

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
Навчально-науковий інститут електроенергетики  
(інститут)  
Електротехнічний факультет  
(факультет)  
Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**

здобувача вищої освіти Руніков Юлій Романович

(п.і.б.)

академічної групи 151-18-1

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19.

(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	ст.викл, Проценко С.М.			
Провідний консультант	ст.викл, Проценко С.М.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	ст.викл. Проценко С.М.			
Розробка програмного забезпечення системи керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро  
2022

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувачем кафедри  
кіберфізичних та інформаційно-  
вимірjuвальних систем  
(повна назва)  
\_\_\_\_\_ Бубліковим А.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**

здобувача вищої освіти Руніков Ю.Р. академічної групи 151-18-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
(офіційна назва)

на тему Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	12.03.2022
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	02.04.2022
Розробка програмного забезпечення системи керування	Розробка алгоритму керування та програмного забезпечення з людино-машинним інтерфейсом	23.04.2022
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	07.05.2022
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	28.05.2022

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис п.конс.)

ст.викл. Проценко С.М.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 19.01.2022

Дата подання до атестаційної комісії 14.06.2022

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис здобувача)

Руніков Ю.Р.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки склав сімдесят чотири сторінки, двадцять дев'ять рисунків, чотири таблиці, три додатки, п'ять джерел.

В якості об'єкта керування виступає інфрачервона камера, для якої розробляється система керування і зберігання даних, та забезпечується стабільна її робота.

Метою роботи є розробка стенду для продовження досліджень впливу на інфрачервоне зображення різних чинників та факторів.

В роботі були обрані наступні апаратні засоби :

- Інфрачервона камера MLX90640
- Мікроконтролер ESP32
- Екран ili9341

Був розроблений дієвий алгоритм керування котрий дозволяє виконати всі поставлені в роботі задачі. Та згідно алгоритму керування розроблено програмне забезпечення.

За допомогою виконаного стенду з'являється можливість продовжити дослідження використання камери в інфрачервоному діапазоні при побудові системи контролю температури працівників на прохідній підприємства будь якої галузи.

ТЕПЛОВІЗОР, MLX90640, ESP32, СТЕНД, ДОСЛІДЖЕННЯ,  
ДРУКОВАНА ПЛАТА, ПРОХІДНА, ТЕМПЕРАТУРА, COVID19.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Стан питання та постановка завдання.....	7
1.1 Галузь промисловості.....	7
1.1.1 Технологічний процес.....	8
1.1.2 Об'єкт керування.....	10
1.1.2.1 Загальна характеристика об'єкта керування.....	10
1.1.2.2 Структура об'єкта керування.....	11
1.1.2.3 Принцип функціонування об'єкта керування.....	13
1.1.3 Висновки по розділу.....	13
2. Розробка апаратного забезпечення системи керування.....	13
2.1 Розробка структурної схеми системи керування.....	13
2.2 Вибір апаратного забезпечення системи керування.....	16
2.2.1 Вибір пристрою керування .....	16
2.2.2 Вибір датчику.....	20
2.2.3 Вибір допоміжного візуального пристрою.....	23
2.2.4 Вибір пульта оператора.....	24
2.2.5 Вибір джерела живлення.....	25
2.2.6 Друкована плата.....	25
2.3 Функціональна схема автоматизації.....	27
2.4 Розробка схеми електричної принципової.....	28
2.4.1 Опис основних елементів на пристроїв на електричній принциповій схемі.....	28
2.5 Висновки по розділу.....	35
3. Розробка програмного забезпечення системи керування...35	
3.1 Розробка алгоритму функціонування системи керування.....	36
3.2 Конфігурування пристрою керування.....	36

3.3 Розробка програмного забезпечення пристрою керування.....	38
3.4 Розробка програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу.....	40
3.5 Висновки по розділу.....	42
4. Охорона праці.....	42
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проєктованого стенду заміру температури людини на прохідній.....	42
4.2 Розробка заходів охорони праці.....	43
4.3 Пожежна профілактика.....	44
4.4 Заходи з ергономіки.....	46
4.5 Висновки за розділом.....	47
5. Економічна частина.....	48
5.1 Вступ.....	48
5.2 Розрахунок капітальних витрат.....	49
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	55
5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	55
5.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	56
5.3.3 Єдиний соціальний внесок.....	57
5.3.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування.....	57
5.3.5 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.....	58
5.4 Висновки за розділом.....	58
6. Висновки.....	59
7. Перелік посилань.....	61
Додаток А – Відомість проєкту.....	62
Додаток Б – Програмне забезпечення пристрою керування.....	63
Додаток В – Програмне забезпечення людино-машинного інтерфейсу.....	69

## ВСТУП

Через велике навантаження на прохідну підприємства в умовах пандемії COVID-19 дуже гостро стала проблема автоматизації заміру температури людини на прохідній. Через великий обсяг роботи, затрат часу, коштів та ризиків для людини, автоматизований замір температури на прохідній допоможе заощадити великі кошти, зберегти час та здоров'я людей. Для автоматизованого виміру температури людини використовують інфрачервону камеру.

Аби зробити автоматизовану прохідну необхідно на самперед провести дослідження використання інфрачервоної камери. Це потрібно щоб дослідити як впливають різні чинки на отримувані дані. Наприклад як зміняться отримувані значення при зміні температури людини та навколишнього середовища, розташування обличчя людини відносно об'єктиву і так далі.

Для того щоб було можливо виконати дослідження спочатку потрібно розробити стенд за допомогою якого дослідник буде мати змогу отримувати та накопичувати матеріали для досліджень.

В роботі детально розглядається технологічний процес заміру температури людини на прохідній в умовах пандемії. Комплексне рішення технологічної проблеми отримання точних даних температури людини на прохідній, що відповідає сучасним вимогам економічності і охорони праці

В якості об'єкта керування виступає інфрачервона камера, для якої розробляється система керування і зберігання даних, та забезпечення стабільної її роботи.

## **1 Стан питання та постановка завдання**

Спочатку потрібно зробити стенд для дослідження використання камери в інфрачервоному діапазоні при побудові системи контролю температури працівників на прохідній підприємства будь якої галузи.

З тією метою, щоб побачити як впливає на інфрачервоне зображення різні чинники чи фактори. Зовнішня температура, зовнішня температура звідки приходить робітник, як відносно об'єктива розташоване обличчя працівника. Яку площину займає обличчя працівника, які реперні точки використовують щоб точно виміряти температуру.

### **1.1 Галузь промисловості**

Галузь промисловості – загальнопромислове. Більшість сучасних підприємств оснащена автоматизованою прохідною. Це можуть бути турнікети різних видів, вхід за особистою id картою, система розпізнавання обличчя, поєднання цих варіантів та ін. в залежності від розміру підприємства та його потреб. Під час пандемії COVID19 на прохідну було покладено дуже велике навантаження пов'язане із тим що працівники у ручному режимі за допомогою пірометрів мали стояти на прохідній і перевіряти температуру працівників що їдуть на роботу. У ручного підходу я дуже багато недоліків. Найголовніше це час. Додатковий час який потрібен для того щоб перевірити температуру працівників що заступають на зміну, в залежності від кількості працівників, може скласти години, що є абсолютно неприйнятним і буде коштувати підприємству сотень і тисяч доларів збитків. До цього ж проблема і в тому що потрібно відволікати людей від їх безпосередніх обов'язків для перевірки температури інших, що теж веде до грошових втрат або навіть більших проблем. Наприклад дуже часто можливо було побачити як цю функцію виконували працівники охорони. Але через те що вони заміряли температури людей що проходять, вони не могли якісно виконувати свої безпосередні обов'язки, що у свою чергу, може наразити на небезпеку матеріальні цінності підприємства та життя людей які знаходяться на його території. Звичайно треба

ще пам'ятати про людський фактор. Людина може помилитися або відволіктися і не побачити потенційно хвору людину що наражає увесь персонал на небезпеку.

Тому автоматизована прохідна яка в автоматичному порядку виконує замір температури робітника що приходиться на роботу є вкрай важливою і дозволяє економити час, гроші і виключає фактор людини, і в свою чергу може навіть врятувати людське життя.

### **1.1.1 Технологічний процес**

В роботі детально розглядається технологічний процес заміру температури людини на прохідній в умовах пандемії. Комплексне рішення технологічної проблеми отримання точних даних температури людини на прохідній, що відповідає сучасним вимогам економічності і охорони праці повинно мати наступні переваги: – істотне збільшення продуктивності прохідної та її пропускної спроможності (за рахунок економії часу засобів і людського ресурсу), зниження можливих загроз персоналу, масштабованість системи для різних типів та розмірів підприємств, можливість фіксації отриманих даних в базу даних або на сторонній носій. Це досягається завдяки наступним заходам :

- За рахунок точного високотехнологічного устаткування тепловізором, який має можливість заміряти температуру на достатній площі і радіусом огляду задля точного виміру температури людини в незалежності від її зросту температуру навколишнього середовища чи одяжі.

- Економії часу тому що така система витрачає долі секунд задля перевірки і фіксації всіх необхідних параметрів. Також завдяки наявності слоту SD-карти, можливий запис даних на SD-карку.

- Зниження ризиків персоналу який міг би бути заражений при ручної перевірці температури пірометром.

- Завдяки загальній базі даних і роботи системи через wi-fi є можливість необмеженого масштабування системи.



Технологічний процес заміру температури на прохідній виглядає наступним чином: людина підходить до визначеного місця ідентифікації працівника, турнікету або дверей до яких потрібно піднести ід карту і т.д. Після притискання ід картки до зчитувального пристрою він (зчитувальний пристрій) посилає отриманні дані до мікропроцесора.

У свою чергу мікропроцесор виконує дві дії. По перше, відсилає отримані дані про працівники до бази даних через wi-fi. По друге, дає команду інфрачервоній камері зробити замір температури людини. Після чого ці дані також відправляються до бази даних, де заносяться до особистого табеля працівника. У базі даних перевіряється інформація, що такий працівник зареєстрований в системі. І ці ж дані температури відправляються до людини, яка здійснює керування та нагляд за прохідною на його робочий екран. На робочому екрані з'являється інформація про працівника і його температура. І здійснюється оповіщення людини, що хоче пройти на підприємство, про те, може вона це зробити або ні. Наприклад, завдяки подачі звукового або світлового сигналу біля проходу.

Якщо людина має нормальну температуру, то подається відповідний сигнал на пульт керуючого і людині, що очікує входу. Двері відчиняться, людина може пройти.

Якщо ж температура перевищує норму, тоді, знову ж таки, подається звуковий або світловий сигнал, який повідомляє, що ця людина не може зайти на підприємство, після чого вона може пройти до спеціальної кімнати для того, щоб не наражати на небезпеку інших. А керуючий прохідною може довести до відома керівника, що його підлеглий захворів.

Після відправки даних до пульта керуючого і працівника біля входу, мікроконтролер переходить до первинного становища і процес може бути повторений.

### **1.1.2 Об'єкт керування**

В якості об'єкта керування виступає інфрачервона камера, для якої розробляється система керування і зберігання даних, та забезпечення стабільної її роботи.

Інфрачервона камера – оптико-електронний прилад для візуалізації температурного поля та вимірювання температури. Переважно працює в інфрачервоній частині електромагнітного спектру — теплові зображення утворюються завдяки зміщенню максимумів спектрів власного випромінювання тіл під час їх нагрівання у короткохвильову область.

Інфрачервона камера моделі MLX90640 являє собою 768 інфрачервоних датчиків, котрі вимірюють температуру зовнішнього середовища, поміщені у стандартний 4x провідний корпус TO39. Завдяки інтерполяції отримані дані можливо у достатньо високій якості перенести на екран.

Ця камера за командою мікропроцесора зчитує зовнішні дані, у нашому випадку – температуру людини. Камера має бути встановлена у розрахованому місці відповідно до того, де буде стояти людина. Також потрібно розташувати камеру відповідно до кута її обзору так, аби люди різного зросту та об'ємів однаково сприймалися камерою і вона вірно вимірювала температуру. Після того, як температура виміряна, ці дані відправляються за протоколом I2C до мікропроцесора, а далі через wi-fi до бази даних або зберігаються на SD-картці, або обидва ці варіанти в залежності від потреби та занесеної програми.

#### **1.1.2.1 Загальна характеристика об'єкта керування**

##### **Опис**

MLX90640 - це повністю відкалібрована 32x24 пікселі теплова інфрачервона матриця у промисловому стандартному 4-вивідному TO39 корпусі.

MLX90640 містить 768 пікселів FIR. Датчики вбудовані для вимірювання навколишнього середовища. Має датчик живлення для вимірювання VDD. Виходи всіх датчиків IR та VDD зберігаються у внутрішній ОЗП і доступні через I2C.

Характеристики та переваги:

- невеликий розмір, низька вартість 32x24 пікселів ІЧ-масив;
- легко інтегрується;
- стандартний промисловий пакет ТО39 на чотири виводи;
- відкалібрований на заводі;
- шумовий еквівалент різниці температур (NETD) 0,1 К RMS при частоті оновлення 1 Гц.

Температура еквіваленту шуму (NET) — це міра чутливості детектора теплового випромінювання в інфрачервоній, терагерцовій або мікрохвильовій частинах електромагнітного спектру. Це величина температури падаючого сигналу, яка була б необхідна для відповідності внутрішньому шуму детектора, щоб відношення сигнал/шум дорівнювало одиниці.

- I2C-сумісний цифровий інтерфейс;
- програмована частота оновлення 0,5 Гц...64 Гц;
- напруга живлення 3,3 В;
- споживання струму менше 23 мА;
- кут огляду 110°x75°;
- робоча температура -40°C ÷ 85°C;
- цільова температура -40°C ÷ 300°C;
- відповідає нормам RoHS.

RoHS - це набір норм ЄС, що забезпечує виконання Директиви ЄС 2002/95, що обмежує використання небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні.

### 1.1.2.2 Структура об'єкта керування



Рисунок 1.1 - Структурна схема системи керування

Система автоматичного керування повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- отримання даних температури людини;
- відправлення даних до бази даних, до пульта управління та на SD картку;
- реалізація wi-fi інтерфейсу.

Пристрій що збирає дані це інфрачервона камера MLX90640. Пристрій що керує цими даними – це мікроконтролер. Зберігання даних на SD картці виконується за допомогою слоту SD карти.

### **1.1.2.3 Принцип функціонування об'єкта керування**

У нашому сьогодні завдяки дуже стрімкому розвитку науки, а також тому що потреба у якісних інфрачервоних камерах стає дедалі більшою, що у свою чергу призводить до зростання виробництв та удосконалення технологій, існує дуже багато інфрачервоних камер різної якості зйомки та технічних можливостей для різних цілей та потреб. Чим більша якість отриманого зображення тим вища ціна за такий пристрій.

У цьому проекті я використовую інфрачервону камеру MLX90640. Ця камера поєднує в собі достатньо велику якість отриманого зображення та точність показників температури з приємною ціною. Завдяки протоколу передачі даних I2C цю камеру можливо достатньо легко інтегрувати з більшістю мікроконтролерів. Цей пристрій забезпечує стабільний вимір температури у проміжку від -40 до +85 градусів за Цельсієм, а максимальний до 300 градусів що в умовах прохідної та її потреб є більш ніж достатньою. У цієї камери, звичайно, є і свої недоліки.

Наприклад вона має похибку вимірювання температури приблизно 2 градуси за Цельсієм однак ця похибка залежить від часу використання. У новій камери вона не перевищує 1 градуса. Але протягом кожного року ця похибка збільшується десь на 0,5 градуса. Також у цієї камери кут огляду складає від 55°x35° до 110°x75° залежно від комплектації. Існують камери із більшим кутом огляду, що робить легшим її налаштування та збільшує можливості застосування. Однак і можливості цієї камери є достатньою для роботи

прохідної. Ця камера є абсолютно безпечною при використанні. Навіть якщо у пристрої буде збій або коротке замикання, через дуже малу напругу та струм, що потрібен для її роботи, це не призведе до небезпеки для людини або навіть майна, тому що немає чому горіти.

