НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри _____ В. М. Рябенький
д.т.н., професор
«_09_» ____грудня____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Розробка системи моніторингу параметрів мікроклімату приміщення

Виконав: студент 6 курсу, групи 6321М
спеціальності 171
«Електроніка»
шифр і назва спеціальності)

ОПП «Електронні системи»

Крижановська О. Л.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник Дьяконов О. С.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Черно О. О.
(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 2024 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

ННІ	автоматики та електротехніки
Кафедра	програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	171 «Електроніка»
ОПП	Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____ В. М. Рябенький
д.т.н., професор
« 16 » жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Крижановській Ользі Леонідівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи моніторингу параметрів мікроклімату приміщення

керівник роботи Дьяконов Олексій Сергійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу
від « 14 » жовтня 2024 року № 1075-уч.

2. Строк подання студентом роботи 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Visual Studio Code, MQTT, програмне забезпечення Arduino IDE, Home Assistant, протокол I2C.

4. Мета дослідження Розробка системи моніторингу параметрів мікроклімату (температури, вологості, рівня CO_2) на основі IoT-технологій, з використанням мікроконтролера Arduino, протоколу MQTT для передачі даних та інтеграцією з платформою Home Assistant для візуалізації.

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз сучасних технологій моніторингу параметрів мікроклімату. 2. Проєктування системи моніторингу параметрів мікроклімату. 3. Реалізація та тестування системи моніторингу 4. Охорона праці.

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Складові мікроклімату, протолок MQTT, вебінтерфейс Home Assistant, електрична принципова схема, загальний вигляд зібраного пристрою, схема підключення компонентів, структура IoT.

7. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Тубальцев А.М.		

8. Дата видачі завдання « 15 » жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз сучасних технологій моніторингу параметрів мікроклімату	16.10.2024	Вик.
2	Проєктування системи моніторингу параметрів мікроклімату	29.10.2024	Вик.
3	Реалізація та тестування системи моніторингу	11.11.2024	Вик
4	Охорона праці	23.11.2024	Вик.
5.	Оформлення дипломної роботи, підготовка графічного матеріалу	05.12.2024	Вик.

Студент О. Л. Крижановська

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи О. С. Дьяконов

(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

У дипломній роботі розглядається розробка системи моніторингу параметрів мікроклімату приміщення з використанням технологій Інтернету речей (IoT). Метою є створення автоматизованої системи для вимірювання температури, вологості та рівня шкідливих газів за допомогою мікроконтролера Arduino. Інтеграція з MQTT-брокером дозволяє передавати дані на сервер і відображати їх у вебінтерфейсі Home Assistant для реального моніторингу.

Система забезпечує точність вимірювань і підвищує комфорт, зменшуючи ризики для здоров'я в приміщеннях. Робота також містить етапи тестування та налаштування, що підтверджують ефективність і надійність реалізованої системи. Запропонована система дозволяє автоматизувати моніторинг параметрів мікроклімату, покращуючи комфорт користувачів і зменшуючи енергетичні витрати завдяки коригуванню умов середовища.

Ключові слова: MQTT, Arduino, I2C, IoT, Home Assistant.

Abstract

The thesis focuses on the development of a monitoring system for indoor microclimate parameters using Internet of Things (IoT) technologies. The goal is to create an automated system for measuring temperature, humidity, and harmful gas levels using an Arduino microcontroller. Integration with the MQTT broker enables data transmission to the server and display on the Home Assistant web interface for real-time monitoring.

The system ensures measurement accuracy and enhances comfort, reducing health risks within indoor environments. The thesis also includes testing and adjustment stages, confirming the effectiveness and reliability of the implemented system. The proposed system automates microclimate monitoring, improving user comfort and reducing energy consumption by adjusting environmental conditions.

Keywords: MQTT, Arduino, I2C, IoT, Home Assistant.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів.. 5
Вступ 6
Розділ 1. Аналіз сучасних технологій моніторингу мікроклімату..... 8
1.1. Мікроклімат приміщення: основні параметри та їх вплив на здоров'я людини 8
1.2. Сучасні системи моніторингу мікроклімату 10
1.3. Компоненти, що використовуються в системах моніторингу мікроклімату..... 14
Розділ 2. Проєктування системи моніторингу параметрів мікроклімату 19
2.1. Аналіз вимог до системи моніторингу мікроклімату 19
2.2. Інтеграція MQTT у систему моніторингу..... 20
2.3. Використання Home Assistant для автоматизації 23
2.4. Реалізація IoT для розумного моніторингу 24
2.5 Вибір сенсорів для вимірювання мікроклімату 25
Розділ 3. Реалізація та тестування системи моніторингу 34
3.1. Етапи тестування та налагодження підключеної системи..... 34
3.2. Монтаж і налаштування системи моніторингу 36
Розділ 4. Охорона праці..... 45
4.1. Законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці..... 45
4.2. Електробезпека 46
4.3. Пожежна безпека 47
Висновки 48
Список використаних джерел..... 49
Додаток А Приклад програми для Arduino UNO C++ 51

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

MQTT – Message Queue Telemetry Transport (спрощений мережевий протокол);

HA – Home Assistant;

IoT – Internet of Things (Інтернет речей);

ESP – Espressif Systems (мікроконтролер китайського виробника);

USB – універсальна послідовна шина;

DHT – Distributed hash table (Розподілена хеш-таблиця);

TCP – Transmission Control Protocol (протокол керування передачею);

LCD – Liquid crystal display (Рідкокристалічний дисплей);

ПЗ – програмне забезпечення;

ОП – охорона праці.

ВСТУП

У сучасному світі забезпечення зручних умов для життя людини є ключовим елементом її добробуту та збереження здоров’я. Одним із основних факторів, що визначають якість умов проживання, є мікроклімат приміщення. Він включає в себе температуру, вологість, концентрацію газів та інших параметрів, які безпосередньо впливають на наше самопочуття. Недотримання оптимальних показників мікроклімату може призвести до різноманітних проблем зі здоров'ям, зниження працездатності та навіть виникнення хвороб.

Технології сучасного світу відкривають нові можливості для моніторингу та управління мікрокліматом. Завдяки системам Інтернету речей (IoT) ми маємо змогу не лише відстежувати стан навколишнього середовища, а й автоматично коригувати параметри для підтримки оптимальних умов у будь-який момент часу. Інтеграція сенсорів, мікроконтролерів та спеціалізованих програмних платформ дозволяє створити систему, яка здійснює моніторинг мікроклімату в реальному часі, зберігаючи комфорт та здоров'я.

Метою даної роботи є розробка результативної системи моніторингу параметрів мікроклімату в приміщеннях, яка зможе не лише виявляти зміни в умовах середовища, а й автоматично реагувати на них. Використання платформи Home Assistant для інтеграції та автоматизації системи через MQTT дозволить забезпечити зручність управління та моніторинг з будь-якого місця, що особливо важливо для забезпечення здорового та комфортного середовища в сучасних умовах.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	
Змн.	*Арк.*	*№ документу*	*Підпис*	*Дата*		
Розробник		Крижановська О. Л.			Аналіз сучасних технологій моніторингу параметрів мікроклімату	*Літ.* / *Арк.* 7 / *Аркушів*
Консультант						
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова
Керівник		Дьяконов О. С.’				
Зав. каф.		Рябенький В. М.				

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ

1.1. Мікроклімат приміщення: основні параметри та їх вплив на здоров'я людини

Мікроклімат приміщення визначається як сукупність фізичних умов, що створюють середовище для перебування людини в закритих приміщеннях. Він включає в себе різноманітні параметри, що впливають на комфорт, безпеку та здоров'я людини. Якість мікроклімату визначається низкою чинників, зокрема (рис.1.1) температури повітря, вологості, концентрації шкідливих газів, рівня освітленості та вентиляції.

Основними параметрами мікроклімату є:

Температура – один з найважливіших факторів, що визначає комфорт людини в приміщенні. Вона має прямий вплив на фізіологічний стан організму, так як впливає на теплообмін і терморегуляцію. Нормативні значення температури для житлових приміщень зазвичай варіюються в межах 18-24 °C, в залежності від типу приміщення (житлове, офісне, виробниче).

Вологість повітря – показує вміст водяної пари в повітрі. Надмірна вологість (понад 60%) може сприяти розвитку плісняви, бактеріальних та вірусних інфекцій, тоді як занадто низька вологість (менше 30%) може призводити до подразнення слизових оболонок, алергічні реакції та проблеми з диханням. Для більшості приміщень рекомендований рівень вологості становить 40–60%.

Вміст вуглекислого газу (CO_2) – є ключовим індикатором якості вентиляції приміщення. Підвищена концентрація CO_2 свідчить про недостатню вентиляцію і може викликати головний біль, стомлюваність, зниження концентрації уваги та інші фізіологічні порушення. Нормативні значення CO_2 в повітрі повинні бути не вищими за 0,1% (1000 ppm).

Рисунок 1.1 – Складові мікроклімату

Нормативи для параметрів мікроклімату регулюються національними стандартами України (ДБН) та санітарними нормами. Наприклад, в житлових приміщеннях температура повітря повинна коливатися від 18 до 24 °C, в офісах – від 20 до 22 °C, а для виробничих приміщень – залежно від характеру роботи, але в межах 18-25 °C. Вологість в житлових приміщеннях повинна бути на рівні 40-60%, а в промислових – може варіюватися в залежності від технологічних процесів. Що стосується вмісту CO_2, його концентрація в будь-яких приміщеннях не повинна перевищувати 1000 ppm.

Вплив мікроклімату на здоров'я та продуктивність людини

Параметри мікроклімату мають значний вплив на фізіологічний та психоемоційний стан людини. Зміни температури можуть призводити до перегріву або переохолодження організму, що, в свою чергу, впливає на працездатність і самопочуття. Наприклад, в умовах низьких температур знижується швидкість реакцій, підвищується стомлюваність, а надмірне тепло може спричинити теплові удари та зневоднення. Вологість повітря має важливе значення для підтримки здоров'я дихальних шляхів.

Занадто висока вологість може стати сприятливим середовищем для розвитку грибків і бактерій, що погіршує якість повітря і може викликати алергічні реакції. Водночас, низька вологість сприяє подразненню слизових

оболонок, зокрема носа і горла, що підвищує ризик виникнення інфекцій та респіраторних захворювань.

