

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
МЕХАТРОНИКИ 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 для дистанційного вимірювання
біомедичних параметрів тіла людини**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-2
спеціальності

152 Метрологія та інформаційно-
вимірювальної техніки

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Шевчук Вадим Олександрович

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Чепюк Л.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доц. доц. Кадр. Р.Е. та А.

(прізвище та ініціали)

Житомир 2023

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Освітній ступінь бакалавр

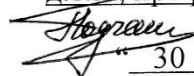
Спеціальність 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

д.т.н., проф. Подчашинський Ю.О.



“ 30 ” березня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Шевчуку Вадиму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини

керівник роботи Чепюк Ларина Олексіївна, к.т.н., доцент, доцент кафедри М та ІВТ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “30” березня 2023 року №129/с

2. Строк подання студентом роботи “10” червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали звіту про переддипломну практику, вимірювання температури тіла та частоти серцебиття, вмикання/вимикання системи, посилення поточних значень температури та частоти на смартфон.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) технічне завдання, огляд та аналіз існуючих систем вимірювання параметрів тіла дитини, розробка структурної, принципової схем, розробка програми та алгоритму, конструкторська частина

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

Структурна схема, принципова схема, блок-схема алгоритму та друківана плата

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3	Чепюк Л.О., ктн, доцент		
4,5,6,7	Чепюк Л.О., ктн, доцент		

7. Дата видачі завдання 30.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підготувати звіт про переддипломну практику	02.03.2023– 11.03.2023	
2.	Збір літературних даних за темою дипломної роботи та відомих систем вимірювання параметрів тіла	12.03.2023 – 28.03.2023	
3.	Ознайомитись з основними принципами побудови систем вимірювання параметрів тіла	3-.03.2023 – 08.04.2023	
4.	Розробка структурної схеми системи вимірювання	09.04.2023 – 24.04.2023	
5.	Розробка принципової схеми системи вимірювання параметрів тіла дитини	25.04.2023 – 02.05.2023	
6.	Вибір компонентів	03.05.2023 – 22.05.2023	
7.	Розробка блок-схеми алгоритму та програми системи вимірювання тіла дитини	23.05.2023- 31.05.2023	
8.	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	01.06.2023 - 08.06.2023	

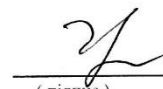
Студент


 (підпис)

В.О. Шевчук

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

Л.О. Чепюк

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота бакалавра на тему «Комп'ютеризована система для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини» містить 61 сторінок, 24 рисунків, 7 таблиці, 7 формули, 20 джерела, 2 додатки.

В роботі проводиться актуальність створення системи дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини. Розглядаються сучасні існуючі системи вимірювання біомедичних параметрів тіла людини.

В роботі проводиться вибір та обґрунтування технічних рішень.

Спроектована структурна, принципова схеми. Розроблений алгоритм та відповідна програма для системи дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини.

Проводиться вибір елементної бази, спроектована друкована плата та прорахована надійність та проаналізована точність.

ANNOTATION

Bachelor's thesis on the topic "Computerized system for remote measurement of biomedical parameters of the human body" contains 61 pages, 24 figures, 7 tables, 7 formulas, 20 sources, 2 appendices.

The paper discusses the relevance of creating a system for remote measurement of biomedical parameters of the human body. Modern existing systems for measuring biomedical parameters of the human body are considered.

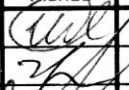
The selection and justification of technical solutions is carried out in the work.

Designed structural, principle schemes. The developed algorithm and corresponding program for the system of remote measurement of biomedical parameters of the human body.

The element base is selected, the printed circuit board is designed, and reliability is calculated and accuracy is analyzed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ.....	8
1.1. Призначення та область застосування.....	8
1.2. Умови експлуатації	8
1.3. Технічні параметри пристрою.....	8
2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ.....	10
3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ.....	19
3.1. Обґрунтування мікроконтролера.....	19
3.2. Обґрунтування датчика температури.....	23
3.3. Обґрунтування датчика серцебиття	25
3.4. Обґрунтування кнопок керування.....	26
3.5. Обґрунтування блютуз модуля.....	26
3.6. Обґрунтування блока живлення	28
3.7. Структурна схема.....	29
4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ.....	30
4.1. Вибір мікроконтролера.....	30
4.2. Вибір датчика температури	31
4.3. Вибір датчика серцебиття.....	35
4.4. Вибір кнопок керування.....	36
4.5. Вибір блютуз модуля.....	37
4.6. Побудова принципово-електричної схеми.....	38
4.7. Визначення точності вимірювання температури людини.....	39
5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ.....	42
5.1. Розробка алгоритму	42
5.2. Розробка програми.....	44
6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА.....	48
6.1. Розробка друкованої плати.....	48
6.2. Розрахунок надійності системи.....	49
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
7.1. Охорона праці.....	53
7.2. Аналіз умов праці на робочому місці.....	54
7.2. Охорона праці з медичним обладнанням.....	56
7.3. Охорона праці в медзакладі.....	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	62

МММТ 480.016.016 – ПЗ				
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата
Розробив		Шевчук В.О.		
Перевірив		Чепак Л.О.		
Рецензент		Шавурський В.В.		
Н. контр.				
Затверд.		Подчашинський		

Комп'ютеризована система для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини		
Літ.	Арк.	Архівний
6	6	61
Пояснювальна записка		
ДЧ «Житомирська політехніка», МТ-2		

ВСТУП

При ковіді постала задача дистанційного вимірювання температури тіла та частоти серцебиття.

Вимірювання дистанційно таких параметрів для тіла людини є проблематично. Так як медичний працівник повинен піднести або одягнути на руку чи палець ці пристрої. Тобто відбувається контакт з людиною. А також вимірювати постійно такі параметри для госпіталізованої людини, це виражати на небезпеку медичного працівника та віднімати в нього час. Тому пропонується розробити окремий пристрій для вимірювання серцебиття та температури. Це в свою чергу забезпечить економію часу медпрацівнику та знизить небезпеку заразитися.

Техніка в даний час все стримкіше вбудовується в одяг. Інженери почали вирішувати задачу забезпечення постійного, ретельного і надійного контролю за станом тяжких хворих на ковід. Було запропоновано даний пристрій кріпити на тіло людини чи вбудовувати в одяг людини та передавати дані дистанційно на смартфон.

Враховуючи переваги та новизну в застосуванні такого приладу та одягу розробка комп'ютеризованої системи для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини стає актуальною.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						7
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Лист		

1. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1.1. Призначення та область застосування

Комп'ютиризована система призначена для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини. Система повинна забезпечувати дистанційну передачу даних по блютуз, точність та якість передачі даних. Областю застосування є використання у медицині.

1.2. Умови експлуатації

Даний пристрій призначений для використання в умовах жилого приміщення. Типовий діапазон температур від +5 до +50°C, відносна вологість повітря від 20% до 90%. Атмосферний тиск 650 - 800 мм рт. ст. Характер роботи безперервний.

1.3. Технічні параметри системи

Розроблена клмп'ютиризована система повинна мати наступні технічні характеристики:

1. Середній строк служби не менше: 12 місяців;
2. Діапазон робочих температур: 20...+50°C.
3. Вологість повітря: 40%-60%.
4. Тиск – до 900 міліметрів ртутного стовпчика.
5. Точність вимірювання температури складає: 0,5°C;
6. Точність вимірювання частоти серцебиття складає: ± 2 уд./хв;

Комп'ютиризована система являє собою нерезервовану, ремонтпридатну систему. Відмова одного елементу виводить систему з ладу. Напрацювання на відмову складає від 15000 годин.

Вимоги до конструктивного оформлення

- Кріпиться на тіло чи вбудовано в одяг людини
- Габарити системи в межах: 65x80 мм.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						8
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Лист		

Комп'ютиризована система повинна виконувати наступні функції:

1. Включення та виключення системи;
2. Вимірювання температури тіла людини;
3. Вимірювання тиску тіла людини;
4. Передавання виміряної інформації на смартфон медичного працівника;
5. Подання оповіщення на смартфон в випадку критичних даних.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
						9
Зм	Друк	№ докум	Підпи	Лат		

2. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Тепловізійна камера Therm-App представлена на рис.2.1.



Рис.2.1. Тепловізійна камера Therm-App

Інноваційна термографічна камера для смартфона на Android з можливістю дистанційного вимірювання температури тіла людини.

На даний момент пандемія коронавірусу є досить актуальною. Одним з основних симптомів цього вірусу є підвищена температура тіла, при виявленні якої потрібно негайно ізоляції людини. Для того, щоб звести розповсюдження вірусу COVID-19 до мінімуму потрібно вживати превентивних заходів.

Компактний тепловізор є надійним і зручним пристроєм, який стане вам чудовим помічником у боротьбі з Covid-19. Даний прибір спеціально відкалібрований для визначення перепадів температури людини.

Переваги:

- можливість одночасної перевірки до 5 осіб;
- відсутня необхідність особистої присутності оператора;
- не вимагає опорної температурної крапки при вимірі;
- визначення температури на відстані до 3-х метрів з мінімальною похибкою $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$;
- автоматичні повідомлення про фіксацію осіб з підвищеною температурою на Dropbox, електронну пошту або SMS;

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
						10
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		

- більше 9 мов, на якому працює пристрій, включаючи english;
- можливість безперервної роботи від зовнішнього джерела;

Характеристики:

- Виробник MRC;
- Зовнішні розміри, мм 55x65x40;
- Вага, кг 0,123;
- Потужність, що споживається, кВт <0,0005;
- Клас захисту IP 54;
- Фокусування Ручне;
- Робоча температура від -10 ° C до + 50 ° C;
- Роздільна здатність 384 x 288;
- Температура зберігання, ° C від -20 ° C до + 60 ° C;
- точність вимірювання: +/- 1 ° C при заданих температурах в діапазоні

25-45 ° C ;

- Теплова чутливість: NETD <0,07 ° C;
- Діапазон температур: 0 - 50 ° C ;
- Установок: тр LWIR 384 x 288 7,5 -14 мкм;
- Фокус: Ручна фокусування від 0,2 м до безкінечності;
- Частота кадрів: 8,7 Гц;
- Джерело живлення: без батареї, 5В через USB OTG кабель. [1]

Інфрачервоний термометр Torped NC-178представлений на рис.2.2.



Рис.2.2. Інфрачервоний термометр Torped NC-178

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
						11
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		

Термометр інфрачервоний безконтактний Torped NC-178 – це пристрій, призначений для вимірювання температури тіла людини і поверхні різних об'єктів. Цей пристрій був розроблений з урахуванням нових технологій в ІЧ-випромінюванні. Така технологія дозволяє вимірювати температуру на відстані 3-5 см від об'єкта і завдяки точності, швидкості і відсутності безпосереднього контакту, є найбільш підходящою для безпеки.

Функціональні можливості:

- Робоча відстань: 3-5 см від об'єкта;
- Надійний і достовірний вимір завдяки передовій системі виявлення ІЧ-випромінювання;
- Звуковий сигнал при температурі вище 38 ° C (100.4 ° F);
- Пам'ять на 32 останніх виміри;
- Цифровий LCD-дисплей з підсвічуванням;
- Температура може відображатися як за Цельсієм, так і за Фаренгейтом;
- Автоматичне відключення через 30 секунд для економії електроенергії;
- Довговічність (до 40 000 вимірів);
- Практичність, простота вимірювань.

Термометр Torped NC-178 NC-178 здатний вимірювати температуру людини за ІЧ-випромінювання, що походить від людини. Вимірювання проводиться завдяки температурному датчику пристрою, який постійно аналізує і реєструє температуру навколишнього середовища.

Таким чином, як тільки оператор підносить термометр до людини і активує датчик вимірювання ІЧ-випромінювання, відразу проводиться вимірювання іч-випромінювання, що походить від артеріального кровотоку. Отже, температура тіла може бути виміряна без впливу температури навколишнього середовища.

Технічні характеристики:

- Модель NC-178;

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		12

- Зовнішні розміри, мм 155 x 100 x 40;
- Вага, кг 0.125;
- Діапазон робочих температур, °C 10°C-40°C (50°F-104°F);
- Діапазон вимірювання Температури тіла: 32°C-42,9°C (89,6°F 109,2°F) / поверхні об'єкта: 0°C-60°C (32°F-140°F);
- Живлення, 3 В (2 шт., тип АА);
- Середній термін служби 5 років;
- Допустима відносна вологість $\leq 85\%$;
- Крок вимірювання: 0,1 ° C (0,1 ° F);
- Робоче відстань до об'єкта вимірювання: 3-5 см;
- Автоматичне вимкнення: ≤ 30 сек;
- Пам'ять: 32 виміру. [2]

Пірометр ADA BODYTEST (з функцією вимірювання температури тіла людини) рис.2.3.