Можемо зробити висновок що в нас є дискретний об'єкт.

### **1.1.3 Висновки по розділу**

Об'єктом керування є стенд.

Дослідження буде проводитись в кліматичній камері яка буде моделювати нахождение людини і її прихід до приміщення прохідної, тому що температура сильно відрізняється у приміщенні і на вулиці.

Мета розробки – побачити, як впливають на інфрачервоне зображення різні чинники чи фактори:

- температура всередині приміщення (куди заходить робітник);
- температура назовні (звідки приходить людина);
- як відносно об'єктива розташоване обличчя працівника;
- яку площину займає обличчя працівника;
- які реперні точки використовую, щоб точно виміряти температуру.

Система повинна бути масштабована, тобто мати можливість підключати багато камер, залежно від розміру підприємств.

Для того, щоб провести дане дослідження, необхідно: розробити електричну принципову схему та робочий інтерфейс, налаштувати інтерфейси wi-fi та SD картки. В розділі «Програмне забезпечення» написати драйвери для зчитування інформації з SD картки та використання wi-fi модулю.

## **2. Розробка апаратного забезпечення системи керування**

### **2.1 Розробка структурної схеми системи керування**

Вхідними параметром є інфрачервоне випромінювання людини на прохідній, котре фіксується інфрачервоною камерою.

Інфрачервоне випромінювання – це електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між червоним кінцем видимого світла (з довжиною хвилі  $\lambda = 0,74$  мкм та частотою 430 ТГц) та мікрохвильовим радіовипромінюванням ( $\lambda \sim 1-2$  мм, частота 300 ГГц).

Людське око не бачить інфрачервоного випромінювання, натомість органи чуття деяких тварин сприймають інфрачервоне випромінювання, що допомагає їм добре орієнтуватися в темряві.

Інфрачервоне випромінювання також називають «тепловим випромінюванням» через залежність його спектру та інтенсивності від температури.

Всередині інфрачервоної камери декілька сотень датчиків, котрі «бачать» в інфрачервоному спектрі. За спеціальним протоколом і формулами розрахунку обробляють ці дані і відправляють їх на екран користувача. Тобто природне випромінювання трансформується у цифровий вигляд.

На рисунку 2.1 (стор. 15) зображена структурна схема системи керування. Розберемо окремо кожен її блок.

### 1.Main IOT block

Головний блок у нашій системі. У цьому блоці розташовані мікроконтролер, інфрачервона камера а також додаткове джерело живлення для інших блоків, і стабілізатор напруги.

Мікроконтролер виконує функцію «мозку» усієї системи. Він керує отриманням і відправкою отриманих даних, зв'язує між собою усі інші пристрої за протоколом I2C, SPI. А також контролює підключення до мережі wi-fi і відправки до бази даних отриманої інформації.

Камера MLX90640 відповідає за отримання даних з навколишнього середовища і відправки їх до ESP32 за протоколом I2C.

Стабілізатор напруги на 3.3V необхідний для стабільної і безпечної роботи інфрачервоної камери згідно офіційної документації з її використання.

Джерело живлення необхідно для стабільної, безперебійної роботи усієї системи.

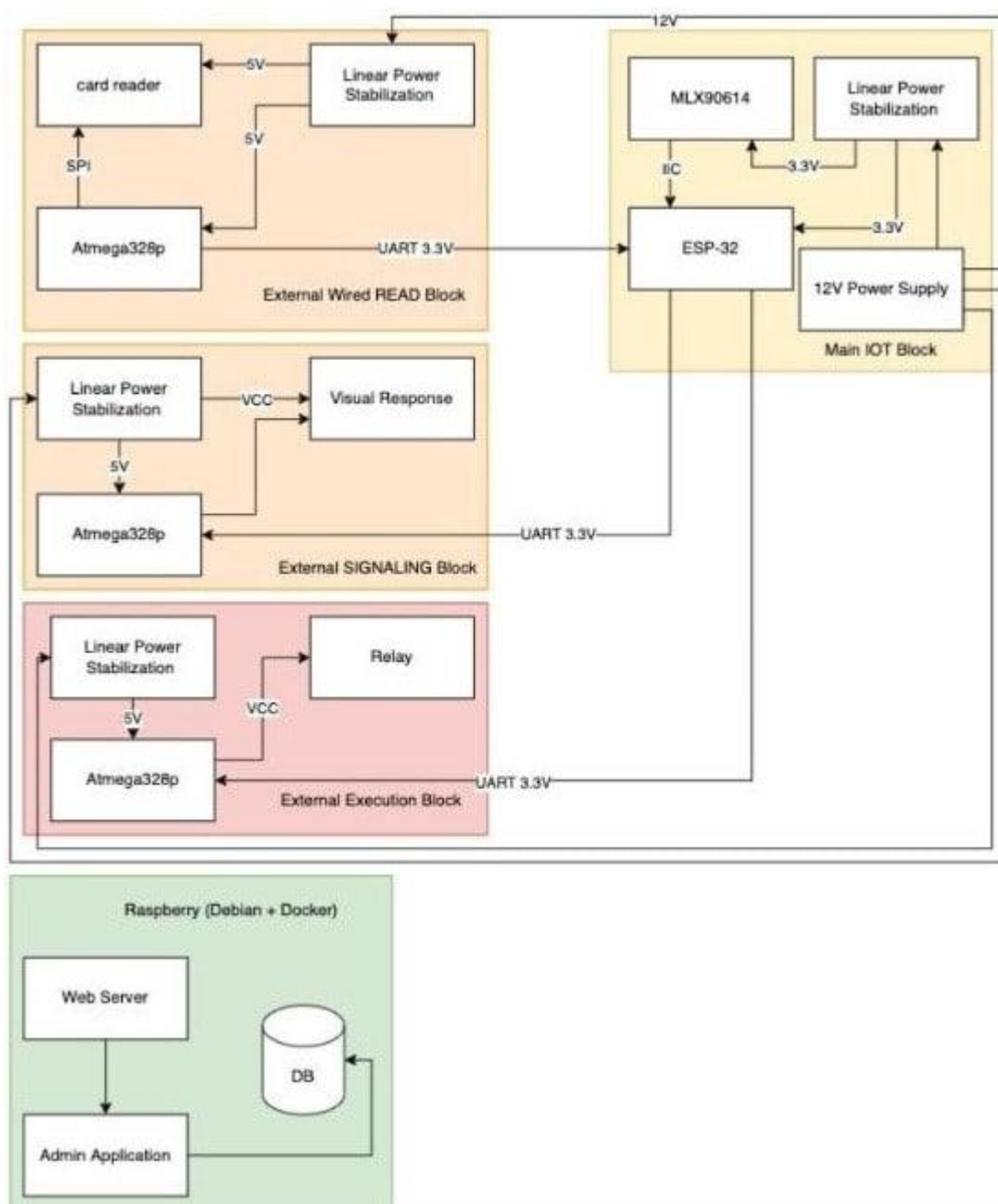


Рисунок 2.1 - структурна схема системи керування

## 2.External Wread READ Block

У цьому блоку ми бачимо картрідер до якого співробітник притискає ід картку, після чого ці дані обробляються мікроконтролером, наприклад Atmega328p, який відправляє отримані дані до ESP32 за обраним протоколом. Наприклад UART. Мікроконтролер та картрідер зв'язуються за протоколом SPI.

## 3.External SIGNAL Block

У цьому блоці головним є візуальний об'єкт. Ним можуть бути різні екрани, світлодіоди або інший пристрій, призначений для візуалізації даних

(наприклад, нормальна у людини температура або ні). Мікроконтролер обробляє дані з ESP32 та подає їх об'єкту.

#### 4. External execution Block

Виконуючий механізм (наприклад, турнікет або реле, що відчиняє двері), отримавши сигнал, що людина здорова, відчиняє двері, або навпаки – не відчиняє, якщо температура не в нормі.

#### 5. Останній блок - це блок бази даних

У нього входять:

- веб-сервер, на якому ми зможемо зберігати інформацію та керувати нею, а також виводити її на робочий екран;
- база даних, у якій наші дані будуть зберігатись (наприклад, температура співробітника та його особистий ID з карти входу);
- адмінпанель для адміністрування бази даних.

Я детально описав структурну схему принципу роботи системи керування прохідною. У моїй роботі зі створення стенду не будуть використовуватись всі описані пристрої та зв'язки, тому що це не відповідає моему основному завданню, однак я продемонстрував, як можливо зробити весь цикл роботи автоматизованої прохідної.

## 2.2 Вибір апаратного забезпечення системи керування

Згідно до детально описаного вже мною технологічного процесу потрібно обрати відповідне апаратне забезпечення та описати як саме воно поєднується між собою.

### 2.2.1 Вибір пристрою керування

Однією з головних умов до пристрою керування є можливість його роботи з wi-fi, інтерфейсами SPI та I2C, достатня кількість оперативної та флеш пам'яті, велика кількість пінів.

За цими вимогами якнайкраще підходить мікроконтролер ESP32 на 38pin[6](рисунок 2.2).



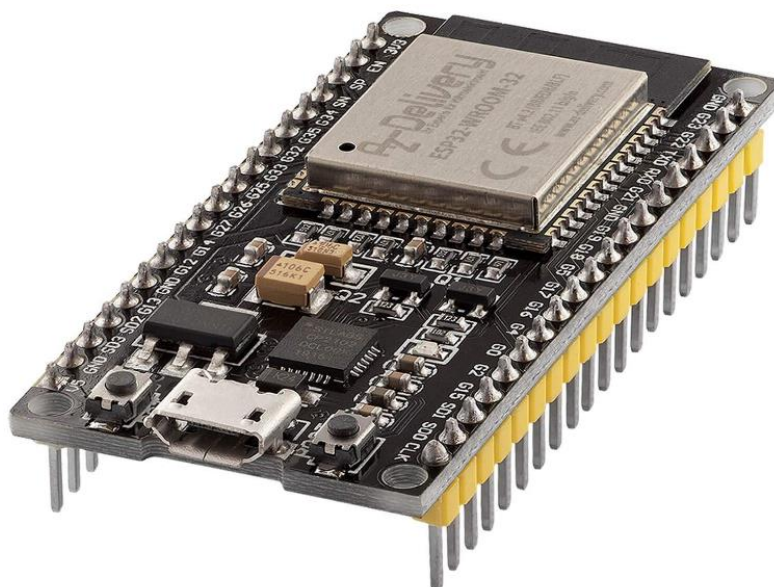


Рисунок 2.2 Мікроконтролер ESP32

В моєму проєкті використовується ESP-WROOM-32 – це ESP32 Wi-fi Devkit модуль, з вбудованим Bluetooth і USB мостом для підключення до ПК.

На модулі встановлений потужний двох'ядерний процесор, вбудований USB міст, вбудований стабілізатор живлення.

Цей процесор виготовлений за технологією 40nm, тому має низьке енергоспоживання і нагрівання.

ESP32 потужний і при цьому енергоефективний завдяки технологічним особливостям, підтримує велику швидкість передачі інформації по Wi-fi та має багато вільних портів GPIO.

*Опис пінів.*

Піни що працюють на вхід та вихід: GPIO 2, 4, 12, 14, 13, 15, 16, 17, 25, 25, 27, 32, 33.

Ті що працюють тільки на вхід: GPIO 34, 35, 36, 39.

Якщо не використовувати Serial, SPI або I2C, то можна додати ще 8 пінів GPIO 1, 3, 5, 18, 19, 21, 22, 23.

Для підключення зовнішньої карти SD призначені піни: GPIO 6, 7, 8, 9, 10, 11.

*Характеристики ESP32 Devkit:*

- 32-бітний двоядерний процесор - Xtensa LX6

- Частота процесора -160-240 МГц
- ОЗУ – 520 Кб
- ПЗУ – 448 Кб
- RTC таймер з 16 Кб ОЗУ
- Зовнішня флеш пам'ять 4 Мб
- живлення 2.2 В – 3.6В

*Периферія яку підтримує ESP32:*

- 18 x 12 бітовий АЦП
- 2 x 8 бітний ЦАП
- 10 портів у диспетчерських пультах
- 1 x вбудований температурний датчик
- 4 x SPI
- 2 x I2C
- 2 x I2C
- 3 x УАПЧ
- 1 x Хост (SD/eMMC/SDIO)
- 1 x ведений (SDIO/SPI)
- 1 x Ethernet MAC-інтерфейс з виділеним DMA та підтримкою IEEE
- 1 x CAN 2.0
- 1 x ІЧ (TX/RX)
- 16 x світлодіод ШИМ
- ШИМ двигуна
- датчик холу

*Енергоспоживання.*

Максимальний струм під час передачі Wi-fi - 160-260 мА.

Споживання без увімкненого Wi-fi і Bluetooth - 20 мА.

LightSleep - 0.8 мА.

DeepSleep - до 10 мкА.

Режим глибокого сну з активним RTC - 5 мкА.

### Wi-fi та Bluetooth.

Wi-fi 802.11n 2.4 Гц з максимальною швидкістю 150 Мбіт/сек.

Шифрування WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/Wi-fi Protected Setup WPS.

Bluetooth v4.2 BR/EDR and BLE.

Детально який пін за що відповідає можливо побачити на рисунку 2.3

ESP32 Dev Board PINMAP											
				3.3V							
(pu)			RESET	EN							
SVP		ADC0		GPI 36					GPIO23	VSPI MOSI	SPI MOSI
SVN		ADC3		GPI 39					GPIO22		Wire SCL
		ADC6		GPI 34					GPIO1	TX0	Serial TX
		ADC7		GPI 35					GPIO3	RX0	Serial RX
		TOUCH9	ADC4	GPI032					GPIO21		Wire SDA
		TOUCH8	ADC5	GPI033					GND		
DAC1		ADC18		GPI025					GPIO19	VSPI MISO	SPI MISO
DAC2		ADC19		GPI026					GPIO18	VSPI SCK	SPI SCK
		TOUCH7	ADC17	GPI027					GPIO5	VSPI SS	(pu) SPI SS
	TMS	TOUCH6	ADC16	HSPI SCK	GPIO14				GPIO17		
(pd)	TDI	TOUCH5	ADC15	HSPI MISO	GPIO12				GPIO4		ADC10 TOUCH0 (pd)
				GND					GPIO0	BOOT	ADC11 TOUCH1 (pu)
									GPIO2		ADC12 TOUCH2 (pd)
	TCK	TOUCH4	ADC14	HSPI MOSI	GPIO13				GPIO15	HSPI SS	ADC13 TOUCH3 TDO (pu)
				FLASH D2	GPIO9				GPIO8	FLASH D1	
				FLASH D3	GPIO10				GPIO7	FLASH D0	
				FLASH CMD	GPIO11				GPIO6	FLASH SCK	
				5V							

Рисунок 2.3 – Позначення пінів ESP32

ESP32 для цього проекту я вважаю переважним тому, що він поєднує в собі усі необхідні параметри для стабільної та коректної роботи системи при цьому є дуже надійним, перевіреним часом, відносно не дорогим, компактним (у порівнянні наприклад з Raspberry Pi).

Зупинимось більш детально на перевагах даного мікроконтролера.

1. ESP32 має 520Кб Оперативної пам'яті та 4Мб флеш пам'яті. Це дуже багато. У зв'язку із тим що у проекті виконується багато процесів таких, як наприклад обробка зображення, вивід його на екран, відправка даних по wi-fi до бази даних, підключення слоту SD картки, підключення тач інтерфейсу на екрані, підключення великої кількості периферійних пристроїв. Все це потребує програмного забезпечення та математичних можливостей, котрі у сукупності будуть займати дуже великі об'єми пам'яті на мікроконтролері. На ESP32 пам'яті достатньо, аби задовольнити усі потреби програмного забезпечення та полегшити працю програмісту, який буде писати код для цієї системи, бо у випадку

недостатності пам'яті доведеться дуже довго та важко модернізувати код що у деяких випадках навіть може позначитися на працездатності системи.