Концентрація CO_2 у повітрі безпосередньо впливає на здатність людини до концентрації та інтелектуальну активність. Зростання рівня CO_2 у закритих приміщеннях призводить до зниження продуктивності праці, загальної втоми і навіть головного болю.

Таким чином, правильне регулювання параметрів мікроклімату в приміщеннях не лише забезпечує комфорт, але й має вирішальне значення для підтримки здоров'я людини та її ефективної роботи.

1.2. Сучасні системи моніторингу мікроклімату

Системи моніторингу мікроклімату набувають все більшої популярності в різних галузях, таких як промисловість, сільське господарство, наукові дослідження та побут. Завдяки здатності контролювати параметри температури, вологості та концентрації шкідливих газів, ці системи забезпечують комфорт і безпеку в приміщеннях. Огляд існуючих на ринку систем дозволяє зробити порівняльний аналіз за кількома важливими критеріями.

Gravity.com

Система моніторингу від Gravity.com (рис.1.2) відома своєю універсальністю та інтеграцією з іншими пристроями для автоматизації будинку. Вона дозволяє здійснювати моніторинг температури, вологості, рівня CO_2 та інших газів, використовуючи сенсори з високою точністю. Крім того система дає можливість дистанційного керування через мобільний додаток, що робить її зручною для домашнього використання та невеликих підприємств. Вартість цієї системи є середньою для подібних рішень на ринку.

Переваги:

- простота інтеграції з існуючими системами;
- автоматизоване прогнозування змін мікроклімату;

- гнучка масштабованість для різних типів приміщень;
- наявність API для розширення функціональності системи;
- підтримка протоколу MQTT, який забезпечує зручну інтеграцію системи з іншими IoT-пристроями.

Недоліки:

- складність інтеграції з пристроями, що не підтримують стандартні протоколи, наприклад, Z-Wave або ZigBee;
- затримка повідомлень при високому навантаженні на мережу;
- потреба у стабільному інтернет-з'єднанні для роботи всіх функцій;
- обмежений вибір готових шаблонів автоматизації, які потребують додаткового налаштування;
- висока початкова вартість комплекту обладнання (від 500$).

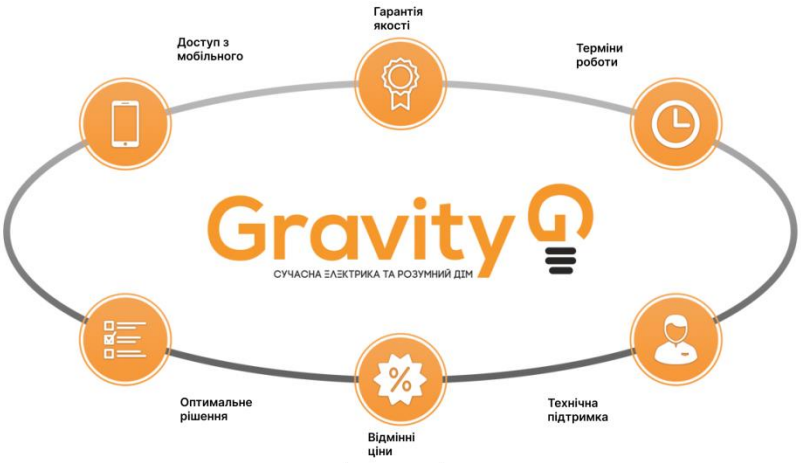

Рисунок 1.2 – Система моніторингу від Gravity

Fibaro

Fibaro Smart Home (рис.1.3) - це професійне рішення для автоматизації та безпеки будинку, яке вирізняється широким функціоналом і адаптованістю

до різних сценаріїв використання. Система працює на базі протоколу Z-Wave, що забезпечує сумісність з багатьма пристроями інших виробників.

Переваги:

- функція ретрансляції сигналу кожним елементом системи для збільшення дальності зв'язку;
- голосове управління через Google Assistant (підтримується англійською мовою);
- робота на основі протоколу Z-Wave, що забезпечує сумісність із зовнішнім обладнанням;
- гнучкий вибір автоматичних сценаріїв для користувача.

Недоліки:

- необхідність підключення центрального контролера Fibaro Home Center до Інтернету через LAN-кабель;
- обмежена дальність сигналу (до 50 м без перешкод);
- вимога встановлення програмного забезпечення на ПК та обмежений функціонал мобільного додатку;
- висока початкова вартість комплекту обладнання (від 600$).

Рисунок 1.3 – Система моніторингу від Fibaro

Stego

Stego пропонує системи моніторингу, спеціалізуючись на контролі температури і вологості в технічних приміщеннях, таких як серверні та електронні кабінети. Продукти компанії відрізняються високою надійністю, точністю і простотою в інтеграції. Системи Stego дозволяють користувачам отримувати детальні аналітичні дані про стан мікроклімату та забезпечують ефективне управління кліматом. Однак, система менш універсальна для загального використання в побутових умовах, оскільки вона більше орієнтована на специфічні галузі.

Переваги:

- наявність функції аварійних сповіщень через SMS або електронну пошту;
- енергозберігаючі алгоритми для мінімізації споживання енергії;
- підтримка резервного живлення для стабільної роботи у разі відключення електроенергії;
- підтримка протоколу Modbus, що полегшує інтеграцію з іншими системами автоматизації;
- система розроблена для роботи в складних промислових умовах.

Недоліки:

- мобільний додаток із обмеженим функціоналом у порівнянні з вебверсією;
- відсутність інтеграції з популярними платформами "розумного дому" (наприклад, Home Assistant);
- система більше підходить для комерційного та технічного використання, ніж для домашніх умов;
- висока вартість обладнання через орієнтацію на промисловий сегмент.

Системи моніторингу мікроклімату від різних виробників мають свої особливості, залежно від призначення, функціональних можливостей та технічних характеристик.

На рис. 1.4 наведено узагальнене порівняння ключових аспектів таких систем:

Параметр	Gravity.com	Fibaro	STEGO
Призначення	Домашнє використання, інтеграція з IoT	Розумний дім, автоматизація та безпека	Промислове та комерційне використання
Тип датчиків	Температура, вологість, газ	Температура, вологість, рух, витоки	Температура, вологість
Протоколи зв'язку	MQTT, Ethernet	Z-Wave	Modbus
Інтеграція	Підтримка Home Assistant, API	Google Assistant, екосистеми Z-Wave	Обмежена, орієнтована на промисловість
Монтаж та налаштування	Простий, доступний користувачам	Потребує професійного монтажу	Професійний монтаж та налаштування
Вартість обладнання	Від $500	Від $600	Висока (залежить від конфігурації)
Резервне живлення	Відсутнє	Відсутнє	Присутнє
Особливості	Гнучкі сценарії автоматизації, доступність	Найбільший вибір функцій, розширюваність	Надійність і точність у складних умовах
Цільова аудиторія	Приватні будинки, невеликі офіси	Преміум-користувачі, що цінують зручність	Промислові підприємства, критична інфраструктура

Рисунок 1.4 – Загальне порівняння систем моніторингу мікроклімату

1.3. Компоненти, що використовуються в системах моніторингу мікроклімату

Система моніторингу мікроклімату складається з різноманітних компонентів, які забезпечують точність і надійність вимірювань важливих параметрів, що впливають на здоров'я людини та загальний комфорт у приміщенні. Основними елементами такої системи є сенсори, контролери, програмне забезпечення та інтерфейси для збирання й аналізу даних.

Сенсори

Основна функція сенсорів - вимірювання ключових параметрів мікроклімату, таких як температура, вологість, рівень CO_2, тиск, концентрація пилу та інших газів.

Найбільш поширені типи сенсорів:

1. *Температурні датчики* (термістори, термопари) використовуються для точного вимірювання температури в приміщенні, що є основним фактором для підтримки комфортних умов.
2. *Датчики вологості* вимірюють вологість повітря, що має великий вплив на здоров'я та матеріали, з яких побудовані приміщення.
3. *Датчики CO_2* дозволяють оцінювати рівень вуглекислого газу в повітрі, що безпосередньо впливає на концентрацію і самопочуття людей.
4. *Датчики якості повітря* вимірюють концентрацію пилу та шкідливих газів, таких як аміак, метан та інші токсичні речовини.

Контролери та обробка даних

Контролери відповідають за збирання даних з сенсорів та їх подальшу обробку. Вони можуть бути частиною більш складних систем або бути автономними пристроями, що управляють роботою сенсорів, виводять показники на монітор або здійснюють корекцію параметрів мікроклімату (наприклад, включення вентиляції або обігрівачів).

Програмне забезпечення

Програмне забезпечення є основним інструментом для збору, аналізу і візуалізації даних, отриманих від сенсорів.

Воно дозволяє:

- відображати в реальному часі стан параметрів мікроклімату,
- створювати графіки і звіти для моніторингу динаміки змін,
- налаштовувати порогові значення для автоматичного коригування умов.

Інтерфейси користувача

Інтерфейс користувача є важливою частиною системи, оскільки він забезпечує зручну взаємодію з користувачем, дозволяючи здійснювати налаштування, переглядати звіти та отримувати сповіщення про аномальні

зміни в параметрах мікроклімату. Інтерфейси можуть бути реалізовані як мобільні додатки або вебінтерфейси, що робить моніторинг доступним у будь-який час і з будь-якого місця.

Живлення

Система може працювати від батарейок, акумулятора або від мережі живлення.

Висновки

Системи моніторингу мікроклімату стали важливим елементом для забезпечення комфорту, безпеки та здоров'я людини в різних типах приміщень. Завдяки точному вимірюванню параметрів, таких як температура, вологість, рівень CO_2 та інших шкідливих газів, ці технології сприяють оптимізації умов життя та роботи, забезпечуючи належний рівень вентиляції та якості повітря. Крім того, вчасне реагування на аномальні зміни у мікрокліматі дозволяє мінімізувати ризики для здоров'я, знижувати стомлюваність і підвищувати продуктивність праці.

Аналіз існуючих систем моніторингу, таких як Gravity.com, Fibaro та Stego, показує різноманіття підходів до реалізації функцій моніторингу в залежності від потреб користувачів і специфіки застосування. Кожна з цих систем має свої переваги і недоліки, але всі вони об'єднані спільною метою – забезпечення стабільних і здорових умов у приміщеннях.