Рис.2.3. Пірометр ADA BODYTEST

Пірометр ADA BODYTEST – це заміна ртутного або електронного термометра. Швидкий та високоточний вимір вимірювання температури всього за 1 секунду (не є медичним виробом).

Два в одному. Пірометр ADA BODYTEST може працювати у двох режимах: вимірювання температури людини чи вимірювання температури поверхні об'єкта. Перемикання режиму виконується однією кнопкою.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						13
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Лат		

Сигналізація температури. При вимірюваннях температури тіла людини пірометр ADA BODYTEST на РК дисплей виводиться сигналізація: зелений колір при температурі менше 37.3°C, помаранчевий колір при температурі 37.4°C та червоний колір при температурі понад 38°C. Додатково лунає звуковий сигнал. Граничні значення температури сигналізації можна коригувати

Режим без звуку. Пірометр ADA BODYTEST має беззвучний режим, тому можна спокійно вимірювати температуру малюку уві сні. Це полегшує контроль температури у дітей.

Калібровка. Якщо Пірометр ADA BODYTEST показує виміряну температуру з відхиленням, його можна легко відкалібрувати.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювань, °C +32...+43 (тіло людини) / 0...+100;
- Відстань виміру, см 1-3;
- Точність, °C ± 0.3 (тіло людини) / ± 2 ;
- Температурна роздільна здатність, °C 0.1;
- Підсвічування під час вимірювання температури тіла Зелений колір: при температурі $\leq 37.3^\circ\text{C}$;;
- Помаранчевий колір: за температури 37.4°C
- Червоний колір: за температури $\geq 38^\circ\text{C}$;
- Автоматичне відключення, через 20;
- Підсвічування дисплея є;
- Збереження виміряного значення на дисплеї є;
- Умови експлуатації: температура, ° C, вологість, % 16-35 ° C / $\leq 85\%$;
- Живлення 2x1.5V (AAA).[3]

Пульсоксиметр Eximlab OKCI представлений на (рис.2.4). Даний пристрій в свою чергу портативний високотехнологічний для вимірювання рівня насичення киснем крові (SpO₂) та частоти пульсу (PR) через палець, неінвазивним методом вимірювання.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		14



Рис.2.4. Пульсоксиметр Eximlab OKCI

Характеристики:

- Вимірювані параметри: пульс (PR);
- Рівень сатурації (SpO₂): додатково;
- Регулювання контрастності;
- Діапазон вимірювання сатурації (SpO₂) 35 - 100 %;
- Діапазон вимірювання частоти пульсу (PR) 30-250 уд./хв;
- Живлення: 2 x AAA;
- Дисплей: кольоровий;
- Застосування: на палець;
- Точність показів: точність вимірювань SpO₂: для діапазону 70% ~ 100%: $\pm 2\%$;
- Точність вимірювань PR: ± 2 уд./хв;
- Дискретність SpO₂: 1%;
- Дискретність PR: 1 уд./хв;
- Тип елемента живлення: батарейки типу "AAA", 1.5V: 2 шт;
- Автоматичне вимкнення екрана через 5 секунд;

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Док
Зм	Док	№ докум	Підпи	Лат		15

- Габарити (ВхШхГ): 5.7 x 3.1 x 3.2 см;
 - Вага: 0.065 кг;
 - Колір: білий та синій;
 - Тип дисплея: LED;
 - Країна виробник: Китай;
 - Гарантія: 12 місяців офіційної гарантії від виробника.[4]
- Пульсоксиметр на зап'ясті PC-68B W представлений на рис.2.5.



Рис.2.5. Пульсоксиметр на зап'ясті PC-68B W

Опис пульсоксиметра на зап'ясті PC-68B W:

- 1) Маленький, легкий і зручний у носінні, застосовується для тривалого безперервного моніторингу.
- 2) Великий кольоровий OLED дисплей SpO2, PR, пульс, PI та плетизмограма.
- 3) Автоматичний початок вимірювання, коли палець поміщається в ковпачок датчика.
- 4) Автоматичне вимкнення живлення, коли палець виходить із датчика або не натискається кнопка протягом 20 секунд.
- 5) Функція звукової та візуальної сигналізації, межі сигналізації налаштовуються.
- 6) Відображення годинника в реальному часі.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпи	Лат		16

- 7) Огляд кривої тенденції даних.
 - 8) Збереження та виклик значення SpO2 та частоти пульсу в реальному часі..
 - 9) До 70 годин зберігання даних оксиметрії (запис даних один раз кожні 1/4/8 секунд)
 - 10) Запис даних може бути завантажено на ПК; (є програмне забезпечення для управління даними оксиметра).
 - 11) Індикація низької напруги батареї.
 - 12) Понад 50 годин безперервної роботи з лужними батареями 2ААА.
- [5]

Розумний світшот SMARTSHIRT diPulse для електростимуляції представлений на рис.2.6.



Рис.2.6. Розумний світшот SMARTSHIRT diPulse для електростимуляції

Набір SmartsShirt – це компресійний світшот зі смарт-текстилю з інтегрованими в нього сухими вуглецевими електродами та пульсометром, для потужної електростимуляції м'язів (ЕМС).

Набір SmartsShirt diPulse забезпечує ефективну електростимуляцію м'язів верхньої частини тіла та верхніх кінцівок за рахунок точного та цілеспрямованого розміщення сухих вуглецевих електродів на м'язах.

Пульсометр, датчик контролю ритму скорочень серцевої м'язи, дає змогу відстежувати прогрес та ефективність тренувань під час сеансу.

Розробники винаходу – компанія NMES Group має понад 20 років передового інноваційного досвіду роботи з технологіями та додатками для електростимуляції м'язів. Саме цей багатий, унікальний досвід було використано в процесі нової розробки модуля електростимуляції м'язів SmartStrim модуль, що входить до комплектації пристрою.

SmartStrim модуль від diPulse – це модуль електростимуляції м'язів з бездротовим керуванням через Bluetooth зі смартфоном.

Технічні характеристики:

- Призначення: для рук, для спини, для тіла, для шиї та плечей;
- Вид масажу: імпульсний та мікрострумовий;
- Живлення: акумулятор;
- Функції: дистанційне керування;
- Колір виробу: чорний;
- Країна реєстрації бренду: Швеція;
- Гарантія: 4 місяці;
- Країна-виробник товару Китай. [6]

3. РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ

Комп'ютеризована система для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини буде виконувати наступні функції:

1. Включення та виключення системи;
2. Вимірювання температури тіла людини;
3. Вимірювання тиску тіла людини;
4. Передавання виміряної інформації на смартфон медичного працівника;
5. Подання оповіщення на смартфон в випадку критичних даних.

Для роботи комп'ютеризованої системи для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини необхідні такі складові:

- Мікроконтролер для управління комп'ютеризованою системою в цілому;
- Безконтактний датчик температури для вимірювання температури;
- Датчик серцебиття для вимірювання частоти серцебиття;
- Блутуз-модуль для передачі даних на смартфон або комп'ютер;
- Кнопки керування для включення чи виключення системи;
- Блок живлення для живлення системи.

3.1. Обґрунтування мікроконтролера

Мікропроцесор – це мікроелектронний програмований пристрій, що призначений для обробки інформації та керування процесами обміну цією інформацією у складі мікропроцесорної системи (комп'ютера).

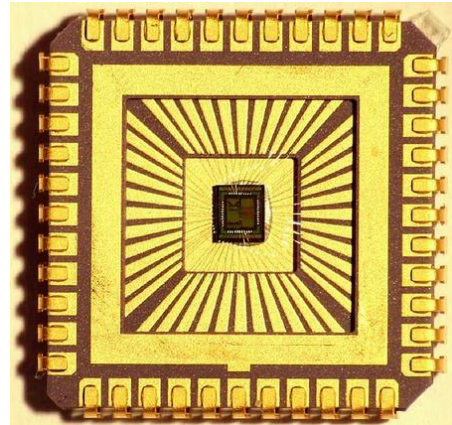
Мікропроцесори виготовляються за допомогою технологій сучасної мікроелектроніки на основі напівпровідникового кристалу. Інформація в мікропроцесорній системі передається електричними імпульсами. Конструктивно мікропроцесор виконується у вигляді однієї мікросхеми (інколи – декількох). Мікросхема складається з пластикового або керамічного корпусу, всередині якого міститься мініатюрна

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						19
Зм	Лист	№ докум	Підпи	Лат		

напівпровідникова підкладка (рис. 1). На цій підкладці лазером «накреслені» усі електронні схеми мікропроцесора. Входи та виходи схеми на підкладці з'єднані з металевими виводами, що розташовані по боках або знизу корпуса мікросхеми.



а



б

Рис.3.1. Мікросхема (а) та її внутрішня побудова (б)

Обов'язковими компонентами мікропроцесора є регістри, арифметико-логічний пристрій (АЛП), та блок керування. Регістри призначені для тимчасового зберігання даних, арифметико-логічний пристрій – для виконання арифметичних і логічних операцій (тобто, для обробки даних). Блок керування відповідає за послідовне виконання команд програми та правильне спрямування потоків даних.

Мікропроцесор не може працювати сам по собі. Він є центральною ланкою мікропроцесорної системи, до якої також входять пристрої постійної та оперативної пам'яті, пристрої введення та виводу інформації, накопичувачі на жорстких магнітних дисках (так звані вінчестери), тощо. Такі мікропроцесорні системи називають комп'ютерами.

До основних параметрів МП належать: набір команд, розрядність та тактова частота.

2. Доступність.

3. Підтримка розробника:

- засоби налагодження;
- оцінний модуль;
- внутрішньосхемні емулятори;
- насадки для логічних аналізаторів;
- налагоджувальні монітори.

4. Інформаційна підтримка:

- приклади застосування;
- утиліти, у тому числі «безкоштовні» асемблери;
- приклади вихідних текстів.

5. Надійність.

При проектуванні системи необхідно відповісти на низку вимог та визначити вимоги до мікроконтролера:

- Потреба в периферійних пристроях.
- Кількість необхідних маніпуляцій для обробки даних.
- Необхідність керування системи перериваннями, готовністю чи командами.
- Визначення пристроїв, що повинні контролюватись та керуватись: термінали, вимикачі, реле, клавіші, датчики (температура, світло, напруга тощо), звукові пристрої, індикатори, АЦП, ЦАП.
- Існування специфічних вимог до умов довкілля (температура, вологість, тиск, вибухонебезпечні чи іскронебезпечні умови, вплив агресивних середовищ тощо). [8]

Для вибору мікроконтролера розглянемо частоту використання таких мікроконтролерів:

1. Atmel 43,2%.
2. Microchip 20,2%.
3. NXP 10,2%.
4. SiLabs 4,3%.
5. Fujitsu 2,1%.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
						22
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		

6. Samsung 1,3%.

Самий найчастіше використований мікроконтролер фірми Atmel. Відповідно він є в продажу та є доступність програмування та велика кількість програматорів.

Підраховуючи кількість елементів: декілько датчиків, 2-3 кнопки, блок живлення та блютуз модуля, будемо ввжати, що достатньо буде до двадцяти пінів.

Існує три види мікроконтролерів: AVR 8-bit, AVR 32-bit, AVR xMega.

Затребованим є 8-бітове сімейство мікроконтролерів.

Мікроконтролери AVR 8-bit в свою чергу діляться на два популярних сімейства:

Attiny – з назви видно, що молодше (tiny - молодий), зазвичай мають від 8 пинов і більш. Обсяг їх пам'яті і функціонал простіше, чим Atmega;

Atmega – більш технічно розвинуті мікроконтролери, мають більшу кількість пам'яті, виводів і різних функціональних вузлів. [8]

Тому зупинемо свій вибір на мікроконтролері Atmega.

3.2. Обґрунтування датчика температури

Температура – та величина, яку потрібно постійно контролювати.

