

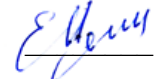
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

«До захисту допущено»

В.о. зав. кафедрою

 Євгеній НЕЛІН

«___» _____ 2021 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності (спеціалізації) 172 Телекомунікації та радіотехніка

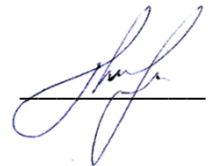
на тему: пристрій для безконтактного вимірювання температури тіла та збору статистики

Виконав: студент IV курсу, групи РІ-71

Микал Іван Олександрович



Керівник: асистент, Нікітчук Артем Валерійович



Рецензент: к.т.н., доцент, Лащевська Наталія Олександрівна

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент



Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Радіотехнічний факультет

Кафедра радіоконструювання та виробництва радіоапаратури

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність (спеціалізація) 172 Телекомунікації та радіотехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедрою

 Євгеній НЕЛІН

« » 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Микалу Івану Олександровичу

1. Тема проекту «Пристрій для безконтактного вимірювання температури тіла та збору статистики»

керівник проекту Нікітчук Артем Валерійович, асистент,

затверджені наказом по університету від «18» травня 2021 р. № 1205-с

2. Термін подання студентом проекту 7 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: напруга живлення мікроконтролера 5 В, діапазон вимірюваної температури 0 – +50 °С.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): провести аналіз завдання, оглянути існуючі рішення, розробити структурну та принципову схему, обрати елементну базу, розробити програмне забезпечення та корпус пристрою, проаналізувати працездатність.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): структурна схема, схема електрична принципова, складальне креслення, алгоритм програми, плакат.

6. Дата видачі завдання 11 квітня 2021 р.

Календарний план

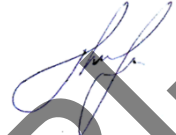
№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	12.04.21 — 20.04.21	Виконано
2	Розробка та аналіз технічного завдання	21.04.21 — 30.04.21	Виконано
3	Вибір та обґрунтування схемотехнічних рішень	01.05.21 — 11.05.21	Виконано
4	Розробка програмного забезпечення	12.05.21 — 19.05.21	Виконано
5	Проектування пристрою	20.05.21 — 27.05.21	Виконано
6	Аналіз працездатності пристрою	28.05.21 — 02.06.21	Виконано
7	Оформлення текстової та графічної документації	03.06.21 — 07.06.21	Виконано

Студент



Іван МИКАЛ

Керівник



Артем НІКІТЧУК

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки обсягом 45 сторінок, що містить 29 ілюстрацій, 6 таблиць, 3 креслення, 3 додатка та 25 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Метою даного дипломного проекту є розробка пристрою для дистанційного вимірювання температури та занесення інформації до бази даних. Основним призначенням даного пристрою є забезпечення автоматизації при вимірюванні температури, а також ідентифікація співробітників по спеціальному пропуску. У проекті проведений огляд аналогів, враховуючи їх переваги та недоліки, вибрано тип конструкції та спосіб інформування користувачів. Розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера та додатка, для приймання даних від контролера та відправлення на сервер. Синтезовано схему електричну принципову, структуру схему та розроблено конструкцію.

Пристрій призначений для монтажу на стіну у вхідній групі будівлі (завод, підприємство та ін.).

Ключові слова: *Arduino Uno*, датчик, температура, ідентифікація, вірус, база даних.

ANNOTATION

The diploma project consists of an explanatory note of 45 pages, containing 29 illustrations, 6 tables, 3 drawings, 3 appendix and 25 references.

The purpose of this diploma project is to develop a device for remote temperature measurement and entering information into a database. The main purpose of this device is to provide automation when measuring temperature, as well as the identification of employees on a special pass. The project reviews the analogues, taking into account their advantages and disadvantages, selected the type of design and method of informing users. Developed software for the microcontroller and application, for receiving data from the controller and sending it to the server. The electrical circuit diagram, the structure of the circuit and the design are synthesized.

The device is designed for wall mounting in the entrance group of the building (factory, enterprise, etc.).

Keywords: Arduino Uno, sensor, temperature, identification, virus, database.



**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: пристрій для безконтактного вимірювання температури тіла та
збору статистики

Київ – 2021 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень та термінів.....	3
Вступ	4
1 Огляд існуючих рішень.....	5
1.1 Огляд існуючих аналогів на ринку	5
1.2 Аналіз технічного завдання	9
2 Обґрунтування та вибір схемотехнічних рішень.....	12
2.1 Розробка структурної схеми	12
2.2 Синтез схеми електричної принципової	12
2.3 Вибір плати з мікроконтролером	13
2.4 Вибір датчика температури.....	17
2.5 Вибір <i>LCD</i> -модуля.....	19
2.6 Вибір датчика пропускної системи.....	20
2.7 Вибір програмного забезпечення.....	22
3 Розробка програмного забезпечення	23
3.1 Вибір мови програмування	23
3.2 Налаштування <i>LCD</i> -дисплею.....	23
3.3 Налаштування <i>RFID</i> -модуля.....	24
3.4 Налаштування датчика температури	27
3.5 Розробка додатку на комп'ютер	30
4 Проектування приладу	33
4.1 Розробка корпусу.....	33

					PI71.405319.001 ПЗ				
ЗМ.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій для безконтактно-го вимірювання температури тіла та збору статистики	Лім.	Лист	Листів	
Розробив	Микал І. О.			14.06			1		
Перевірів	Нікітчук А. В.			14.06					
Н. Контр.	Попсуй В. І.					PI-71 РТФ			
Затвердив									

4.2 Перевірка працездатності.....	37
4.2.1 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою	40
Висновки.....	42
Перелік джерел посилань.....	43
Додаток А	47
Додаток Б.....	53
Додаток В.....	55
Додаток Г	59

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

Arduino UNO — пристрій на основі мікроконтролера *ATmega328*, що мають низьке енергоспоживання та низьку ціну.

Microsoft SQL Server — система управління реляційними базами даних, розроблена компанією *Microsoft*.

RFID (від англ. *Radio Frequency IDentification*) — спосіб автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому завдяки радіосигналам зчитуються або записуються дані, які зберігаються в *RFID* – мітках.

USB — універсальна послідовна шина.

MVS (від англ. *Microsoft Visual Studio*) — серія продуктів компанії *Microsoft*, які містять інтегроване середовище розробки програмного забезпечення.

БД — база даних.

BBT — безконтактне вимірювання температури.

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

За багато років сфера електроніки досягла небаченого розвитку. Застосування сучасних технологій дозволяє створювати електронні пристрої з потужним потенціалом.

Світ, як і людські технології, не стоїть на місці. У ньому зароджуються різноманітні віруси або хвороби. Коли людина відчуває, що підхопила якусь застуду, то вона відразу візьме термометр та поміряє собі температуру. На сьогоднішній день найпопулярнішими є ртутні, електронні та інфрачервоні безконтактні термометри. Наявні термометри потребують аби людина торкалася до них або ж (як у випадку із безконтактним термометром) одна людина міряє температуру іншій в безпосередній близькості одна до одної, що підвищує шанси на зараження вірусом. Автоматизована система безконтактного вимірювання температури знижує можливі ризики зараження, бо людина зможе сама, без допомоги сторонніх, дізнатися свою температуру.

Відсутність автоматизованої системи безконтактного вимірювання температури на багатьох заводах та підприємствах, а також перераховані вище переваги такої системи визначають актуальність дипломного проекту.

Збір статистики вимірюваної температури є важливою функцією, бо це дає можливість переглядати, які та коли були показники температури. Краще за все, щоб ці дані були збережені на сервері аби в майбутньому можна було б переглянути історію вимірювань.

Метою даного дипломного проекту є розробка пристрою для дистанційного вимірювання температури із занесенням статистики до бази даних.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

1.1 Огляд існуючих аналогів на ринку

У наш час на українському ринку існує дуже багато термометрів для безконтактного вимірювання температури. Всі вони є дуже схожими за своєю роботою та характеристиками. На сьогодні лідерами продаж є такі компанії з виробництва термометрів:

- 1) «Oromed».
- 2) «Longevita».
- 3) «Биомед».

Розглянемо кожну компанію окремо.

«Oromed» [1] пропонує безконтактний інфрачервоний термометр для вимірювання температури тіла та різних поверхонь.

Вимірювання відбувається за допомогою теплового випромінювання.

Надійний результат можна отримати за одну секунду використовуючи одну кнопку.

Даний термометр дуже часто використовується у медицині, а також за його допомогою вимірюють температуру предметів на промисловості та у сільському господарстві.

Отже, безконтактні термометри компанії «Oromed» при використанні їх у медицині, розраховані на те, щоб одна людина вимірювала іншій температуру. Хоч термометр і не дотикається до тіла людини якій вимірюють температуру, але обидві людини знаходяться у безпосередній близькості одна до одної і виникає шанс заразитися вірусом.

Зображення термометра компанії «Oromed» на рисунку 1.1.

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		5



Рисунок 1.1 — Термометр компанії «Oromed»

«Longevita» [2] пропонує безконтактний електронний термометр для вимірювання температури тіла у дітей та дорослих.

Можливе вимірювання температури різних поверхонь, предметів та рідин.

До недоліків даного термометра можна віднести таку ж саму проблему, як і у попереднього його аналога, а саме, шанс зараження вірусом.

Зображення термометра компанії «Longevita» на рисунку 1.2.

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		6



Рисунок 1.2 — Термометр компанії «Longevita»

Вітчизняна компанія «Биомед» [3] пропонує безконтактний інфрачервоний цифровий лобний термометр для безпечного та надійного вимірювання температури тіла пацієнтів всіх вікових груп.

Вимірювання починається після натискання однієї кнопки.

Наявність двох режимів вимірювання: режим вимірювання із звуковим сповіщенням та без нього. Якщо температура перевищує норму, то лунає звуковий сигнал тривоги.

До недоліків також можна віднести безпосередню близькість людей один від одного, що підвищує шанси підхопити вірус.

Зображення термометра компанії «Биомед» на рис. 1.3.

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		7



Рисунок 1.3 — Термометр компанії «Біомед»

Загальні характеристики вищеописаних пристроїв наведені в табл. 1.1 для порівняння.

Таблиця 1.1 — Порівняння характеристик пристроїв-аналогів

Назва пристрою	<i>OROMED ORO-T30 BABY</i>	<i>Longevita YK-001</i>	БИОМЕД YT-1
Габарити, мм	170x48x40	160x40x48	149x38x42
Тип термометра	Інфрачервоний	Інфрачервоний	Інфрачервоний
Мінімальна температура тіла, °C	32	32	32

Продовження таблиці 1.1

Назва пристрою	<i>OROMED ORO-T30 BABY</i>	<i>Longevita YK-001</i>	БИОМЕД YT-1
Максимальна температура тіла, °C	42,9	43	43
Тип елемента живлення	Батарейки: 2хААА 1,5 В	Батарейки: 2хААА 1,5 В	Батарейки: 2хААА 1,5 В
Кількість збережених вимірювань	32	100	Можливість відсутня
Ціна, грн	1475	1040	1085

Отже, дивлячись на дані пристрої можна зробити висновок, що вони є досить схожими за принципом роботи, функціоналом та характеристиками. У термометрів компанії «Oromed» та «Longevita» присутня можливість збереження вимірювань, але їх кількість є обмеженою.

У даних пристроїв є спільний недолік, а саме потреба у взаємодії двох людей, що є не припустимим під час будь-якої пандемії.

1.2 Аналіз технічного завдання

Згідно з технічним завданням необхідно розробити пристрій для безконтактного вимірювання температури співробітників заводу або підприємства та занесенням статистики до БД.

Пристрій розташовується в приміщенні та з'єднаний із комп'ютером кабелем *USB AM-BM Geekcreit*.

Робоча напруга мікроконтролера становить 5В. Живлення відбувається від *USB* кабелю, підключеного до комп'ютера.