Основними компонентами таких систем є сенсори, контролери, програмне забезпечення і інтерфейси, що забезпечують точність вимірювань і зручність використання. Вибір відповідних компонентів залежить від конкретних вимог і можливостей користувача, що дає змогу налаштувати систему під індивідуальні потреби. Однак важливою умовою для ефективної роботи таких систем є стабільне живлення і безперервний доступ до даних для аналізу та моніторингу. Сучасні системи моніторингу мікроклімату сприяють створенню здорового середовища для життя та роботи, підвищуючи комфорт і якість життя людини в будь-яких умовах.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	
Змн.	*Арк.*	*№ документу*	*Підпис*	*Дата*		
Розробник		Крижановська О. Л.			Проєктування симтеми моніторингу параметрів мікроклімату	*Літ.* / *Арк.* 18 / *Аркушів*
Консультант						
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова
Керівник		Дьяконов О. С.				
Зав. каф.		Рябенький В. М.				

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ

2.1. Аналіз вимог до системи моніторингу мікроклімату

Система моніторингу мікроклімату повинна виконувати кілька ключових функцій, що забезпечують ефективне вимірювання, збір, передачу, візуалізацію даних і автоматичне управління параметрами середовища в приміщенні. Важливим аспектом є також відповідність системи технічним вимогам щодо точності, швидкодії та надійності, що забезпечить її безперервну і ефективну роботу. Основні функції системи включають вимірювання фізичних параметрів, як температура, вологість, рівень освітленості, концентрація вуглекислого газу та атмосферний тиск. Для забезпечення точності вимірювань важливо, щоб кожен датчик був налаштований таким чином, щоб надавати достовірні дані з мінімальною похибкою, що дозволить ефективно контролювати мікроклімат в приміщеннях.

Наступним етапом є збір та зберігання даних. Система повинна зберігати виміряні параметри в певному форматі (наприклад, у базі даних або на зовнішньому носії) для подальшого аналізу. Важливо, щоб система могла обробляти дані в реальному часі та зберігати їх протягом заданого періоду (від кількох годин до кількох місяців), що дозволить користувачеві аналізувати зміни параметрів та виявляти тренди. Також необхідно враховувати, що обсяг даних може збільшуватися з часом, тому вибір відповідного місця зберігання (наприклад, хмарне сховище чи локальний сервер) є важливим аспектом розробки системи.

Передача даних є однією з ключових функцій. Система повинна підтримувати різні способи передачі даних, такі як Wi-Fi, Bluetooth або Ethernet. Користувач повинен мати можливість отримувати дані на своєму смартфоні або комп'ютері для зручного перегляду та моніторингу.

Важливою характеристикою є частота передачі даних, яка повинна бути налаштована відповідно до потреб користувача (наприклад, кожну хвилину або годину). Для зручності користувачів система повинна надавати можливість візуалізації зібраних даних. Це означає, що система має включати інтерфейс, який дозволяє користувачеві переглядати дані у вигляді графіків, діаграм та інших візуальних елементів. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим та зручним, щоб користувач міг без труднощів налаштовувати параметри, переглядати статистику і отримувати сповіщення.

Технічні вимоги до системи включають визначення точності вимірювань для кожного параметра, швидкість обробки даних та надійність роботи системи. Наприклад, точність вимірювання температури повинна становити не більше ±0,5 °C, а вологості - не більше ±5%. Також важливо, щоб система мала швидкий час відгуку, тобто швидко реагувала на зміну параметрів.

Розробка такої системи дозволяє значно підвищити рівень комфорту в приміщеннях, ефективно управляти мікрокліматом та зберігати енергоресурси, що є важливим аспектом для сучасних умов життя.

2.2. Інтеграція MQTT у систему моніторингу

Для забезпечення ефективної передачі даних у реальному часі у системах моніторингу впроваджується протокол MQTT (Message Queuing Telemetry Transport). Завдяки своїй легкості та низьким вимогам до пропускної здатності мережі, MQTT стає оптимальним вибором для взаємодії пристроїв IoT та серверів моніторингу.

Процес інтеграції включає налаштування брокера MQTT, який відповідає за прийом, обробку та розповсюдження повідомлень між клієнтами. Система моніторингу налаштовується для підписки на необхідні топіки, що дозволяє оперативно отримувати інформацію з датчиків, зберігати її у базі даних та відображати у візуалізованому вигляді.

Інтеграція MQTT забезпечує масштабованість системи, спрощує додавання нових пристроїв та мінімізує затримки у передачі даних, що критично важливо для моніторингу в реальному часі.

Основні переваги MQTT:

1. Низька латентність та висока швидкість передачі даних. Протокол MQTT забезпечує миттєву передачу даних без затримок, що є критично важливим для моніторингу в реальному часі. Це забезпечує негайне отримання інформації про зміни в параметрах мікроклімату, таких як температура, вологість чи рівень CO_2, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни в середовищі.
2. Мінімальні вимоги до ресурсів. Оскільки MQTT є легким протоколом, він не потребує великих обчислювальних потужностей або значних обсягів трафіку, що дозволяє використовувати його навіть у системах з обмеженими можливостями (наприклад, мікроконтролери чи сенсори, що працюють на батареях).
3. Надійність комунікації MQTT забезпечує високий рівень надійності завдяки різним рівням QoS (Quality of Service), що дозволяє гарантувати доставку повідомлень навіть у випадку тимчасових збоїв в мережі. Це важливо для систем, де постійна передача даних критична для точного моніторингу мікроклімату.
4. Гнучкість і масштабованість. Застосування MQTT дозволяє легко розширювати систему. Нові сенсори або пристрої можна додавати без необхідності значних змін у вже наявній інфраструктурі. Це робить систему адаптивною до змін і дозволяє масштабувати її залежно від вимог користувача.

Принцип роботи MQTT в системі

У контексті системи моніторингу мікроклімату протокол MQTT використовується для ефективного обміну даними між сенсорами

(пристроями) та іншими елементами системи. Його робота базується на архітектурі "видавець-підписник", яка включає три основні компоненти:

Брокер виступає як центральний сервер, який отримує всі повідомлення від видавців і передає їх підписникам. Його можна порівняти з поштовим відділенням, яке приймає кореспонденцію від відправників і доставляє її адресатам.

Видавці (Publishers) – це пристрої, які генерують і надсилають повідомлення до брокера. У системі моніторингу мікроклімату такими видавцями є сенсори. Видавець відправляє повідомлення на певну "тему" (topic), наприклад, *"home/livingroom/temperature"*.

Підписники (Subscribers) – це пристрої або сервіси, які отримують повідомлення від брокера, підписавшись на певні теми. Система автоматизації Home Assistant може отримувати дані від сенсорів і використовувати їх для виконання сценаріїв, наприклад, увімкнення кондиціонера при перевищенні температури.

Це забезпечує ефективне управління потоками даних і значно знижує навантаження на мережу. Таким чином, інтеграція MQTT (рис.2.2) у систему моніторингу параметрів мікроклімату дозволяє створити надійну, швидку та масштабовану комунікаційну інфраструктуру, що є забезпечує ефективний збір та передачу даних у реальному часі.

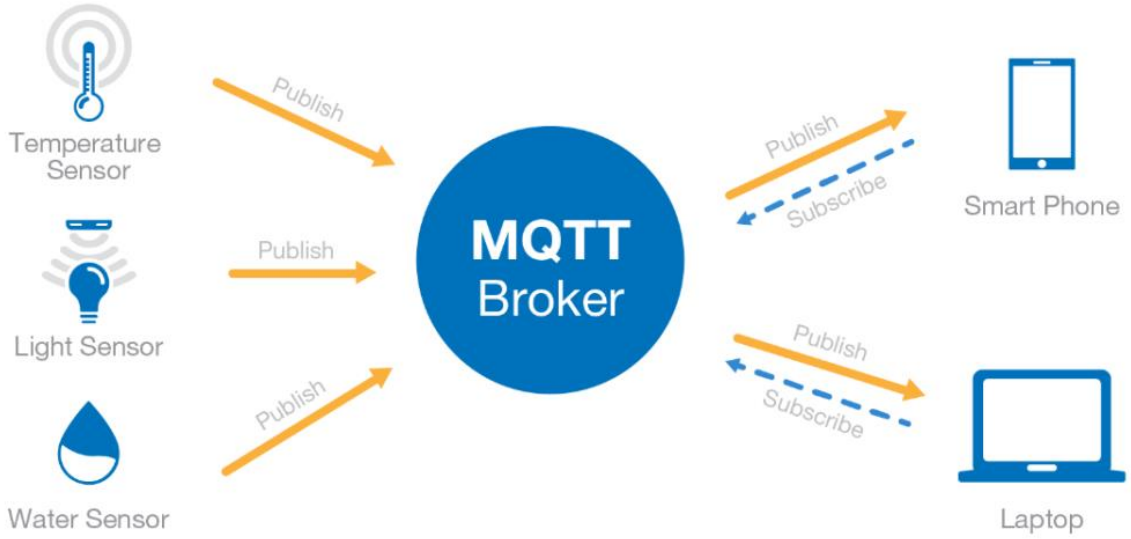

Рисунок 2.2 – Протокол MQTT

2.3. Використання Home Assistant для автоматизації

Home Assistant – це потужна платформа для управління та автоматизації пристроїв Інтернету речей (IoT), яка дозволяє інтегрувати різноманітні сенсори, актори та системи в єдине кероване середовище. У контексті системи моніторингу мікроклімату використання Home Assistant забезпечує розширені можливості автоматизації на основі отриманих даних.

Інтеграція з сенсорами та MQTT

Home Assistant підтримує інтеграцію з MQTT-брокером (рис.2.3), що дозволяє легко підключати сенсори мікроклімату (температури, вологості, рівня CO_2 тощо). Взаємодія відбувається через "topic" MQTT, де кожен сенсор виступає в ролі видавця, а Home Assistant – у ролі підписника. Це забезпечує оперативне отримання даних для обробки та подальшої автоматизації.

Автоматизація процесів

На основі даних сенсорів у Home Assistant можна налаштувати сценарії автоматизації, які забезпечують комфортні умови мікроклімату:

- Увімкнення кондиціонера, якщо температура перевищує заданий поріг.
- Активація зволожувача повітря при низькому рівні вологості.
- Увімкнення сигналізації, якщо концентрація CO_2 досягає небезпечного рівня.
- Автоматизація налаштовується за допомогою YAML-конфігурацій або графічного інтерфейсу, що робить цей процес доступним як для досвідчених користувачів, так і для початківців.

