаційної роботи бакалавра було зроблено:

1. Зроблений аналіз існуючих систем моніторингу температури тіла пацієнта.
2. Зроблено опис функції системи та обрані складові елементи.
3. Побудовано структурну схему системи моніторингу температури тіла пацієнта.
4. На базі структурної схеми та технічних характеристик системи побудовано принципову схему.
5. Розроблена блок-схема алгоритму та відповідна програма.
6. Розроблена друкована плата.
7. Прорахована надійність та точність системи. Надійність склала 14042 годин на відмову, абсолютна похибка вимірювання 0,35 °С, відносна похибка вимірювання 0,94%.

Впровадження комп'ютеризованої системи моніторингу температури тіла пацієнта може мати низку позитивних медичних наслідків для спостереження лікування пацієнта.

Правильний підбір безконтактного термометру, його коректна експлуатація та регулярний контроль стану дозволяють робити моніторинг температури тіла пацієнтів під час огляду та лікування.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Співак, О. Ю. С39 Теплотехнічні вимірювання, метрологія та стандартизація : лабораторний практикум / О. Ю. Співак. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 110 с
2. Термометр медичний 2В RJT-002 цифровий [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tabletki.ua/uk/2B-RJT-002/1077363>.
3. Електронний термометр Microlife MT-1931 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://apteka.rozetka.com.ua/ua/microlife_mt-1931/p86581092/characteristics.
4. Пірометр для тіла Wintact WT3652 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://protester.com.ua/wt3652>.
5. Термодетектор Bosch UniversalTemp [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bosch-centre.com.ua/termodetektor-bosch-universaltemp-0603683101>.
6. Інфрачервоний лобовий термометр Omron Gentle Temp 720 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ortomedica.ua/infrachervoniy-loboviy-termometr-omron-gentle-temp-720>.
7. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.
8. Види датчиків температури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kck.ua/catalog/datchiki-temperaturi-2>.
9. Основи електроніки : навч. посіб. / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197 с.
10. Засоби відображення інформації. Частина 1 : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька, І. В. Сухоцька. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 82 с.
11. Види кнопок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://001.com.ua/uk/knopky-keruvannya>.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

12. Динаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://4club.com.ua/uk/sound/akusticheskie-sistemy/dinamiki>.

13. Мікроконтролер ATmega328 DataSheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/atmega328p-ru>.

14. DataSheet інфрачервоний датчик температури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/gy-906-bezkontaktniy-ynfrakrasnyiy-termometr-mlx90614>.

15. Дисплей LCD 1602 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electronica.in.ua/ua/p1530387506-displej-dvuhstrochnyj-lcd1602a.html>.

16. П'єзодинамік модуль відтворення мелодії пісні для Arduino [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eduengteam.com/2023/10/passive-buzzer-module-5v-piezo-speaker-play-song-melody-module-for-arduino.html>.

17. Кнопка з фіксованим положенням PB22E07 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://voron.ua/catalog/023380--knopka_pb22e07_s_fiksatsiey.

18. Акумулятор АА 2300мАч 4.8V Ni-Mh динамік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://akumo.com.ua/p1354558690-akkumulyator-2000-mach.html>.

19. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.

20. Стаття «Методи виготовлення друкованих плат» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studopedia.org/6-116440.html>.

21. EasyEDA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://EasyEDA.com>.

22. Методи розрахунку надійності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5199824/page:5>.

23. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» // Розробники: Подчашинський Юрій, Чепюк Ларіна, Петросян Руслан, 2021. – 60с.

					МММТ 480.007.009 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		63