Найбільш популярний датчик температури в автоматичних системах управління. Для різних експлуатаційних умов створені прилади декількох варіантів швидкодії, завадостійкості і точності. Принцип дії залишається незмінним для всіх модифікацій – свідчення температурного режиму перетворюються в електричний імпульс, який можна передавати на будь-які відстані. Можливе замовлення тільки сенсора. Датчики температури призначені для вимірювання температури газоподібних і рідких середовищ, а також твердих тіл. Діапазон вимірюваних температур до 400 °С.. Діапазон температури вимірюваного середовища від -50 до + 200 °С. Випускаються з резистивним елементами Pt1000.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		23

Поділяються датчик температури за принципом дії. Усередині класифікуються за цією ознакою категорій так само існує підрозділ за матеріалами або конструкції.

Основні види температурних датчиків наступні:

- терморезистивний датчик температури - зміни температури змінюють опір робочого елемента, що дозволяє створювати прості схеми високої чутливості та ресурсу;

- напівпровідниковий датчик температури повітря - зазвичай використовуються транзистори біполярні або діоди, діапазон виміру обмежений -50 - +150 градусів, похибка низька, характеристики лінійні, конструкція проста, ціна бюджетна;

- термопара – в датчик температури повітря вбудовується замкнутий контур (провідники з різних матеріалів), шляхом підбору можна забезпечити температурний діапазон вимірювань -200 - +2000 градусів, основний мінус велика похибка;

- пірометр – дистанційний датчик температури, який зчитує теплове випромінювання тіл;

- термодатчик акустичний – тільки для високих і середніх температур, приймач зчитує швидкість проходження звукових хвиль при проходженні крізь робоче середовище, похибка спостерігається на кордоні зон тіло / датчик;

- п'єзоелектричний прилад – на резонатор подається струм, зчитуються вібрації, на амплітуду яких впливає.[9]

Враховуючи те, що температуру потрібно буде виміряти у людини, а датчик буде кріпитися на руки чи плеча або знаходиться в одязі, тому спосіб вимірювання обираємо безконтактний. Враховуємо також, що портбіна висока точність вимірювання температури тіла та маленький розмір, тому обираємо інфрачервоний датчик вимірювання температури. Також потрібно буде враховувати сумісність датчика з мікроконтролером Atmega.

Тому зупиняємо свій вибір на інфрачервоному температурному датчику безконтактного типу MLX90614.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		24

3.3.Обґрунтування датчика серцебиття

Вимірювання пульсу за допомогою оптичної плетизмографії наразі це найпоширеніший спосіб вимірювання пульсу з точки зору масового застосування, реалізований в спортивних годинах, трекерах, мобільних телефонах. Такі датчики складаються з інфрачервоного світлодіода та фоторезистора та кольорового світлодіода.

Звуження і розширення судини під дією пульсації кровотоку викликають відповідну зміну амплітуди сигналу, одержуваного з виходу фотоприймача.

Спосіб широко використовується в лікарнях, пізніше технологія перейшла і в побутові пристрої – компактні пульсоксиметри, які реєструють пульс і насичення киснем крові в капілярах пальця. [10]

Принцип розташування інфрачервоного світлодіода та фоторезистора залежить від того, як буде вимірюватись частота серцебиття.

У класичному пульсоксиметрі, світлодіодні лампочки знаходяться з одного боку, а фотодіод – з протилежного. Світлодіоди випромінюють світло, що проходить крізь палець і потрапляє на фотодіод, розміщений на зворотному боці рис.3.3.

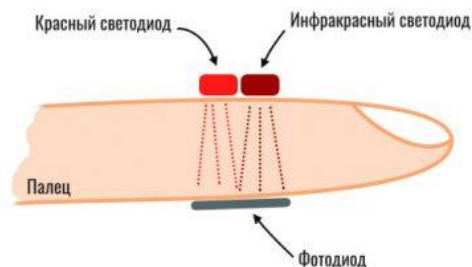


Рис.3.3. Класичне розміщення елементів на датчики серцебиття

Зазвичай такі пульсоксиметри надягають на палець або мочку вуха. Тобто, на ту частину тіла, яку можна легко просвітити. Відповідно, для фітнес-трекерів і смарт-годин такий варіант не підходить, так як просвітити зап'ясті не вийде.

В цьому випадку фотодіод розміщується поруч зі світлодіодами і вже аналізується відбите світло рис.3.4.

У всьому іншому – ніякої різниці. Скрізь використовується один і той же принцип, тільки в медицині аналізується світло, пропущений через тканини, а в трекерах – відбитий від тканин. Хоча, бувають і професійні медичні пульсоксиметри, які працюють за тим же принципом, що і на фітнес-браслетах. [10]

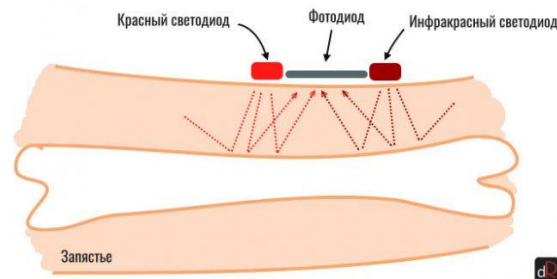


Рис.3.4. Розміщення фотодіода поруч зі світлодіодами

Обираємо в якості датчика інфрачервоний безконтактний датчик, який буде сумісний з Atmega. KY-039 датчик для вимірювання пульсу в для Atmega.

3.4. Обґрунтування кнопок керування

Для управління вимірювальною системою параметрів людини необхідно дві кнопки. Кнопка для вмикання роботи вимірювальної системи. Кнопка для викмикання роботи вимірювальної системи. Враховуючи те, що вимірювальна система буда розташовуватись, або на ручі чи плечі, або в спеціальному одязі, потрібно вибрати невеликі кнопки. Також потрібно врахувати сумісність з мікроконтролером Atmega. Виходячі з вимог, обираємо дві мелнькі тактові кнопки.

3.5.Обґрунтування блютуз модуля

Бездротова технологія Bluetooth є бездротовою технологією короткого діапазону дії, що забезпечує бездротовий зв'язок між цифровими

пристроями, наприклад комп'ютером і цифровим фотоапаратом. Бездротова технологія Bluetooth працює в діапазоні близько 10 м.

Найчастіше з'єднуються два пристрої, проте окремі пристрої можна з'єднати з кількома пристроями одночасно.

Для з'єднання кабель не потрібен, а також не потрібно розташовувати пристрої один біля одного, як у разі з інфрачервоною технологією. Наприклад, такий пристрій можна використовувати у сумці чи кишені.

Стандарт Bluetooth – це міжнародний стандарт, який підтримується і використовується тисячами компаній по всьому світу.

Максимальний діапазон зв'язку

Максимальний діапазон зв'язку може скоротитися за описаних нижче умов.

- За наявності перешкоди, наприклад людини, металевго предмета чи стіни, між системою і пристроєм bluetooth.
- Поблизу системи використовується пристрій бездротової локальної мережі.
- Поблизу системи використовується мікрохвильова піч.
- Поблизу системи використовується пристрій, який генерує електромагнітні хвилі.

Перешкоди від інших пристроїв.

Оскільки пристрої Bluetooth і бездротова локальна мережа LAN (IEEE802.11b/g) використовують ту саму частоту, можуть мати місце інтерференція мікрохвиль, що призводить до зниження швидкості зв'язку, шуму чи неправильного з'єднання, якщо система використовується поблизу пристрою бездротової локальної мережі LAN. У такому разі виконайте описане нижче.

- Використання такої системи потребує відстані принаймні 10 м від пристрою бездротової локальної мережі LAN.
- Якщо система використовується у межах 10 м від пристрою бездротової локальної мережі LAN, потрібно вимкнути пристрій бездротової локальної мережі LAN.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		27

Перешкоди, які створюються іншим пристроям

Мікрохвилі, які генерує пристрій bluetooth, можуть негативно впливати на роботу електронного медичного обладнання. Потрібно вимикати систему та інші пристрої Bluetooth в описаних нижче місцях, інакше може статися нещасний випадок.

– У місцях, де наявний займистий газ, у лікарні (мається на увазі де є діагностичні пристрої), потязі, літаку чи на заправній станції.

Поблизу автоматичних дверей чи пожежних сигналізацій.

Вигляд простого модуля bluetooth представлений на рис.3.5.

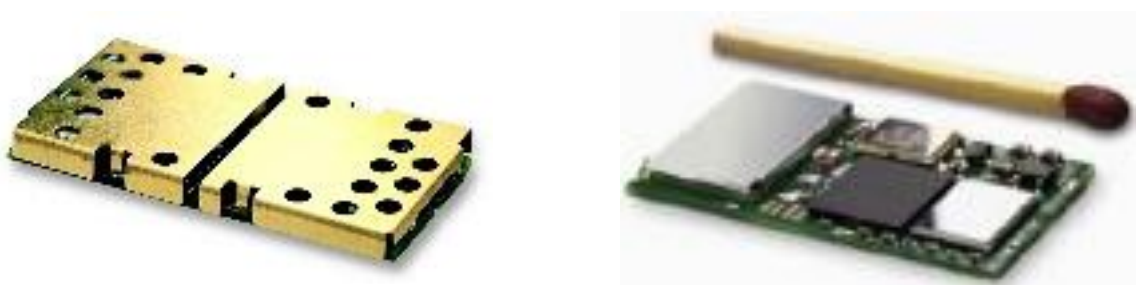


Рис. 3.5. Зовнішній вигляд чіпу блютуз

Варто відзначити той факт, що з'єднання пристроїв, що підтримують Bluetooth, відбувається автоматично, як тільки вони виявляються в межах досяжності (поки що ця відстань обмежується 30 м, хоча роботи над його збільшенням до 100 м). Звичайно, при встановленні з'єднання користувач не повинен замислюватися про драйвери, сумісність і т. д. - все здійснюється без його втручання. Виняток становлять продукти, зроблені для Франції та Іспанії: у цих країнах радіоканал Bluetooth лімітований, і вони несумісні з пристроями для решти країн. [11]

3.6.Обґрунтування блока живлення

Конструкція системи вимірювання біомедичних параметрів тіла людини передбачає живлення без дротів, тоюто через акумулятор чи батареюку.

Живлення всіх складових наступне:

1) Atmega– 5В;

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
						28
Зм	Друк	№ докум	Підпи	Лат		

2) Датчик серцебиття – 5В;

3) Тактові кнопки – 5В;

4) Bluetooth модуль – 5В.

Тому виходячі з аналізу живлення складових системи обираємо батарейку на 5В.

3.7. Структурна схема

На основі обґрунтованих складових комп'ютиризованої системи була розроблена структурна схема вимірювання біопараметрів тіла людини рис.3.6.

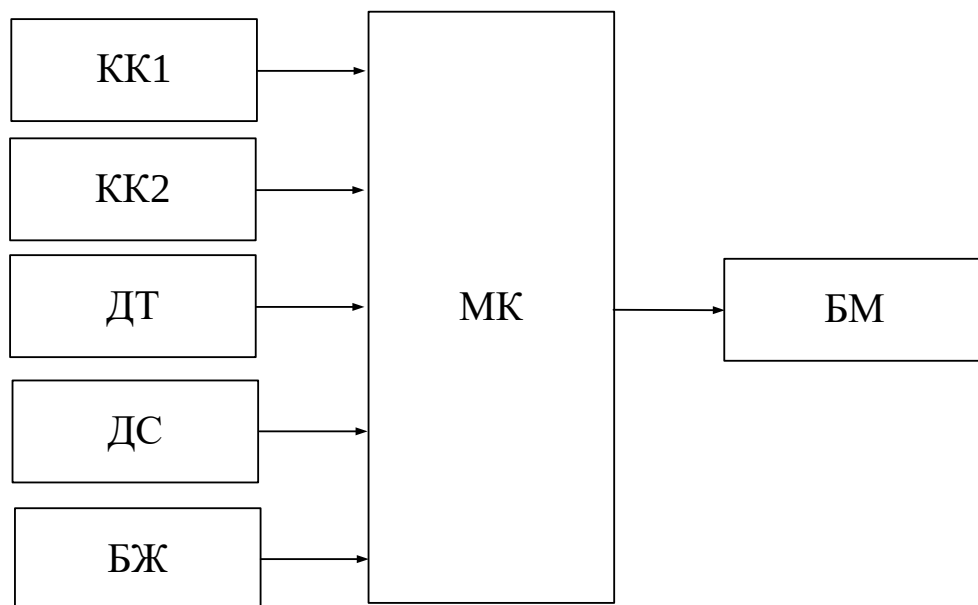


Рис.3.6. Структурна схема

Перелік елементів структурної схеми наступне:

- KK1, KK2 – кнопка керування;
- ДТ– датчик температури;
- ДС – датчик серцебиття;
- БЖ – блок живлення;
- МК – мікроконтролер;
- БМ – блютуз модуль.

4. РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1. Вибір мікроконтролера

В якості мікроконтролера було обрано Atmega. Враховуючи кількість виводів та популярність оберемо ATmega328 P.

Мікроконтролер Atmel ATmega328P – це 8-бітний megaAVR пристрій високої якості і що володіє відмінною надійністю, який заснований на архітектурі RISC (покращеною AVR). Дані мікроконтролери є одними із найпопулярніших серій лінійки AVR. Прекрасно себе зарекомендували у різних галузях застосування. Зовнішній вигляд та розпіновка ATmega328P представлена на рис.4.1-4.2.



Рис.4.1.Зовнішній вигляд ATmega328 P

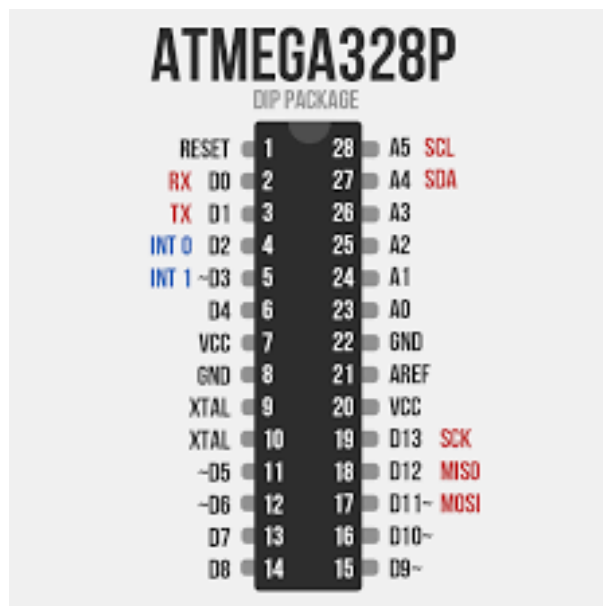


Рис.4.2. Розташування пінів ATmega328P

Характеристики:

- Живлення, В: 1,8...5,5 В;
- Тип ядра: AVR;
- Розрядність: 8-Bit;
- Частота: 20MHz;
- Робоча температура, °C: -40...+85°C
- Ширина шини даних: 8-біт;
- Тактова частота: 20 мгц;
- Кількість входів/виходів: 23;
- Об'єм пам'яті програм: 32 кбайт (16k x 16);
- Тип пам'яті програм: flash;
- Об'єм EEPROM: 1k x 8;
- Об'єм RAM: 2k x 8;
- Наявність АЦП/ЦАП: ацп 6x10b;
- Вбудовані інтерфейси: i2c, spi, uart;
- Вбудована периферія: brown-outdetect/reset, por, pwm, wdt;
- Корпус: dip-28 (0.300 inch)
- Вага: 4 г. [12]

4.2. Вибір датчика температури

Виходячи з умов використання пристрою та вимірювання температури необхідно застосувати датчик, який буде вимірювати температуру конкретного об'єкта, а не навколишнього середовища. Тобто це буде відбуватися без безпосереднього контакту з об'єктом. Відповідно обираємо безконтактний датчик температури, який має лазер або ІК для розрахунку температури об'єкта.

MLX90614 – один з таких датчиків, який використовує ІК-енергію для визначення температури об'єкта рис.4.4.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		31



Рис.4.4. Зовнішній вигляд датчика температури MLX90614

MLX90614 – безконтактний інфрачервоний термометр із цифровим інтерфейсом. У модулі встановлений стабілізатор напруги та підтягуючі резистори.

Датчики вимірюють дві температури: температуру об'єкта та температуру навколишнього середовища. Вимірювання температури об'єкта відбувається безконтактним способом, а температура середовища вимірюється кристалі датчика.

Температура об'єкта вимірюється в діапазоні від -70 до 380 градусів з 17-бітною роздільною здатністю за допомогою зчитування інфрачервоного випромінювання, що виходить від нього. Така точність дозволяє датчику розрізняти температуру між 25° та 25.02°C.

У корпусі об'єднані ІЧ детектор (MLX81101) та мікросхема обробки сигналу (MLX90302). Завдяки застосуванню малошумного підсилювача, 17-бітового АЦП і потужного DSP процесора датчики мають високу точність та роздільну здатність. Результатом вимірювань є усереднена температура всіх об'єктів, які потрапляють у робочу область датчика. Точність стандартних моделей становить -0.5°C, а точність моделей для медичного застосування (MLX90614ESF-DCI) сягає 0.2°C. Слід враховувати, що ця точність може бути досягнута лише в тому випадку, якщо датчик перебуває у стані термічної рівноваги. На його зміну можуть впливати гарячі або холодні об'єкти, що знаходяться поруч.

ІЧ датчики MLX90614 калібровані на заводі-виробнику з цифровим ШІМ і SMBus виходом в діапазоні від -40 до 125 ° С для температури навколишнього середовища та в діапазоні -70 ... 380 ° С для вимірюваних об'єктів.

Датчики MLX90614 підтримують два інтерфейси, однак достатньо мати один, щоб отримати доступ до іншого. Первинне підключення до ІЧ датчику відбувається за 2-провідним SMBus інтерфейсом, дуже простим і близьким до I2C. Якщо він вже налаштований, то пізніше можна налаштувати датчик на ШІМ вихід. Два вихідні сигнали - SDA та SCL – передають дані та сигнал синхронізації.

Кожен датчик має I2C адресу за замовчуванням 0x5A, але може бути змінений, це одна з головних переваг датчика. За допомогою конфігурації адреси можна додавати до 127 датчиків до однієї шини та отримувати широку температурну картку.

ШІМ вихід конфігурується поверх SMBus, його важко використовувати з мікроконтролером, але дуже зручний для використання датчика для прямого управління реле або іншим пристроєм спрацьовування. ШІМ сигнал може бути легко налаштований на будь-який потрібний діапазон за допомогою зміни змісту двох EEPROM осередків. Це не вплине на заводське калібрування датчика. ШІМ вихід також може бути налаштований як термореле у додатках, де датчик використовується як термостат або сигналізатор граничної температури. Пороги спрацьовування налаштовуються програмним методом.

Датчики випускаються в кількох модифікаціях з індексом DCI або BCI. Обидва датчики мають вхідну напругу 3В, сумісну з батарейним живленням. Індекс І позначає тип модифікації корпусу, який має насадку для забезпечення вузького поля зору 5°.

Крім датчика та мікросхеми обробки сигналу в корпусі розташований оптичний фільтр, який відрізає видимий та близький до інфрачервоного випромінювання потік. Такий фільтр забезпечує нечутливість датчика до

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лист		33

сонячного світла та зовнішнього засвічення. Смуга пропускання фільтра становить 5.5...14 мкм.

Датчики MLX90614 випускаються у 4-вивідному ТО-39 корпусі, два для живлення та два для SMBus інтерфейсу. Датчик встановлений на плату, яка містить стабілізатор напруги на 3,3 вольт, резистори, що підтягують, і фільтруючі конденсатори.

Усі можливі схеми підключення компонентів інфрачервоного термометра досить проста і приведена на рис.4.5.

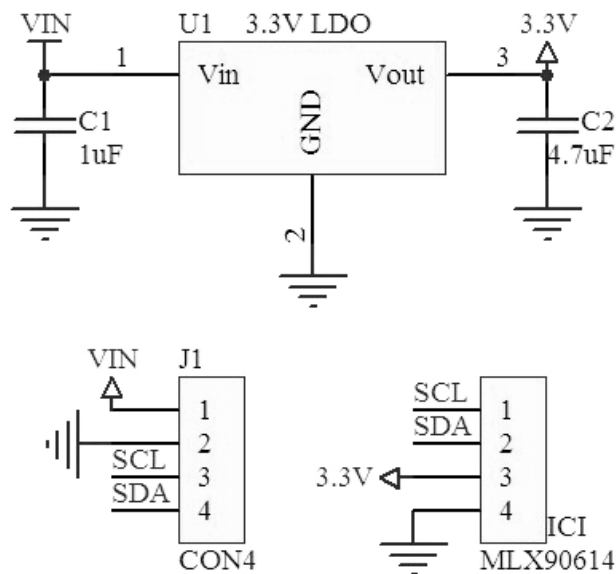


Рис.4.5. Можливі схеми підключення компонентів інфрачервоного датчика температури MLX90614

Особливості та переваги:

- малі розміри, невелика вартість;
- легкість інтеграції;
- заводське калібрування в широкому температурному діапазоні: -40 ... 125 ° С для датчика і -70 ... 380 ° С для вимірюваного об'єкта;
- висока точність 0.5°C у широкому температурному діапазоні (0...50°C);
- високоточне (медичне) калібрування;
- роздільна здатність вимірювань 0.02°C;

- SMBus сумісний інтерфейс;
- ШІМ вихід для отримання безперервних результатів вимірювань;
- моделі з напругою живлення 3 та 5 В;
- моделі з однією та двома зонами (датчиками);
- проста адаптація для додатків на 8-16В;
- режим зниженого енергоспоживання для економії харчування;
- різні модифікації корпусу для спеціалізованого застосування.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення: 3 - 5 В (вбудований стабілізатор);
- Інтерфейс: SMBus;
- Діапазон виміру: -70 до +380 °С;
- Точність вимірювання: 0.02 °С;
- Дальність виміру: 2 м (макс);
- Відкалібрований: так;
- Температурний діапазон: -40 до + 125 °С;
- Габаритні розміри: 17 x 11 мм.[13]

4.3.Вибір датчика серцебиття

Для контролю серцебиття у людини, вибираємо обрано інфрачервоний безконтактний датчик, який буде сумісний з Atmega328P. KY-039 датчик представлений на рис.4.6.

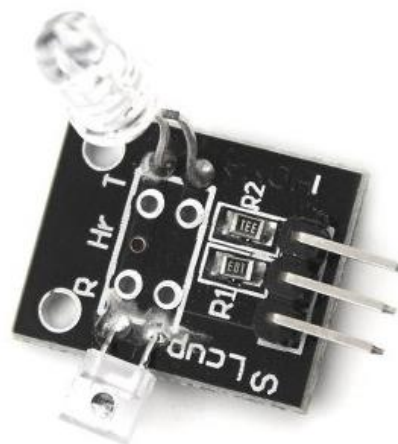


Рис.4.6. Зовнішній вигляд датчика серцебиття KY-039

«KY-039» – складається з інфрачервоного світлодіода (LED) і фототранзистора, з допомогою яких можна вимірювати серцебиття в пальці. Монітор серцевого ритму працює наступним чином: палець повинен бути розташований між IR світлодіодом і фототранзистором, який отримує потік інфрачервоного випромінювання.

Коли в пальці пульсує кров'яний тиск то опір фототранзистора змінюється. При вимірюванні пульсу необхідно щоб фототранзистор був захищений від попадання прямого сонячного або штучного світла для виключення небажаних перешкод.

Характеристики KY-039:

- напруга живлення, В: 3-5.5;
- Розміри (довжина x ширина), мм: 27 x 16 x 20;
- Точність вимірювань: ± 2 уд./хв;
- підключення KY-039:
- "S" - аналоговий вихід
- «-» - GND (загальний)
- середній контакт - плюс живлення. [14]

4.4.Вибір кнопки керування

В якості кнопок керування обираємо кнопку тактову 6x6x3,4 mm SMD 5pin рис.4.8.



Рис.4.8. Тактова кнопка 6x6x3,4 mm SMD 5pin

Характеристики:

- Країна виробник: Китай;

- Форма кнопки: Кругла;
- Алгоритм роботи: ON-OFF;
- Тип монтажу: На плату;
- Форма вимикача: Квадратна;
- Сигнальна лампа: Немає.[15]

4.5.Вибір блютуз-модуля

В якості блютуз-модуль використаємо Bluetooth-модуль HC-05 (рис.4.9).