Візуалізація даних

Home Assistant забезпечує зручний інтерфейс для моніторингу даних у реальному часі.

За допомогою вбудованої панелі керування користувачі можуть переглядати поточні значення сенсорів, отримувати сповіщення про критичні ситуації та контролювати статус підключених пристроїв.

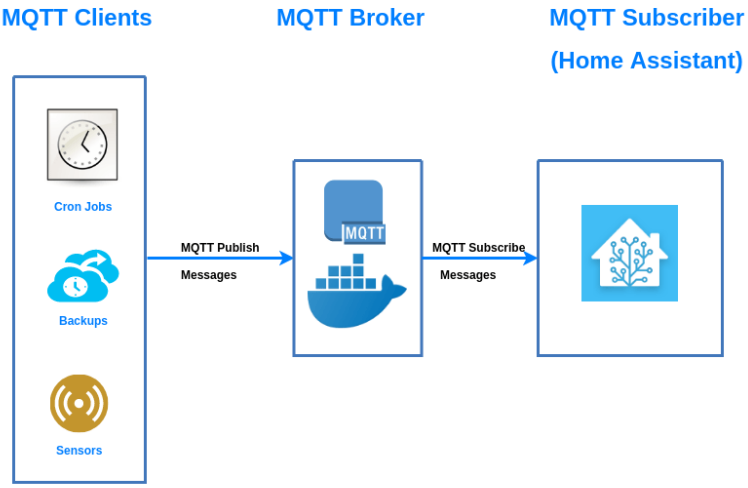

Рисунок 2.3 – Інтеграції Home Assistant з MQTT

2.4. Реалізація IoT для розумного моніторингу

Використання Інтернету речей (IoT) (рис.2.4) у розумному моніторингу дозволяє створювати системи, які забезпечують високоточне та ефективне відстеження параметрів у реальному часі. IoT-технології поєднують апаратне

забезпечення (датчики, контролери), мережеву інфраструктуру та програмне забезпечення для збору, обробки й аналізу даних.

Основними етапами реалізації IoT для моніторингу є:

- *Розробка інфраструктури:* вибір типу датчиків для вимірювання потрібних параметрів (температура, вологість, тиск тощо) та забезпечення їхнього бездротового підключення через Wi-Fi, Bluetooth або LoRaWAN.
- *Інтеграція протоколів зв'язку:* впровадження стандартів передачі даних (MQTT, CoAP), які дозволяють швидко й надійно обмінюватися інформацією між пристроями.
- *Платформа моніторингу:* налаштування програмного забезпечення для візуалізації та аналізу даних (наприклад, Home Assistant, Grafana).

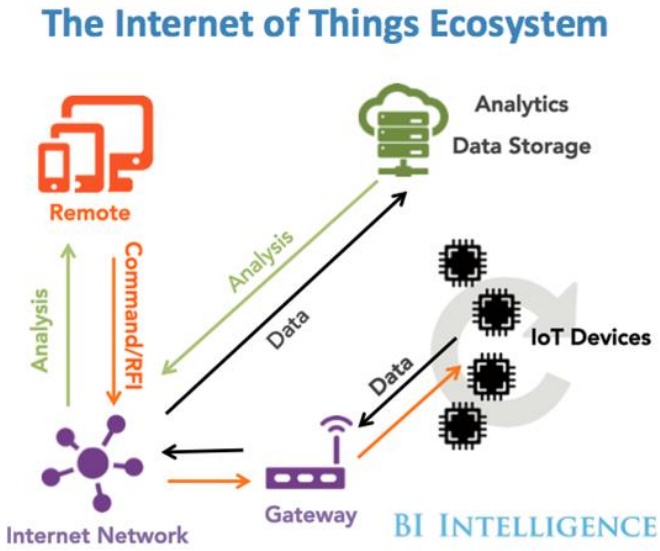

Рисунок 2.4 – Структура IoT-системи

2.5 Вибір сенсорів для вимірювання мікроклімату

У даному проєкті було обрано кілька ключових компонентів, кожен з яких виконує специфічні функції, забезпечуючи точність і надійність роботи системи.

1. Понижувач напруги DC-DC LM2596

Для забезпечення стабільної роботи всіх компонентів системи необхідно налаштувати живлення. Понижувач напруги DC-DC LM2596 (рис.2.5) дозволяє знизити вхідну напругу до потрібного рівня для мікроконтролера та сенсорів, що дозволяє оптимізувати споживання енергії та збільшити ефективність системи.

Рисунок 2.5 – Понижувач напруги DC-DC LM2596

Характеристика:

Виробник STMicroelectronics;

Вхідна напруга 4.5...40 В;

Вихідна напруга 1.5...35 В;

Вихідний струм макс. 2 А;

Вихідний струм макс при дод. охолодженні 3 А;

ККД до 92%;

Розмір 43х20х14мм;

Частота перетворення 150 kHz.

2. Модуль газу MQ-7

Цей датчик (рис.2.6) призначений для вимірювання концентрації вуглекислого газу (CO_2) в атмосфері. Оскільки рівень CO_2 є важливим показником якості повітря, використання цього датчика дозволяє системі

моніторити атмосферні умови та забезпечувати оптимальний мікроклімат у приміщеннях, що особливо важливо для підтримки здоров'я мешканців.

Рисунок 2.6 – Модуль газу MQ-7

Характеристика:

Виробник Figaro Engineering;

Робоча напруга нагрівача: від 1,4 до 5 В;

Потужність, що споживається: 350 мВт;

Опір навантаження: 10 К (регульований);

Виявлення концентрації газу: 10-1000 ppm;

Час розігріву: від 60 (напруга підігрівача 5 В) до 90 секунд (для напруги підігрівача 1,4 В);

Робоча температура: -10 ~ 50 градусів (номінальна температура: 20 градусів);

Робоча вологість: 95% RH (номінальна вологість: 65% rh);

3. Мікроконтролер Ардуіно UNO

Мікроконтролер (рис.2.7) є основним елементом системи, що відповідає за обробку даних, отриманих від сенсорів, та їх подальшу передачу. Вибір мікроконтролера Ардуіно обумовлений його доступністю, простотою програмування та широкими можливостями для підключення різних сенсорів та модулів.

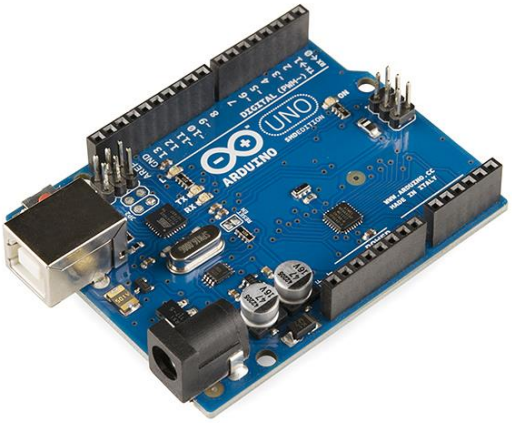

Рисунок 2.7 – Мікроконтролер Ардуіно UNO

Характеристика:

Виробник Китай;

Цифрових входів/виходів: 14 (6 з них ШІМ);

Кількість аналогових входів: 6;

Flash пам'ять програм: 32Кб;

Оперативна пам'ять: 2Кб;

Частота: 16 МГц;

Мікроконтролер: ATmega328;

Робоча напруга контролера:

- Вхід USB: 5 В;
- Вхід VCC: 5 В;
- Вхід Vin: 7,5 В – 12 В.

4. Мережевий модуль W5500

Для передачі даних на віддалене обладнання (наприклад, комп'ютер або сервер) необхідно використовувати мережевий модуль. W5500 (рис.2.8) дозволяє реалізувати Ethernet-з'єднання, що забезпечує надійну та стабільну передачу даних по мережі. Це важливо для віддаленого моніторингу параметрів мікроклімату через інтерфейс користувача.

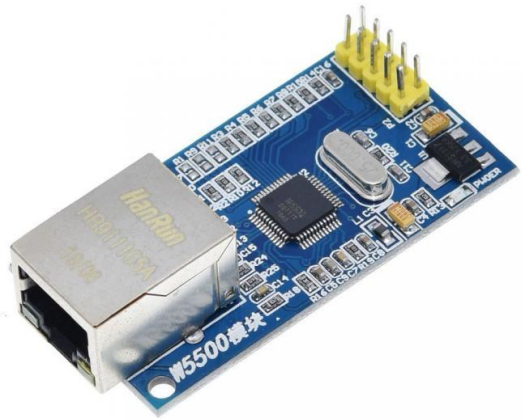

Рисунок 2.8 – Мережевий модуль W5500

Характеристика:

Виробник WIZnet;

Підтримка протоколів TCP/IP 10/100: TCP, UDP, ICM, ARP, IGMP, PPPoE;

Підтримка 8-ми незалежних сокетів одночасно;

Підтримка режиму відключення живлення;

Підтримка Wake on LAN по UDP;

Підтримка високошвидкісного інтерфейсу SPI;

Внутрішня пам'ять 32 Кбайт для буферів TX/RX;

Вбудований 10BaseT/100BaseTX Ethernet PHY;

Не підтримує фрагментацію IP;

Вхідна напруга живлення і логічні рівні: 3,3 і 5 В;

5. Датчик температури DHT22

Температура є одним із основних параметрів, які необхідно вимірювати для контролю мікроклімату. Датчик DHT22 (рис.2.9) має високу точність і дозволяє вимірювати як температуру, так і вологість повітря.

Це забезпечує комплексний підхід до моніторингу та дозволяє ефективно управляти системами опалення, вентиляції та кондиціонування.

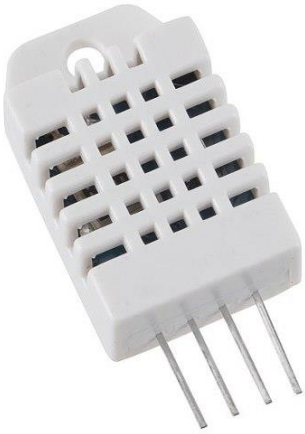

Рисунок 2.9 – Датчик температури DHT22

Характеристика:

Виробник ASAIR;

Тип: AM2302 цифровий;

Точність: 0.1 ºC;

Діапазон виміру вологості: 0-100%;

Діапазон вимірювання температури: -40 ~ 80 ºC;

Точність виміру вологості: ±2% RH;

Точність вимірювання температури: ±0.5 градуси;

Напруга живлення: 3.6-6 В;

Кількість висновків: 4.