Корпус має вигляд зрізаного паралелепіпеда з отворами для живлення, датчиків та кріплення до стіни. Корпус складається з двох частин, що дозволяє, не знімаючи його зі стіни, провести налаштування контролера та замінити датчики, які вийшли з ладу.

За показниками надійності пристрою середній наробіток до відмови, не менше, 12000 годин.

Імовірність безвідмовної роботи протягом 1000 годин, не менше 0,96. Технічним обслуговуванням та ремонтом займається фірма-розробник.

Згідно ГОСТ 16019-2001 [4] пристрій відповідає групі С1: стаціонарний, встановлюється в опалюваних наземних і підземних спорудах.

Характеристики та значення механічних та кліматичних чинників наведені в таблиці 1.2:

Таблиця 1.2 — Характеристики та значення механічних та кліматичних чинників.

Чинник	Характеристики чинника	Значення чинника
Синусоїдальна вібрація	Діапазон частот, Гц	10-70
	Амплітуда прискорення, м/с ² (g)	19,6(2)
	Тривалість впливу, хв	90
Знижена температура	Робоча температура, °С	+5
	Гранична температура, °С	-40
Підвищена температура	Робоча температура, °С	+40
	Гранична температура, °С	+55
Знижений атмосферний тиск	Тиск, кПа	55

Згідно ГОСТ 15150-69 [5], пристрій має відповідати У3 та У4.

У3 — для макро-кліматичних районів з помірним кліматом (У), для експлуатації в приміщеннях з опаленням та зі штучною вентиляцією (3).

У4 — для макро-кліматичних районів з помірним кліматом (У), для експлуатації в приміщеннях зі штучно регульованими кліматичними умовами (4).

Використання пристрою передбачається в опалюваних приміщеннях без агресивних середовищ згідно ГОСТ 15150-69.

За цих умов нижня робоча температура складатиме $+5^{\circ}\text{C}$, верхня робоча температура – $+40^{\circ}\text{C}$. Гранична нижня робоча температура складатиме -40°C , гранична верхня температура – $+55^{\circ}\text{C}$.

					РІ 71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		11

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

2.1 Розробка структурної схеми

На рисунку 2.1 зображено структурну схему системи безконтактного вимірювання температури.

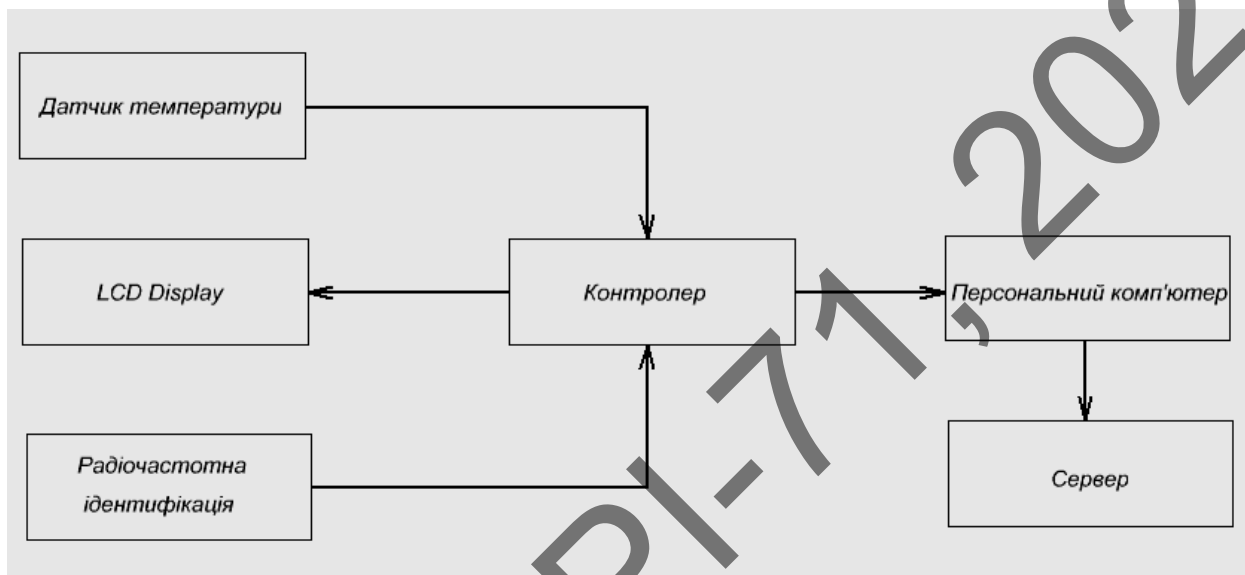


Рисунок 2.1 — Структурна схема

На структурній схемі зображено порядок взаємодії елементів системи. Дані з датчика температури та *RFID*-модуля передаються у контролер, після чого на спеціальному екрані пристрою буде відображатися температура людини та чи дозволено їй прохід. Контролер з'єднаний із комп'ютером, у режимі реального часу дані, які були отримані, будуть оброблені спеціальним додатком та записані в БД. Відповідно, через програмне забезпечення *Microsoft SQL Server* з'явиться можливість переглядати температурну статистику співробітників.

2.2 Синтез схеми електричної принципової

Схема електрична принципова пристрою зображена на рис. 2.2.

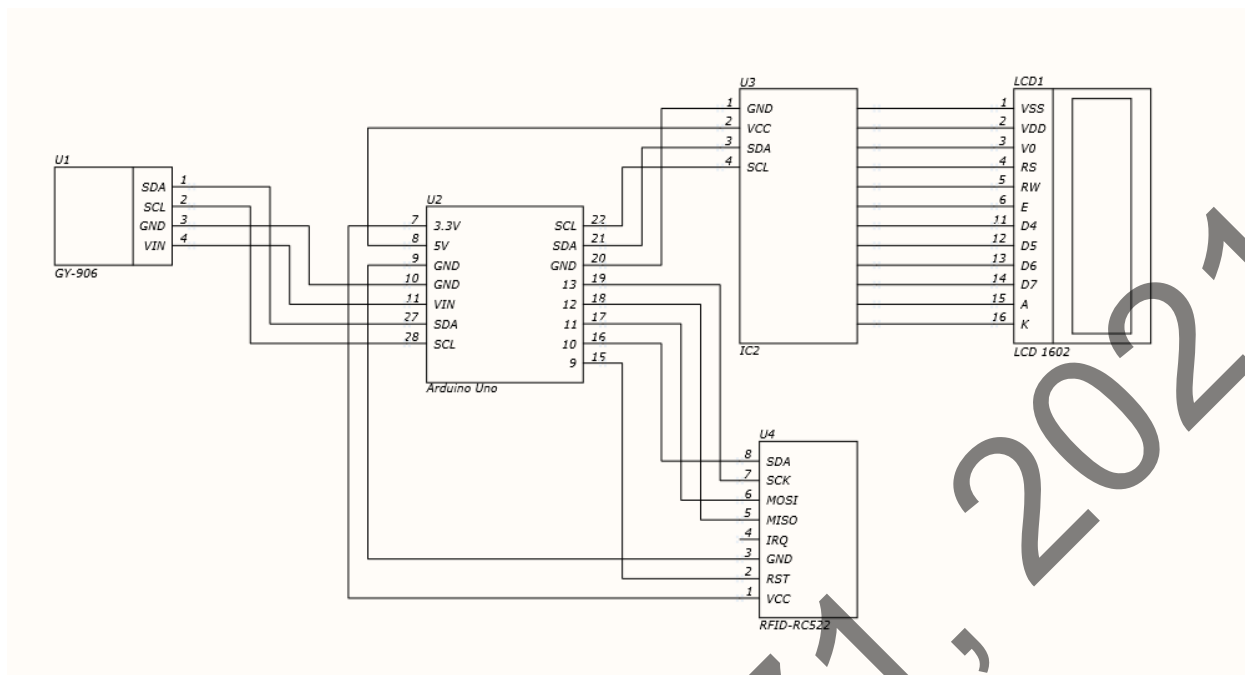


Рисунок 2.2 — Схема електрична принципова

На даній схемі зображено підключення датчика температури, *RFID*-модуля, *LCD*-дисплея 1602 з інтерфейсом *I2C* до мікроконтролера *Arduino Uno*, згідно їх характеристик та можливостей підключення.

2.3 Вибір плати з мікроконтролером

Серед мікроконтролерів розглядалися *STM32* [6], *ESP32* [7] та *Arduino Uno* [8].

Контролер *STM32* є досить дорогим, бо має високу обчислювальну потужність. Також, для роботи із ним, необхідно використовувати незручну оболонку програмування.

Зображення мікроконтролера *STM32* на рис. 2.3

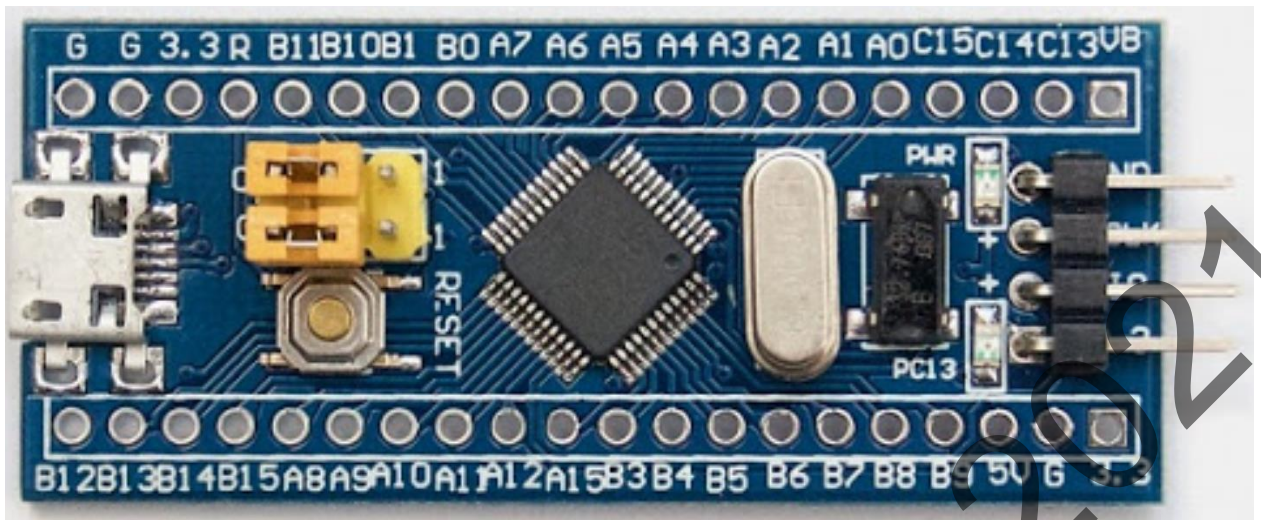


Рисунок 2.3 — Мікроконтролер *STM32*

Контролери *ESP32* значно дешевше та перевищують *STM32* за технічними характеристиками. Найбільшою перевагою є те, що у даних контролерів вбудовано на платі модулі: *Wi-Fi* та *Bluetooth*, що позбавляє у необхідності підключення окремого модуля зв'язку.

Зображення мікроконтролера *ESP32* на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 — Мікроконтролер *ESP32*

Контролери *Arduino Uno* дуже зручні у програмуванні, мають відносно невелику обчислювану потужність та невелику кількість аналогових входів. Даний тип мікроконтролера знаходиться у тому ж ціновому діапазоні, що і *ESP32*, програмується в середовищі *Arduino IDE*, але поступається другому за технічними характеристиками.

Arduino Uno може живитися через підключення по *USB* або від зовнішнього джерела живлення. Зовнішнє живлення може подаватися через перетворювач напруги *AC/DC* (блок живлення) або від акумуляторної батареї.