2. Цей мікроконтролер підтримує wi-fi, що є вкрай необхідним у нашому проекті і є далеко не у всіх мікроконтролерів.
3. Велика кількість пінів, а саме 38, а також можливість працювати за протоколом I2C, SPI і можливість широко імпульсної модуляції для якісної роботи з екраном. Через те, що у проекті задіяно багато периферійних пристроїв, необхідно багато пінів для підключення усіх пристроїв. Саме тому я обрав модуль із 38 пінами. Це дозволяє підключити до ESP32 і інфрачервону камеру(4 піна) і екран з тачем і SD карту(18пінів), також можливо підключити стабілізатор напруги і т.п.

З урахуванням всього вище викладеного мною будо прийняте рішення взяти для цього проекту саме ESP32.

### 2.2.2 Вибір датчику

У якості пристрою вводу інформації мною була обрана інфрачервона камера MLX90640[7](рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – зовнішній вигляд MLX90640

#### *Характеристики та переваги MLX90640*

- Невеликий розмір, низька вартість, 32x24 пікселів ІЧ-масив
- Легко інтегрується
- Стандартний промисловий чотирививідний пакет TO39

- Відкалібрований на заводі
- Шумовий еквівалент різниці температур
- (NETD) 0,1 K RMS при частоті оновлення 1 Гц
- I2C-сумісний цифровий інтерфейс
- Програмована частота оновлення 0,5 Гц...64 Гц
- Напруга живлення 3,3 В
- Споживання струму менше 23 мА
- 2 варіанти FOV – 55°x35° і 110°x75°
- Робоча температура -40°C ÷ 85°C
- Цільова температура -40°C ÷ 300°C
- Відповідає нормам RoHS

#### *Приклади застосування*

- Високоточна безконтактна температура вимірювання
- Виявлення вторгнення / руху
- Виявлення присутності / Локалізація людини
- Елемент датчика температури для інтелектуального кондиціонування будівлі
- Датчик теплового комфорту в автомобільному повітрі
- Система управління кондиціонуванням
- Мікрохвильові печі
- Промисловий контроль температури переміщення частини
- Візуальні ІЧ-термометри

#### *Опис*

MLX90640 - це повністю відкалібрована 32x24 пікселі теплова інфрачервона матриця у промисловому стандартному 4-вивідному TO39 корпусі.

MLX90640 містить 768 пікселів FIR. Датчики вбудовані для вимірювання навколишнього середовища. Має датчик живлення для вимірювання VDD. Виходи всіх датчиків IR та VDD зберігаються у внутрішній ОЗП і доступні через I2C

### Огляд та опис контактів (зображено на рисунку 2.5)

SDA - пін це пін для послідовних даних, працює як на вхід, так і на вихід.

VDD - пін через який здійснюється живлення.

GND - Від'ємна подача (заземлення).

SCL - пін I2C сполучення.

MLX90640 це достатньо інформативна, точна та якісна інфрачервона камера. Вона цілком підходить для температурного контролю прохідної, при цьому коштує вона відносно інших інфрачервоних камер дуже небагато. В неї є певні недоліки, як то наприклад невеликий кут огляду, або похибка вимірювань від 1го до 2х градусів за Цельсієм в залежності від терміну її експлуатації. Однак у масштабах підприємства разом із прийнятною ціною, легкістю експлуатації та налаштування, а також враховуючи її надійність та велику кількість інформації про її роботу та програмного забезпечення у відкритих джерелах, цю камеру можна враховувати цілком задовільною для цього проекту.

Pin #	Name	Description
1	SDA	I <sup>2</sup> C serial data (input / output)
2	VDD	Positive supply
3	GND	Negative supply (Ground)
4	SCL	I <sup>2</sup> C serial clock (input only)

Table 3 Pin definition

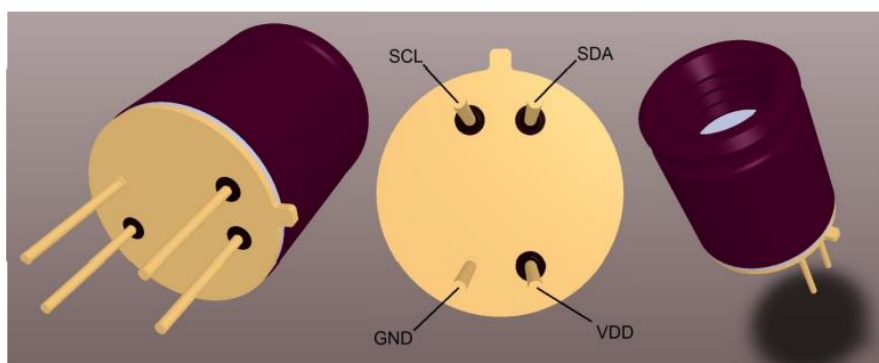


Figure 2 MLX90640 Overview and pin description

Рисунок 2.5 - Огляд та опис контактів MLX90640

### 2.2.3 Вибір допоміжного візуального пристрою

В якості допоміжного візуального пристрою мною був обраний екран ili9341[8](рисунки 2.6 та 2.7)



Рисунок 2.6 – Пі9341 зображення зі сторони пінів



Рисунок 2.7 – ili9341 зі сторони екрану

ILI9341 — це 262144-кольоровий драйвер SOC для рідкокристалічного дисплея a-TFT з роздільною здатністю 240 RGBx320 точок, що включає 720-канальний драйвер джерела, 320-канальний драйвер шлюза, 172 800 байт GRAM для графічного відображення даних і ланцюга живлення.

ILI9341 може працювати з напругою інтерфейсу введення/виводу 1,65 В ~ 3,3 В і вбудованою схемою повторювача напруги для генерування рівнів напруги і керування РК-дисплеєм. ILI9341 підтримує повнокольоровий, 8-кольоровий режим відображення та режим сну для точного керування потужністю за допомогою програмного забезпечення, та ці функції роблять ILI9341 ідеальним РК-драйвером для середніх і малих портативних девайсів, такі як цифрові стільникові телефони, смартфони, в яких має значення тривалий час роботи від акумулятора.

Цей екран був обраний мною через те що він підтримує тач інтерфейс що дає багато можливостей при використанні тепловізора. Наприклад кнопки можуть бути просто на екрані і не потрібно буде підключати додаткові фізичні кнопки до пристрою до того ж тач інтерфейс відповідає сучасним трендам розвитку науки та суспільства, робить пристрій більш «доброзичливим» для користувача. Також він підтримує SD карту та має слот під неї що є в краї важливим і корисним для зберігання інформації температурного контролю на прохідної. Наприклад якщо wi-fi не працює. Він підтримує ШИМ для більшої ефективності використання ресурсів пристрою. Цей екран дає картинку високої якості.

ILI9341 це пристрій індексації за допомогою якого можливо контролювати камеру, наприклад куди вона направлена, який кут її нахилу і т.д.

#### **2.2.4 Вибір пульта оператора**

У якості пульта оператора будемо використовувати персональний комп'ютер. Всі дослідження будуть виконуватись на комп'ютері на основі зображень які я отримаю від мого стенду по wi-fi або на SD карту. На цьому ж комп'ютері буде виконуватись програма обробки зображення. Можливо після виконання досліджень цей процес буде перенесений на ESP32 і ця обробка



зображення буде безпосередньо виконуватись на мікроконтролері. Облікові можливості ESP32 дозволяють це зробити.

### **2.2.5 Вибір джерела живлення**

Пристрій можливо жити від джерела струму через роз'єм microUSB або з використанням літій-іонних акумуляторів типу 1865. Для живлення протягом 2х годин буде достатньо навіть одного такого акумулятора з струмом споживання не менше одного ампера.

В умовах прохідної можливість праці від акумулятора є дуже доречним тому що немає жорсткої прив'язки до стаціонарних джерел живлення що дає більший простір для розташування пристрою, полегшує його установку та дає можливість працювати навіть в умовах надзвичайної ситуації при вимкненій електричній мережі.

У випадку використання microUSB проводу він підключається безпосередньо до ESP32 microUSB порту.

Поєднання цих двох типів живлення дає максимальну ефективність у безперебійній праці пристрою.

### **2.2.6 Друкована плата**

Останнім потрібним фрагментом для мого пристрою є друкована плата на котрій буде встановлені усі інші компоненти.

Друкована плата (англ. Printed circuit board, PCB) — пластина, виконана з діелектрика (склотекстоліт, текстоліт, гетинакс, ситал тощо), на якій або/і всередині якої сформований хоча б один шар із провідними доріжками. На друковану плату монтуються електронні компоненти, які з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка паянням, або, значно рідше, зварюванням, у результаті чого складається електронний модуль — змонтована друкована плата.

Друковану плату не можливо замовити окремо від пристрою. У зв'язку із тим що пристрій я розробляв сам для нього не існує друкованої плати. Тому і плату теж потрібно робити самостійно. Розробляти плату я вирішив у програмі EagleCad. Детальний механізм розробки цієї плати я наведу у частині

програмного забезпечення. У цьому ж розділі я покажу як виглядає плата, та наведу деякі особливості її виготовлення.

Друковані плати можливо робити самотужки, за допомогою достатньо простого обладнання та наявності необхідних хімічних речовин. Однак у цього способу є значні недоліки. По перше через використання хімічних речовин у процесі виготовлення та необхідності на деяких етапах мати справу із термічною обробкою плати високою температурою, цей процес є небезпечним для здоров'я людини, навколишнього середовища, та безпеки елементів приміщення що можуть потрапити під вплив цих речовин. По друге цей спосіб є не надійним. Навіть якщо плата розроблена вірно та були дотримані всі необхідні етапи виготовлення є ризик що пристрій не буде працювати. У цих умовах стає дуже важко, а часто і взагалі не можливо зрозуміти через що пристрій не працює. Через невірну розробку плати(вибір розташування деталей, електричних доріжок і т.і. ) або через те що при виготовленні плати виникли помилки. У цього способу є лише одна можлива перевага але і вона умовна. Це те, що цей спосіб відносно дешевий. Однак ця умова відповідає дійсності тільки у випадку якщо плата запрацює із першого або другого разу інакше і це перестає бути перевагою.

Другий спосіб полягає в тому що б розробити плату у спеціальній програмі, яка призначена для виготовлення таких плат, після чого відправити електронну версію плати до заводу виробника. На заводі котрий спеціалізується на виготовленні друкованих плат, не буде проблем із якісним виготовленням і шанс на брак є дуже малим, до того ж виробництво частіше за все відправляє мінімум дві копії плати замовнику. Тому якщо пристрій не запрацював на отриманій платі то з майже сто відсотковою вірогідністю проблема є в розробці плати а не в її виконанні. Цей спосіб є дуже надійним. Труднощі цього способу полягають у тому що потрібно мати навички роботи із програмою, те що процес доставки плати може зайняти певний час, від тижня до трьох тижнів в залежності від того яким способом буде відправлена плата. Більш швидкий спосіб буде коштувати дорожче. Із цілю зробити виробництво більш дешевим

мною було прийняте рішення замовити плату у Китаї. Відповідно цього, головним недоліком цього способу є його відносна висока ціна.