6. Мікроконтролер ESP8266

За допомогою цього пристрою (рис.2.10) можна легко підключити проєкт до Інтернету і керувати ним з будь-якого місця. ESP8266 забезпечує бездротове з'єднання Wi-Fi, що дозволяє обмінюватися даними з іншими пристроями та виконувати різноманітні функції, такі як збір даних, керування реле або інших пристроїв, зчитування датчиків.

Рисунок 2.10 – Мікроконтролер ESP8266

Характеристика:

Виробник Espressif Systems;

Бездротовий стандарт: 802.11 b/g/n;

Діапазон частот: 2,4 ГГц - 2,5 ГГц (2400M-2483,5M);

Режим Wi-Fi: Station / SoftAP / SoftAP+станція;

Стек: інтегрований TCP/IP.

Висновки

Проєктування системи моніторингу мікроклімату є важливим етапом у створенні ефективного інтелектуального середовища, яке здатне автоматично реагувати на зміни навколишніх умов. Забезпечення точності вимірювань, високої швидкості обробки даних та надійності системи є основними вимогами для її безперебійної роботи. Важливими аспектами є вибір відповідних датчиків, ефективна передача даних через MQTT та інтеграція з платформами для автоматизації, такими як Home Assistant.

Застосування MQTT як протоколу передачі даних дозволяє значно покращити ефективність збору та обробки даних у реальному часі, що дає змогу оперативно реагувати на зміни в параметрах мікроклімату. Водночас використання IoT-технологій у поєднанні з системами автоматизації підвищує комфорт, забезпечує збереження енергоресурсів та сприяє збереженню здоров'я користувачів. Вибір відповідних компонентів, таких як понижувач напруги DC-DC, датчик газу MQ-7 та мікроконтролер Arduino UNO, дозволяє створити стабільну та масштабовану систему для моніторингу і керування мікрокліматом.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	
Змн.	*Арк.*	*№ документу*	*Підпис*	*Дата*		
Розробник		Крижановська О. Л.			Реалізація та тестування системи моніторингу	*Літ.* / *Арк.* 33 / *Аркушів*
Консультант						
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова
Керівник		Дьяконов О. С.				
Зав. каф.		Рябенький В. М.				

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ

3.1. Етапи тестування та налагодження підключеної системи

Arduino UNO підключається до мережі живлення за допомогою порту USB.

Для виявлення можливих недоліків було використано мультиметр, за допомогою якого перевірено сигнали на основних точках підключення.

Наступний етап включає перевірку роботи кожного окремого датчика і модуля в умовах лабораторного тестування. Наприклад:

Підключення датчика DHT22

Дані з датчика DHT22 (рис.3.1) збираються за допомогою порту D2. Підключення до Arduino UNO здійснюється за наступною схемою:

- VCC — до 5В живлення Arduino UNO;
- GND — до GND Arduino UNO;
- DHT — до цифрового порту 2 Arduino UNO.

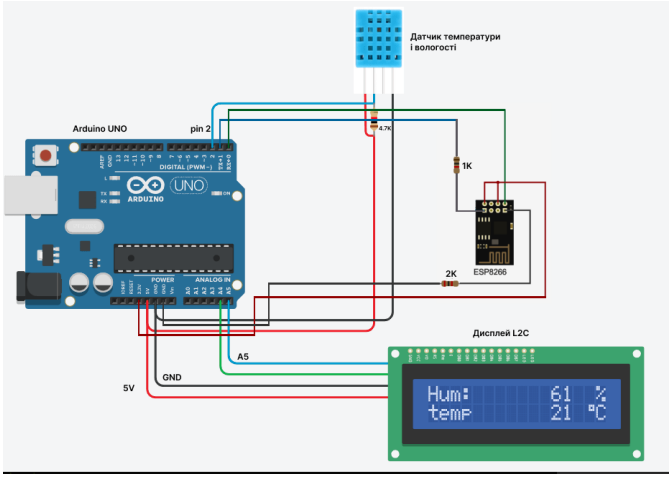

Рисунок 3.1 — Підключення датчика DHT22 до Arduino UNO

На основі структурної схеми складається перелік елементів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 — Перелік компонентів

№	Найменування	Кількість	Примітка
1	Дисплей L2C	1	
2	Плата Arduino UNO	1	
3	Датчик температури і вологості DHT 22	1	
4	Резистор 4.7 кОм	1	
5	Резистор 1кОм	1	
6	Резистор 2кОм	1	
7	Мікроконтролер ESP8266	1	

У відповідності до структурної схеми було розроблено електричну принципову схему (рис.3.2).

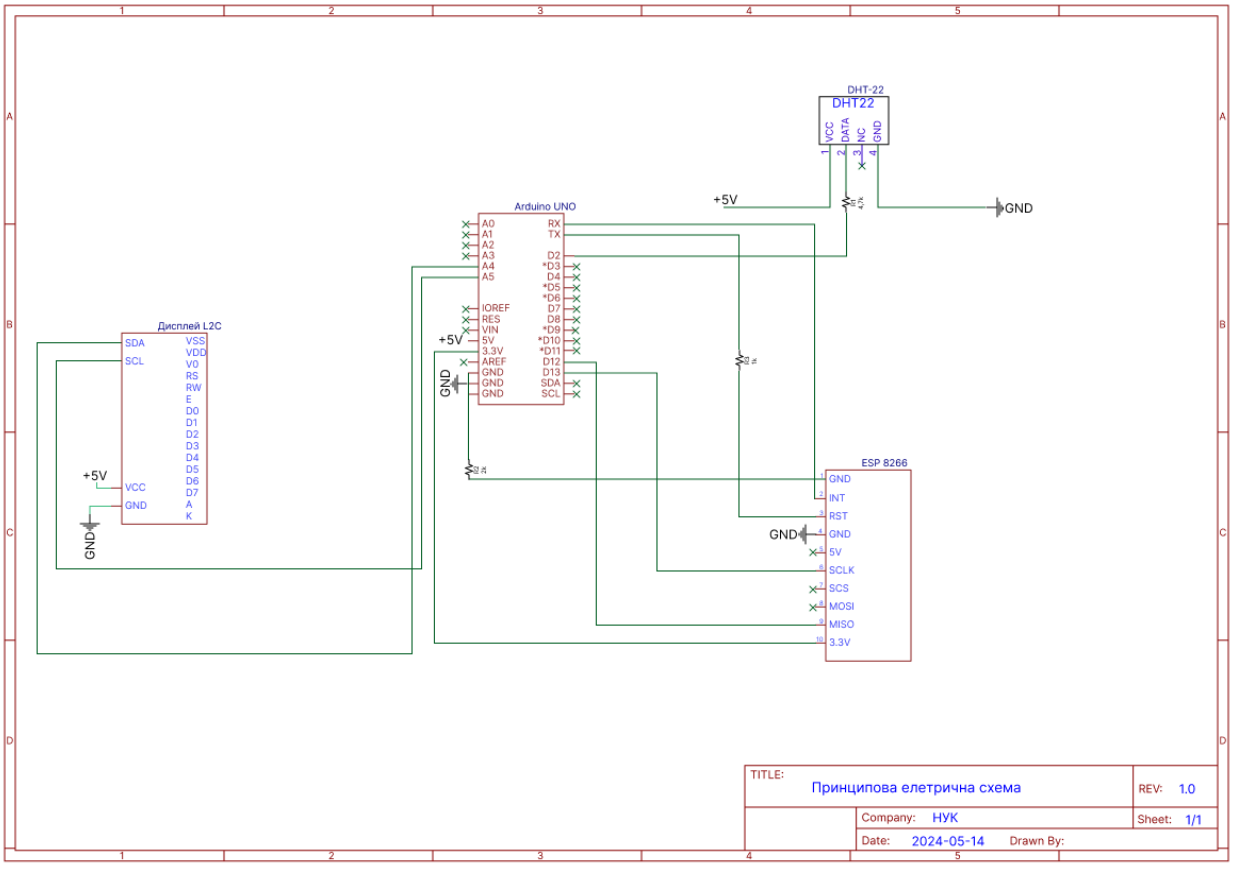

Рисунок 3.2 - Електрична принципова схема

Підключення датчика DHT22 до плати Arduino UNO починається з підготовки компонентів. Спочатку потрібно з'єднати вивід живлення датчика

(VCC) із контактом 5V на Arduino, а вивід заземлення (GND) - із контактом GND. Далі, лінію даних (DATA) датчика підключають до цифрового входу D2 на Arduino. Щоб система працювала стабільно, між лінією даних і живленням додають резистор на 4.7 кОм.

Після підключення датчика встановлено додатковий дисплей із підтримкою I2C, щоб показувати показники температури й вологості прямо на екрані. Для цього дисплей підключають до спеціальних контактів SDA і SCL на платі Arduino, а також до живлення й заземлення. Завантаживши відповідну бібліотеку (***DHT sensor library***), можна виводити дані на екран.

Якщо потрібно передавати показники на віддалений пристрій, то додаємо мікроконтролер ESP8266. Він дозволяє надсилати дані через Wi-Fi. Для цього ESP8266 підключають до відповідних контактів TX і RX на платі Arduino, а живлення здійснюється через спеціальні резистори, щоб забезпечити правильну напругу.

Після збирання схеми завантажується код для зчитування даних із датчика. Arduino IDE дозволяє протестувати роботу датчика, виводячи показники температури й вологості в серіал моніторі.

Загальний вигляд зібраного пристрою наведений на рисунку (рис.3.3).

Рисунок 3.3 — Загальний вигляд зібраного пристрою

3.2. Монтаж і налаштування системи моніторингу

На цьому етапі впровадження системи моніторингу температурних показників передбачено встановлення датчиків у різних зонах приміщення для збору даних. Конкретні локації для встановлення сенсорів:

- Пункт зв'язку частини;
- Гараж;
- Спальне приміщення.