На платі передбачено кілька виводів, що дозволяють жити від неї підключені датчики та сенсори. Дані виводи позначені:

Vin — вхід живлення, використовується для отримання живлення від зовнішнього джерела. Через даний вивід відбувається тільки подача живлення на плату, отримати звітти живлення для зовнішніх пристроїв неможливо. На вхід *Vin* рекомендується подавати напругу в діапазоні від 7 В до 20 В, для того щоб уникнути перегріву і згоряння вбудованого стабілізатора;

5V — джерело напруги для живлення зовнішніх пристроїв. При отриманні живлення платою з будь-яких інших джерел (*USB*, роз'єм живлення або *Vin*) на цьому контакті завжди можна отримати стабільну напругу 5 В. Цю напругу можна вивести на макетну плату або подати безпосередньо на свій пристрій;

3V3 — джерело напруги для живлення зовнішніх пристроїв. Працює за таким-же принципом, що і контакт *5V*. З даної ніжки також можна вивести напругу на макетну плату, або подати на необхідний датчик або сенсор безпосередньо;

GND — контакт для підключення землі. Необхідний для створення замкненого кола при підключенні до контактів *Vin*, *5V* або *3V3*. У всіх випадках ніжку *GND* необхідно виводити як мінус, інакше ланцюг не буде замкнутий і живлення (як зовнішнє, так і внутрішнє) не подасться.

Arduino Uno має наднизьке енергоспоживання, що є безперечно вдалим рішенням для пристрою, який буде багато часу перебувати в режимі очікування та безперервно працювати.

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		15

Оскільки пристрій для ББТ буде підключений до комп'ютера кабелем *USB*, то функціоналу контролера *Arduino Uno* буде цілком достатньо.

Зображення мікроконтролера *Arduino Uno* на рис. 2.5.

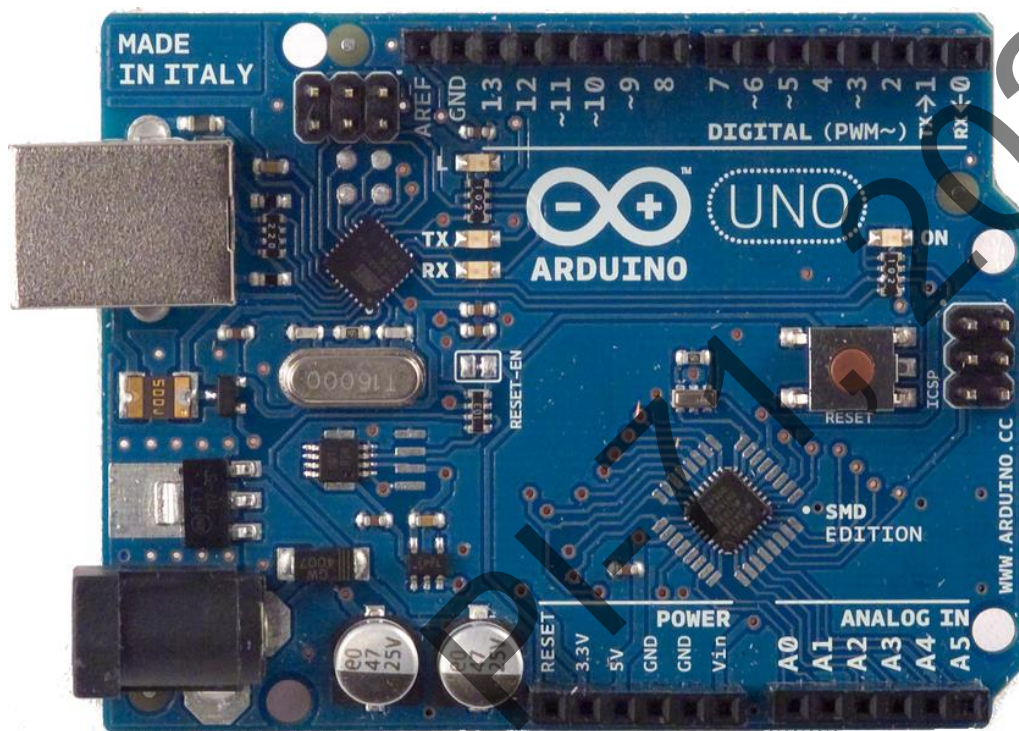


Рисунок 2.5 — Мікроконтролер *Arduino Uno*

Arduino Uno має такі технічні характеристики:

- 1) *ATmega328P* [9] малопотужний 8-розрядний мікроконтролер, який керує всією платою;
- 2) Робоча напруга 5 В;
- 3) Постійний струм через вхід/вихід 40 мА;
- 4) 14 цифрових входів/виходів;
- 5) 6 аналогових входів\виходів;
- 6) Флеш-пам'ять 32 КБ;
- 7) Тактова частота 16 МГц;

Отже, найважливішими критеріями, за якими була обрана плата *Arduino Uno*, є низьке енергоспоживання, дешевизна та достатній функціонал для роботи системи.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.405319.001 ПЗ

Лист

16

2.4 Вибір датчика температури

Для дистанційного вимірювання температури можна обрати інфрачервоний датчик, орієнтуючись на ціну. Вибір був між модулем *GY-906* [10] на базі чіпа *Melexis MLX90614ESF-BAA* [11] вартістю 260 грн за одиницю та *CJMCU-MLX90614 BCC* [12] вартістю 1220 грн за одиницю.

GY-906 має два вбудованих датчика температури в один корпус - перший, власне безконтактний інфрачервоний, вимірює температуру об'єктів розташованих навпроти віконця в корпусі, і другий - що вимірює температуру самого корпусу.

Модуль *GY-906* зображений на рис. 2.6.



Рисунок 2.6 — Модуль *GY-906*

CJMCU-MLX90614 BCC — це інфрачервоний температурний модуль. Робоча напруга 3-5 В. Низьке енергоспоживання і невеликі розміри. Його принцип роботи полягає у зчитуванні даних інфрачервоної температури через однокристальний мікрокомп'ютер, послідовний порт (рівень *TTL*).

Зображення модуля *CJMCU-MLX90614 BCC* на рис. 2.7.

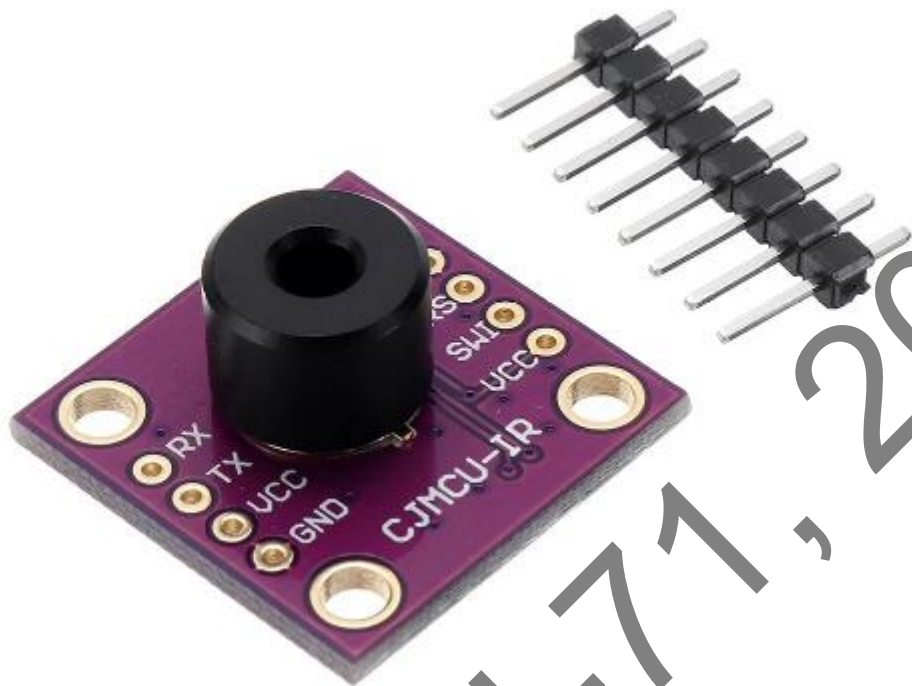


Рисунок 2.7 — Модуль *CJMCU-MLX90614 BCC*

Таблиця 2.1 — Характеристика модуля *GY-906*.

Параметр	Значення
Напруга живлення, В	3-5,5
Діапазон температури об'єктів, °C	-70 – +380
Діапазон температури середовища, °C	-40 – +85
Точність показників температури, °C	±0,5
Розмір плати, мм	19x11

Доцільно вибрати більш дешевий варіант датчика, тому що його функціоналу буде достатньо для пристрою. Характеристики модуля *GY-906* наведені у таблиці 2.1.

2.5 Вибір *LCD*-модуля

Для відображення інформації, а саме вимірної температури та повідомлення про те чи рекомендовано людині проходити чи ні, було вирішено використовувати рідкокристалічний дисплей.

Модуль рідкокристалічного дисплея 1602 [13] — це висококонтрастний дисплей, який має блакитне підсвічування та 2 рядки тексту по 16 символів, робочу напругу 5 В. Даний модуль якнайкраще підходить для відображення необхідної інформації для співробітника, тому що має невеликі габаритні розміри, дешеву вартість та легкий у програмуванні.

LCD 1602 модуль зображений на рис. 2.8

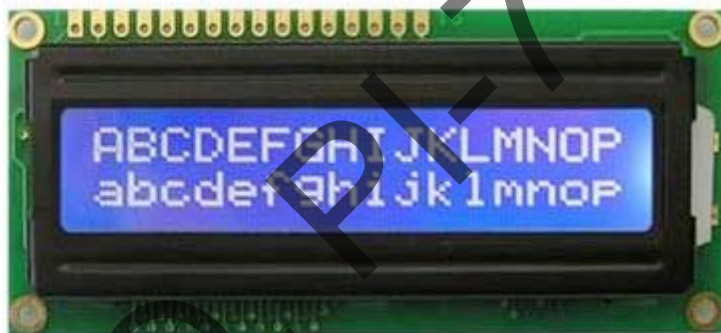


Рисунок 2.8 — *LCD* 1602

Також, до рідкокристалічного дисплею слід додати сумісний із ним модуль *IIC I2C SPI*-інтерфейс [14], оскільки ресурсу контактів після підключення ряду модулів на контролері *Arduino Uno* часто стає недостатньо, виникає необхідність в їх економії. За допомогою цього модуля можна реалізувати передачу даних на дисплей всього по двом контактам (*SDA*, *SCL*). Модуль зібраний на мікросхемі *PCF8574T* [15], підсвічування і контраст дисплею регулюються потенціометром.

I2C модуль *LCD* дисплею 1602 зображений на рис. 2.9.

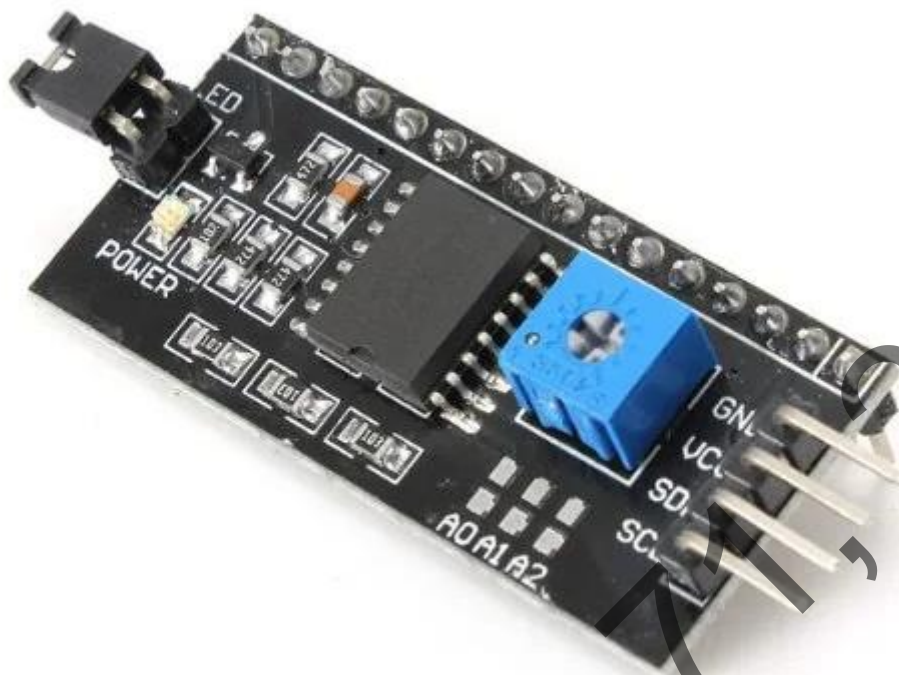


Рисунок 2.9 — I2C модуль

2.6 Вибір датчика пропускної системи

Оскільки пристрій буде знаходитися на вході на підприємство або завод, то необхідно ідентифікувати співробітників. Для цієї задачі підходить *RFID*-зчитувач *RC522* [16], який буде знаходитися у пристрої та брелок або картка-пропуск, які будуть видані кожному співробітнику.