### 2.3 Функціональна схема

Функціональна схема зображена на рисунку 2.8

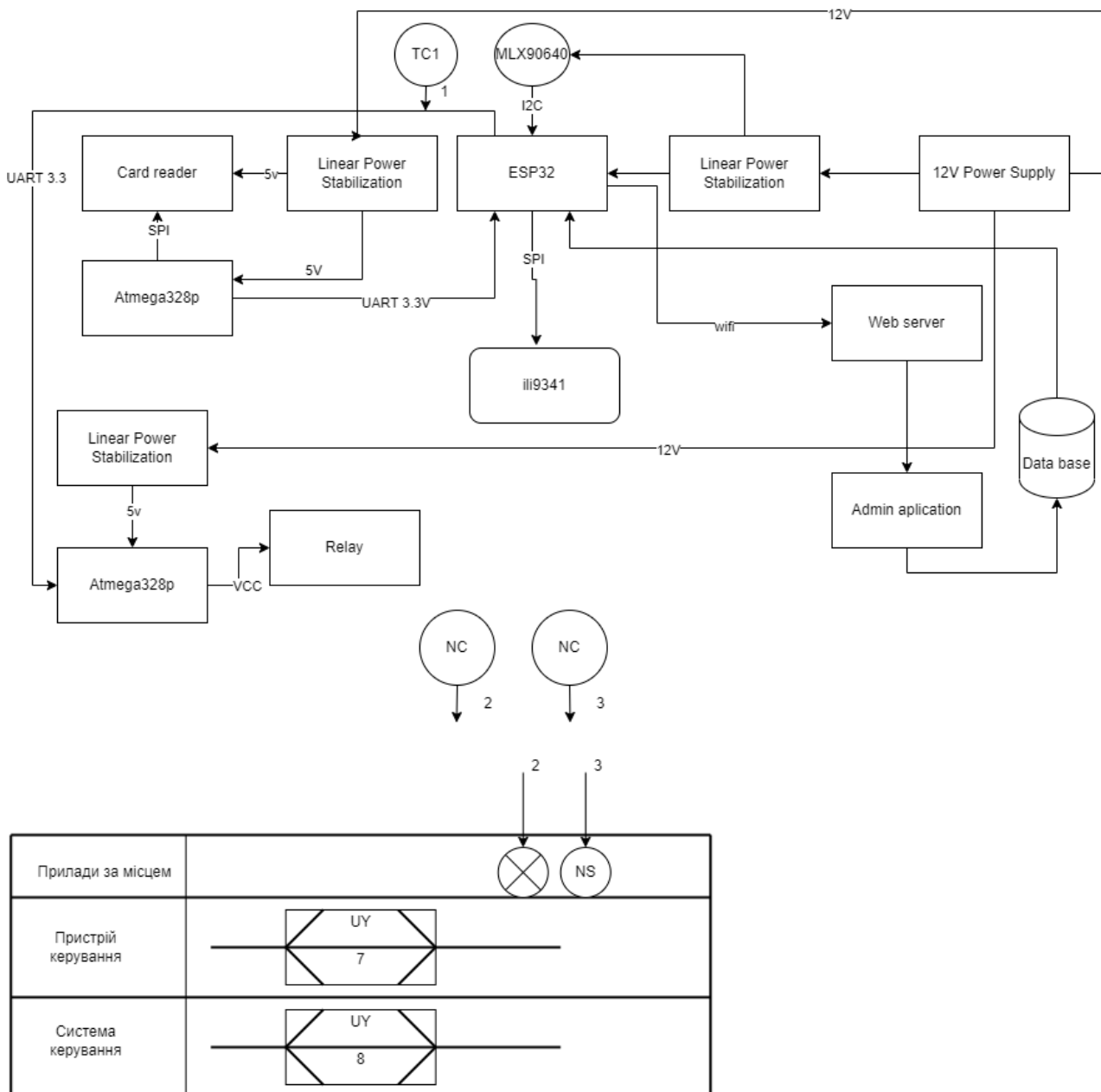


Рисунок 2.8 - Схема функціональна

## 2.4 Розробка схеми електричної принципової

На рисунку 2.9 наведена схема електрична принципова

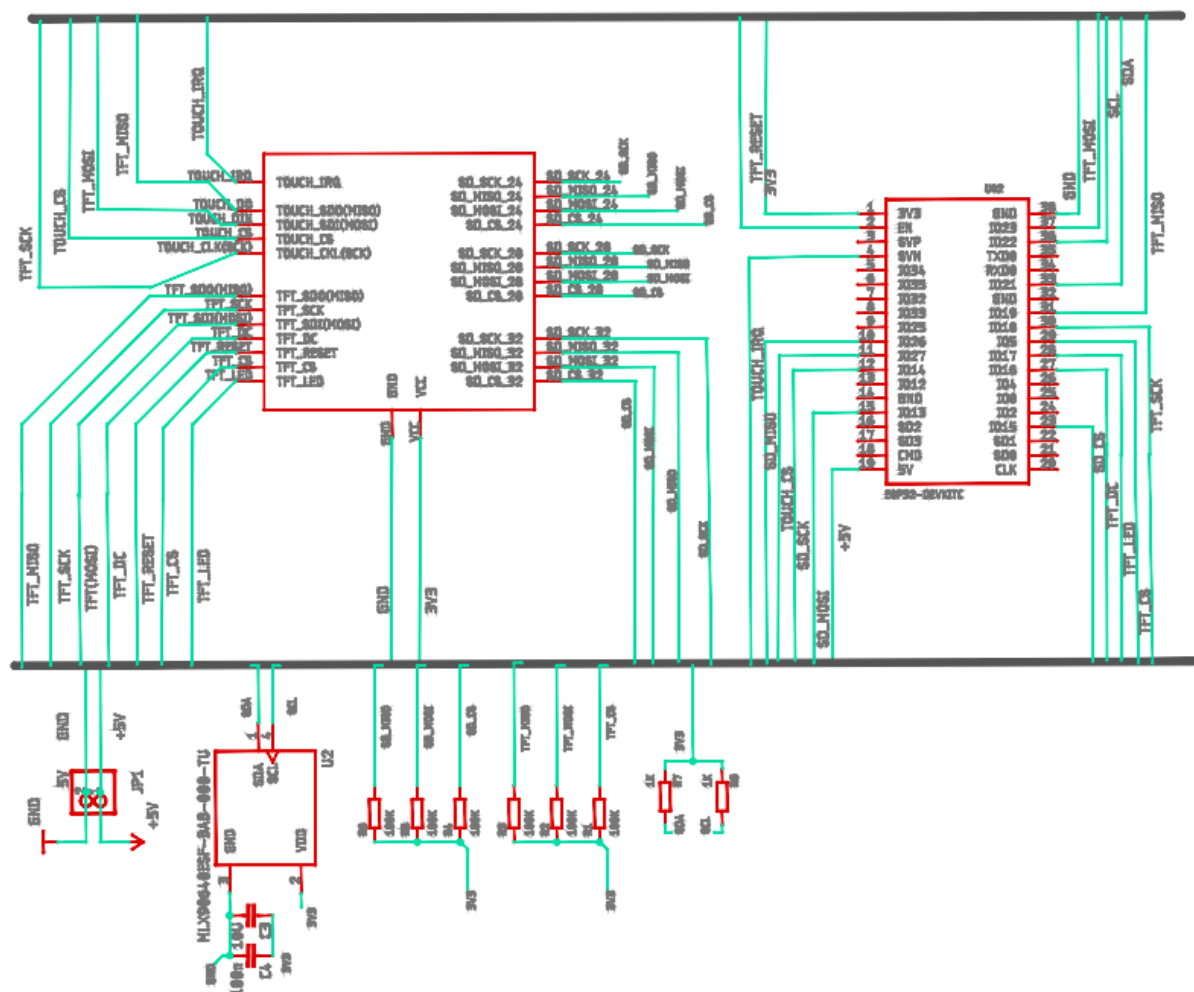


Рисунок 2.9 – Схема електрична принципова

### 2.4.1 Опис основних елементів пристроїв на електричній принциповій схемі

На рисунку 2.10 зображено електрична схема екрану ili9341. Розглянемо її більш детально. Екран працює за допомогою SPI інтерфейсу.

SPI (англ. Serial Peripheral Interface, SPI bus — послідовний периферійний інтерфейс, шина SPI) — фактичний послідовний синхронний повнодуплексний стандарт передачі даних, розроблений фірмою Motorola для забезпечення простого сполучення мікроконтролерів та периферії. SPI також називають чотирипровідним інтерфейсом тому що Для передачі даних в інтерфейсі SPI використовуються чотири сигнали:

MOSI або SI – вихід ведучого, вхід веденого. Служить для передачі даних від провідного пристрою до веденого.

MISO або SO - вхід ведучого, вихід веденого. Служить для передачі даних від веденого пристрою до провідного.

SCLK або SCK - послідовний тактовий сигнал (Serial Clock). Служить для передачі тактового сигналу для ведених пристроїв.

CS або SS — сигнал початку/завершення сеансу зв'язку (вибору веденого пристрою для передачі/читання даних). Після завершення обміну даних має бути знято, що дозволить приймачу даних вийти з режиму читання/запису та перейти до режиму обробки даних.

Крім основних SPI пінів присутні ще й такі

DC - Сигнал перемикання між режимами прийому Даних (високий) та Команд (низький)

LED - (або BL) – живлення дисплея. Максимально допустиме значення напруги, що подається на цей висновок – 3.3В.

RESET – апаратне скидання.

VCC – живлення

GND – Заземлення

Чорним кольором позначені піни які відповідають за підключення слоту SD картки. На цю плату є можливість встановити екран різної діагоналі тому на схемі позначено три однакових схеми підключення. Різниця є лише в тому де будуть розташовані отвори на друкованій платі під екран відповідного розміру. Рожевим кольором позначені піни що відповідають за живлення. Зеленим та голубим позначені піни тача та підключення екрану відповідно.

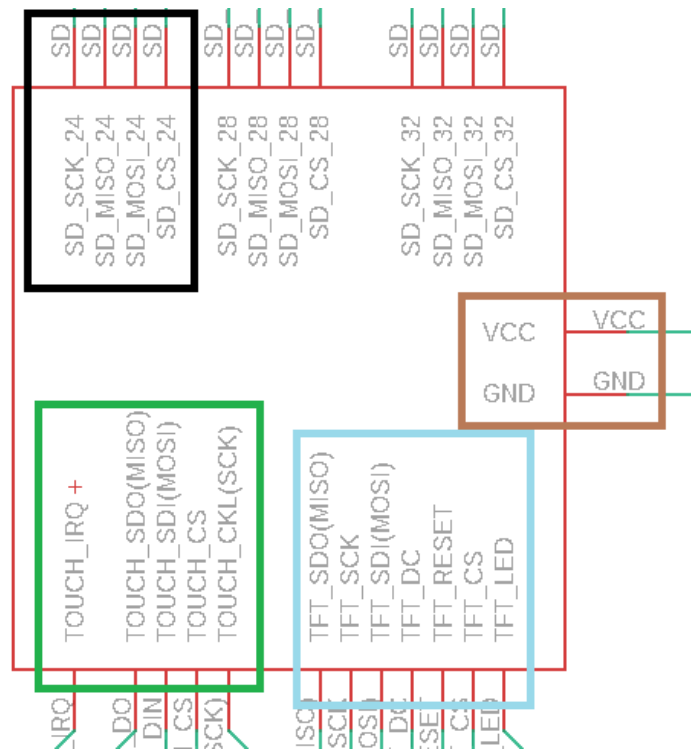


Рисунок 2.10 - Електрична схема екрану ili9341

На рисунку 2.11 зображена електрична схема мікроконтролеру ESP32.

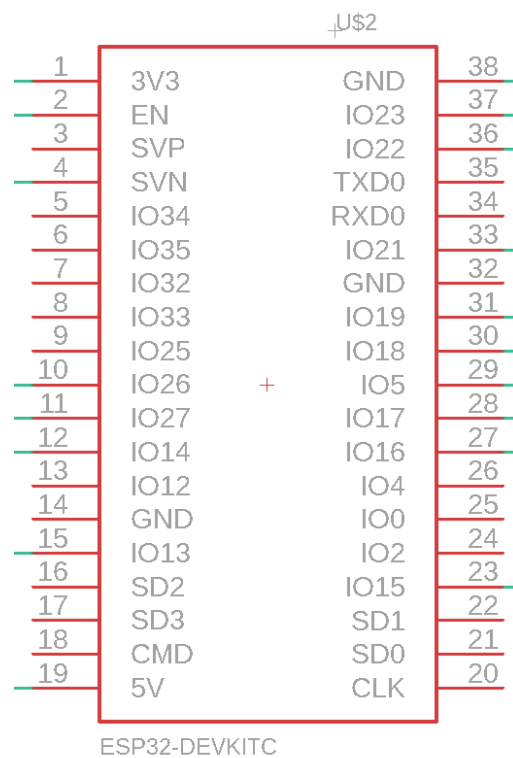


Рисунок 2.11 - електрична схема мікроконтролеру ESP32

На рисунку 2.12 зображено електричну схему інфрачервоної камери MLX90640

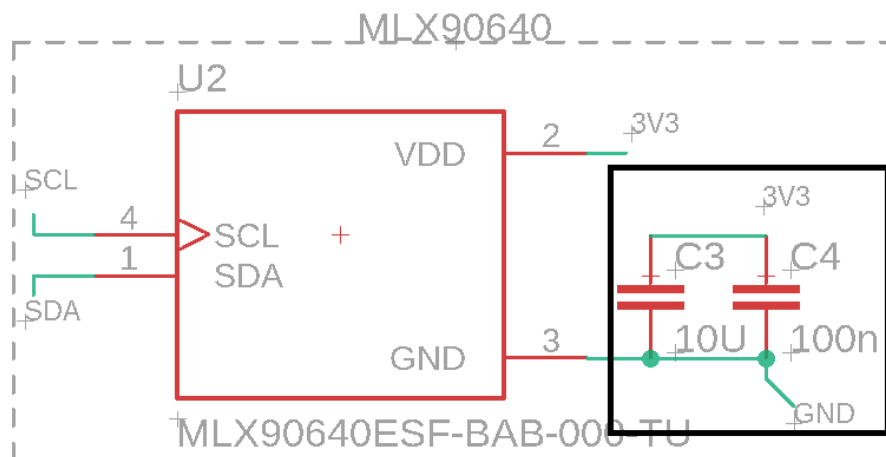


Рисунок 2.12 - Електрична схема інфрачервоної камери MLX90640

MLX90640 працює за допомогою інтерфейсу I2C.

I2C - послідовна асиметрична шина для зв'язку між інтегральними схемами всередині електронних приладів. Використовує дві двонаправлені лінії зв'язку (SDA та SCL), застосовується для з'єднання низько швидкісних периферійних компонентів з процесорами та мікроконтролерами. Усього однією двопровідної шині може бути до 127 пристроїв.

На малюнку 13 чорним кольором позначено групу конденсаторів вони необхідні тому що як і для більшості інтегральних схем, потрібен розв'язуючий конденсатор джерела живлення. MLX90640 – це пристрій зі змішаними сигналами датчики, аналогова частина малого сигналу, цифрова частина та схеми вводу/виводу. Щоб зберегти низький рівень шуму, шум перемикання джерела живлення є низьким і його необхідно відокремити. Високий рівень шуму від зовнішніх схем також може вплинути на шумову продуктивність пристрою.

Також у проекті використовуються резистори та стабілізатор напруги на 5v для сталої роботи пристрою, також за рахунок резисторів виконується придушення брязкоту контактів.

На малюнка 2.13 та 2.14 зображена друкована плата у програмі EagleCad з двох сторін. Синім та червоним кольором позначені доріжки по яких тече

струм. Вони відрізняються за кольором в залежності від того на якій стороні плати розташовані. Але це лише схематичне зображення для зручності роботи у програмі. У житті вони однакові і не мають якогось кольору. Також на схемі відображені місця на яких будуть встановлюватись ті чи інші компоненти пристрою та відмічені місця для отворів для них. Також показані великі технічні отвори за допомогою яких плату можливо закріпити в корпусі. Зображення логотипу компанії DIYnyk із буквою D та QR код були зроблені в дослідницьких цілях під час опрацювання роботи із програмою EagleCad. QR код це дуже зручний спосіб позначити пристрій. Наприклад кожне підприємство може поставити власний логотип та QR при скануванні якого людина буде переадресована на офіційний сайт підприємства. Це також робить дуже легким відстеження походження кожного пристрою.

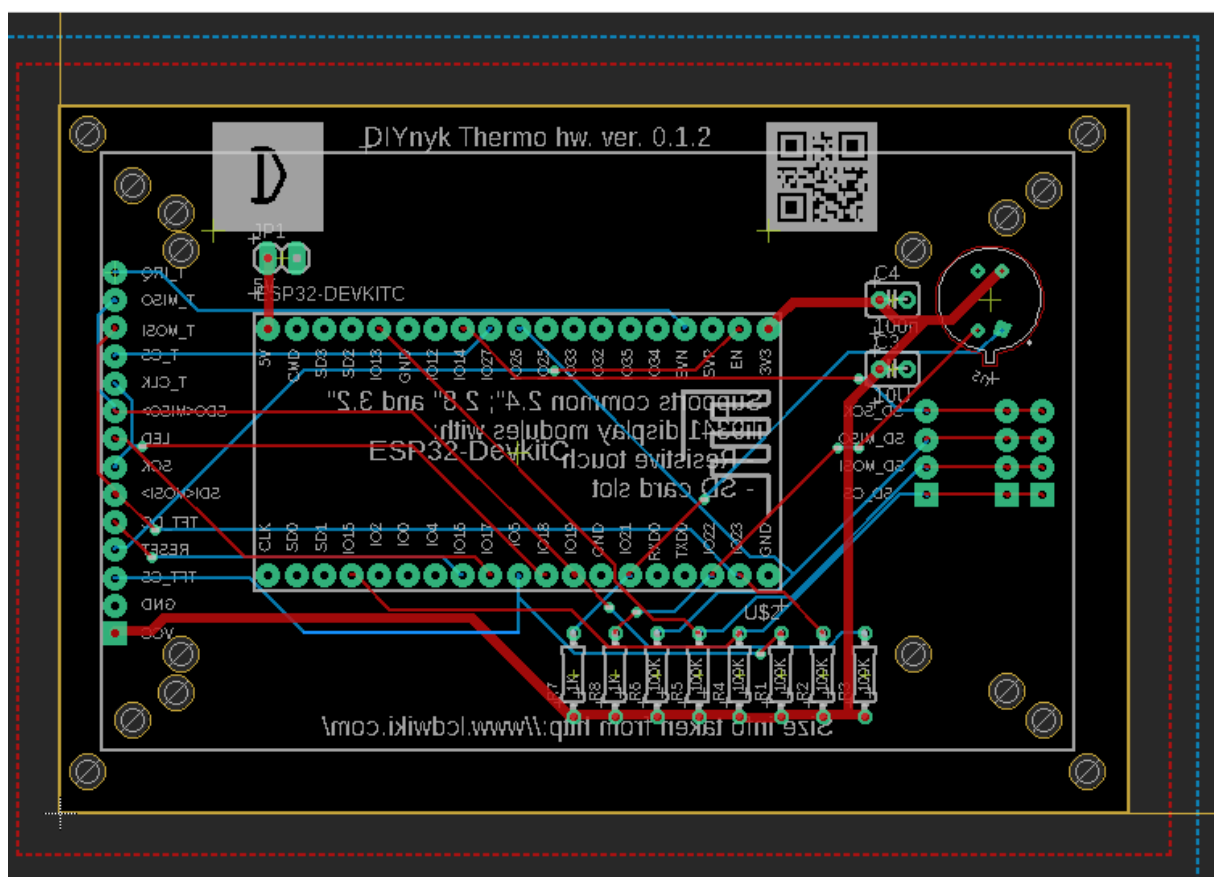


Рисунок 2.14 - друкована плата у програмі EagleCad зі сторони встановлення камери