Кожне з цих приміщень мало свої особливості, що впливали на вибір місць для монтажу. У гаражі, де температура і вологість можуть значно змінюватися, сенсори були розташовані таким чином, щоб уникнути механічних пошкоджень і впливу на них зовнішніх факторів. У пункті зв'язку особлива увага була приділена точності вимірювання температури, оскільки стабільний мікроклімат є критично важливим для роботи технічного обладнання. В спальному приміщенні важливими були параметри, що впливають на здоров'я людини, такі як рівень вуглекислого газу та вологість.

а)

б)

в)

Рисунок 3.2 – Розміщення датчиків: (а) – спальне приміщення, (б) – гараж, (в) – пункт зв'язку частини

Загальна схема підключення датчиків до мікроконтролера показана на (рис.3.3).

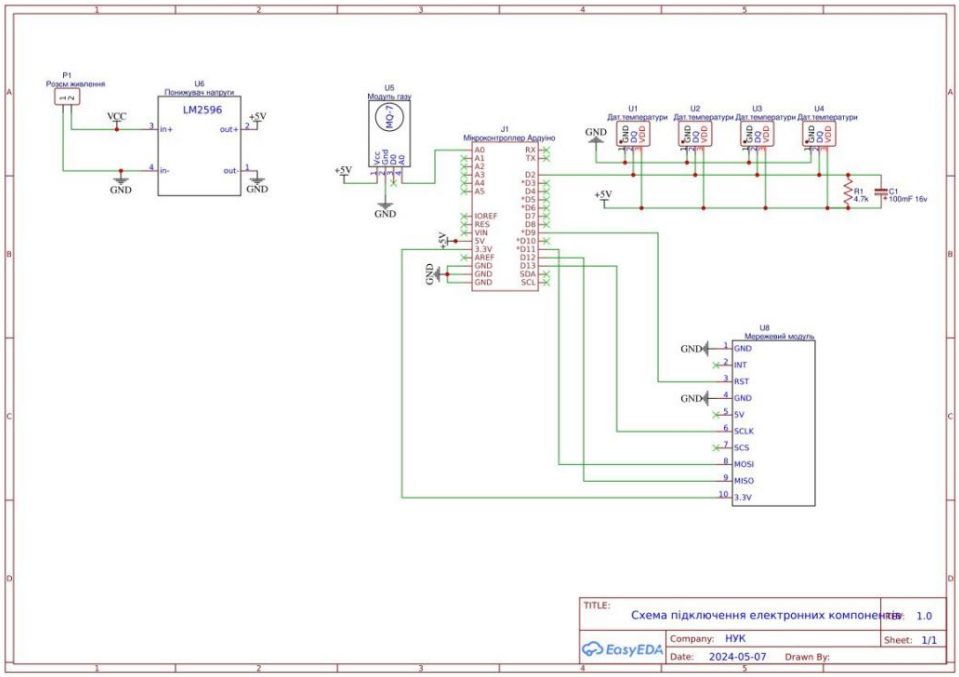

Рисунок 3.3 — Електрична принципова схема

На основі загальної схеми складається перелік елементів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Перелік компонентів

№	Найменування	Кількість	Примітка
1	Роз'єм живлення 2.54x2	1	
2	Понижувач напруги DC-DC LM2596	1	
3	Модуль газу MQ-7	1	
4	Мікроконтролер Ардуіно	1	
5	Мережевий модуль W5500	1	
6	Датчик температури DHT22	4	
7	Резистор 4.7k	1	
8	Конденсатор 100mF 16v	1	

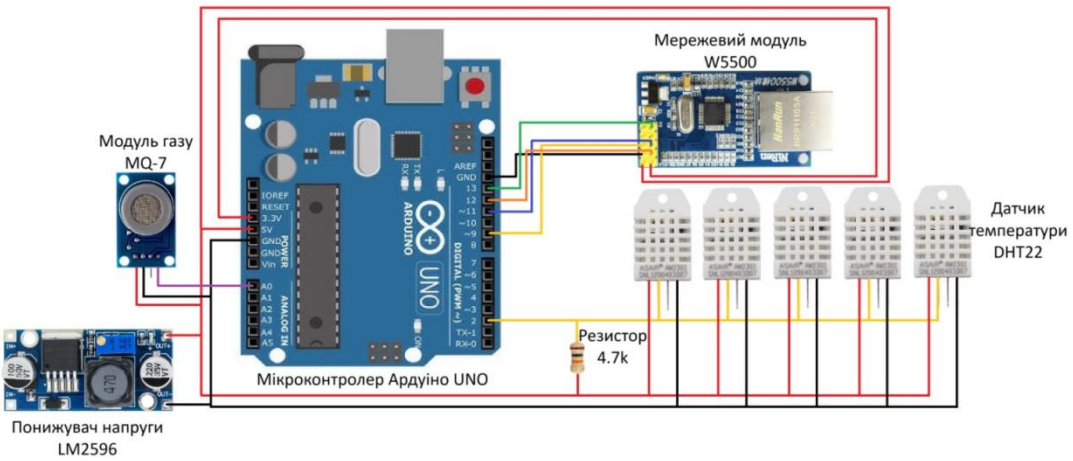

Рисунок 3.4 — Схема підключення компонентів

Система моніторингу мікроклімату (рис 3.4) починає свою роботу з подачі напруги через роз'єм живлення 2,54x2. Ця напруга спрямовується до понижувача DC-DC LM2596, який стабілізує її та знижує до 5V, що є оптимальним для коректної роботи всіх складових системи. Вихідна напруга від понижувача подається на мікроконтролер Arduino та інші підключені компоненти.

Мікроконтролер Arduino виконує роль центрального блоку управління, до якого підключаються всі датчики та модулі. Він отримує дані від газового сенсора MQ-7, що вимірює рівень вуглекислого газу в приміщенні. Модуль MQ-7 підключений до аналогових входів Arduino і живиться від стабільного джерела 5V. Крім цього, Arduino зчитує інформацію з чотирьох датчиків DHT22, які встановлені в різних місцях для вимірювання температури та вологості. Для стабілізації сигналу від цих датчиків використовується резистор на 4,7 кОм.

Зібрані мікроконтролером дані передаються до мережевого модуля W5500 через SPI-інтерфейс. Цей модуль відповідає за передачу інформації в мережу, використовуючи протокол MQTT. Таким чином, дані надходять до сервера Home Assistant, де їх можна візуалізувати та аналізувати. Для живлення мережевого модуля використовується стабільна напруга 3,3 В .

Для забезпечення стабільності живлення і уникнення пульсацій використовується конденсатор на 100 мкФ, який виконує функцію фільтрації.

Усі компоненти системи працюють узгоджено: напруга стабілізується, дані з датчиків температури, вологості та CO_2 збираються мікроконтролером і передаються до Home Assistant, де вони зберігаються та аналізуються.

Після встановлення Home Assistant було налаштовано його для підключення до мережі Wi-Fi. Для цього було знайдено датчики в списку пристроїв Home Assistant. Також було додано датчики температури та вологості до Home Assistant. Для цього було знайдено датчики в списку пристроїв Home Assistant, де кожен датчик був описаний в mqtt.yaml, а не використаний готовий плагін ZigBee.

Готові плагіни ZigBee, як правило, забезпечують базовий функціонал для роботи з датчиками ZigBee. Однак, вони часто не дозволяють налаштувати такі параметри, як інтервал вимірювання температури, точність вимірювання температури або обробка даних з інших датчиків.

Написання власного коду в MQTT Binary sensor **(**рис.3.6) дозволяє уникнути цих обмежень.

Наприклад, можна налаштувати інтервал вимірювання температури так, щоб він відповідав потребам конкретного приміщення. Також можна налаштувати точність вимірювання температури, щоб вона була достатньою для конкретних цілей.

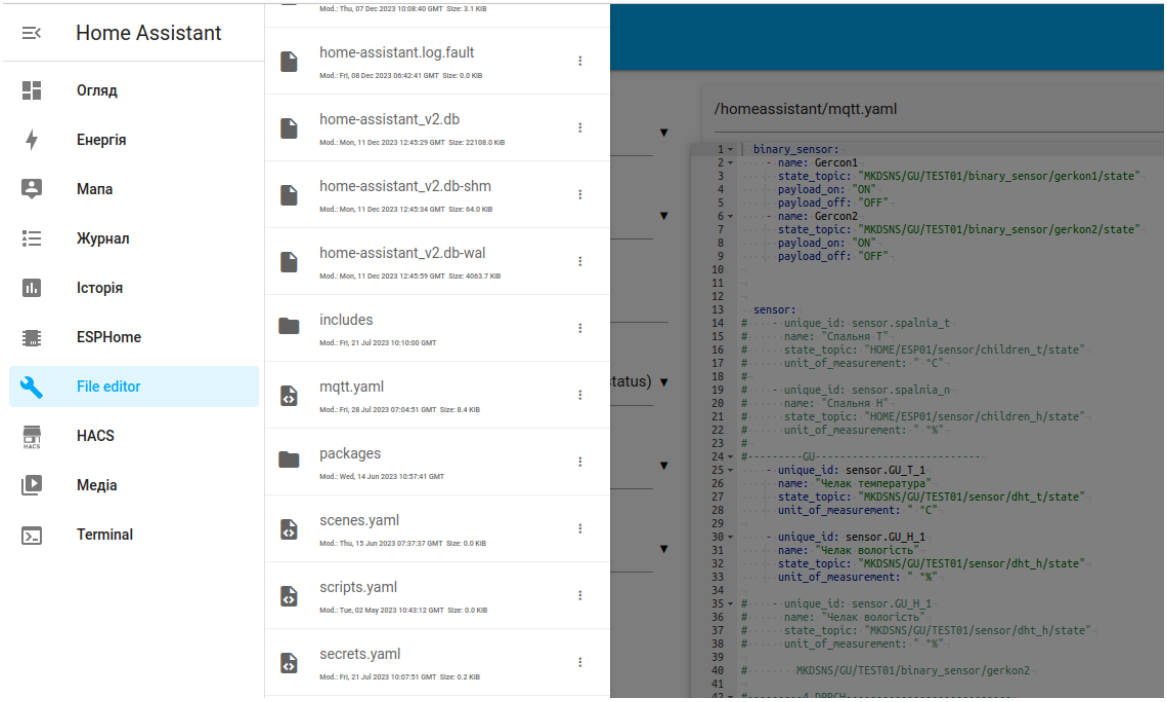

Рисунок 3.5 — Binary sensor (mqtt.yaml)

Після того, як датчики були додані, було створено карту (Рис.3.6), яка показує температуру та вологість у приміщенні.