Переваги технології *RFID*:

- 1) безконтактна;
- 2) можливість прихованого встановлення міток;
- 3) висока швидкість зчитування даних;
- 4) можливість установки в шкідливих середовищах;
- 5) неможливість підробки.

Ідентифікація об'єктів проводиться за унікальним ідентифікатором, який має кожна електронна мітка. Зчитувач випромінює електромагнітні хвилі

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.405319.001 ПЗ

Лист

20

певної частоти. Мітки відправляють у відповідь інформацію – ідентифікаційний номер та дані пам'яті.

Таблиця 2.2 — Характеристики *RFID*-модуля *RC522*.

Параметр	Значення
Напруга живлення, В	3,3
Споживаний струм, мА	13–26
Робоча частота, МГц	13,56
Дальність зчитування, мм	0–60
Максимальна швидкість передачі даних, Мбіт/с	10
Розмір плати, мм	40x60

Зображення *RFID*-модуля *RC522* та міток на рис. 2.10.

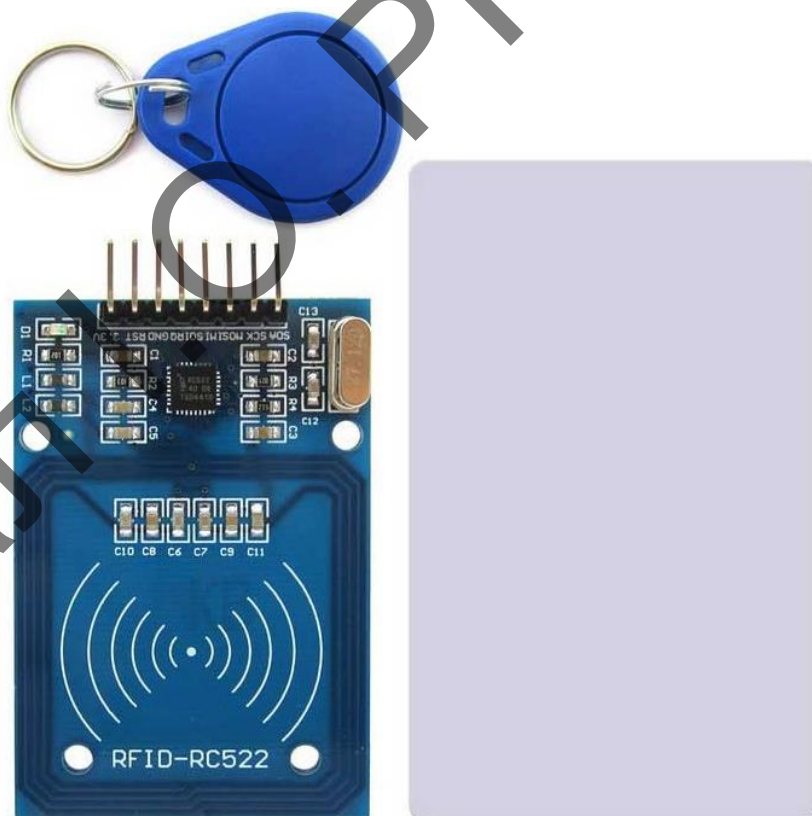


Рисунок 2.10 — Модуль *RC522*

2.7 Вибір програмного забезпечення

Для створення додатка по роботі із пристроєм буде використовуватися програмне середовище *Microsoft Visual Studio 2019* [17].

Оскільки пристрій призначений для розміщення при вході на завод чи підприємство, а дані з нього будуть передаватися на КПП, потрібно розробити програму для встановлення на комп'ютері КПП, за допомогою якої можливо слідкувати за показниками з пристрою та оновлювати дані в БД. На сервер буде відправлятися інформація про температуру, унікальний ідентифікатор пропуску та час, коли було прикладено картку.

Для роботи із базою даних та перегляду історії вимірювань температури та проходу співробітників через пристрій буде використовуватися *Microsoft SQL Server* [18].

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		22

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Вибір мови програмування

Програмування *Arduino Uno* може здійснюватися за допомогою різних оболонок програмування. Було обрано оболонку *Arduino IDE* [19] із додатковими бібліотеками.

Програмування можливе на мовах *Assembler*, *C* та *C++*. Мова програмування *C* [20] — є першою у сімействі мов програмування «*C*». Оскільки мова *C* мала серйозний недолік, а саме неможливість справлятися з великими проектами, то наступним етапом розвитку сімейства мов «*C*» стала мова *C++* [21], яка реалізувала об'єктно-орієнтований підхід у програмуванні.

Мова *C* мала великий успіх, за рахунок того, що в неї поєднувались гнучкість, потужність та зручність. Тому мова *C++* стала «розвитком» мови *C*. Саму тому доцільно використовувати мову програмування *C++* для роботи із мікроконтролером.

Для створення додатка по роботі з пристроєм буде використовуватися *WPF* (від англ. *Windows Presentation Foundation*) [22] — програмна платформа, для розробки додатків, що володіють графічним, призначеним для користувача, інтерфейсом (*GUI*-додатки). Для роботи із *WPF* використовується мова програмування *C#* [23] та мова розмітки *XAML* (від англ. *Extensible Application Markup Language*) [24].

3.2 Налаштування *LCD*-дисплею

LCD-дисплей — є невід'ємною частиною системи, бо він дозволяє побачити людині власну виміряну температуру та рекомендацію щодо проходження далі на своє робоче місце.

Для роботи із дисплеєм потрібно виконати наступні дії:

1. Підключити бібліотеку:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

2. Вказати *I2C* адресу, а також параметри екрану. В даному випадку використовується дисплей 1602, отже інформація буде виводитися у 2 рядки по 16 символів:

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16 , 2 );
```

3. Ініціалізувати дисплей та увімкнути підсвічування:

```
lcd.init();
```

```
lcd.backlight();
```

Зображення роботи дисплею показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 — Робота дисплею

3.3 Налаштування *RFID*-модуля

RFID-модуль є не менш важливим елементом системи, бо за його допомогою можна ідентифікувати співробітника. Під час прикладання до модуля спеціальної мітки, з руки людини буде зчитуватися температура. Якщо співробітник приклав мітку до зчитувача і не підніс руку на достатню відстань до датчика температури, то на *LCD*-дисплей буде виведено попередження.

Для роботи з *RFID*-модуль необхідно:

1. Підключити дві бібліотеки:

```
#include <MFRC522.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
//константа підключення контакту RST
```

```
#define SS_PIN 10
```

```
//константа підключення контакту SS
```

```
#define RST_PIN 9
```

2. Створити екземпляр об'єкта *MFRC522*:

```
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
```

3. Створити масив для зберігання ідентифікатора користувача:

```
byte cardUID[4] = {0,0,0,0};
```

4. Прописати логіку очікування прикладання мітки та подальші дії програми після того як пропуск приклали до зчитувача.

```
// Очікування
```

```
if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
```

```
return;
```

```
// Зчитування
```

```
if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
```

```
return;
```

На рис. 3.2 зображено взаємодія людини з *RFID*-модулем.

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

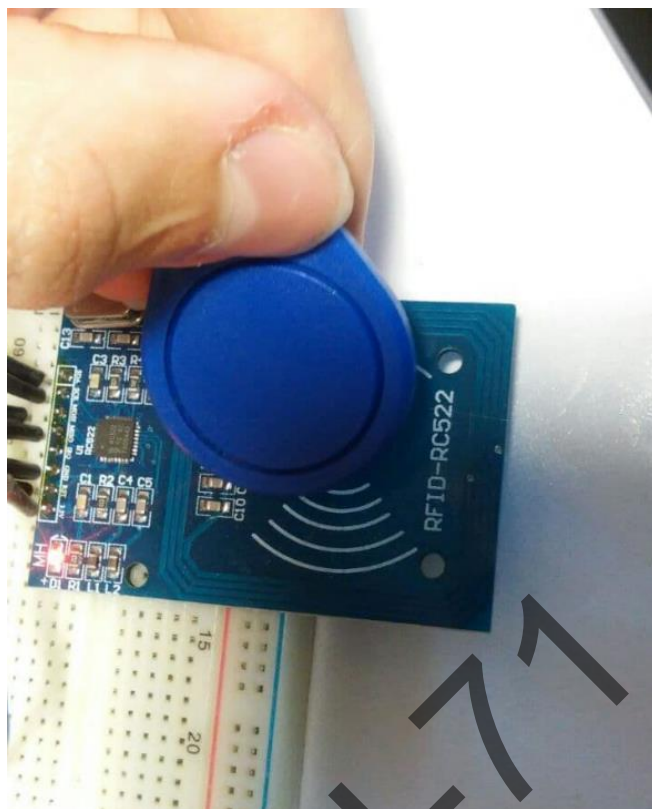


Рисунок 3.2 — Прикладання мітки до зчитувача

Для перевірки працездатності *RFID*-модуля в програмному середовищі *Arduino IDE* у моніторі порту можна переглянути унікальний ідентифікатор користувача мітки, який зображено на рис. 3.3.

```
for (byte i = 0; i < 4; i++) {
  cardUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
  // Збереження результату зчитування даних з модуля в HEX вигляді
  Serial.print(cardUID[i],HEX);
}

Rfid:
Card UID: 3691247E
```

Рисунок 3.3 — Унікальний ідентифікатор користувача

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

3.4 Налаштування датчика температури

Датчик температури — основний елемент системи, який повинен спрацьовувати в той момент, коли до нього підносить руку людина.

Спочатку необхідно підключити необхідні для роботи бібліотеки.

Бібліотека *Wire* використовується для зв'язку мікроконтролера з пристроями і модулями через інтерфейс *I2C*. *I2C* — послідовна асиметрична шина для зв'язку між інтегральними схемами всередині електронних приладів. Використовує дві двонаправлені лінії зв'язку (*SDA* і *SCL*).