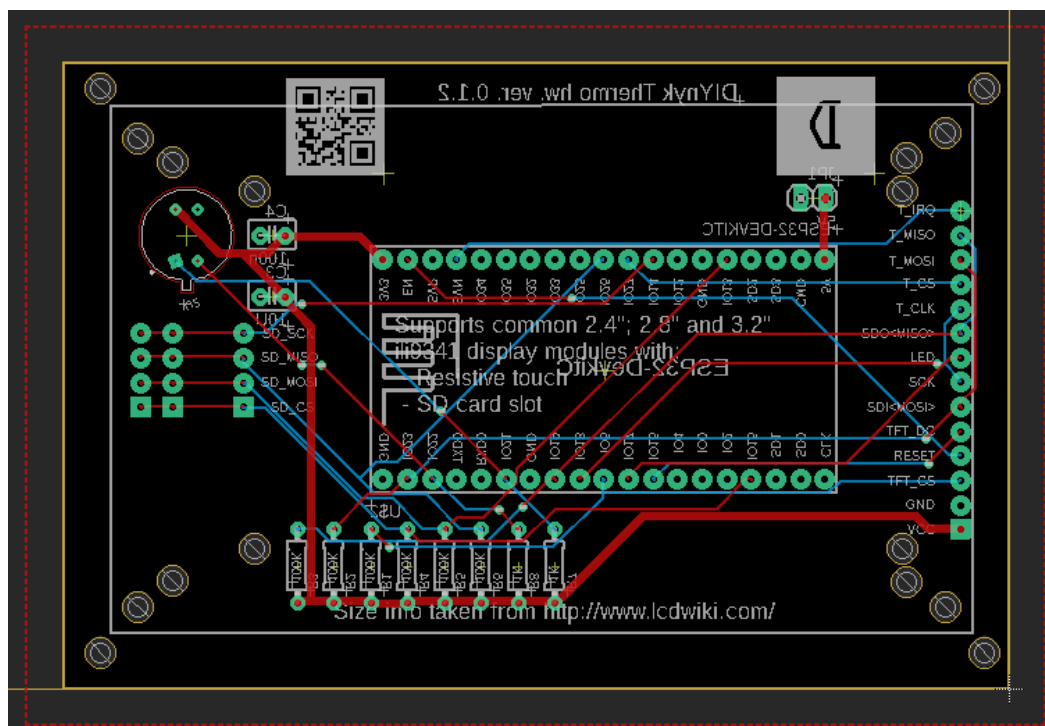


Рисунок 2.15 - друкована плата у програмі EagleCad  
зі сторони встановлення екрану

Зовнішній вигляд готового пристрою можливо побачити на рисунках 2.16 – 2.18



Рисунок 2.16 – зовнішній вигляд готового пристрою



Рисунок 2.17 - зовнішній вигляд готового пристрою з боку екрану

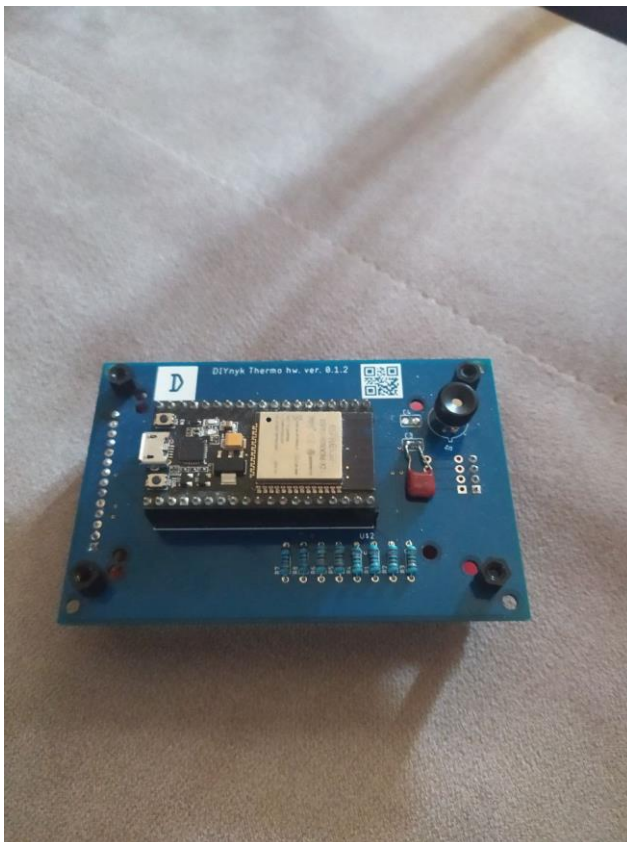


Рисунок 2.18 - зовнішній вигляд готового пристрою

## **2.5 Висновки за розділом**

У цьому розділі я описав та пояснив необхідні можливості і вимоги до пристроїв які будуть обрані для цього проекту. Відповідно до цих вимог були обрані оптимальні керуючі пристрої, датчики, системи живлення, пульт оператора, допоміжні пристрої. Були розроблені схеми електрична принципова, функціональна та структурна. Була розроблена та замовлена друкована плата.

## **3. Розробка програмного забезпечення системи керування**

### **3.1 Розробка алгоритму функціонування системи керування**

Алгоритм системи керування повинен забезпечити повне та стабільне функціонування стенду заміру температури. Спочатку пристрій приводиться у робочий стан тобто відбувається початкова ініціалізація. Після того як пристрій приведено до робочого стану він повинен ідентифікувати людину. В описі технологічного процесу я зазначив що така ідентифікація може відбутись за допомогою індивідуальної id картки працівника притиснутої до картрідера що відправить отримані дані до ESP32. Але моя робота не передбачає встановлення картрідера та передачу через нього даних. Тому мною було прийняте рішення що у цій роботі ідентифікація людини буде виконуватись оператором пристрою за допомогою натискання на тач панель робочого екрану. Після натискання на тач панель, зображення(а насправді значення кожного з 768 пікселів MLX90640 ) із зафіксованою температурою відправляються до ESP32 а потім через мережу wi-fi до бази даних та на sd картку за допомогою інтерфейсу SPI. У подальшому ці дані будуть використані для досліджень, як впливає на інфрачервоне зображення різні чинники чи фактори. Після відправки даних процес може бути повторений.

Відповідно до цього алгоритму мною була зроблена схема алгоритму(рисунок 3.1)

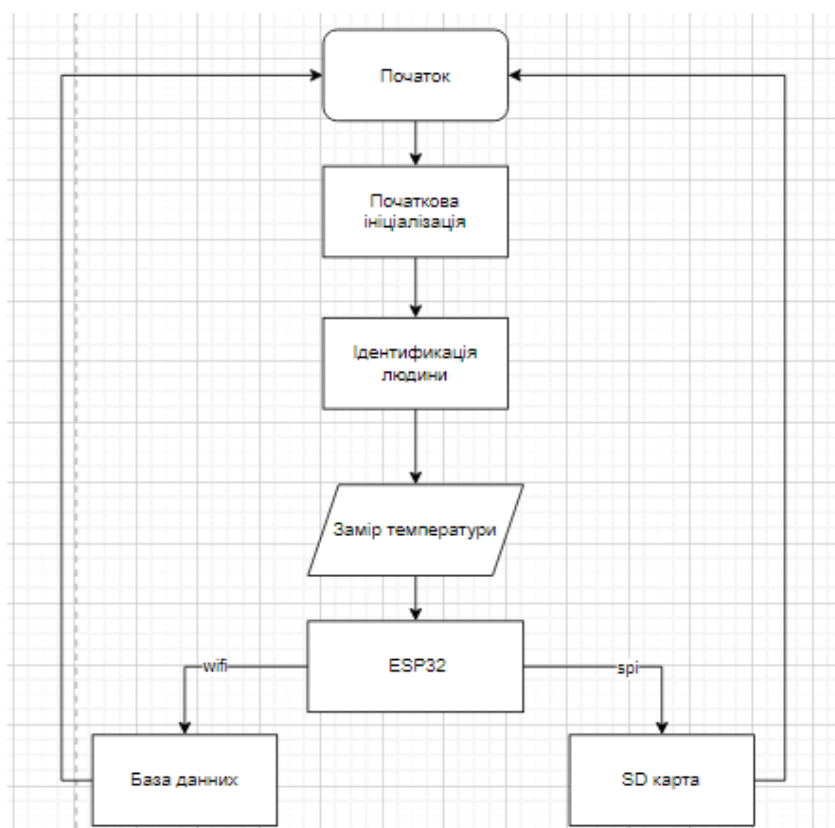


Рисунок 3.1 - Схема алгоритму

### 3.2 Конфігурування пристрою керування

Перш за все потрібно виконати налаштування ESP32. Для програмування свого пристрою я використовую ArduinoIDE. Для того аби працювати з ESP32 потрібно у ArduinoIDE скачати бібліотеку котра так і зветься ESP32.(дивись рисунок 3.2) або можливо знайти цю бібліотеку у відкритих джерелах.

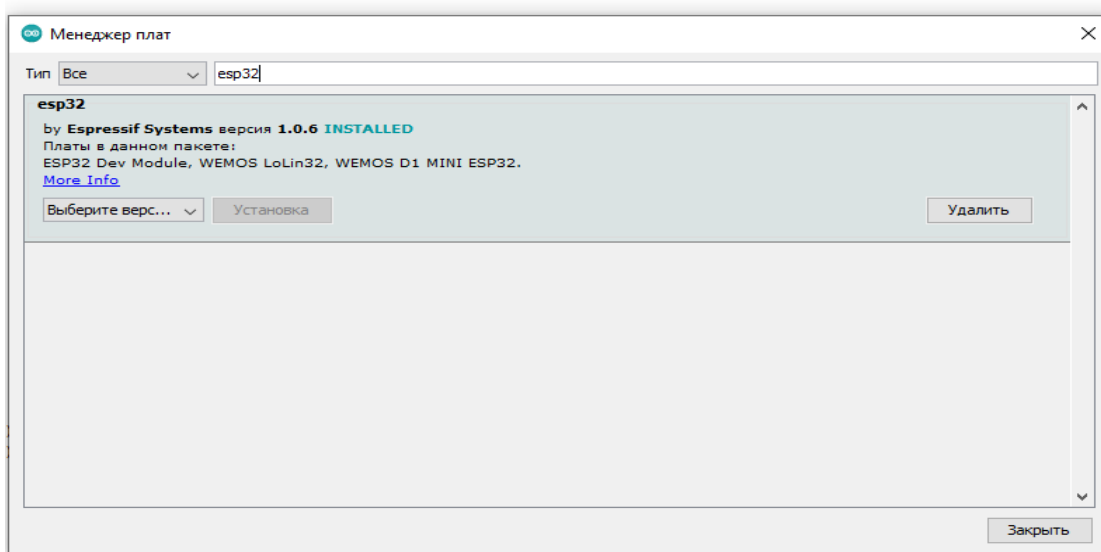


Рисунок 3.2 – Приклад встановлення бібліотеки в ArduinoIDE

Після цього підключимо екран ІІІ9341. Для цього необхідно встановити бібліотеку TFT\_eSPI. Для того щоб програма працювала необхідно у самому початку нашої програми підключити цю бібліотеку. Це робиться наступним рядком :

```
#include <TFT_eSPI.h>
```

Для того аби підключити екран з яким на одній платі також знаходяться тач та SD картка необхідно підключити піни ili9341 до ESP32 у відповідності до електрично-принципової схеми та виконати налаштування у файлі який за умовчанням зветься User\_Setup.h. Кінцеві налаштування мають такий вигляд

```
#define LED 17
#define TFT_MISO 19
#define TFT_MOSI 23
#define TFT_SCLK 18
#define TFT_CS 5
#define TFT_DC 16
//#define TFT_RST 15
#define TOUCH_CS 27
#define T_IRQ 39
#define SD_CS 15
#define SD_Mosi 13
#define SD_Miso 26
#define SD_csk 14
```

У цьому коді приведена назва кожного піна а цифрою позначено номер піна на ESP32 до якого він підключений.

Камера MLX90640 працює за протоколом I2C для його підключення використаємо бібліотеку Wire. Бібліотека Wire використовується для зв'язку мікроконтролера з пристроями та модулями через інтерфейс I2C.

Аби бібліотека працювала потрібно на початку програми написати наступний код :

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

Для підключення MLX90640 до ESP32 потрібно зробити наступні налаштування

```
#if defined(__AVR_ATmega328P__) || defined(__AVR_ATmega168__)
#define I2C_BUFFER_LENGTH BUFFER_LENGTH
#elif defined(__SAM21G18A__)
#define I2C_BUFFER_LENGTH SERIAL_BUFFER_SIZE
#elif __MK20DX256__
#elif ARDUINO_ARCH_ESP32
#else
#define I2C_BUFFER_LENGTH 32
```

Тут ми підключаємо необхідні параметри з бібліотеки які вона використовує а потім виконуємо наступні функції

```
void MLX90640_I2CInit(void);
int MLX90640_I2CRead(uint8_t slaveAddr, unsigned int startAddress,
unsigned int nWordsRead, uint16_t *data);
int MLX90640_I2CWrite(uint8_t slaveAddr, unsigned int writeAddress,
uint16_t data);
void MLX90640_I2CFreqSet(int freq);
```

Попередня ініціалізація усіх компонентів необхідних для роботи пристрою завершена.

### 3.3 Розробка програмного забезпечення пристрою керування

Наш пристрій має можливість підключення до мережі wi-fi. Для реалізації wi-fi інтерфейсу потрібно додати до програми наступний код :

```
#include<Wi-fi.h>
const char* ssid ="yourNetworkName";
const char*password = "yourNetworkPass";
```

Ця ділянка наводиться на початку коду.

Наступна частина коду виконується у setup

```
{
  Serial.begin(115200);
```

```

Wi-fi.begin(ssid,password);
while (Wi-fi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.println("Connecting to Wi-fi..");
}
Serial.println("Connected to the Wi-fi network");
}

```

У цьому коді код «yourNetworkName» та «yourNetworkPass» потрібно замінити на ваш id та пароль.

Для функціонування SD картки потрібно виконати наступний код та встановити бібліотеку SD

```

#include <SD.h>

Serial.begin(9600);
Serial.print("\nInitializing SD card...");
if (!card.init(SPI_HALF_SPEED, chipSelect))
  Serial.println("initialization failed");
  return;
} else
  Serial.println("Wiring is correct and a card is present.");

```

Розглянемо функціонування MLX90640. Через те що програма яка забезпечую налаштування камери у якості прикладу я наведу невелику частину з калькуляції зображення

```

mode = (frameData[832] & 0x1000) >> 5;
irDataCP[0] = frameData[776];
irDataCP[1] = frameData[808];
for( int i = 0; i < 2; i++)
{
  if(irDataCP[i] > 32767)
  {
    irDataCP[i] = irDataCP[i] - 65536;

```

```

    }
    irDataCP[i] = irDataCP[i] * gain;
}
irDataCP[0] = irDataCP[0] - params->cpOffset[0] * (1 + params->cpKta * (ta -
25)) * (1 + params->cpKv * (vdd - 3.3));
if( mode == params->calibrationModeEE)
{
    irDataCP[1] = irDataCP[1] - params->cpOffset[1] * (1 + params->cpKta * (ta -
25)) * (1 + params->cpKv * (vdd - 3.3));
}

```

### **3.4 Розробка програмного забезпечення людино-машинного інтерфейсу**

Для функціонування екрану на якому ми зможемо бачити температуру людини, визначати місце знаходження і положення людини треба виконати наступний код :

```

long getColor(float val)
{
    red = constrain(255.0 / (c - b) * val - ((b * 255.0) / (c - b)), 0, 255);

    if ((val > minTemp) & (val < a))
    {
        green = constrain(255.0 / (a - minTemp) * val - (255.0 * minTemp) / (a -
minTemp), 0, 255);
    }
    else if ((val >= a) & (val <= c))
    {
        green = 255;
    }
    else if (val > c)
    {

```



```

green = constrain(255.0 / (c - d) * val - (d * 255.0) / (c - d), 0, 255);
}
else if ((val > d) | (val < a))
{
green = 0;
}

```

У цієї частині наведено як робиться розрахунок кольорової палітри на екрані.

Наступна частина коду відповідає за тач, у цієї частині ми можемо побачити значення X та Y. Це координати натискання на екрані:

```

bool my_touchpad_read(lv_indev_drv_t *indev_driver, lv_indev_data_t *data)
{
uint16_t touchX, touchY;
bool touched = tft.getTouch(&touchX, &touchY, 600);
if (!touched)
{
return false;
}
}

```

У готовому вигляді екран надає зображення зазначене на рисунку 3.3



Рисунок 3.3 – Приклад зображення на екрані

### **3.5 Висновки по розділу**

У цьому розділі я описав особливості роботи програмного забезпечення. Програмне налаштування та поєднання усіх компонентів з яких складається пристрій в єдине ціле. Також були наведені фрагменти коду що виконується.