Рисунок 3.6 — Графік температури

Графік (рис.3.7) показує, як температура та вологість змінюються протягом дня. Це допомагає стежити за тим, щоб температура та вологість у приміщенні були в оптимальному діапазоні.

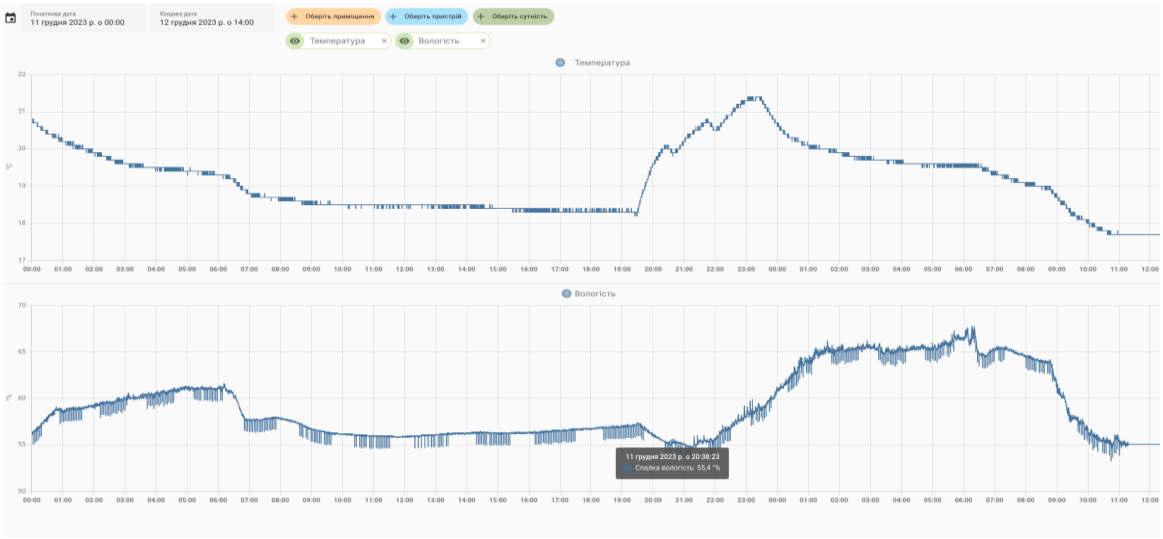

Рисунок 3.7 - Графік змін показників

На основі аналізу даних було встановлено, що температура в приміщеннях відповідає нормам. Середня температура в приміщенні становить 22 °C. Максимальна температура становить 25 °C, а мінімальна температура становить 19 °C. Вологість повітря в приміщеннях також відповідає нормам. Середня вологість повітря становить 50%. Максимальна вологість повітря становить 60%, а мінімальна вологість повітря становить 40%.

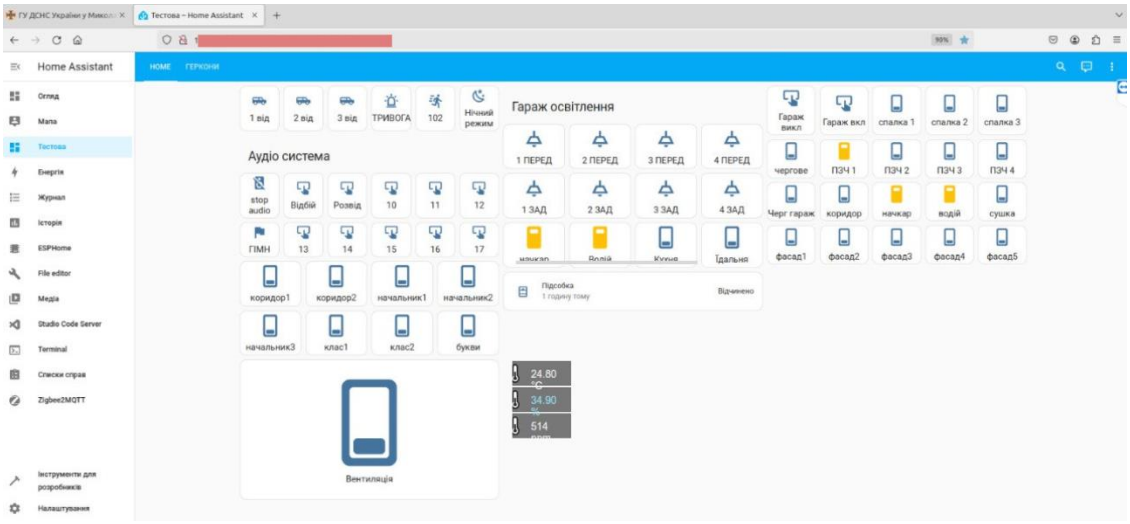

Рисунок 3.8 — Дашборд системи Home Assistant

Висновки

У результаті реалізації та тестування системи моніторингу мікроклімату було досягнуто стабільної роботи всіх підключених компонентів. Завдяки детальному етапу налаштування, включаючи перевірку з'єднань, коректне підключення датчиків і тестування на лабораторному етапі, вдалося отримати точні та надійні дані. Система забезпечує моніторинг температури, вологості та рівня вуглекислого газу, що дозволяє підтримувати оптимальні умови для різних приміщень. Використання мікроконтролера Arduino UNO у поєднанні з датчиками DHT22 і газовим датчиком MQ-7 забезпечило високу точність вимірювання, а мережевий модуль W5500 дозволив інтегрувати систему в вебінтерфейс Home Assistant для зручної візуалізації і аналізу даних.

Під час тестування виявлено, що температура в приміщеннях відповідає встановленим нормам, а рівень вологості підтримується в межах оптимальних значень. Створення графіків змін температури та вологості дозволяє відслідковувати динаміку та забезпечувати необхідну корекцію умов.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4		
Змн.	*Арк.*	*№ документу*	*Підпис*	*Дата*			
Розробник		Крижановська О. Л.			Охорона праці	*Літ.*	*Арк.* 44 / *Аркушів*
Консультант		Тубальцев А. М.					
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова	
Керівник		Дьяконов О. С.					
Зав. каф.		Рябенький В. М.					

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Законодавчі та нормативні вимоги щодо охорони праці

Розробка та впровадження системи моніторингу мікроклімату передбачає створення безпечних умов праці на всіх етапах роботи, включаючи проєктування, монтаж, тестування та експлуатацію.

Згідно з Законом України "Про охорону праці", кожен працівник має право на безпечні та здорові умови праці, які забезпечуються роботодавцем. Основними принципами охорони праці є запобігання виробничому травматизму, дотримання норм санітарно-гігієнічних умов, технічний контроль обладнання та навчання персоналу з питань безпеки.

На державному рівні питання охорони праці регулюються також Кодексом законів про працю України (КЗпП), де закріплено вимоги до охорони здоров’я працівників, забезпечення засобами індивідуального захисту, проведення регулярних медичних оглядів. Важливу роль відіграють Державні будівельні норми (ДБН), які регламентують проєктування та монтаж технічних систем, включаючи вимоги до електробезпеки, вентиляції та освітлення робочих місць.

Особливу увагу в Україні приділяють адаптації систем охорони праці до сучасних викликів. Зокрема, активно впроваджуються інноваційні технології для моніторингу безпеки, автоматизація процесів контролю за виконанням правил, а також цифрові рішення для навчання персоналу. Ці заходи сприяють створенню ефективного середовища, де безпека праці є пріоритетом.

Для забезпечення практичного дотримання норм охорони праці в Україні проводяться регулярні перевірки підприємств, впроваджуються комплексні програми профілактики ризиків, а також організовуються навчальні заходи. Завдяки цьому працівники можуть отримати знання,

необхідні для безпечного виконання своїх обов’язків, а підприємства – мінімізувати ризики та відповідати вимогам чинного законодавства.

4.2. Електробезпека

Електробезпека є невід'ємною частиною системи охорони праці в Україні, що направлена на захист людей від електричних ударів та інших небезпек, пов'язаних із використанням електричної енергії. Основними нормативними документами, що регулюють питання електробезпеки, є Державні будівельні норми (ДБН), а також Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Ці нормативи розроблені для забезпечення безпечного використання електричних мереж, обладнання та пристроїв у житлових, виробничих і громадських будівлях.

Згідно з чинними нормами, електричні установки повинні проектуватись і експлуатуватись таким чином, щоб у разі виникнення аварійних ситуацій було мінімізовано ризик ураження людини електричним струмом. Важливими аспектами є: правильне заземлення електроустановок, використання захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі, а також регулярні перевірки та обслуговування електричних мереж.

Окремо варто відзначити важливість забезпечення безпеки при роботі з електричними приладами та обладнанням. Це включає в себе встановлення надійних ізоляційних матеріалів, дотримання правил експлуатації обладнання, а також своєчасне проведення профілактичних оглядів та ремонтів.

Забезпечення електробезпеки на робочих місцях є обов'язковим елементом для підприємств усіх галузей, оскільки порушення вимог безпеки може призвести до серйозних наслідків, включаючи нещасні випадки та значні економічні втрати. Усі працівники повинні бути ознайомлені з основами електробезпеки та регулярно проходити інструктажі, щоб знизити ймовірність виникнення небезпечних ситуацій.

4.3. Пожежна безпека

Пожежна безпека в Україні є критичним аспектом, що забезпечує збереження життя і здоров’я громадян, а також охорону матеріальних цінностей і навколишнього середовища. Основним законодавчим актом у сфері пожежної безпеки є Кодекс цивільного захисту України, який визначає загальні положення щодо запобігання і реагування на пожежі. Одним із важливих документів є Правила пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2014), які встановлюють загальні вимоги до проектування, експлуатації та технічного обслуговування протипожежних систем у будівлях і спорудах.

Також важливу роль відіграють Державні будівельні норми (ДБН), які регламентують проектування та будівництво об'єктів з урахуванням вимог до пожежної безпеки. У цих нормах зазначено, як правильно організувати евакуаційні виходи, використовувати протипожежне обладнання, а також здійснювати монтаж систем автоматичного виявлення та гасіння пожеж.