Технічні параметри Bluetooth-модуль CZ- HC-05:

- Чіп Bluetooth: HC-05(BC417143)
- Діапазон частот радіозв'язку: 2,4-2,48 ГГц
- Потужність передачі: 0,25-2,5 мВт
- Чутливість: -80 dBm
- Напруга живлення: 3,3-5 В
- Споживаний струм: 50 мА
- Радіус дії: до 10 метрів
- Інтерфейс: послідовний порт
- Режими: master, slave
- Температура зберігання: -40 ... 85 °С
- Робочий діапазон температур: -25...75 °С
- Габарити: 27 x 13 x 2,2 мм.

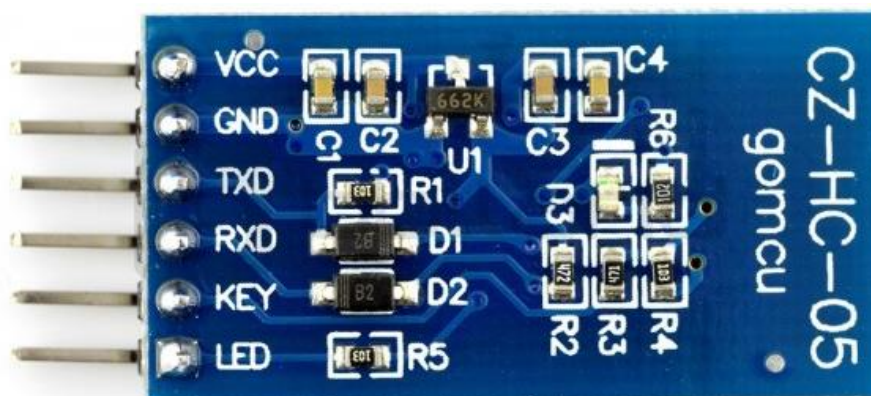


Рис.4.9. Bluetooth-модуля CZ- HC-05

Датчик має 6 виводів стандарту 2,54 мм:

1. VCC – (живлення 3,6 - 6 В);
2. GND – (земля).
3. TXD, RXD – UART інтерфейс;
4. STATE – індикатор стану;
5. KEY – Контакт для входу в режим програмування.

6. LED – вказує на статус модуля, блимає один раз на 2 секунди: модуль перейшов у режим керування. Повторне блимання: Очікування підключення в режимі даних. Блимає двічі за 1 секунду: підключення успішне в режимі даних [16]

Підключення даного модуля до ардуіно представлено на рис.4.10.

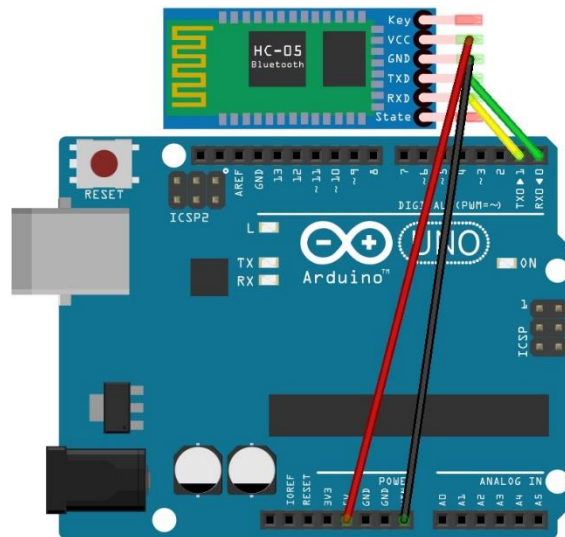


Рис. 4.10. Підключення Bluetooth-модуля HC-05 до Ардуіно

4.6. Побудова принципово-електричної схеми

Враховуючи структурну схему та вибір елементної бази була побудована принципова схема системи вимірювання біомедичних параметрів людини рис.4.8.

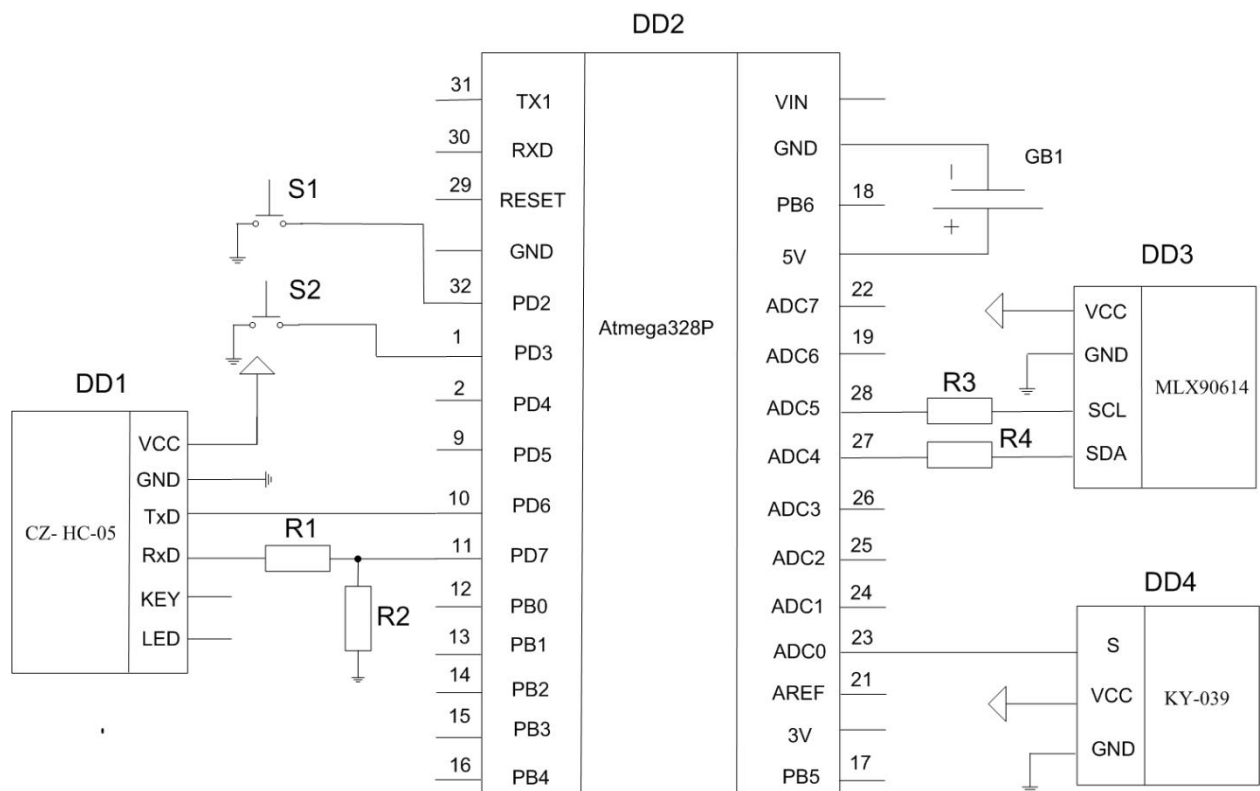


Рисунок 4.8. Принципова схема

Перелік елементів принципової схеми наступний:

- 1) DD1 – блютуз-модуль CZ-HC-45;
- 2) DD2 – Atmega328P;
- 3) DD3 – датчик температури MLX90614;
- 4) DD4 – датчик серцебиття KY-039;
- 5) SB1, SB2 – тактові кнопки;
- 6) GB1 – батарейка 5В;
- 7) R1 – 1кОм;
- 8) R2 – 2 кОм
- 9) R3, R4 – 10 кОм.

4.7. Розрахунок похибок визначення температур людини

Проведено десять повторних вимірювань датчиком датчик температури MLX90614, діапазон температур виміру згідно технічних характеристик: заводське калібрування в широкому температурному діапазоні: -40 ... 125 ° С

для датчика і -70 ... 380 °С для вимірюваного об'єкта. Після вимірювання отримано наступну вибірку:

$$T = (36,04; 36,92; 36,96; 36,06; 36,08; 36,06; 36,06; 36,94; 36,96; 36,96) \text{ } ^\circ\text{C}$$

За відомими формулами шукаємо:

1) середнє арифметичне $\bar{T}$ за (4.1):

$$\bar{T} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} T_i \cong 36,504 \quad (4.1)$$

2) похибки повторних вимірювань ΔT_i та ΔT_i^2 (4.2):

$$\Delta T = |\bar{T} - T_i| \text{ та } \Delta T_i^2 = (\bar{T} - T_i)^2, \quad (4.2)$$

де $i = 1, 2 \dots 10$;

Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

№ з. п.	T, °C	ΔT_i , °C	ΔT_i^2 , °C ²
1	36,04	0,464	0,215296
2	36,92	0,416	0,173056
3	36,96	0,456	0,207936
4	36,06	0,444	0,197136
5	36,08	0,424	0,179776
6	36,06	0,444	0,197136
7	36,06	0,444	0,197136
8	36,94	0,436	0,190096
9	36,96	0,456	0,207936
10	36,96	0,456	0,207936
сер	36,504	0,444	0,197344

Розрахуємо випадкову похибку вимірювання за (4.1). За даними табл. 4.2 знайдемо коефіцієнт Стюдента для 10 вимірювань і довірчої ймовірності 0,95 $t_{0,95}=2,26$; розрахуємо за (4.2) виправлене вибіркове середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{1}{10 \times 9} \sum_{i=1}^{10} (\bar{T} - T_i)^2} \approx 0,148 \text{ } ^\circ\text{C}$$

та знайдемо випадкову похибку:

$$\Delta_B T = 2,26 * 0,148 = 0,335 \text{ } ^\circ\text{C}$$

(Результати вимірювань та обчислень заносимо у табл. 4.2.)

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпи	Лат		40

1) похибку приладу за (4.3):

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} t_p k T_{\text{гр}} \quad (4.3)$$

Для надійної ймовірності $P = 0,95$ з табл. 4.2 знайдемо при умові $t_{0,95}=2,0$. Враховуючи, що за умовою $T_{\text{гр}} = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а клас точності $k = 1$, отримаємо:

$$\Delta_{\text{пр}} T = \frac{1}{300} 2,0 * 40 * 1 \approx 0,26 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

2) похибку заокруглення за (4.4):

$$\Delta T_3 = P \frac{h}{2}. \quad (4.4)$$

Для цього знайдемо інтервал заокруглення h як половину останнього розряду виміряної величини — 0,05. Отже:

$$\Delta T_3 = 0,95 * \frac{0,05}{2} \approx 0,02 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

3) загальну абсолютну похибку (4.5):

$$\Delta T = \sqrt{(\Delta_B T)^2 + (\Delta_{\text{п}} T)^2 + (\Delta_3 T)^2} = \sqrt{0,335^2 + 0,26^2 + 0,02^2} \approx \quad (4.5)$$

$$\approx 0,27 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

5. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ТА АЛГОРИТМУ

5.1. Розробка алгоритму

Алгоритм роботи комп'ютеризованої системи для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини заключається в наступному.

Блок початок відповідає за включення системи через кнопку.

Блок підключення бібліотек відповідає за бібліотеки для роботи з датчиками серцебиття, температури та та блютуз модуля.

Блок ініціалізація відповідає за константи та змінні, відповідні налаштування вхідних/вихідних пінів.

Блок циклу опитування даних кожні 30 хвилин реалізується. Відповідно часперіоду опитування датчиків буде кожні 30 хвилин.

Блок вимірювання температури відповідає за реалізацію вимірювання температури відповідним датчиком температури.

Блок порівняння меж значень температури відповідає за виявлення температури тіла людини в нормі. Якщо виміряна температура буде в межах 36,6-36,8, то програма просто відправляє ці дані через блютуз модуль на телефон медперсоналу. Якщо температура виходить за ці межі, то програма буде відсилати повідомлення з тривожним сигналом чи повідомленням.

Блок вимірювання частоти серцебиття відповідає за реалізацію вимірювання частоти серцебиття людини.

Блок порівняння граничних значень частоти серцебиття відповідає за звірку частота серцебиття у людини. Якщо виміряна частота в межах норми 94-122, то програма робить відсилку цих даних через блютуз модуль на телефон медперсоналу. Якщо частота виходить за межі норми, то програма надійшло через блютуз модуль тривожне повідомлення.

Після опитування датчиків та передачі даних через блютуз модуль, програма зациклюється та через період 30 хвилин знову робить опитування датчиків.

Блок кінець реалізується через кнопку виключення.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		42

Алгоритм роботи вимірювальної системи приведено на рисунку 5.1.