## **4 Охорона праці**

### **4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проєктованого стенду заміру температури людини на прохідної**

У моєму проєкті, згідно технологічного процесу, працівник буде майже весь робочий час проводити за робочим комп'ютером. Тому розглядаючи і аналізуючи шкідливий та небезпечний вплив на людину, перш за все треба проаналізувати саме безпеку людини при роботі із комп'ютером.

Першим чинником котрий може нести небезпеку є недостатня освітленість приміщення. Якщо в робочому приміщенні немає достатнього природного або штучного освітлення це може призвести до травматизації співробітника, руйнуванню обладнання та матеріальних активів. Наприклад якщо у робочій кімнаті темно, то легко не помітити якусь з деталей інтер'єру та перечепитись через неї. Недостатнє освітлення при роботі за комп'ютером може призвести до падіння гостроти зору, втоми очей, свербіжу та сухості очей та погіршення стану здоров'я в цілому. Треба також сказати що кімната де працює людина повинна мати як штучне так і обов'язково природне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2018

Більшу перевагу слід приділяти саме природною освітленню через те що воно є най безпечнішим і корисним для здоров'я людини при вірному плануванню робочої зони. Через те що природне освітлення дуже змінюється протягом року та залежить від природних факторів. Наприклад під час дощу або великої хмарності освітлення суттєво знижується.

Також при роботі з комп'ютером необхідно дотримуватись норм що до температури приміщення. Це є вкрай важливим бо при не дотриманні цих норм здоров'ю працівника може бути заподіяна шкода. Наприклад при занадто

низькій температурі людина може захворіти, а при занадто великій може паморочитися голова, у людини буде підвищуватись потовиділення і при виході до приміщення з більш низькою температурою або вулиці людина теж може захворіти.

Детальні норми що до температури приміщення наведено у відповідній таблиці.

Таблиця норми температури приміщення (Таблиця 2.1)

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 – 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 – 25	40 – 60	0,1

#### 4.2 Розробка заходів з охорони праці

Природне освітлення за нормативно правовим документом ДСанПіН 3.3.2.007-98 має здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ або північно-схід та забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5%. Розраховується КПО з методикою викладеною у ДБН [1]

Вікна у кімнаті оснащені шторами та жалюзі для контролювання природного освітлення.

Через те що природне освітлення дуже змінюється протягом року та залежить від природних факторів було передбачено і систему штучного освітлення згідно державних норм вказаних в документах що були наведені вище.

Як вже зазначалося, відносно вікон робоче місце необхідно організувати так, щоб природне світло було з лівого боку (п. 4.3 ДСанПіН 3.3.2.007-98). Робоче місце розташоване таким чином, щоб уникнути попадання

прямого світла в очі. Для забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів комп'ютерних випромінювань були застосовані приєкранні фільтри, локальні світлофільтри (засобів індивідуального захисту очей) та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат [2].

Штучне освітлення приміщення здійснюється системою загального рівномірного освітлення [3]. Зазначення освітленості на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів становить згідно норм 300-500лк. Для покращення освітлення були встановлені додаткові настільні лампи. При цьому світильники місцевого освітлення були встановлені таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана не перевищують 300лк. Як джерела світла для штучного освітлення були застосовувані застосування метало-галогенних ламп потужністю 250Вт. через влаштування відбитого освітлення в приміщенні у якому працюють з документами. Згідно з [4] система загального освітлення становлять суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з лівого боку від робочих місць, паралельно до лінії зору працюючих.

Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях відповідно до [5] необхідно мити вікна і світильники не рідше 2 разів на рік, а також своєчасно замінювати лампи, що перегоріли.

В приміщення для роботи з персональними комп'ютерами передбачено обладнання системами опалення, кондиціонування повітря та припливно-втяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях згідно норм забезпечено оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря.

### **4.3 Пожежна профілактика**

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Загальні вимоги пожежної безпеки під час експлуатації комп'ютерної техніки визначають Правила пожежної безпеки в Україні (затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417), комп'ютерних класів — пункт 3 розділу VIII Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України (затверджені наказом МОН від 15.08.2016 № 974).

Для уникнення можливих аварій та замикань, поряд з приміщеннями, де вестиметься робота з комп'ютером (над чи під ними), також не дозволяється проведення робіт, що потребують здійснення надмірно вологих технологічних процесів.

Так як приміщення укомплектоване системами опалення, кондиціонування та вентиляції повітря, при установці зазначених систем, було зроблено так що батареї опалення, водопровідні труби, вентиляційні кабелі тощо, надійно сховані під захисними щитками, які перешкоджають можливому потраплянню робітника під напругу.

В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки використовується скрита електромережа, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах.

Закон України «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Для забезпечення пожежної безпеки в установах проводять пожежну профілактику, яка включає в себе комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, на запобігання пожежі, обмеження її поширення, а також на створення умов для успішного гасіння пожежі. Для ліквідації пожежі у початковій стадії її розвитку силами персоналу

об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар, системи автоматичного пожежогасіння.

У моєму випадку доцільно використовувати вуглекислотні вогнегасники тому що вони призначені для ефективного гасіння спалахів за умов, де відбувається реакція горіння з участю кисню. Допускається використання вуглекислотних вогнегасників для гасіння спалахів в електроустановках під напругою до 1000 В або, за відсутності напруги, в електроустановках до 10 кВ.

#### **4.4 Заходи з ергономіки**

Загалом, людині найбільш комфортно, коли вона працює на свою домінуючу сторону. Наприклад, якщо ви правша, ваша права рука — ваша домінуюча рука, а ваша права сторона — ваша домінуюча сторона. Тому на робочому просторі потрібно встановити клавіатуру, комп'ютерну мишку та інше обладнання у відповідності до домінуючої сторони.

Робоча зона (часто письмова поверхня) знаходиться зліва.

Якщо робоча зона не відповідає умовам вашої домінуючої сторони це призведе до незручності виконання роботи і як наслідок втрати продуктивності.

У роботі за комп'ютером існують певні фактори ризику, які можуть сприяти розвитку скелетно-м'язових розладів(РСЗ), коли користувачі комп'ютера часто піддаються впливу цих факторів ризику, або протягом тривалого періоду часу. Умови, що піддають користувача ризику розвитку РСЗ, пов'язаного з використання комп'ютера наступне:

- Тривалий час без перерв і відпочинку
- Застосування сили під час удару по клавіатурі або під час захоплення вказівного пристрою (наприклад миші)
- Робота з незручною поставою шиї, плечей, ліктів, зап'ястя або спини
- Тривалий час людина залишається в одній і тій же позі з незначними рухами або без них (наприклад, сидячи, тримає мишку)

Незручні пози і тривалі періоди сидіння можуть збільшити ризик отримання травм. Це є важливо, щоб вам було зручно сидіти, тому як що довго залишатися в незручній позі сидячи це підвищує рівень втоми, напруження

м'язів та дратування нервів. Коли ваше тіло втомлено або відчуває дискомфорт, підвищується ризик травм, а продуктивність і точність праці знижуються. Незручне сидіння особливо ризиковане, якщо воно поєднується з тривалим сидінням і в кінцевому підсумку можуть виникнути проблеми з виконанням навіть простих завдань, наприклад, взяти телефон до рук.

Щоб запобігти цьому треба виконувати наступні правила :

- Коли ви сидите ваші ноги повинні зручно лежати на підлозі або на підставці для ніг, і ваші коліна мають перебувати трохи нижче стегон.

- Між задньою стороною колін і колінами має бути невеличкий зазор коли ви

-Вигин спинки крісла вписується в найглибшу частину вигину вашої нижньої частини спини.

- Спинка крісла має бути вертикальна або нахилена назад для комфорту, і забезпечення підтримки верхньої частини спини.

- Підлокітники треба відрегулювати так, щоб вони були трохи нижче ваших ліктів, коли ваші плечі розслаблені.

- Підлокітники не мають заважати доступу до поверхонь клавіш, миші або письма.

При роботі печатанні тексту потрібно виконувати такі умови

- Ваші плечі мають бути розслаблені, а ваші лікті розташовані близько до тіла.

- Лікті треба зігнути на 90 градусів або трохи більше.

- Ваші зап'ястя прямі (не зігнуті).

#### **4.5 Висновки за розділом**

У розділі з охорони праці я поглибив і систематизував теоретичні знання з питань безпеки праці і застосував їх при розробці заходів для конкретних умов за темою моєї кваліфікаційної роботи. Мною були розкриті вимоги і потреби до освітлення, температури у приміщенні, пожежної безпеки у приміщенні роботи із комп'ютерами та особливостей впливу різних ергономічних чинників при роботі людини за комп'ютером.

## 5 Економічна частина

### 5.1 Вступ

У цій роботі я розглядаю проблему виміру температури людини на прохідній в умовах пандемії covid19. Під час пандемії часто можливо було побачити людей у захисному спорядженні котрі за допомогою пірометрів перевіряла температуру людини стоячи на прохідній підприємства або на входах до адміністративних будівель.

У цього способу перевірки людей на хворобу є багато недоліків. Велике скупчення людей на прохідній в очікуванні своєї черги на перевірку призводить до економічних витрат та небезпеки. По перше люди витрачають час на те щоб стояти в черзі замість того щоб виконувати свою роботу, відповідно підприємство втрачає гроші. На великих підприємствах з великою кількістю співробітників втрата людино годин через такі черги може скласти десятки хвилин або навіть години що перетворюється на багатотисячні збитки. По друге при великому скупченні людей різко зростають ризики поширення захворюваності серед персоналу.

А в умовах пандемії це взагалі є вкрай небезпечним. Ризик що стоячи у черзі люди захворіють одна від одної дуже великий. Це в свою чергу теж несе збитки для підприємства. Людина не працює через хворобу, її потрібно шукати заміну та платити кошти на лікування. Ще одна проблема ручної перевірки температури співробітників є те що для цієї потреби необхідно відлучати персонал який буде здійснювати перевірку від своїх обов'язків що теж призводить до збитків. Треба також відмітити недосконалість людини. Працівник що виконує перевірку може відволіктись і пропустити потенційно хвору людину. Або таку людину можливо спробувати підкупити чи вмовити.

Через ці причини дуже гостро стоїть потреба автоматизованої прохідної яка б змогла самостійно, швидко перевіряти температуру людини на прохідній, обробляти та запам'ятовувати результат вимірювань. Автоматизована прохідна нівелює усі проблеми і небезпеки що були розглянуті.



Для розробки автоматизованої прохідної використовується інфрачервона камера котра з достатньою точністю може виміряти температуру працівника, обробити інформацію, відправити її по мережі wi-fi до бази даних де ця інформація буде зберігатись та використовуватись у майбутньому.

У цьому проекті були обрані пристрої та об'єкти які б задовольняли усім вимогам до технологічного процесу та доцільністю застосування з економічної точки зору.

## 5.2 Розрахунок капітальних витрат

Розрахуємо вартість пристрою шляхом складання ціни усіх його компонентів.


### 1. Інфрачервона камера MLX90640

Продається у великій кількості магазинів дистриб'юторів, (як місцевих так і інтернет) по всьому світі. На офіційному сайті виробника ми можемо знайти найближчі магазини для покупки в Україні. Вартість залежить від кількості замовленої продукції. На рисунках 5.1-5.3 наведено приклад ціни із 3х різних офіційних інтернет-магазинів дистриб'юторів продукції виробництва Melexis.

Pricing (EUR)		
Qty.	Unit Price	Ext. Price
1	53,45 €	53,45 €
10	50,30 €	503,00 €
25	47,16 €	1.179,00 €
100	44,95 €	4.495,00 €

Рисунок 5.1- приклад ціни

**Melexis**  
 IR SENSOR 32x24 ARRAY 50°x35°  
 Supplier: MELEXIS  
 Matchcode: MLX90640ESF-BAB-000-TU  
 Rutronik No.: ICINOS1177  
 Unit Pack: 1  
 MOQ: 1  
 package: TO-39  
 Packaging: TUBE

  
 Datasheet

Every terms and real time stock information

Request or order:

tion

is not orderable.. Please send us a request.

53 €

Prices

QTY	UNIT PRICE	EXT PRICE
1	63,53 €	
90	59,29 €	
135	57,17 €	
180	52,23 €	
270	48,35 €	

Рисунок 5.2 - Приклад ціни

QTY	UNIT PRICE	EXT PRICE
1	\$61.67000	\$61.67
10	\$58.04200	\$580.42
25	\$54.41400	\$1,360.35
100	\$51.87470	\$5,187.47

Рисунок 5.3 - Приклад ціни

$(53.45+63.53+57.53)/3 = 58.17 \text{ €}$  або 1861.44 гривня середня ціна за одну одиницю товару при купівлі по штучно при вартості євро до гривні 1:32

## 2. Мікроконтролер ESP32.

Мікроконтролер ESP32 є надійним та перевіреним часом пристроєм, він відповідає усім потребам цього проекту. Більш детально я розповідав про них у розділі «апаратне забезпечення». Коштує в Україні ESP32 від 260 до 350 гривень в залежності від магазину. Доставка по території України коштує від 15 до 40 гривень в залежності від тарифів перевізника та бажаної швидкості доставки. Приклади ціни в українських інтернет магазинах наведено на рисунках 5.4- 5.4

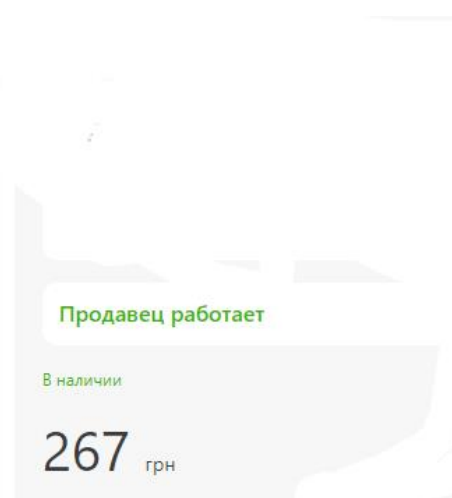


Рисунок 5.4 - приклад ціни

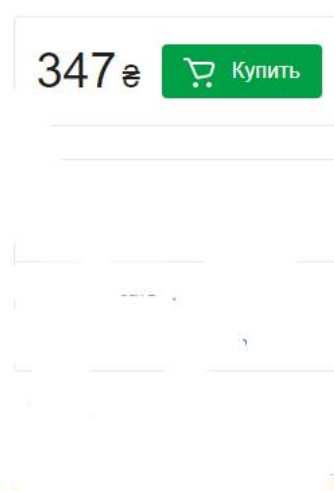
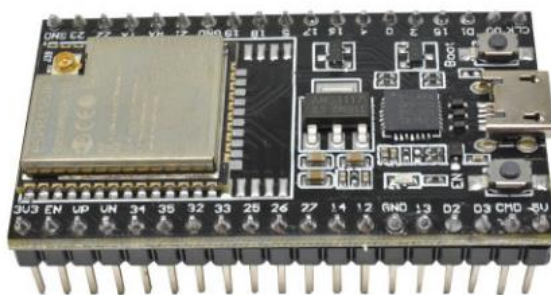


Рисунок 5.5 - приклад ціни

$(347+267)\backslash 2 = 307$  гривень середня ціна за одиницю товару враховуючи ціну доставки загальна сума складе приблизно 340 гривень.

3. Екран іі9341.

Ціна цього екрану складає у різних продавців від 400 – 480 гривень (рисунок 5.7 – 5.8).