```
#include <Wire.h>
```

Підключення бібліотеки для роботи із датчиком температури:

```
#include <Adafruit_MLX90614.h>
```

Створення екземпляра класу *Adafruit_MLX90614* для подальшого використання необхідних функцій цього класу:

```
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
```

Ініціалізацію датчика температури:

```
mlx.begin();
```

Також потрібно оголосити змінну *t*, в якій буде зберігатися значення виміряної температури співробітника:

```
float t = mlx.readObjectTempC()+7;
```

Аби датчик видавав більш правдиві значення при піднесенні до нього руки людини, було проведено калібрування. В залежності від значення температури, на *LCD*-дисплей буде виноситися її показання, а також чи рекомендовано прохід людині на її робоче місце, чи ні.

Логіку програми, якщо температура людини знаходиться у допустимому діапазоні має наступний вигляд:

```
if(t>34.0 && t <= 37.0){  
    // Встановлення курсора в початок першого рядка  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("Temp: ");  
    lcd.print(t);  
    lcd.print("*C      ");  
    // Встановлення курсора в початок другого рядка  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Accept!");  
    // Дані будуть відображатися на дисплеї 3 секунди  
    delay(3000);  
    // Очищення дисплею  
    lcd.clear();  
}
```

Інформація про виміряну температура та рекомендація щодо проходження зображена рис. 3.4.

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 3.4 — Показники температури та повідомлення про те, що можна проходити далі

Логіка програми, якщо температура людини є завищеною та їй не рекомендовано проходити далі:

```
if(t>37.0 && t < 42.0){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Temp: ");
    lcd.print(t);
    lcd.print("°C");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("No entry!!!"); }
```

Остання умова, коли людина приклала мітку до зчитувача, але датчик не зміг виміряти її температуру:

```
else{
    lcd.clear();
    // Даний цикл відповідає за те, щоб попередження на дисплеї стало
    біжущим рядком, бо воно не вміщується на екрані
    for (int positionCounter = 0; positionCounter < 23; positionCounter++) {
        lcd.setCursor(0,1);
```

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.405319.001 ПЗ

Лист

29

```

    lcd.print("Try again! Put your hand on the sensor!");
    lcd.scrollDisplayLeft();
    delay(200);
}
delay(1000);
lcd.clear();
}

```

Попередження про не виміряну температуру зображено на рис. 3.5.



Рисунок 3.5 — Вивід попередження

Після підключення датчиків та їх програмування, необхідно створити додаток для комп'ютера, в якому, у вигляді таблиці, будуть відображатися виміряна температура, унікальний ідентифікатор картки співробітника, а також, о котрій годині була пройдена процедура.

Даний додаток буде взаємодіяти із сервером, на якому також буде зберігатися уся інформація. Тобто, якщо відкрити додаток, то дані підтягнуться з сервера і можна буде переглянути хто і коли вимірював температуру і які у цієї людини були результати.

3.5 Розробка додатку на комп'ютер

Створення додатку буде відбуватися за допомогою програмної платформи *Windows Presentation Foundation* на мові *C#*.

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		30

У мові програмування C# є спеціальний клас *SerialPort* [25], який призначений для того щоб приймати або передавати дані через COM-порт комп'ютера. Для того щоб дані з мікроконтролера надходили в програму необхідно використовувати саме цей клас.

```
// Підключення простору імен для використання класу SerialPort
using System.IO.Ports;

// Створення екземпляра класу
SerialPort port = new SerialPort();
```

Наступним кроком, необхідно вказати який саме COM-порт буде використовуватися для передачі даних:

```
port.PortName = "COM3";

// Команда відкриття порту
port.Open();
```

Змінна, в якій буде зберігатися інформація отримана з мікроконтролера у вигляді текстового рядка:

```
string result = port.ReadLine();
```

Для того щоб з отриманого текстового рядка витягнути окремо дані про температуру та унікальний ідентифікатор мітки потрібно скористатися спеціальним методом *Split*, який розіб'є рядок по пробілам. Відповідно для даної операції, створюється масив з рядків, в якому і будуть зберігатися необхідні дані для програми.