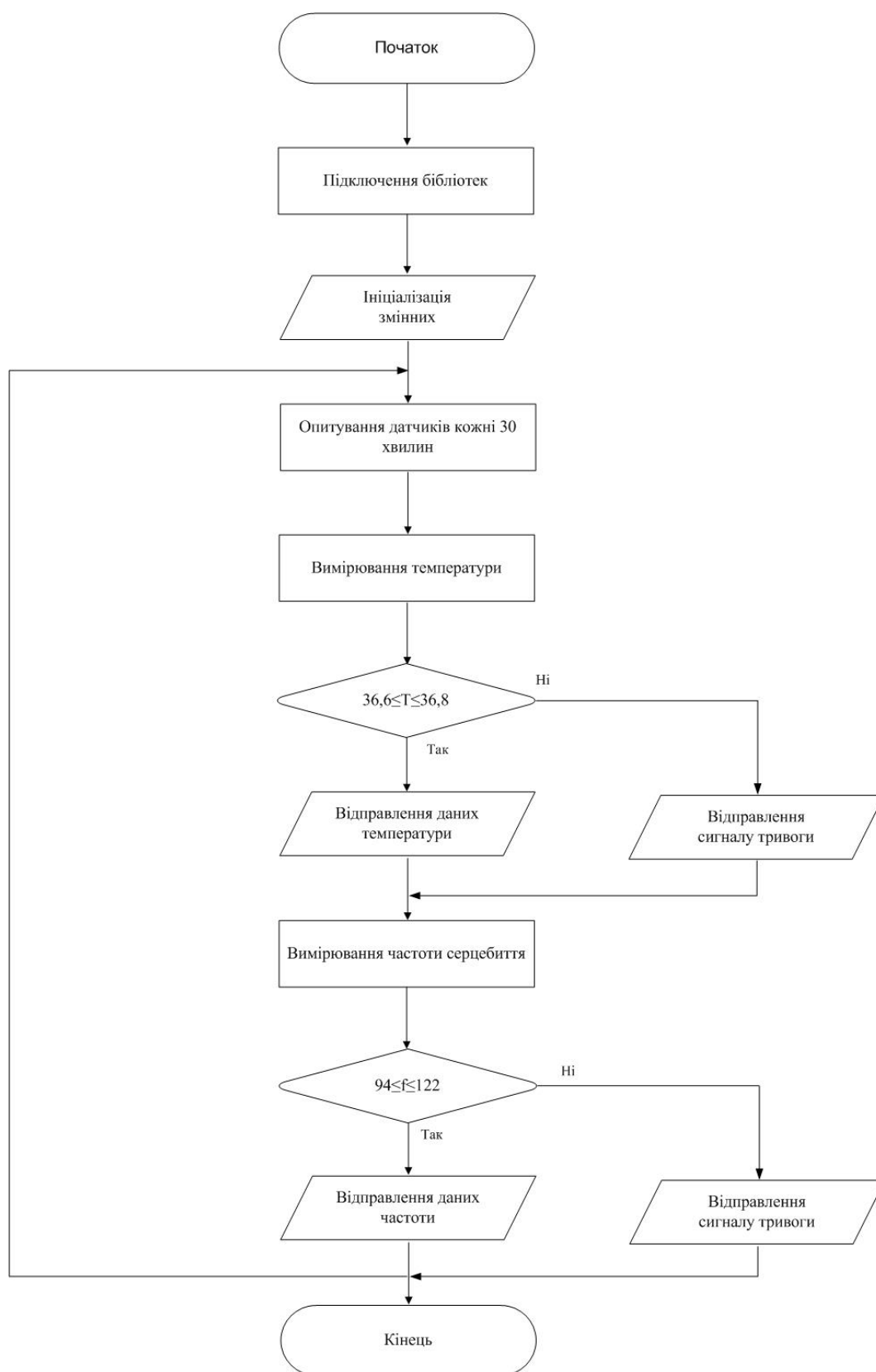


Рис.5.1. Блок-схема алгоритму програми

5.2. Розробка програми

На основі розробленого алгоритму та принципової схеми була розроблена програма, по якій буде працювати система. Враховуючи, що обрано мікроконтролер Atmega 328P, обираємо мову програмування Cі.

Для роботи з Atmega 328P використати Arduino IDE. А в якості програматора застосувати Arduino Uno чи Nano.

Мова програмування буде не зовсім Cі, а так мовити на спеціально спрощеній мові C AVR. Це набір готових бібліотек, який називають Wiring, а також на чистому C AVR. Використання таких бібліотек полегшує код та прискорює його роботу.

У Arduino IDE в контекстному меню можна відкрити файл, зробити налаштування, вибрати плату чи мікроконтролер, якій потрібно запрограмувати та відповідно обрати програматор. [17]

Лістинг розробленої програми представлений нижче. Повна програма представлена в Додатку А.

```
#include <Wire.h>
#include <SparkFunMLX90614.h> //бібліотека для датчика температури
#include <SPI.h> //бібліотека для SPI підключення
IRTherm therm; //змінна для температури
#include <SoftwareSerial.h> //бібліотека для блютуз модуля
#include <Time.h>
int gRxBPin = 6; //підключення блютуз модуля до 6 піна
int gTxPin = 7; //підключення блютуз модуля до 7 піна

#define samp_siz 4 // кількість розрахунків датчика серцебиття - можна збільшити до 20
#define rise_threshold 5

SoftwareSerial BTSerial(gRxBPin, gTxPin); // налаштування блютуз модуля

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(A0, INPUT); //підключення на вхід датчика серцебиття до
    піна A0
    pinMode(A0, OUTPUT); //підключення на вихід датчика серцебиття до
    піна A0
    //вивід даних блютуз модуля # 38400 - для метода №1, 9600 - для
    метода №2
    BTSerial.begin(38400);
    Serial.begin(9600);
    delay(500);
}

String temperature; //змінні для датчика температури
char runner;
void loop() {
```

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Док
						44
Зм	Док	№ докум	Підпи	Лат		

```

    if (therm.read()) // При успішному зчитуванні температури функція read
    () повертає 1, при неуспішному - 0.
    {
        temperature = String(therm.object(), 2);
        Serial.print("Object: ");
        Serial.print(temperature); Serial.println("C");
        BTSerial.clearDisplay();
        runner++;
        delay(5);
    }
    BTSerial.setTextSize(2);
    BTSerial.setTextColor(WHITE);
    BTSerial.setCursor(display.width()/4,display.height()/12);

    if (therm.object()>=100)
    display.setCursor(display.width()/4,display.height()/12);

    BTSerial.println(temperature);
    BTSerial.drawLine(display.width()/runner,display.height()
display.height()/2.5,      display.width()/runner+1,      display.height()
display.height()/2.5, WHITE);
    display.setCursor(0,display.height()-display.height()/4);
    BTSerial.setTextSize(1);
    BTSerial.println("  Arduino Therm1gun");
    BTSerial.setCursor(display.width()-
display.width()/4,display.height()/12);
    BTSerial.println("deg C");
    BTSerial.display();
    if (runner>20)
    runner=0;
    )

```

6. КОНСТРУКТОРЬСКА ЧАСТИНА

6.1. Розробка друкованої плати

Друкована плата – пластина, виконана з діелектрика (текстоліт, гетинакс тощо), на якій сформований хоча б один провідний малюнок. На друковану плату монтуються електронні компоненти, які з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка паянням, або, значно рідше, зварюванням, у результаті чого збирається електронний модуль (або змонтована друкована плата).

Було використано середовище EasyEda оскільки дане середовище не потребує встановлення на комп'ютер. Для роботи EasyEda достатньо браузера Google Chrome та наявності акаунту Google. Також EasyEda містить багато бібліотек з елементами, що дозволяє досить швидко розташувати деталі на робочому полі для розведення друкованої плати.

Плата пристрою розроблена в середовищі EasyEda, на рисунку 6.1-6.4. Для того щоб прорахувати розмір плати потрібно врахувати складові системи: Atmega328P – 7,6х34,5мм, MLX90614 – 16х111мм, роз'єми для під'єднання KY-039 та CZ- HC-05, а також врахуємо місце для резисторів, кнопок та батарейки. По 0,5мм врахуємо технічну зону та полярність для плати.

За рамкою EasyEda визначає розмір 46х72мм. Система однопалатна, плата двошарова, ширина доріжки 0,25мм, діаметр отворів 0,6мм, внутрішнього отвору 0,3мм. Плата буде виконана на стеклотекстоліті. [18]

Друкована плата з трасуванням та з маскою представлені на рис.6.1, 6.2 відповідно. Два шари друкованої плати для друку представлені на рис.6.3-6.5.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Друк
Зм	Друк	№ докум	Підпис	Лат		46