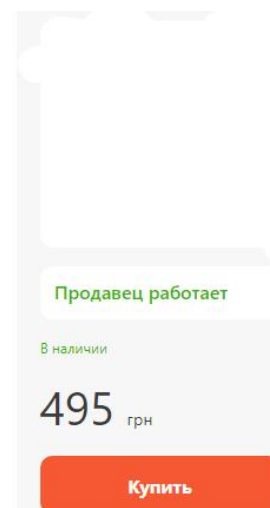


Рисунок 5.7 - приклад ціни

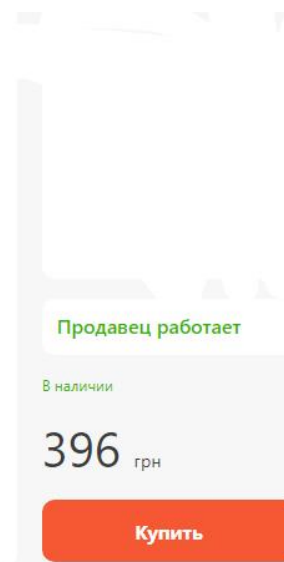


Рисунок 5.8 - приклад ціни

$(396+495)\backslash 2 = 445.5$  гривень середня ціна цього екрану. Додавши максимальну суму за відправку поштою у 40 гривень отримаємо 485.5 гривень.

#### 4. Друкована плата

Замовити якісну дуковану плату на спеціалізованому підприємстві у кількості 5 шт. розміром 100мм на 65мм коштує 4-5\$(120-150 грн. при вартості долора 30 грн.) в залежності від підприємства(див.рисунок 5.9-5.10).

Значно дорожче буде коштувати відправка до України близько 11\$ це близько 330гривень при вартості доллора США 30 грн. Така велика ціна обумовлена значною віддаленістю підприємств від України.

### Pricing And Build Time

PCB Price
☰ Price Comparison Matrix

	Build Time	Qty	Total
<input checked="" type="checkbox"/>	24hours ?	5	\$ 5.00
<input type="checkbox"/>	Extra Urgent! ?	5	\$ 94.56

🔔 Final price is subject to our review.

**Shipping Cost:** US \$11.15

🇺🇦 UKRAINE ▾

PostNL International Mail  
15-45 business days , wt : 0.114 kg

CHN Time Zone(GMT+8): 2022/6/4 23:16:49

Payment before 2022/06/05 06:00 (GMT+8 Only PCB)

<span>📦 Shipment Date</span> 2022/6/7 AM	<span>👤 Delivery Date</span> 2022/7/7
---	--

PCB Cost: ?
US \$ 5.00

Shipping:
US \$ 11.15

**Total:**
US \$ 16.15

🛒 Save to Cart

Рисунок 5.9 - приклад ціни

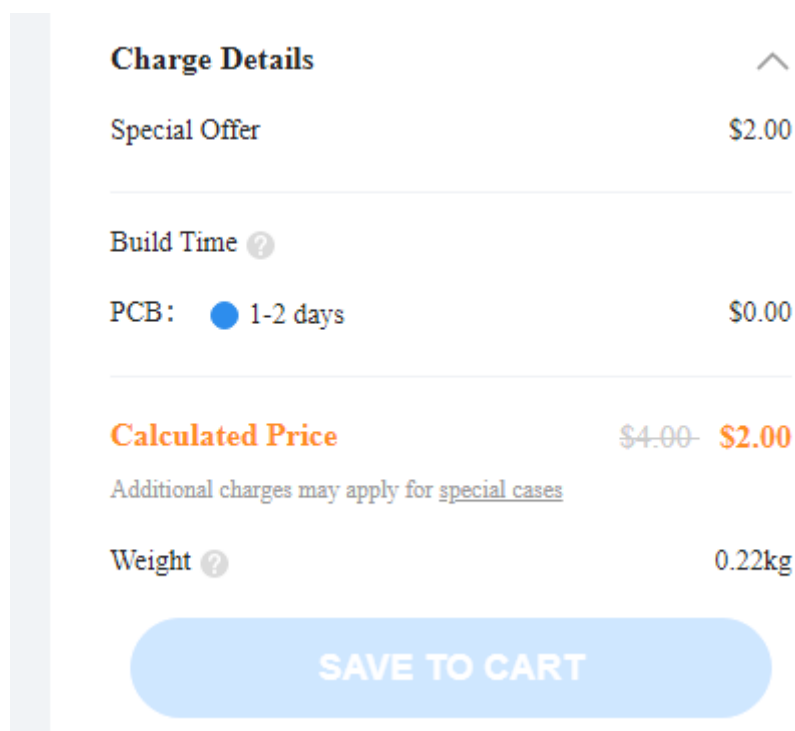


Рисунок 5.10 - приклад ціни

Сумарна приблизна сума складе приблизно 480гривень за 5 плат. Меншою кількістю вони не продаються.

Якщо скласти ціну кожного компоненту з якого складається пристрій то можемо отримати приблизну ціну пристрою.

$1861.44+340+445.5+150+330=3126,94$  гривень – собівартість розробленого пристрою.

Таблиця 5.1

## Зведення капітальних витрат

№з\п	Найменування технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	MLX90640	1	1861.44	1861.44
2	ESP32	1	340	340
3	Пі9341	1	445.5	445.5
4	Друкована плата	1	480	480
Всього:				3126,94

Через те що програмне забезпечення було розроблено за допомогою відкритих джерел за нього не потрібно платити.

Звертаючи увагу на те що немає жорстких умов по встановленню камери її можуть встановити співробітники підприємства керуючи потрібним кутом нахилу за допомогою екрану і додаткові монтажні роботи проводити не обов'язково.

### **5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат**

#### **5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань**

Вартістю основних засобів і нематеріальних активів, що амортизується, є первісна або переоцінена вартість основних засобів і нематеріальних активів за вирахуванням їх ліквідаційної вартості:

$$\Phi_a = \Phi_{п} - Л \quad (5.1)$$

где  $\Phi_{п}$  – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;  $Л$  – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів. Якщо визначити очікувану ліквідаційну вартість об'єкта основних засобів складно, то при прямолінійному методі амортизації дозволяється вважати її рівною нулю.

У нашому випадку розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів дорівнює нулю. Тому що прибрати та замінити пристрій не викличе витрат через його невеличкий розмір та легкість установки та демонтажу.

Тому  $\Phi_a = \Phi_{п} = 3126,94$

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

(5.2)

$$Н_a = \frac{\Phi_{п} - л}{\Phi_{п} \times T_{п}} \times 100\%$$

де  $T_{п}$  – термін корисного використання (амортизаційний період).

$$Na = \frac{3126,94}{3126,94 \times 2} \times 100\% = 50$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО за прямолінійним методом:

(5.3)

$$AO = \frac{\Phiп \times Na}{100}$$

Тоді

$$AO = \frac{3126,94 \times 50}{100} = 1563,47$$

Таблиця 5.2

Розрахунок амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування	Капітальні інвестиції тис.грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, тис. грн.
1	Стенд (MLX905640,ESP32,Pi9341,друкована плата)	3126.94	50	1563,47

**5.3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати**

Номінальний річний фонд робочого часу одного робітника  $F_n$  визначається відповідно до режиму його роботи (кількістю робочих днів і тривалістю зміни):

$$F_n = (D_k - D_{св} - D_{вих}) \cdot T_{зм} \quad (5.4)$$

де  $D_k$ ,  $D_{св}$ ,  $D_{вих}$  – кількість календарних, святкових і вихідних днів у році відповідно;  $T_{зм}$  – тривалість зміни, годин.

Тривалість зміни залежить від типу та умов підприємства, але візьмімо за норму дев'яти годинну робочу зміну.

Тоді

$$F_n = (365 - 116) \times 9 = 2241 \text{ год.}$$

Для обслуговування та керування процесом виміру температури на прохідній буде достатньо лише одного спеціаліста. Він повинен вміти



налагодити пристрій на сталу роботу, мати навички адміністрування бази даних, бути пильним та відповідальним. Зарплатня програміста котрий би в поровся із таким завданням я оцінюю приблизно у п'ятнадцяти тисяч гривень на місяць згідно середнього показника заробітної плати по країні. Відповідно до цієї суми розрахуємо денну заробітну плату.

$$15000 \times 12 = 180000 \text{ грн. на рік із цієї}$$

$$180000 \div 249 = 722,89 \text{ грн на день}$$

Явочний штат у зміні може дорівнювати від одного робітника і більше в залежності від потреб підприємства.

### Таблиця 5.3

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати обслуговуючого персоналу

№ п/п	Найменування професій робітників	Явочний штат у змін, осіб.	Обліковий склад з урахуванням змінності роботи, осіб	Годинна тарифна ставка або денна заробітна плата, грн	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Усього основна зарплата, грн.
1	Програміст	1	1	722,89	2241	180000

#### 5.3.3 Єдиний соціальний внесок

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування (ЄСВ) – це страховий платіж, який сплачують роботодавці за своїх працівників, працюючих за цивільно-правовими договорами, а також самостійно сплачують фізичні особи - підприємці та особи, які провадять незалежну професійну діяльність. Розмір внеску є мінімальний до сплати роботодавцями за працівників, які працюють за основним місцем роботи, а також ФОПами.

Основна ставка ЄСВ у 2022 році залишатиметься без змін, на рівні 22%

Таким чином розрахуємо розмір ЄСВ

$$15\ 000 \times 0,22 = 3\ 300 \text{ грн. на місяць. Або } 39\ 600 \text{ грн. на рік}$$

#### 5.3.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

У разі дотримання правил роботи з пристроєм та відсутності надзвичайних ситуацій пристрій може працювати без обов'язкового ремонту

або технічного обслуговування. Технічне обслуговування та ремонт потрібно здійснити лише за виникнення нагальної потреби.

### 5.3.6 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування та втрат електроенергії за формулою:

$$C_{э} = W_{р} \cdot C_{е} \quad (5.5)$$

де  $W_{р}$  – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт • год;  $C_{е}$  – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн. / кВт • год;

млх 0.0825 ват\ч

или 5ват час

ESP32 0.066

всього 5.15Ват

0.00515кВт x 2241 робочих годин отримаємо 11.54кВт\год.

Так як у кожного підприємства тариф на електроенергію може відрізнятись в залежності від типу підприємства візьмемо загальний тариф для домогосподарств. Він складає для споживачів що спожили менше 250 кіловат-годин на місяць 1,44 гривні за кіловат-годину. Тоді річна ціна електроенергії спожитої пристроєм становитиме  $11.54 \times 1.44 = 16,62$  грн. Як можемо побачити це дуже невелика сума. На великих підприємствах де споживають мВт електричної енергії ця сума не є значною.

### 5.4 Висновки за розділом

У цьому розділі була розрахована ціна виробу яка приблизно склала три тисячі сто двадцять шість гривень та дев'яносто чотири копійки.

Були розраховані амортизаційні відрахування які склали тисячу п'ятсот шістдесят три гривні та сорок сім копійок.

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати обслуговуючого персоналу склав 180000 сто вісімдесят тисяч гривень на рік.

Також були наведені приклади цін на необхідне обладнання на основі обґрунтування вибору пристрої наведених у п.2.1-2.7

## ВИСНОВКИ

Об'єктом керування розробленим мною в ході цієї роботи є стенд для дослідження використання камери в інфрачервоному діапазоні при побудові системи контролю температури працівників на прохідній підприємства будь якої галузи.

Робота виконувалась з метою розробити стенд для подальшого дослідження - впливу на інфрачервоне зображення різних чинників чи факторів.

Були виконані схема електрична принципова, робочий інтерфейс, інтерфейс wi-fi, інтерфейс SD карти. В розділі програмне забезпечення був написані драйвери для зчитування інформації на SD и wi-fi.

Я описав та пояснив необхідні можливості и вимоги до пристроїв які були обрані для цього проекту. Відповідно до цих вимог були обрані оптимальні керуючі пристрої, датчики, системи живлення, пульт оператора, допоміжні пристрої. Була розроблена схема функціональна та структурна. Була розроблена та замовлена друкована плата.

Мною були описані особливості роботи програмного забезпечення. Програмне налаштування та поєднання усіх компонентів з яких складається пристрій в єдине ціле. Також були наведені фрагменти коду що виконується.

У розділі з охорони праці я поглибив і систематизував теоретичні знання з питань безпеки праці. Мною були розкриті вимоги і потреби до освітлення, температури у приміщенні, пожежної безпеки у приміщенні роботи із комп'ютерами та особливостей впливу різних ергономічних чинників при роботі людини за комп'ютером.

У економічній частині була розрахована ціна виробу, були розраховані амортизаційні відрахування.

Завдяки розробці цього стенду можливі подальші дослідження з метою впливу на інфрачервоне зображення різних чинників чи факторів. Після проведення таких досліджень і за їх результатами можливо буде розробка

програмного та апаратного забезпечення для впровадження системи автоматичного вимірювання температури людини на прохідній підприємства.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. ДБН В.2.5-28:2018
2. п. 4.19 ДСанПіН 3.3.2.007-98
3. п. 3.2.2 ДСанПіН 3.3.2.007-98
4. п. 3.2.5 ДСанПіН 3.3.2.007-98)
5. п. 3.2.15 ДСанПіН 3.3.2.007-98 )
6. [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf)
7. <file:///C:/Users/Admin/Downloads/MLX90640-Datasheet-Melexis.pdf>
8. <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ILI9341.pdf>

## ДОДАТОК А – ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка
1			<b><u>Документація</u></b>			
2						
3	A4	KIBС.KBP.151.18.1.ПЗ	Пояснювальна записка	73	ПЗ	
4						
5			<b><u>Графічна матеріали</u></b>			
6						
7	A2	KIBС.KBP.151.18.1.E2	Функціональна схема			
8			автоматизації	1	E2	
9						
10	A2	KIBС.KBP.151.18.1.E3	Схема електрична			
11			принципова	1	E3	
12						
13	A4	KIBС.KBP.151.18.1.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ	
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
			Підп.	Дата	<b>KIBС.KBP.151.18.16.ТП</b>	
Зм.	Арк.	№ докум.				
Розробив		Руніков			Літ.	Аркуш
П. конс.		Проценко				1
Н. контр.		Славінський.				1
					<b>Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕФ, 151-18-1</b>	
				Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19. Відомість проекту		

## ДОДАТОК Б

### Програмне забезпечення пристрою керування

Зміст файлу User\_setup.h

```
#define ILI9341_DRIVER
```

```
#define LED 17
```

```
#define TFT_MISO 19
```

```
#define TFT_MOSI 23
```

```
#define TFT_SCLK 18
```

```
#define TFT_CS 5 // Chip select control pin
```

```
#define TFT_DC 16 // Data Command control pin
```

```
//#define TFT_RST 15 // Reset pin (could connect to RST pin)
```

```
#define TOUCH_CS 27 // Chip select pin (T_CS) of touch screen
```

```
#define T_IRQ 39
```

```
#define SD_CS 15
```

```
//SD_Mosi 13
```

```
//SD_Miso 26
```

```
//SD_csk 14
```

```
#define LOAD_GLCD // Font 1. Original Adafruit 8 pixel font needs ~1820 bytes  
in FLASH
```

```
#define LOAD_FONT2 // Font 2. Small 16 pixel high font, needs ~3534 bytes in  
FLASH, 96 characters
```

```
#define LOAD_FONT4 // Font 4. Medium 26 pixel high font, needs ~5848 bytes in  
FLASH, 96 characters
```

```
#define LOAD_FONT6 // Font 6. Large 48 pixel font, needs ~2666 bytes in FLASH,  
only characters 1234567890:-.apm
```

```
#define LOAD_FONT7 // Font 7. 7 segment 48 pixel font, needs ~2438 bytes in  
FLASH, only characters 1234567890:-.
```

```

#define LOAD_FONT8 // Font 8. Large 75 pixel font needs ~3256 bytes in FLASH,
only characters 1234567890:-.
#define LOAD_GFXFF // FreeFonts. Include access to the 48 Adafruit_GFX free
fonts FF1 to FF48 and custom fonts
// Comment out the #define below to stop the SPIFFS filing system and smooth font
code being loaded
// this will save ~20kbytes of FLASH
#define SMOOTH_FONT
// With an ILI9341 display 40MHz works OK, 80MHz sometimes fails
#define SPI_FREQUENCY 40000000// Actually sets it to 26.67MHz = 80/3
#define SPI_TOUCH_FREQUENCY 2500000

Зміст файлу Mlx90640_I2C_driver.h
#ifndef _MLX90640_I2C_Driver_H_
#define _MLX90640_I2C_Driver_H_
#include <stdint.h>
//Define the size of the I2C buffer based on the platform the user has
#if defined(AVR_ATmega328P) || defined(AVR_ATmega168)
//I2C_BUFFER_LENGTH is defined in Wire.H
#define I2C_BUFFER_LENGTH BUFFER_LENGTH
#elif defined(SAMD21G18A)
//SAMD21 uses RingBuffer.h
#define I2C_BUFFER_LENGTH SERIAL_BUFFER_SIZE
#elif MK20DX256
//Teensy
#elif ARDUINO_ARCH_ESP32
//ESP32 based platforms
#else
//The catch-all default is 32
#define I2C_BUFFER_LENGTH 32