```
string [] values = result.Split(new char[] { ' ' },
StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries);
```

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		31

Виділення показників температури та унікального ідентифікатора з масиву:

// Змінна для зберігання значення температури

string temp = values[0];

// Змінна для зберігання унікального ідентифікатора

string clientId = values[1];

Отже, таким чином було проведено налаштування передачі даних від мікроконтролера до комп'ютера.

Інтерфейс даної програми буде виглядати достатньо просто для людини, що спостерігає за показниками пристрою. У вікні програми присутня таблиця з даними та три кнопки, у яких буде функціональність оновлення, видалення інформації та перегляд деталей про співробітника.

Зображення робочої версії програми на рис. 3.6.

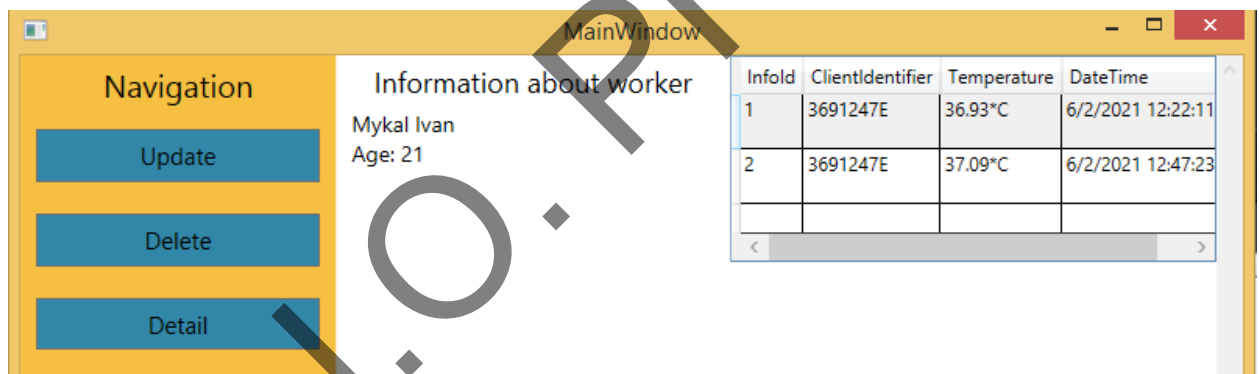


Рисунок 3.6 — Робота програми

Як було сказано вище, додаток зв'язаний із сервером, отже усі отримані дані будуть перенесені до нього.

Зображення даних на сервері зображено на рис. 3.7.

100 %				
Results Messages				
	Infold	ClientIdentifier	Temperature	Date_Time
1	1	3691247E	36.93°C	2021-06-02 12:22:11.447
2	2	3691247E	37.09°C	2021-06-02 12:47:23.867

Рисунок 3.7 — Дані на сервері

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ

4.1 Розробка корпусу

При створенні прототипу майбутнього пристрою можна оминати увагою розташування елементів у корпусі, оскільки готовий результат може підлягати змінам.

Для з'єднань датчиків із платою використовуються спеціальні дроти для плат, оскільки робоча напруга модуля керування не перевищує 5 В.

Для з'єднання пристрою із комп'ютером використовується кабель *USB AM-DM*.

Усі елементи для збірки макету аби перевірити його працездатність зображено на рис. 4.1.

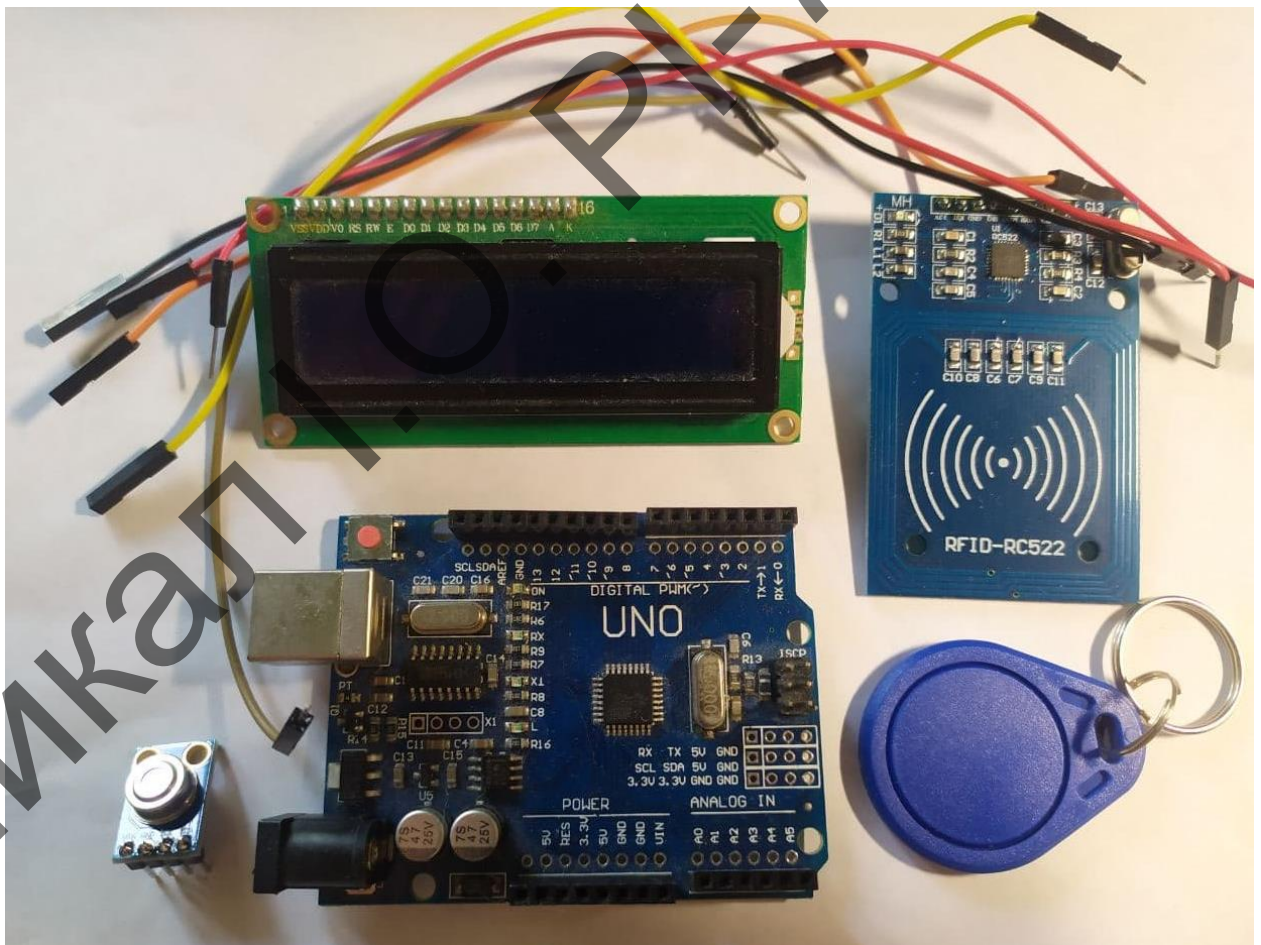


Рисунок 4.1 — Плата із давачами

Для розміщення мікроконтролера та датчиків був розроблений спеціальний корпус, габарити якого 200x100x97 мм, із можливістю кріплення

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		33

до стіни. Він має форму зрізаного прямокутного паралелепіпеда та складається з двох частин, що дає можливість провести налаштування або ремонт окремих частин пристрою не знімаючи його зі стіни.

«Вид знизу» верхньої кришки зображений на рис. 4.2. *LCD*-дисплей та датчик температури нанижуються на спеціальні штирі, а оскільки весь корпус зроблений з пластику, то дані штирі можна розплавити і це дасть можливість закріпити давачі.

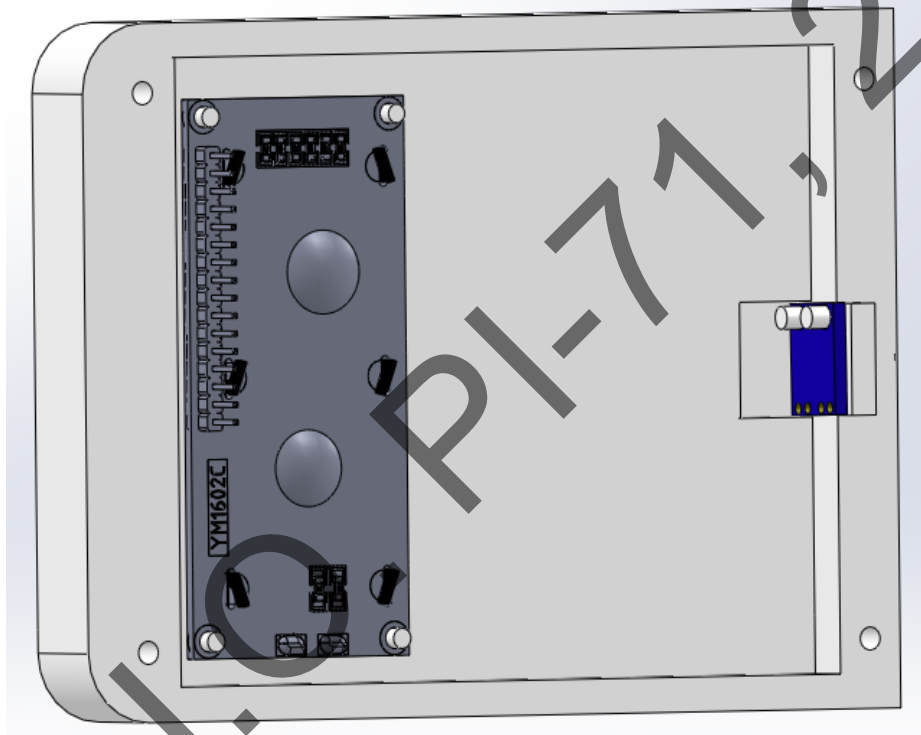


Рисунок 4.2 — Вид знизу верхньої кришки корпусу

Перша частина корпусу, на якій буде закріплений мікроконтролер та *RFID*-модуль, зображена на рис. 4.3.

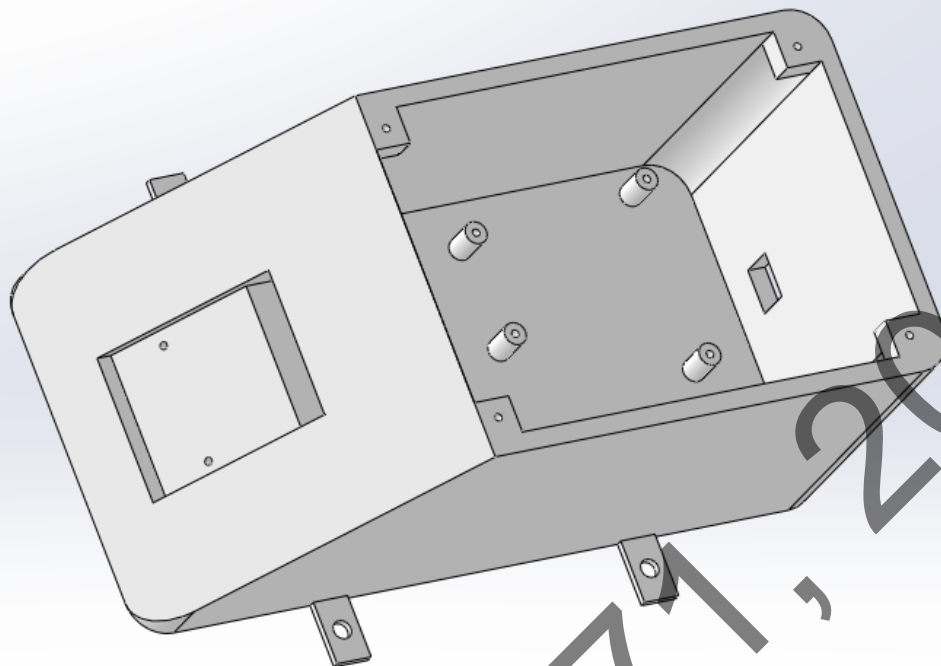


Рисунок 4.3 — Перша частина корпусу

Конструкцію зображено на складальному кресленнику PI71.405319.001 СК. 3D модель зібраного корпусу зображено на рис. 4.4.

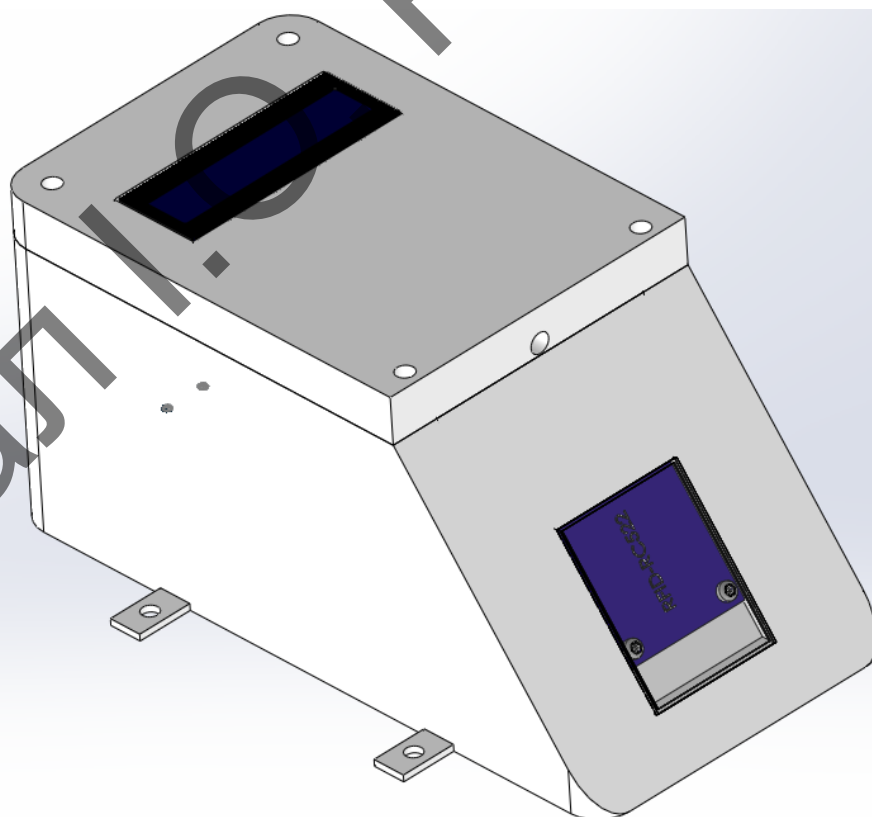


Рисунок 4.4 — 3D модель зібраного корпусу

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.405319.001 ПЗ

Лист

35

Оскільки даний пристрій буде кріпитися до стіни, то така форма була обрана не випадково, а тому, щоб користувачам було зручно прикладати руку з пропуском до *RFID*-зчитувача і в той же час датчик *GY-906*, який розміщується на верхній кришці, буде вимірювати температуру з руки. Пристрій можна закріпити так, щоб *LCD*-дисплей буде знаходитися на рівні очей людини, що дозволить швидше та зручніше переглянути відображену інформацію.

Модель корпусу без верхньої кришки зображено на рис. 4.5.

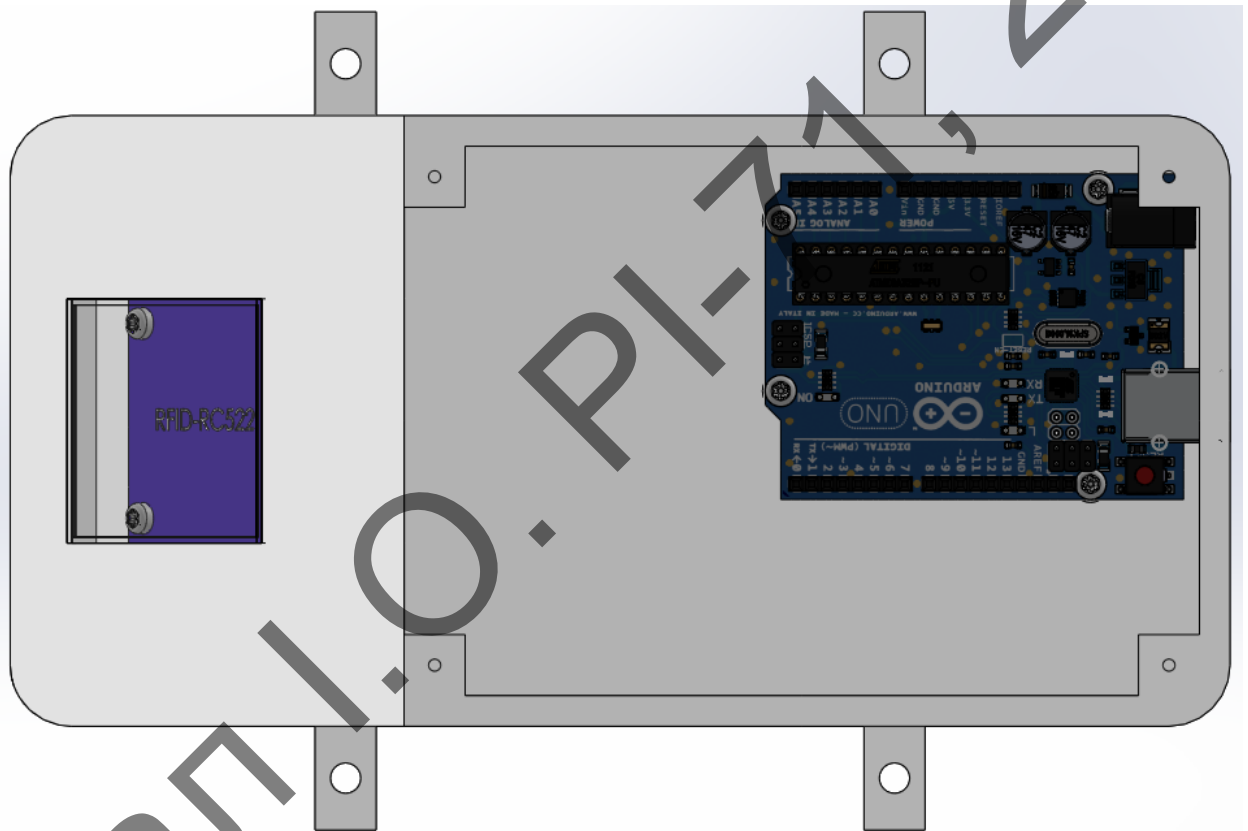


Рисунок 4.5 — Модель корпусу без верхньої кришки

Багато простору всередині корпусу потрібно для того, щоб безперешкодно з'єднувати мікроконтролер із датчиками, а також для модернізації пристрою в майбутньому. *USB AM-DM* кабель, який з'єднує мікроконтролер з комп'ютером протягується через спеціальний отвір на задній стінці корпусу, на якому плата стоїть на чотирьох підставках та закріплюється чотирма саморізами М3. Корпус кріпиться до стіни за допомогою чотирьох дюбелів та гвинтів. Дроти під'єднуються до датчиків та дисплею відповідно.

Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата

PI71.405319.001 ПЗ

Лист

36

4.2 Перевірка працездатності

Тест на працездатність всієї системи полягає у зборі макета, завантаженні програмного забезпечення до мікроконтролера та перевірці на роботу додатка по відправленню даних на сервер.

На рис. 4.6 зображений макет пристрою, який підключений до комп'ютера та працює в режимі очікування.



Рисунок 4.6 — Робота макету пристрою в режимі очікування

Запускаємо додаток на комп'ютері для спостереження за показниками вимірної температури та хто саме її вимірював.

Зображення роботи додатка на рис. 4.7.

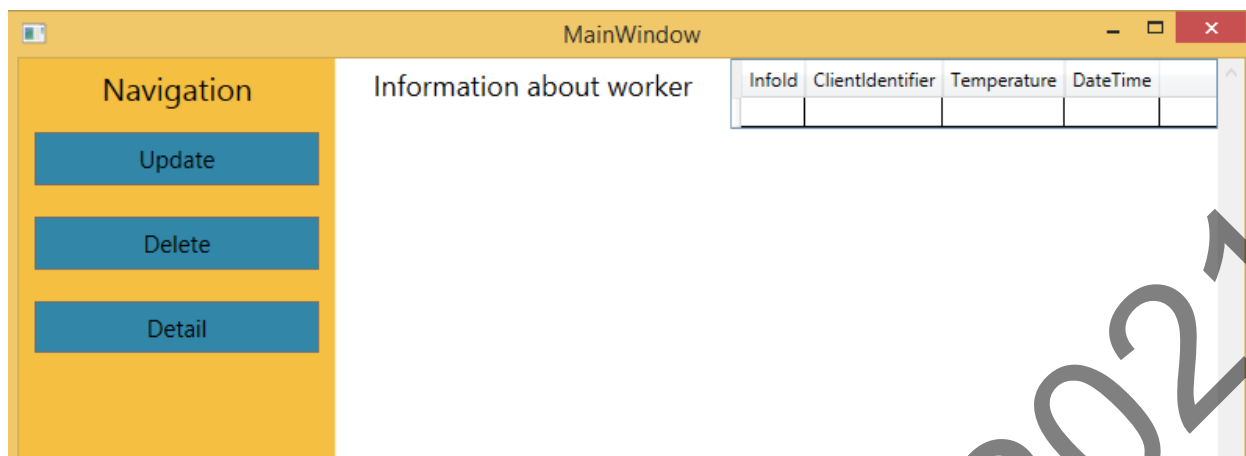


Рисунок 4.7 — Робота додатку

Для того щоб пристрій спрацював, необхідно піднести спеціальний брелок та поставити руку таким чином, щоб датчик, який вимірює температуру зміг зробити це.

Зображення правильної взаємодії із пристроєм показано на рис. 4.8.



Рисунок 4.8 — Взаємодія із пристроєм

В додатку присутні три кнопки. Перша з них — це оновлення інформації в програмі. Коли через пристрій пройдуть декілька людей, можна натиснути кнопку у додатку та побачити показники цих співробітників. Друга кнопка — це видалення інформації. Третя кнопка потрібна для того, щоб переглядати детальну інформацію про будь-якого співробітника. Для цього потрібно лише вибрати людину в таблиці по унікальному ідентифікатору мітки, бо в ній зберігаються дані про співробітника, та натиснути на кнопку.

Зображення результатів вимірювання після натискання кнопки «Update» на рис. 4.9.

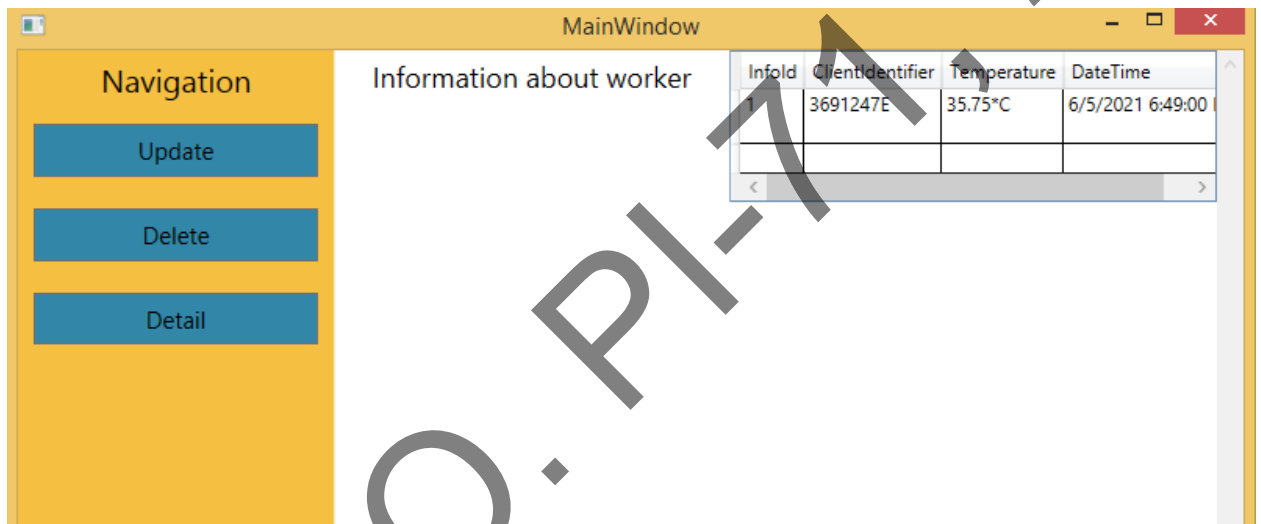


Рисунок 4.9 — Відображення результатів у додатку

В цей саме час, дана програма записує всю отриману інформацію у базу даних. Щоб в цьому переконатися відкриємо *Microsoft Sql Server Management Studio*.

Зображення інформації у базі даних на рис. 4.10.

Results		Messages		
	Infold	ClientIdentifier	Temperature	Date_Time
1	1	3691247E	35.75°C	2021-06-05 18:49:00.270

Рисунок 4.10 — Відображення результатів на сервері

Отже, тестування пристрою показало повну працездатність пристрою, що задовольняє завдання дипломного проекту, але в майбутньому пристрій може модернізуватися та вдосконалюватися.

4.2.1 Розрахунки, що підтверджують працездатність пристрою

Надійність — це здатність пристрою зберігати протягом заданого часу в встановлених нормах функціональні параметри при певних умовах (задані режими та умови експлуатації, технічне обслуговування, зберігання і транспортування).

Так як даний пристрій складається з окремих модулів, то для оцінки надійності будемо використовувати пораховану надійність елементів.

Для початку подивимося час безвідмовної роботи кожного компонента окремо:

- 1) Мікроконтролер *Arduino Uno*. $T_{МК} = 90000$ годин.
- 2) Датчик температури *GY-906*. $T_{Д1} = 80000$ годин.
- 3) *LCD* дисплей 16x2. $T_{Д2} = 160000$ годин.
- 4) *RFID*-модуль *RC522*. $T_{М} = 80000$ годин.

Інтенсивність відмов i -го елемента розраховується за формулою:

$$\lambda_i = \frac{1}{T_i},$$

де λ_i — інтенсивність відмов i -го елемента;

T_i — час безвідмовної роботи i -го елемента.

Таблиця 4.1 — Розрахунок інтенсивності відмов елементів

Назва елемента	T_i , год	λ_i , 1/год
<i>Arduino Uno</i>	90000	$1,1 \cdot 10^{-5}$
<i>GY-906</i>	80000	$1,25 \cdot 10^{-5}$
<i>LCD</i> дисплей	160000	$6,25 \cdot 10^{-6}$
<i>RFID</i> -модуль	80000	$1,25 \cdot 10^{-5}$

Імовірність безвідмовної роботи 1-го елемента схеми надійності при експоненційному законі розподілу часу до відмови визначається:

$$P_i(t) = e^{-\lambda_i t},$$

де λ_i — інтенсивність відмов 1-го елемента, 1/год;

t — час, який розглядається (для розрахунку беремо $t = 1000$ годин).

Таблиця 4.2 — Розрахунок імовірності безвідмовної роботи

Назва елемента	λ_i , 1/год	P_i
<i>Arduino Uno</i>	$1,1 \cdot 10^{-5}$	0,989
<i>GY-906</i>	$1,25 \cdot 10^{-5}$	0,988
<i>LCD</i> дисплей	$6,25 \cdot 10^{-6}$	0,994
<i>RFID</i> -модуль	$1,25 \cdot 10^{-5}$	0,988

Розрахунок показників надійності системи у цілому.

Імовірність безвідмовної роботи пристрою протягом 1000 годин:

$$P_{\pi} = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

$$P_{\pi} = 0,989 \cdot 0,988 \cdot 0,994 \cdot 0,988 = 0,96$$

Інтенсивність відмов пристрою:

$$\lambda_{\pi} = -\frac{\ln 0,920}{1000} = 4,08 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{год}}.$$

Середній наробіток до відмови пристрою:

$$T_{\pi} = \frac{1}{\lambda_{\pi}},$$

$$T_{\pi} = \frac{1}{4,08 \cdot 10^{-5}} = 24500 \text{ годин}.$$

Отже, імовірність безвідмовної роботи пристрою для дистанційного вимірювання температури за 1000 годин становить 0,96. Це означає, що пристрій проработить вказаний у технічному завданні період часу без відмов.

ВИСНОВКИ

1. Було проаналізовано існуючі аналоги на ринку, їх плюси та мінуси, та були встановлені необхідні характеристики для пристрою. Основною перевагою пристрою є те, що він повністю автоматизований, не рахуючи того, що треба оновлювати дані у програмі.

2. Розроблено структурну схему та електричну принципову схему. Виконано обґрунтований вибір потрібних для збирання пристрою складових частин у вигляді готових модулів: мікроконтролера *Arduino Uno*, датчика температури *GY-906*, RFID-модуля *RC522* та *LCD*-дисплею 1602.

3. Розроблено програмне забезпечення для мікроконтролера в середовищі *Arduino IDE* на мові *C++* та написана програма для взаємодії із даними на мові *C#*, які були отримані за допомогою *Arduino Uno*.

4. В середовищі *SolidWorks* розроблено корпус пристрою для дистанційного вимірювання температури, в якому передбачено кріплення окремих модулів системи зі зручним доступом для підключення та налагодження.

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Термометр *OROMED ORO-T30 BABY*. URL: https://bt.rozetka.com.ua/oromed_oro-t30_baby/p72993645 (дата звернення 04.06.2021).
2. Бесконтактный инфракрасный термометр *LONGEVITA YK-001*. URL: https://bt.rozetka.com.ua/longevita_uk-001/p254363856/ (дата звернення 04.06.2021).