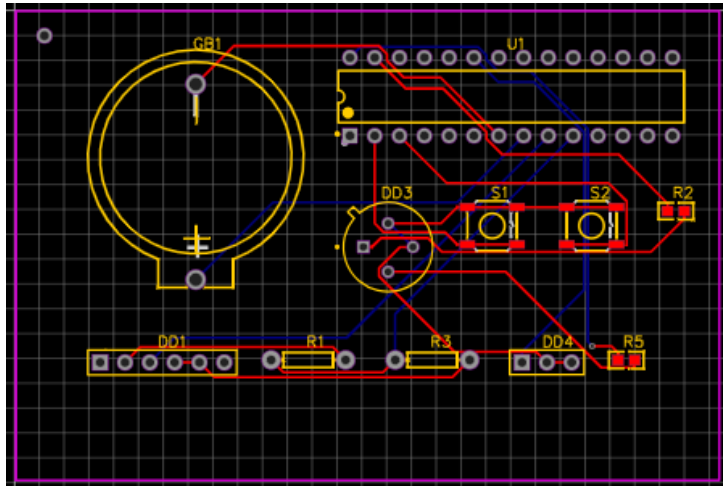


Рис.6.1. Трасування друкованої плати в EasyEda

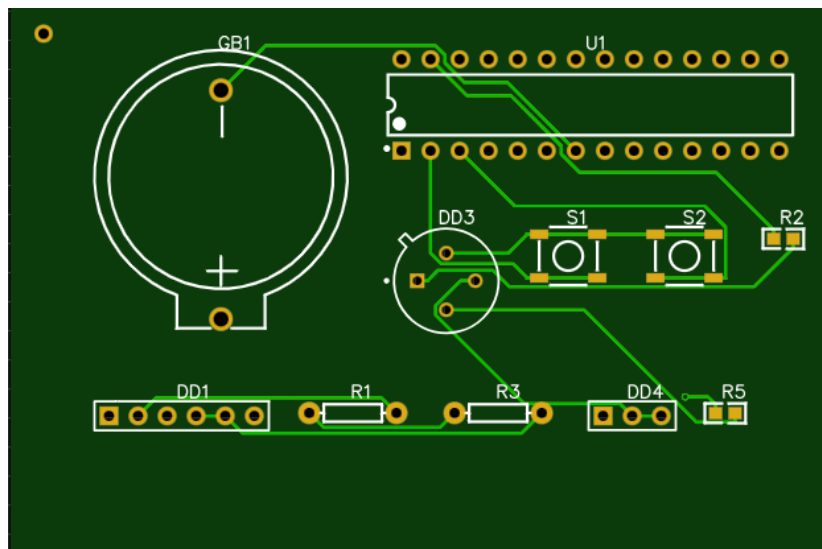


Рис.6.2. Друкована плата з маскою перший шар в EasyEda

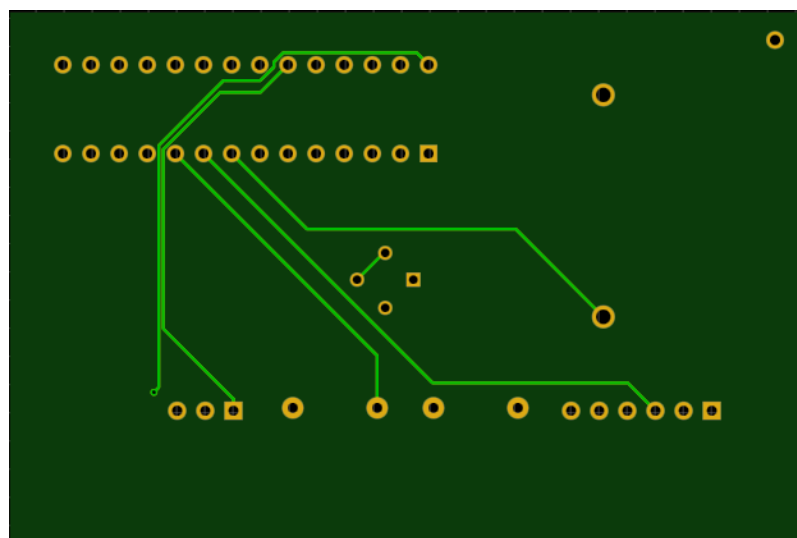


Рис.6.3. Друкована плата з маскою другий шар в EasyEda

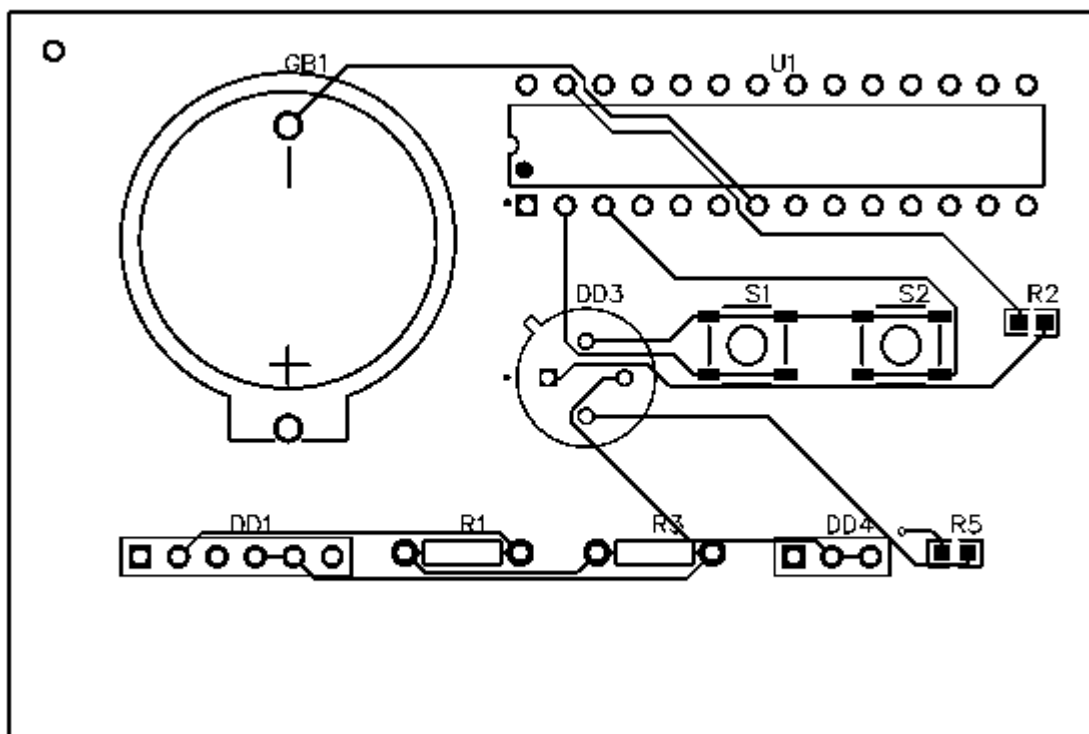


Рис.6.4. Перший шар друкованої плати

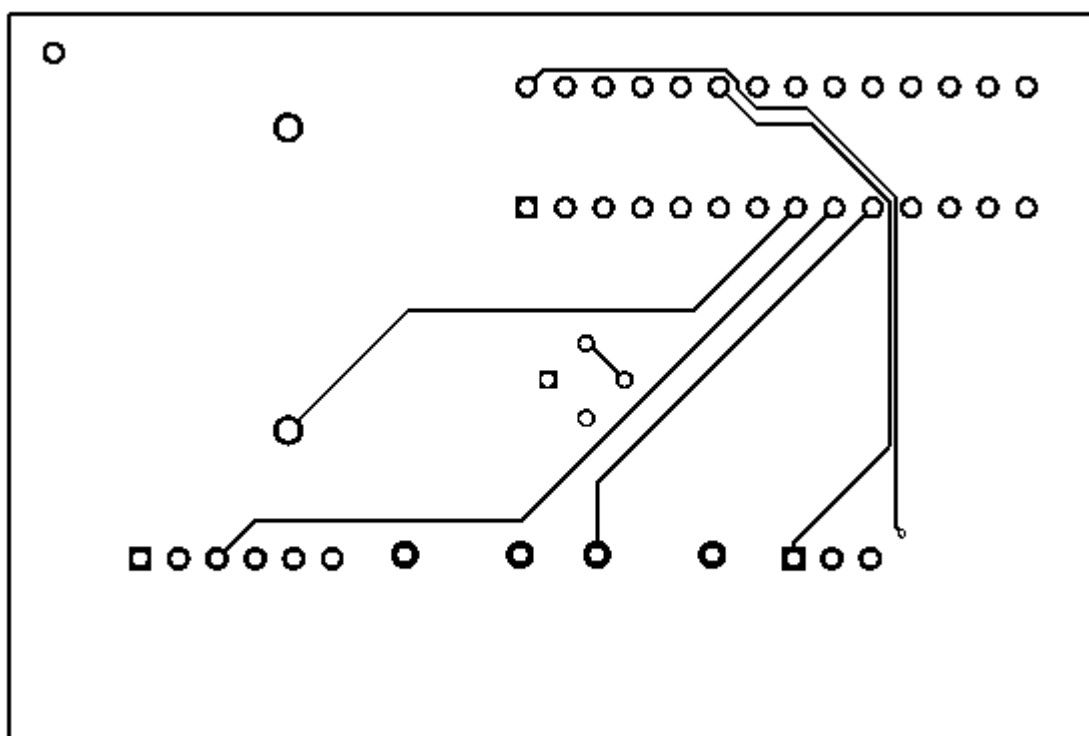


Рис.6.5. Другий шар друкованої плати

6.2. Розрахунок надійності розробленого пристрою

Надійність – властивості апаратури зберігати свої вихідні параметри в певних умовах експлуатації. Розрахунок надійності полягає у визначенні показників надійності виробу за відомими характеристиками надійності складових компонентів і умов експлуатації. Надійність є комплексним властивістю, що обумовлюється безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю і зберігаємостю.

До основних показників надійності належать: ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$, інтенсивність відмов $\lambda(t)$, середній час безвідмовної роботи $T_{\text{ср}}$.

Ймовірність безвідмовної роботи – це ймовірність того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданої напруженості не відбудеться жодної відмови.

При розрахунку безвідмовності технічного пристрою по раптовим відмовам визначають такі показники: ймовірність безвідмовної роботи за заданий час $P(t)$ інтенсивність відмов $\lambda(t)$ або параметр потоку відмов $\Lambda(t)$ та напруженості до відмови або на відмову T_0 .

Розрахунок проводиться при таких допущеннях:

- Кожний елемент та пристрій в цілому знаходяться в одному з двох можливих станів: працездатному або непрацездатному;
- Відмови елементів є подіями випадковими і незалежними;
- Інтенсивність відмов елементів є величина постійна, тобто не залежить від часу;

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:

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		49

– робочий діапазон температури від -25 до 55°C, відносна вологість повітря до 80% при 20 °C;

– конструктивно виконано для роботи в закритих приміщеннях із природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов, вібростійкий.

Склад виробу – система вимірювання параметрів тіла людини.

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

Відновлення виробу проводиться шляхом заміни КВ, що відмовили справними з ЗОПа.

При розрахунку надійності виробу використовувалися характеристики, дані при цьому були прийняті наступні допущення:

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

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						50
Зм	Лист	№ докум	Підпи	Лат		

$N_i \lambda_i$ – кількість і інтенсивність відмовлень КВ i -ої групи відповідно.

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

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

де λ_{oi} – інтенсивність відмовлень КВ в номінальному режимі і нормальних умовах; $a_i \dots a_n$ – 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 [22] з врахуванням вихідних даних для проектного виробу.

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

$$\lambda = 65,94 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

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)

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
0,9837	0,9676	0,9517	0,9362	0,8764	0,7191	0,5901	0,5172

Середній наробіток до відмовлення виробу визначався по формулі:

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

Підставляючи дані в формулу (6.4) одержимо

$$T = (65,94 \cdot 10^{-6})^{-1} = 15165,3 \text{ год.}$$

На графіку, приведеному на рисунку 6.3 приведена залежність надійності $P(t)$.

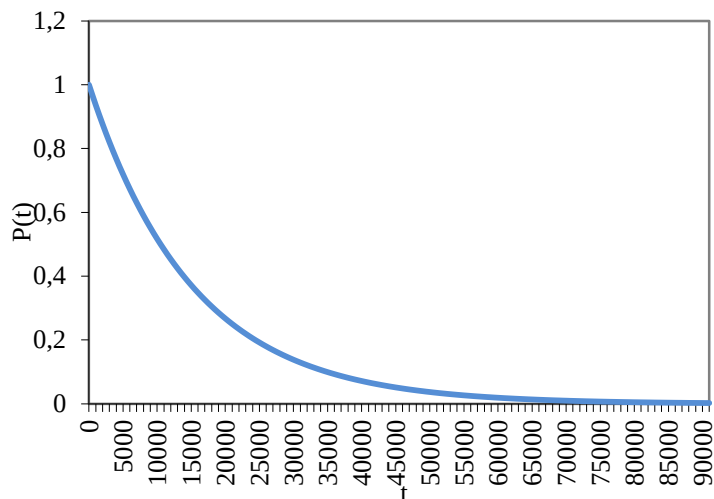


Рис.6.3 – Ймовірність безвідмовної роботи виробу протягом часу t

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
					a_1	a_2	a_3	a_4	
1	Резистори	4	0,008	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1	0,8		1	0,05376
2	Мікросхеми								
	Atmega328P	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
3	Модулі								
	CZ- HC-05	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
	MLX90614	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
	KY-039	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
4	Кнопки тактові	2	0,1	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_4$	2,1			1	0,42
5	Батарейка	1	30	$\lambda_0 \cdot a_1 \cdot a_4$	2,1			1	63
6	Пайки	44	0,0001	$\lambda_0 \cdot a_1$	2,1				0,00924
	Разом								65,94

7.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1.Охорона праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Згідно з вимогами Кодексу законів про працю на всіх підприємствах, в установах, організаціях створюються безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці покладається на власника або уповноважений ним орган.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

Власник або уповноважений ним орган повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, що попереджають виробничий травматизм, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників.

Власник або уповноважений ним орган не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

На власника або уповноважений ним орган покладається систематичне проведення інструктажу (навчання) працівників з питань охорони праці, протипожежної охорони.

Працівники, зайняті на роботах з важкими і шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням,

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
						53
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		

молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці в підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.[19]

7.2. Аналіз умов праці на робочому місці

Основні геометричні розміри приміщення і схема розміщення робочих місць (Рис.7.1) приведені нижче.

Ширина приміщення: $b = 5\text{ м}$;

Довжина приміщення: $a = 6\text{ м}$;

Висота стелі: $h = 5\text{ м}$.

Розрахуємо значення площі й об'єму досліджуваного приміщення:

$$S = a * b = 5 * 5 = 25\text{ м}^2$$

$$V = S * h = 25 * 5 = 125\text{ м}^3$$

Таким чином, на одну людину приходить:

$$S_{\text{ч}} = \frac{S}{5} = \frac{25}{5} = 5\text{ м}^2\text{ площі,}$$

$$V_{\text{ч}} = \frac{V}{5} = \frac{125}{5} = 25\text{ м}^3\text{ об'єму.}$$

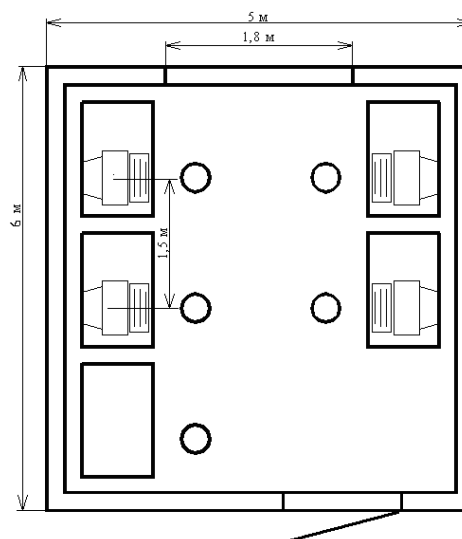


Рис. 7.1. План приміщення

Зведемо отримані значення площі й обсягу робочого приміщення на один працівника, а також нормативні значення даних параметрів у таблицю 7.1.