```



```

#endif
void MLX90640_I2CInit(void);
int MLX90640_I2CRead(uint8_t slaveAddr, unsigned int startAddress, unsigned int
nWordsRead, uint16_t *data);
int MLX90640_I2CWrite(uint8_t slaveAddr, unsigned int writeAddress, uint16_t
data);
void MLX90640_I2CFreqSet(int freq);
#endif

```

Зміст файлу Mlx90640\_I2C\_driver.cpp

```

#include<Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include "MLX90640_I2C_Driver.h"
void MLX90640_I2CInit()
{
}
//Read a number of words from startAddress. Store into Data array.
//Returns 0 if successful, -1 if error
int MLX90640_I2CRead(uint8_t _deviceAddress, unsigned int startAddress,
unsigned int nWordsRead, uint16_t *data)
{
    //Caller passes number of 'unsigned ints to read', increase this to 'bytes to read'
    uint16_t bytesRemaining = nWordsRead * 2;
    //It doesn't look like sequential read works. Do we need to re-issue the address
command each time?
    uint16_t dataSpot = 0; //Start at beginning of array
    //Setup a series of chunked I2C_BUFFER_LENGTH byte reads
    while (bytesRemaining > 0)
    {
        Wire.beginTransmission(_deviceAddress);

```

```

Wire.write(startAddress >> 8); //MSB
Wire.write(startAddress & 0xFF); //LSB
if (Wire.endTransmission(false) != 0) //Do not release bus
{
    Serial.println("No ack read");
    return (0); //Sensor did not ACK
}
uint16_t numberOfBytesToRead = bytesRemaining;
if (numberOfBytesToRead > I2C_BUFFER_LENGTH) numberOfBytesToRead =
I2C_BUFFER_LENGTH;
Wire.requestFrom((uint8_t)_deviceAddress, numberOfBytesToRead);
if (Wire.available())
{
    for (uint16_t x = 0 ; x < numberOfBytesToRead / 2; x++)
    {
        //Store data into array
        data[dataSpot] = Wire.read() << 8; //MSB
        data[dataSpot] |= Wire.read(); //LSB
        dataSpot++;
    }
}
bytesRemaining -= numberOfBytesToRead;
startAddress += numberOfBytesToRead / 2;
}
return (0); //Success
}
//Set I2C Freq, in kHz
//MLX90640_I2CFreqSet(1000) sets frequency to 1MHz
void MLX90640_I2CFreqSet(int freq)
{

```

```

//i2c.frequency(1000 * freq);
Wire.setClock((long)1000 * freq);
}
//Write two bytes to a two byte address
int MLX90640_I2CWrite(uint8_t _deviceAddress, unsigned int writeAddress,
uint16_t data)
{
Wire.beginTransmission((uint8_t)_deviceAddress);
Wire.write(writeAddress >> 8); //MSB
Wire.write(writeAddress & 0xFF); //LSB
Wire.write(data >> 8); //MSB
Wire.write(data & 0xFF); //LSB
if (Wire.endTransmission() != 0)
{
//Sensor did not ACK
Serial.println("Error: Sensor did not ack");
return (-1);
}
uint16_t dataCheck;
MLX90640_I2CRead(_deviceAddress, writeAddress, 1, &dataCheck);
if (dataCheck != data)
} //Serial.println("The write request didn't stick");
return -2;
}
return (0); //Success
}

```

Юлик, [08.06.2022 01:03]

Зміст файлу mlx90640\_API.h

#ifndef \_MLX640\_API\_H\_

```
#define _MLX640_API_H_

typedef struct
{
    int16_t kVdd;
    int16_t vdd25;
    float KvPTAT;
    float KtPTAT;
    uint16_t vPTAT25;
    float alphaPTAT;
    int16_t gainEE;
    float tgc;
    float cpKv;
    float cpKta;
    uint8_t resolutionEE;
    uint8_t calibrationModeEE;
    float KsTa;
    float ksTo[4];
    int16_t ct[4];
    float alpha[768];
    int16_t offset[768];
    float kta[768];
    float kv[768];
    float cpAlpha[2];
    int16_t cpOffset[2];
    float ilChessC[3];
    uint16_t brokenPixels[5];
    uint16_t outlierPixels[5];
} paramsMLX90640;
```

```
int MLX90640_DumpEE(uint8_t slaveAddr, uint16_t *eeData);
int MLX90640_GetFrameData(uint8_t slaveAddr, uint16_t *frameData);
int MLX90640_ExtractParameters(uint16_t *eeData, paramsMLX90640
*mlx90640);
float MLX90640_GetVdd(uint16_t *frameData, const paramsMLX90640
*params);
float MLX90640_GetTa(uint16_t *frameData, const paramsMLX90640 *params);
void MLX90640_GetImage(uint16_t *frameData, const paramsMLX90640
*params, float *result);
void MLX90640_CalculateTo(uint16_t *frameData, const paramsMLX90640
*params, float emissivity, float tr, float *result);
int MLX90640_SetResolution(uint8_t slaveAddr, uint8_t resolution);
int MLX90640_GetCurResolution(uint8_t slaveAddr);
int MLX90640_SetRefreshRate(uint8_t slaveAddr, uint8_t refreshRate);
int MLX90640_GetRefreshRate(uint8_t slaveAddr);
int MLX90640_GetSubPageNumber(uint16_t *frameData);
int MLX90640_GetCurMode(uint8_t slaveAddr);
int MLX90640_SetInterleavedMode(uint8_t slaveAddr);
int MLX90640_SetChessMode(uint8_t slaveAddr);

#endif
```

## ДОДАТОК В

### Програмне забезпечення людино-машинного інтерфейсу

```

void setup()
{
  // Connect thermal sensor.
  Wire.begin();
  Wire.setClock(400000); // Increase I2C clock speed to 400kHz
  Wire.beginTransmission((uint8_t)MLX90640_address);
  if (Wire.endTransmission() != 0)
  {
    Serial.println("MLX90640 not detected at default I2C address. Please check
wiring.");
  }
  else
  {
    Serial.println("MLX90640 online!");
  }
  // Get device parameters - We only have to do this once
  int status;
  uint16_t eeMLX90640[832];
  status = MLX90640_DumpEE(MLX90640_address, eeMLX90640);
  if (status != 0)
    Serial.println("Failed to load system parameters");
  status = MLX90640_ExtractParameters(eeMLX90640, &mlx90640);
  if (status != 0)
    Serial.println("Parameter extraction failed");
  // Set refresh rate
  MLX90640_SetRefreshRate(MLX90640_address, 0x05); // Set rate to 8Hz effective
- Works at 800kHz
  // Once EEPROM has been read at 400kHz we can increase

```

```

Wire.setClock(800000);
pinMode(LED, OUTPUT);
digitalWrite(LED, HIGH);
ledcSetup(10, 5000 /*freq*/, 10 /*resolution*/);
ledcAttachPin(32, 10);
analogReadResolution(10);
ledcWrite(10, 768);
Serial.begin(115200); /* prepare for possible serial debug */
lv_init();
#if USE_LV_LOG != 0
    lv_log_register_print_cb(my_print); /* register print function for debugging */
#endif
tft.begin(); /* TFT init */
tft.setRotation(3);
uint16_t calData[5] = {275, 3620, 264, 3532, 1};
tft.setTouch(calData);
lv_disp_buf_init(&disp_buf, buf, NULL, LV_HOR_RES_MAX * 10);

/*Initialize the display*/
lv_disp_drv_t disp_drv;
lv_disp_drv_init(&disp_drv);
disp_drv.hor_res = screenWidth;
disp_drv.ver_res = screenHeight;
disp_drv.flush_cb = my_disp_flush;
disp_drv.buffer = &disp_buf;
lv_disp_drv_register(&disp_drv);

/*Initialize the input device driver*/
lv_indev_drv_t indev_drv;
lv_indev_drv_init(&indev_drv);      /*Descriptor of a input device driver*/

```

```

indev_drv.type = LV_INDEV_TYPE_POINTER; /*Touch pad is a pointer-like
device*/

indev_drv.read_cb = my_touchpad_read; /*Set your driver function*/

lv_indev_drv_register(&indev_drv); /*Finally register the driver*/

// Set the theme..

lv_theme_t *th =
lv_theme_material_init(LV_THEME_DEFAULT_COLOR_PRIMARY,
LV_THEME_DEFAULT_COLOR_SECONDARY,
LV_THEME_DEFAULT_FLAG, LV_THEME_DEFAULT_FONT_SMALL,
LV_THEME_DEFAULT_FONT_NORMAL,
LV_THEME_DEFAULT_FONT_SUBTITLE,
LV_THEME_DEFAULT_FONT_TITLE);

lv_theme_set_act(th);

lv_obj_t *scr = lv_cont_create(NULL, NULL);
lv_disp_load_scr(scr);
// lv_obj_t * tv = lv_tabview_create(scr, NULL);
// lv_obj_set_size(tv, lv_disp_get_hor_res(NULL), lv_disp_get_ver_res(NULL));
/* Create simple label */
lv_obj_t *label = lv_label_create(lv_scr_act(), NULL);
lv_label_set_text(label, "Hello Arduino! (V7.0)");
lv_obj_align(label, NULL, LV_ALIGN_CENTER, 0, -50);
lv_example_canvas_2();
/* Create a slider in the center of the display */
lv_obj_t *slider = lv_slider_create(lv_scr_act(), NULL);
lv_obj_set_width(slider, screenWidth - 50); /*Set the width*/
lv_obj_set_height(slider, 50);
lv_obj_align(slider, NULL, LV_ALIGN_CENTER, 0, 0); /*Align to the center of
the parent (screen)*/

lv_obj_set_event_cb(slider, slider_event_cb); /*Assign an event function*/

```



```

/* Create a label below the slider */
slider_label = lv_label_create(lv_scr_act(), NULL);
lv_label_set_text(slider_label, "0");
lv_obj_set_auto_realign(slider, true);
lv_obj_align(slider_label, slider, LV_ALIGN_OUT_BOTTOM_MID, 0, 10);
}
/**/

/* Display flushing */
void my_disp_flush(lv_disp_drv_t *disp, const lv_area_t *area, lv_color_t *color_p)
{
    uint16_t c;
    tft.startWrite();                                     /* Start new TFT
transaction */
    tft.setAddrWindow(area->x1, area->y1, (area->x2 - area->x1 + 1), (area->y2 - area-
->y1 + 1)); /* set the working window */
    for (int y = area->y1; y <= area->y2; y++)
    {
        for (int x = area->x1; x <= area->x2; x++)
        {
            c = color_p->full;
            tft.writeColor(c, 1);
            color_p++;
        }
    }
    tft.endWrite();                                     /* terminate TFT transaction */
    lv_disp_flush_ready(disp); /* tell lvgl that flushing is done */
}

bool my_touchpad_read(lv_indev_drv_t *indev_driver, lv_indev_data_t *data)

```

```
{
  uint16_t touchX, touchY;
  bool touched = tft.getTouch(&touchX, &touchY, 600);
  if (!touched)
  {
    return false;
  }
  if (touchX > screenWidth || touchY > screenHeight)
  {
    Serial.println("Y or y outside of expected parameters..");
    Serial.print("y:");
    Serial.print(touchX);
    Serial.print(" x:");
    Serial.print(touchY);
  }
  else
  {
    data->state = touched ? LV_INDEV_STATE_PR : LV_INDEV_STATE_REL;
  }
}

void loop()
{
  readTempValues();
  setTempScale();
  drawPicture();
  lv_task_handler(); /* let the GUI do its work */
  delay(5);
}
```

## **Відгуки консультантів розділів**

## ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра

на тему:

“ Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19. ”

здобувач вищої освіти академічної групи 151-18-1 Руніков Юлій Романович

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно до вимог стандартів та методичних рекомендацій повністю.

Актуальність роботи полягає в тому, що розробка системи моніторингу температури співробітників на прохідній дозволить значно зменшити час очікування працівників на прохідній що дозволить значно заощадити на втраті часу, також це дозволить з більшою точністю виявляти хворих людей.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано аналіз технологічного процесу та об’єкта керування, постановка завдання, вибір апаратного забезпечення, визначення моделі об’єкта керування, розрахунок основних економічних показників та вирішення питань з охорони праці. Розроблено стенд об’єкта керування, дані якого дають можливість для подальших досліджень властивостей об’єкта керування, визначення вимог до якості функціонування систем керування, їх розробки.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “ ” балів при відповідному захисті, а здобувач Руніков Ю.Р. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Провідний консультант,  
Старший викладач

\_\_\_\_\_  
(підпис п.конс.)

Проценко С.М.  
(Прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
(Дата)

## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра

на тему:

“ Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19. ”

здобувач вищої освіти академічної групи 151-18-1 Руніков Юлій Романович

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірки знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно до вимог стандартів та методичних рекомендацій повністю.

Актуальність роботи полягає в тому, що розробка системи моніторингу температури співробітників на прохідній дозволить значно зменшити час очікування працівників на прохідній що дозволить значно заощадити на втраті часу, також це дозволить з більшою точністю виявляти хворих людей.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано аналіз технологічного процесу та об’єкта керування, постановка завдання, вибір апаратного забезпечення, визначення моделі об’єкта керування, розрахунок основних економічних показників та вирішення питань з охорони праці.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “ ” балів при відповідному захисті, а здобувач Руніков Ю.Р. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Рецензент,

\_\_\_\_\_

Дата,

\_\_\_\_\_

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**завідувачем кафедри  
кіберфізичних інформаційно-  
вимірювальних систем

\_\_\_\_\_ Бубліковим А.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**ВИСНОВОК**

Про рівень запозичень у кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Автоматизована система моніторингу температури співробітників на прохідній в умовах пандемії Covid19», здобувача вищої освіти, групи 151-18-1 Рунікова Юлія Романовича.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи без переліку посилань складає \_\_\_\_\_ сторінки. Програмне забезпечення використане для перевірки роботи «<https://unichack.com>». Рівень запозичень у роботі складає \_\_\_\_\_%, що є меншим 40% запозичень з однієї роботи та відповідає вимогам Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка».

Нормоконтролер,  
асистент,\_\_\_\_\_ Славінський Д.В.  
(підпис)\_\_\_\_\_  
(Дата)

Ім'я користувача:  
Олег Бойко

ID перевірки:  
1011534882

Дата перевірки:  
10.06.2022 12:26:49 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
10.06.2022 12:28:15 EEST

ID користувача:  
100008838

Назва документа: 01\_ 151-18-1\_ Руніков\_Ю\_Р-ПЗС

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 9992 Кількість символів: 71818 Розмір файлу: 1.85 MB ID файлу: 1011407755

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

## 15.5% Схожість

Найбільша схожість: 2.4% з Інтернет-джерелом (<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158797/%D0%9A%D0..>)

15.5% Джерела з Інтернету

448

Сторінка 62

Не знайдено джерел з Бібліотеки

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

## 1.1% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

1.1% Вилученого тексту з Бібліотеки

53

Сторінка 62

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

9

Підозріле форматування

10  
сторінок