3. Термометр инфракрасный (пирометр медицинский) *YT-1*. URL: <https://biomed.ua/ua/produktsiya/termometri/termometr-infrachervonij-pirometr-medichnij-yt-1> (дата звернення 04.06.2021).
4. ГОСТ 16019-2001. Аппаратура сухопутной подвижной связи. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026583> (дата звернення 04.06.2021).
5. ГОСТ 15150-69 Машины та приборы и другие технические изделия. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003320> (дата звернення 04.06.2021).
6. *STM32* – микроконтроллер для начинающих. URL: <https://arduinomaster.ru/stm32/stm32-mikrokontroller-dlya-nachinayushhih-posle-arduino/> (дата звернення 04.06.2021).
7. *ESP32*. URL: <http://developer.alexanderklimov.ru/arduino/esp32/> (дата звернення 04.06.2021).
8. *Arduino Uno*. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno> (дата звернення 04.06.2021).
9. *ATmega328P*. URL: <https://datasheetspdf.com/pdf/1351717/Microchip/ATmega328P/1> (дата звернення 04.06.2021).
10. Датчик температуры безконтактный *GY-906*. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/gy-906-bezkontaktniy-infrakrasnyiy-termometr-mlx90614> (дата звернення 04.06.2021).
11. *MLX90614ESF-BAA* Datasheet (PDF). URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/219006/ETC2/MLX90614ESF-ABC.html> (дата звернення 04.06.2021).

12. Термометр Бесконтактный модуль *CJMCU-MLX90614 BCC*. URL: https://ru.banggood.com/CJMCU-MLX90614-BCC-Human-Body-Infrared-Thermometer-Non-contact-Thermometer-Serial-Output-Module-p-1684348.html?cur_warehouse=CN (дата звернення 04.06.2021).

13. *LCD* 1602 символьний дисплей 16x2 (синій). URL: <https://arduino.ua/prod169-lcd-1602-simvolnii-displei-16x2-sinii> (дата звернення 04.06.2021).

14. *I2C* модуль розширення виводів *Arduino* для підключення *LCD* дисплея. URL: <https://arduino.ua/prod1790-ici2cinterfeis-lcd1602-2004> (дата звернення 04.06.2021).

15. *PCF8574T Datasheet (PDF)*. URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/18215/PHILIPS/PCF8574T.html> (дата звернення 04.06.2021).

16. *RFID*-модуль *RC522*. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/rfid-modul-rc522/> (дата звернення 04.06.2021).

17. *Visual Studio* 2019. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/older-downloads/> (дата звернення 04.06.2021).

18. *Microsoft® SQL Server®*. URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=56840> (дата звернення 04.06.2021).

19. *Arduino IDE* 1.8.15. URL: <https://www.arduino.cc/en/software> (дата звернення 04.06.2021).

20. Керніган Б., Ричи Д. Язык C: учеб. 2003 229 с. URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата звернення 04.06.2021).

21. Алфавит и основные понятия языка C++. URL: <http://natalia.appmat.ru/c&c++/lezione1.php> (дата звернення 04.06.2021).

22. Руководство по *WPF*. URL: <https://metanit.com/sharp/wpf/> (дата звернення 04.06.2021).

23. Введение в *C#*. URL: <https://metanit.com/sharp/tutorial/1.1.php> (дата звернення 04.06.2021).

					PI71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		44

24. Введение в язык XAML. URL: <https://metanit.com/sharp/wpf/2.php> (дата звернення 04.06.2021).

25. *SerialPort Class*. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.io.ports.serialport?view=dotnet-plat-ext-5.0> (дата звернення 04.06.2021).

Микал І.О. РІ-71, 2021

					РІ71.405319.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

ДОДАТОК А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту
асистент Нікітчук А.В.

(дата) (підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри радіоконструю-
вання та виробництва радіоапара-
тури д. т. н., проф. Нелін Є. А.

(дата) (підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПОМНИЙ ПРОЕКТ

«Пристрій для безконтактного вимірювання температури тіла та збору
статистики»

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проекту: «Пристрій для безконтактного вимірювання температури тіла та збору статистики».

Підставою для виконання є завдання, узгоджене з кафедрою радіоконструювання та виробництва радіоапаратури від «11» квітня 2021 р.

2 МЕТА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Метою дипломного проекту є розробка конструкції пристрою для безконтактного вимірювання температури тіла та збору статистики, перевірка її працездатності та оформлення необхідної конструкторської документації.

Пристрій для безконтактного вимірювання температури призначений для того, щоб під час проходження через прохідну підприємства або заводу, співробітник мав змогу дізнатися свою температуру не наражаючи на небезпеку іншу людину, яка могла б підійти до нього та поміряти температуру спеціальним термометром.

3 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

3.1 Вхідні параметри

Робоча напруга мікроконтролера становить 5В. Живлення відбувається від *USB* кабелю, підключеного до комп'ютера.

Габаритні розміри пристрою:

Довжина: 200 мм;

Ширина: 100 мм;

Висота: 97 мм;

3.2 Вимоги до життєдіяльності та стійкості до зовнішніх впливів та чинників

Кліматичне виконання – У3, У4 (згідно ГОСТ 15150–69).

У3 — для макро-кліматичних районів з помірним кліматом (У), для експлуатації в приміщеннях з опаленням та зі штучною вентиляцією (3).

У4 - для макро-кліматичних районів з помірним кліматом (У), для експлуатації в приміщеннях зі штучно регульованими кліматичними умовами (4).

— понижена температура, робоча +5 °С, гранична –40°С, час витримки при цих температурах 2 год;

— підвищена температура, робоча +40 °С, гранична +55°С, час витримки при цих температурах 2 год.

3.2 Вимоги до надійності

Пристрій повинен бути відновлюваний і ремонтпридатний по ГОСТ 27.002-2015.

Середній наробіток до відмови, не менше, 12000 годин.

Імовірність безвідмовної роботи протягом 1000 годин, не менше 0,96.

Середній час відновлення, не більше 1 години.

Середній строк служби, не менше 1 року.

3.3 Вимоги до технологічності

Вимоги до технологічності по ГОСТ 14.201-83.

3.4 Вимоги до конструкції

Корпус пристрою повинен складатися з двох частин та мати вигляд зрізаного паралелепіпеда. На верхній кришці будуть розташовані отвори для LCD-екрану та датчика температури. На нижній кришці будуть розташовуватися отвори для кріплення пристрою, отвір для *RFID*-мітки та живлення блоку керування.

3.5 Вимоги до дизайну та ергономіки

Колір корпусу має бути сірим або білим.

3.6 Вимоги до експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Ремонт може здійснюватися майстром на виклик або самостійно, попередньо відімкнувши пристрій від живлення. Передбачений легкий доступ для ремонту.

3.8 Вимоги безпеки життя, здоров'я, майна громадян та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги технічної безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки.

Утилізація згідно вимог для промислових відходів за ГОСТ 30773-2001.

3.8 Вимоги до транспортування, зберігання та експлуатації

Умови експлуатації згідно ГОСТ 16019-2001. С1 — стаціонарна, встановлюється в опалюваних наземних і підземних спорудах з такими умовами:

- синусоїдальна вібрація (діапазон частот, 10...70 Гц, амплітуда прискорення 19,6 м/с² або 2 g, тривалість впливу 90 хв);
- механічні удари при експлуатації (відсутні), при транспортуванні (пікове ударне прискорення 147 м/с² або 15 g, тривалість удару 6 мс, число ударів в кожному напрямку 4000);

4 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ І МАРКУВАННЯ

Консервація: не передбачено.

Пакування: пристрій необхідно загорнути у бульбашко-повітряну плівку та помістити в картонну коробку.

Маркування: вимоги до маркування не висуваються.

5 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Оформлення документації відбувається згідно ДСТУ 3008:2015.

Склад конструкторської документації:

1. Текстова документація (пояснювальна записка, специфікація на пристрій).

2. Графічна документація загальним обсягом не менше 3 аркушів А1 (схема електрична структурна, алгоритм роботи програми, складальне креслення пристрою).

6 ОРІЄНТОВАНИЙ ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

- Титульний лист
 - Завдання на дипломний проект
 - Зміст
 - Вступ
1. Огляд існуючих рішень. Розробка та аналіз технічного завдання
 2. Обґрунтування та вибір схемотехнічного рішення
 3. Розробка програмного забезпечення
 4. Проектування приладу та аналіз його працездатності
 5. Охорона праці

7 ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Дипломний проект виконується у 9 етапів.


Таблиця 1 — Етапи дипломного проекту

№	Назва етапу	Термін виконання	Форма звітності
1	Огляд існуючих рішень	12.04.21 – 20.04.21	Розділ 1
2	Розробка та аналіз технічного завдання	21.04.21 – 30.04.21	Розділ 1
3	Вибір та обґрунтування схемотехнічних рішень	01.05.21 – 11.05.21	Розділ 2
4	Розробка програмного забезпечення	12.05.21 – 19.05.21	Розділ 3
5	Проектування пристрою	20.05.21 – 27.05.21	Розділ 4
6	Аналіз працездатності пристрою	28.05.21 – 02.06.21	Розділ 4
7	Оформлення текстової та графічної документації	03.06.21 – 07.06.21	Креслення та додатки

8 ПОРЯДОК ПРИЙМАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І МАТЕРІАЛИ, ЯКІ ПОДАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ЗАКІНЧЕННЯ ЕТАПІВ І ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ В ЦІЛОМУ

Матеріали, які являються проміжними, подаються у вигляді розділів дипломного проекту на перевірку у зазначені терміни. Після закінчення виконання дипломного проекту, цей проект представляється і захищається комісії.

Виконавець:

 Іван МИКАЛ

Керівник:

 Артем НІКІТЧУК

ДОДАТОК Б.

Специфікація на складальний кресленик

Микал І.О. РІ-71, 2021

Форм	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			PI-71.405319.001 СК	Складальний кресленик		
A3			PI-71.405319.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A2			PI-71.405319.001 Е1	Схема електрична структурна		
				<u>Деталі</u>		
		1	PI-71.405319.001	Верхня кришка	1	
		2	PI-71.405319.001	Основа корпусу	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		3		Саморіз М3х8 ISO 1483	6	
				<u>Інші вироби</u>		
		4		LCD-дисплей 1602	1	
		5		Мікроконтролер Arduino UNO	1	
		6		RFID-модуль RC522	1	
		7		Датчик температури GY-906	1	
						</

ДОДАТОК В.

Лістинг до програмного забезпечення

Текст коду програми, розробленої в середовищі *Arduino IDE* наведений нижче:

```
// Підключаємо бібліотеки
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // бібліотека для роботи із дисплеєм
#include <Wire.h> // для зв'язку контролера з модулями через інтерфейс
I2C

#include <SPI.h> // для взаємодії із модулями, які підтримують SPI
протокол

#include <Adafruit_MLX90614.h> для роботи із датчиком температури
#include <MFRC522.h> для роботи із RFID-модулем

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16 , 2 ); // вказуємо I2C адресу, а також
параметри екрану

#define RST_PIN 9 //константа підключення контакту SS
#define SS_PIN 10 //константа підключення контакту RST

MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // створення екземпляру об'єкта
MFRC522

byte cardUID[4] = {0,0,0,0}; // створення масиву, для запису унікального
ідентифікатора мітки

Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614(); // створення екземпляру
об'єкта Adafruit_MLX90614

void setup() {
  Serial.begin(9600); // задаємо швидкість порта
  while(!Serial);
  SPI.begin(); // Запуск SPI
  mlx.begin(); // Ініціалізація датчика температури
  lcd.init(); // Ініціалізація дисплея
  lcd.backlight(); // Підключення підсвітки на дисплеї
  mfrc522.PCD_Init(); // Ініціалізація RFID-модуля
```

```

}
// безпосередньо робота програми
void loop() {
// Режим очікування
lcd.setCursor(0,0); // Встановлення курсора на початок першого рядка
lcd.print("Wait card..."); // Вивід на дисплей повідомлення про очікування
if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
return;
// Режим зчитування
if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
return;
float t = mlx.readObjectTempC()+7; // змінна для зберігання температури
//якщо температура в межах норми, то виводити повідомлення на дисплей
«Прохід дозволено»
if(t>34.0 && t <= 37.0){
for (byte i = 0; i < 4; i++) {
cardUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
Serial.print(cardUID[i],HEX);
}
Serial.print(" ");
Serial.print( t);
Serial.println("*C");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temp: ");
lcd.print(t);
lcd.print("*C      ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Accept!");
delay(3000);
lcd.clear(); // Очищення дисплею

```

```
}
```

//якщо температура в межах норми, то виводити повідомлення на дисплей «Прохід не рекомендовано»

```
if(t>37.0 && t < 42.0){  
  for (byte i = 0; i < 4; i++) {  
    cardUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];  
    Serial.print(cardUID[i],HEX);  
  }  
  Serial.print(" ");  
  Serial.print(t);  
  Serial.println("*C");  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Temp: ");  
  lcd.print(t);  
  lcd.print("*C");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("No entry!!!");  
  delay(3000);  
  lcd.clear();  
}
```

//якщо мітка була прикладена, а температура з руки не вимірялась, то на дисплей виводиться спеціальне повідомлення про необхідність повторного прикладання мітки.

```
else{  
  for (byte i = 0; i < 4; i++) {  
    cardUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];  
    Serial.print(cardUID[i],HEX);  
  }  
  Serial.println();  
}
```

```
lcd.clear();  
for (int positionCounter = 0; positionCounter < 23; positionCounter++)  
{  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("Try again! Put your hand on the sensor!");  
  lcd.scrollDisplayLeft();  
  delay(200);  
}  
delay(1000);  
lcd.clear();  
}  
}
```

ДОДАТОК Г

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/П	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	PI71.405319.001 ПЗ	Пояснювальна записка	45	
3	A1	PI71.405319.001 Е1	Структурна схема	1	
4	A1	PI71.405319.001 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
5	A1	PI71.405319.001 СК	Складальний кресленик	1	

				ДП PI71.405319.001		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Микал І.О.		14.06		1	1
Керівн.	Нікітчук А.В.		14.06			
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. <u>КіВРА</u> Гр. <u>PI-71</u>	
Н/контр.						
Зав.каф.						