Таблиця 7.1. Площа й обсяг приміщення на одного працівника.

Параметр	Норматив	Обчислене значення
Площа, S	не менш 6 м ²	5 м ²
Об'єм, V	не менш 19,5 м ³	25 м ³

Аналізуючи дані, приведені в таблиці, можна зробити висновок, що об'єм і площа, що приходяться на одного працівника, не задовольняють нормативним значенням.

Проаналізуємо організацію робочих місць у досліджуваному приміщенні.

Робочі місця обладнані регульованими меблями. Вимоги до відстаней а і b між робітниками місцями (Рисунок 5.1), що повинні бути не менш 1,2 м виконуються.

Зведемо фактичні і нормативні параметри в таблицю 5.2 і проаналізуємо отримані дані.

Таблиця 7.2. Параметри робочого місця

Параметр	Нормативне значення, мм	Фактичне значення, мм
Висота робочої поверхні	680 – 760	685
Висота простору для ніг	Не менше 600	640
Ширина простору для ніг	Не менше 500	500
Відстань від сидіння до нижнього краю робочої поверхні	Не менше 150	180

За результатами, приведеним у таблиці 7.2 можна зробити висновок, що параметри робочого місця відповідають нормі.

7.3. Охорона праці в медзакладі

Конституція України гарантує простір безпечної діяльності робітникам сектору здоров'я. Медична галузь містить значні ризики в сфері гігієни праці, а деякі спеціалізації (наприклад, медицина екстреної допомоги) несуть загрози травмування. Всі ризики, з якими зіштовхуються лікарі різних напрямів та середній медперсонал, поділяють на табл.7.3.

Види	Фактори ризику
Біологічні	інфекції, віруси, грибки
Фізичні	травмування під час виконання завдань в зоні надзвичайної ситуації
Ергономічні	наприклад, біль в кінцівках
Хімічні	бактерицидні засоби
Психічну	стрес, відсутність змоги врятувати всіх

Інколи сукупність факторів стає перепорою у виконанні професійних завдань, порушує фізичне, ментальне здоров'я, навіть просто знижена працездатність спричиняє економічні втрати закладу та помилки у лікуванні пацієнтів.

Політика ОП має включати комплексні заходи забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту, інформованості щодо ризиків та їх запобігання, освіти у цій сфері, з чітко визначеними правилами поведінки кожного фахівця на місці діяльності, ведення документації згідно з вимогами законів.

Співробітники мають право на відшкодування збитків у разі травм на виробництві та на пільги за виконання важкої роботи. В таких ситуаціях законодавство вимагає надання документальних підтверджень незадовільних умов роботи. Якщо адміністрація закладу зробить ретельну перевірку всіх документів на цю тему та усуне недоліки, це може на третину підняти рівень охорони безпечної діяльності, що сприятиме дотриманню прав співробітників.

Обов'язки роботодавців по організації системи ОП зазначені в Законі України «Про охорону праці». Саме на них накладається відповідальність за ефективну організацію системи управління ОП в межах його закладу.

А відповідні інструкції складаються за Положенням про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом №9 Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 27.06.2017 року.

За проведення інструктажів відповідають спеціалісти з охорони праці, проте директор може делегувати повноваження будь-якому співробітнику на свій розсуд. Для цього відповідальний перед вступом на посаду має пройти тематичні курси й отримати підтверджувальний сертифікат.

Виділяють більш ніж 130 видів небезпечної діяльності, у тому числі:

- робота з балонами та іншими місткостями з отруйними, стисненими, вибухонебезпечними речовинами (п. 12 Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці № 15 від 26.01.2005 року) ;
- контакт з легкозаймистими речовинами (п. 10);
- механізми, що працюють на газі або рідкому палеві (п.13) ;
- завдання, пов'язані з токсичними чи радіоактивними речовинами (п.36) пов'язані з дератизацією, дезактивацією, дезінфекцією приміщень (п. 37) ;
- обслуговування і випробування посудин, що працюють під тиском (п.63).

Різноманіття правил безпеки пов'язано не лише з різноманіттям професій, умов діяльності, а й з часом і причиною їх надання. Виділяють загальну класифікацію інструктажів ОП для основного штату і сумісників. Розглянемо особливості кожного виду на прикладі лікарень та інших ЗОЗ.

Вступний інструктаж з охорони праці Його необхідно провести, щоб ознайомити нового співробітника з місцевими нормативно-правовими актами

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						57
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Лат		

та інформаційними матеріалами по підприємству загалом. Цей вид зобов'язані пройти всі нові або поновлені найманці при прийнятті на роботу. Також це обов'язкова процедура для дієвих фахівців інших лікарень, що прибули для виконання якогось завдання, студентів-практикантів, та навіть членів екскурсійної групи по вашому закладу.

Жодна посада, рівень освіти чи досвід на аналогічному місці не становить винятку. Крім цього, немає значення повнота та вид зайнятості: постійна це робота чи часткова, сезонна, дистанційна, за сумісництвом тощо.

Під час проведення інструктажу необхідно використовувати новітні навчальні засоби: наявне технічне обладнання, спеціальні підручники, брошури, наочні схеми, посібники. За розробку програми і супутнього матеріалу відповідає служба ОП, а затверджує керівник закладу.

Первинний інструктаж з ОП проводять вже на робочому місці перед початком виконання обов'язків. За цей вид відповідає керівник відділу чи безпосередній керівник цієї посади. Його повинні прослухати наступні співробітники:

- нові посадовці з тимчасовою або постійною зайнятістю
- нещодавно переведені з іншого структурного підрозділу
- фахівці, яким належить виконати незвичну для них роботу
- персонал, що прибув з іншого ЗОЗ у відрядження для виконання певного виду робіт.

Ознайомити з правилами можна як індивідуально, так і у групі робітників, залучених в одній галузі або тих, що виконують однаковий перелік повноважень.

Повторний інструктаж з охорони праці у медзакладі Згідно з вимогами чинного законодавства, він має відбуватися не рідше ніж раз на 3 місяці, якщо робота належить до небезпечних. Для інших періодичність становить півроку. Проте це не суворі межі: кожен керівник може встановлювати свої терміни, враховуючи локальну специфіку зайнятості на підприємстві.

Позапланове проведення інструктажу з ОП у лікарні. Воно, зазвичай, пов'язано із різноманітними змінами та з випадками травмування.

Або, коли в дію вступили нові нормативно-правові документи, що стосуються безпечної професійної зайнятості чи коли внесли зміни до чинних актів. Інша обставина - зміна в робочому процесі, що безпосередньо впливає на характер діяльності. Це може бути заміна обладнання на більш сучасне чи нова технологія виконання процесу.

Якщо на підприємстві виникло травмування через порушення техніки безпеки, решті колективу позапланово нагадують правила безпечної поведінки. У випадках, коли у робітника була перерва у виконанні ризикової роботи, йому також варто нагадати як її виконувати без загроз для здоров'я і працездатності.

Цільовий інструктаж Його проводить посадова особа, під наглядом якої буде проводитися робота з ліквідації наслідків аварії чи стихійних лих. Аудиторія - співробітники, яких залучили до цього процесу. Загальну модель Системи управління охороною праці закладу можна побудувати на основі методології, відомої як «Плануй-Виконуй-Перевірй-Дій», яку можна стисло.

Основні зобов'язання роботодавця з точки зору ОП визначаються у колективному договорі. У ньому прописуються соціальні гарантії, заходи з гігієни роботи, збільшення наявного рівня безпеки, запобігання виробничому травматизму, професійному захворюванню, аваріям. Також визначаються обсяги фінансування цих заходів.

Інструкції з ОП затверджуються через наказ керівника. В ньому вказується дата впровадження певної інструкції та прописуються обов'язки відповідального.

Проведені інструктажі заносять до «Журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці». Запис засвідчується підписами особи, що проводила навчання й особи, що його отримала. Сторінки журналу треба пронумерувати, прошнурувати і скріпити печаткою.[20]

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Лист
						59
Зм	Лист	№ докум	Підпи	Лат		

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі було розроблено комп'ютеризовану система для дистанційного вимірювання біомедичних параметрів тіла людини.

Розроблена система призначена для вимірювання температури тіла та частоти серцебиття людини. Комп'ютеризовану система забезпечує точність та якість відображення температури тіла в межах 2,5 °C та частоти серцебиття з точністю 2 уд/хв. Розроблен комп'ютеризована система повністю відповідає заданим технічним характеристикам. Центральним керуючим елементом було обрано мікроконтролер Atmega328P. В якості датчик серцебиття використовується KY-039 та в якості датчика температури обрано аналоговий датчик температури MLX90614. Дани передаються дистанційно через Для блютуз модуль CN-05. Для вмикання та вимикання системи використовуються тактові кнопки. Живлення системи складає 5В.

Згідно обґрунтованих складових була складена структурна схема. Враховуючи структурну, елементи та їх характеристики була спроектована принципово схема системи.

Враховуючі функції системи та складові був складений алгоритм роботи системи та відповідна програма.

Згідно принципової схеми була розроблена друкована плата та прорахована надійність системи, що склала 15165 годин напрацювання на відмову.

Показники точності вимірювання температури складає 0,5°C та точність вимірювання частоти серцебиття складає: ± 2 уд./хв.

					МММТ 480.016.016 - ПЗ	Дир
						60
Зм	Дир	№ докум	Підпи	Лат		

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепловізійна камера MRS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mrc-systems.de/en/products/mr-compatible-cameras>.
2. Інфрачервоний термометр Topmed NC-178 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://maximed.su/catalog/?product=82747>.
3. Пірометр ADA BODYTEST [Електронний ресурс]. – Режим доступу: adainstruments.com/shop/infrared-thermometer-bodytest.html.
4. Пульсоксиметр Eximlab OKCI (педіатричний) [Електронний ресурс]. – Режим доступу rozetka.com.ua/ua/eximlab_1000102/p333636994/characteristics.
5. Пульсоксиметр на зап'ясті PC-68B W [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.medicalexpo.ua/prod/lepu-medical-technology/product-95737-987781.html>.
6. Розумний світшот SMARTSHIRT diPulse для електростимуляції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bt.rozetka.com.ua/ua/323190991/p323190991>.
7. Загальні відомості про мікропроцесор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: virt.ldubgd.edu.ua/pluginfile.php/84812/mod_resource/4.html.
8. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.
9. Різновиди датчиків температури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ugov.ua/articles/view/riznovydy-datchyiv-temperature>.
10. Як працює пульсометр в спортивних годинниках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nogibogi.com/kak-rabotaet-pulsometr-chasax/>
11. Технологія Bluetooth [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://helpguide.sony.net/speaker/srs-btv5/v1/uk/contents/02/01/01/01.html>.
12. Datasheet Atmega328P [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://iarduino.ua/lib/tehnicheskoe-opisanie-mikrokontrollera-atmega328p-atmega328.pdf>.

					<i>МММТ 480.016.016 - ПЗ</i>	Длч
Зм	Длч	№ докум	Підпи	Лат		61

13. Датчик температури MLX90614 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://1wire.com.ua/ru/mlx90614-ik-termometr.html>.
14. Датчик серцебиття KY-039 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://erg.com.ua/ua/p538861517-datchik-dlya-izmereniya.html>.
15. Тактова кнопка 6x6x3,4 mm SMD 5pin [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://market.atisk.pro/catalog/knopki_taktovye_bez_fiksatsii-knopka_taktovaya_6x6x3_4_mm_5_montazh_smd_.php.
16. Bluetooth-module HC-05 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://components101.com/wireless/hc-05-bluetooth-module>.
17. Програмування Atmega328P [Електронний ресурс] – Режим доступу: Atmega328P .
18. Стаття «Методи виготовлення друкованих плат» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studopedia.org/6-116440.html>.
19. Голінько В.І. Г 60 Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
20. Охорона праці в медичній галузі: технологія, види, юридичні нюанси [Електронний ресурс]. – Режим доступу: medsprava1.com.ua/article/2565-ohorona-prats-v-medichny-galuz-tehnologya-vidi-yuridichn-nyuansi