Для того, щоб забезпечити належну пожежну безпеку, також необхідно дотримуватися наказів і відомчих документів різних державних органів, які мають конкретні рекомендації та вимоги щодо функціонування протипожежних систем. Наприклад, накази Міністерства внутрішніх справ України щодо організації роботи з вогнегасними установками, проведення інструктажів з охорони праці та пожежної безпеки на підприємствах і в організаціях.

Усі ці заходи спрямовані на забезпечення належного рівня пожежної безпеки в Україні, що включає як профілактику виникнення пожеж, так і швидке реагування на них для мінімізації збитків і збереження здоров’я людей.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проєкту було розроблено систему моніторингу параметрів мікроклімату приміщень з використанням Інтернету речей (IoT) і технології MQTT для ефективної передачі даних. Основним завданням було створення системи, яка б дозволила в реальному часі моніторити важливі параметри, такі як температура, вологість, рівень CO_2, та забезпечувала автоматизацію процесу керування мікрокліматом через платформу Home Assistant.

Аналіз існуючих технологій та систем моніторингу показав, що на сьогоднішній день існує потреба у більш інтегрованих і доступних рішеннях, здатних забезпечити оперативне реагування на зміни мікроклімату в приміщеннях. Використання мікроконтролерів, таких як Arduino, у поєднанні з різними датчиками, дозволяє створити ефективну та доступну систему, яка інтегрується з іншими інтелектуальними платформами.

Під час реалізації проєкту були ретельно підібрані компоненти, проведено тестування і налаштування системи, а також здійснено аналіз її ефективності. Результати показали, що система здатна успішно виконувати поставлені завдання, надаючи точну інформацію про стан мікроклімату і дозволяючи здійснювати необхідні коригування для оптимізації умов перебування в приміщеннях.

Загалом, реалізована система моніторингу параметрів мікроклімату є перспективним рішенням для автоматизації житлових і громадських будівель, з потенціалом для впровадження в широку практику в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Телекомунікаційні системи передачі : навч. посібник / І. П. Лісовий, В. М. Рябенький, О. С. Дьяконов. – Миколаїв : НУК, 2016. – 212 с.

2. Крижановська О.Л., Дьяконов О.С. Реалізація системи нагляду за мікрокліматом приміщення за допомогою Arduino // Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науковотехнічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [Електронний ресурс]. − Миколаїв: НУК, 2024. С. 19 – 21.

3. Рябенький В.М. Схемотехніка: пристрої цифрової електроніки: підручник у 2 т. / В.М. Рябенький, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, О.В. Борисов. Київ : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2015. Т.1. 400 с

4. Gast, M. S. 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide. O'Reilly Media, 2018. – 464 p.

5. Hillar, G. C. MQTT Essentials: A Lightweight IoT Protocol. Packt Publishing. 2017. – 200 p.

6. Санітарні норми мікроклімату. [Режим доступу https://pro-op.com.ua/article/82-osnovn-vimogi-ta-zahodi-z-normalzats-mkroklmatichnih-umov-na-robochih-mstsyah].

7. Home Assistant — [електронний ресурс].URL: https://www.home-assistant.io/

8. Arduino - Official Website [Електронний ресурс]. URL: https://www.arduino.cc

9. Закон України "Про охорону праці" - [Електронний ресурс].URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12

10. Державні будівельні норми України (ДБН) щодо електробезпеки - [Електронний ресурс]. URL: https://dbn.co.ua

11. Espressif Systems - офіційний вебсайт компанії Espressif. [Електронний ресурс]. URL: https://www.espressif.com/

12. MQTT.org - офіційний сайт MQTT [Електронний ресурс]. URL: https://mqtt.org/

13. Gravity.com.ua - офіційний сайт [електронний ресурс]. URL: https://gravity.com.ua/

14. Smartsys.team - офіційний сайт [Електронний ресурс]. URL: https://www.smartsys.team/

15. STEGO Group - [Електронний ресурс]. URL: https://www.stego-group.com/downloads

ДОДАТОК А

Приклад програми для Arduino UNO C++

```
#include <DHT.h>
#include <Ethernet.h>
// Налаштування датчика DHT22
#define DHT_PIN 2
#define DHT_TYPE DHT22
// Налаштування мережевої плати
byte mac[] = { 0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDD, 0xEE };
IPAddress ip(192.168.2.201);
// Оголошення глобальних змінних
float temperature;
float humidity;
void setup() {
// Ініціалізація датчика DHT22
DHT dht(DHT_PIN, DHT_TYPE);
// Ініціалізація мережевої плати
Ethernet.begin(mac, ip);
}
void loop() {
// Отримання даних з датчика DHT22
temperature = dht.readTemperature();
humidity = dht.readHumidity();
// Передача даних у Інтернет
if (Ethernet.isConnected()) {
Serial.println("Передача даних у Інтернет");
// ...
} else {
Serial.println("Немає підключення до Інтернету");
```

```
}
delay(1000);
}
```

Код для MGTT Home assistant (Binary sensor)

```
# MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_1

   switch:
   - unique_id: switch.2DPRCH_R1
     name: 02dprch_r1
     state_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_1"
     command_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_1"
     payload_on: "ON"
     payload_off: "OFF"
     qos: 1
     retain: true

   - unique_id: switch.2DPRCH_R2
     name: 02dprch_r2
     state_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_2"
     command_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_2"
     payload_on: "ON"
     payload_off: "OFF"
     qos: 1
     retain: true

   - unique_id: switch.2DPRCH_R3
     name: 02dprch_r3
     state_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_3"
```

```
    command_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_3"
    payload_on: "ON"
    payload_off: "OFF"
    qos: 1
    retain: true

  - unique_id: switch.2DPRCH_R4
    name: 02dprch_r4
    state_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_4"
    command_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_4"
    payload_on: "ON"
    payload_off: "OFF"
    qos: 1
    retain: true

  - unique_id: switch.2DPRCH_R5
    name: 02dprch_r5
    state_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_5"
    command_topic: "MKDSNS/02DPRCH/ESP01/RELE_5"
    payload_on: "ON"
    payload_off: "OFF"
    qos: 1
    retain: true
```

Код для MGTT Home assistant (Lovelace.yaml)

```
title: Home
views:
  - title: Головна
    path: default_view
```

```
icon: mdi:home
cards:
  - type: horizontal-stack
    cards:
      - type: markdown
        content: >
          **ТРИВОГА**
  - type: vertical-stack
    cards:
      - type: glance
        columns: 4
        show_name: true
        show_icon: true
        show_state: false
        state_color: true
        entities:
          - entity: switch.02dprch_1vid
            icon: mdi:lightbulb-auto-outline
            name: 1 відділення
            tap_action:
              action: toggle
          - entity: switch.02dprch_2vid
            icon: mdi:lightbulb-auto-outline
            name: 2 відділення
            tap_action:
              action: toggle
          - entity: switch.02dprch_3vid
            icon: mdi:lightbulb-auto-outline
            name: 3 відділення
```

```
    tap_action:
      action: toggle

  - entity: switch.02dprch_startalarm
    icon: mdi:bell-alert-outline
    name: Start Alarm
    tap_action:
      action: toggle

  - entity: switch.02dprch_alarm1
    icon: mdi:alarm-light-outline
    name: ALARM 1
    tap_action:
      action: toggle

  - entity: switch.02dprch_alarm2
    icon: mdi:alarm-light-outline
    name: ALARM 2
    tap_action:
      action: toggle

  - entity: switch.02dprch_alarm3
    icon: mdi:alarm-light-outline
    name: ALARM 3
    tap_action:
      action: toggle


- type: horizontal-stack
```

```
cards:
  - type: glance
    title: Карточка 1
    icon: mdi:credit-card-outline
    columns: 5
    show_name: true
    show_icon: true
    show_state: true
    state_color: true
    entities:
      - entity: switch.02dprch_r1
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 1
        tap_action:
          action: toggle
      - entity: switch.02dprch_r2
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 2
        tap_action:
          action: toggle
      - entity: switch.02dprch_r3
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 3
        tap_action:
          action: toggle
      - entity: switch.02dprch_r4
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 4
        tap_action:
```

```
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r5
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 5
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r6
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 6
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r7
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 7
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r8
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 8
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r9
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 9
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r10
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 10
```

```
      tap_action:
        action: toggle
    style:
      background-color: #adadad;
      border: 4px solid #800080;
      border-radius: 16px;
  - type: glance
    title: Карточка 2
    icon: mdi:credit-card-outline
    columns: 5
    show_name: true
    show_icon: true
    show_state: true
    state_color: true
    entities:
      - entity: switch.02dprch_r11
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 11
        tap_action:
          action: toggle
      - entity: switch.02dprch_r12
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 12
        tap_action:
          action: toggle
      - entity: switch.02dprch_r13
        icon: mdi:toggle-switch
        name: Перемикач 13
        tap_action:
```

```
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r14
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 14
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r15
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 15
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r16
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 16
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r17
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 17
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r18
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 18
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r19
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 19
```

```
      tap_action:
        action: toggle
    - entity: switch.02dprch_r20
      icon: mdi:toggle-switch
      name: Перемикач 20
      tap_action:
        action: toggle
- type: glance
  title: Карточка 3
  icon: mdi:credit-card-outline
  columns: 5
  show_name: true
  show_icon: true
  show_state: true
  state_color: true
  entities:
    - entity: switch.02dprch_r21
      icon: mdi:toggle-switch
      name: Перемикач 21
      tap_action:
        action: toggle
    - entity: switch.02dprch_r22
      icon: mdi:toggle-switch
      name: Перемикач 22
      tap_action:
        action: toggle
    - entity: switch.02dprch_r23
      icon: mdi:toggle-switch
      name: Перемикач 23
```

```
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r24
    icon: mdi:toggle-switch
    name: Перемикач 24
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r25
    icon: mdi:toggle-switch
    name: Перемикач 25
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r26
    icon: mdi:toggle-switch
    name: Перемикач 26
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r27
    icon: mdi:toggle-switch
    name: Перемикач 27
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r28
    icon: mdi:toggle-switch
    name: Перемикач 28
    tap_action:
      action: toggle
  - entity: switch.02dprch_r29
    icon: mdi:toggle-switch
```

```
  name: Перемикач 29
  tap_action:
    action: toggle
- entity: switch.02dprch_r30
  icon: mdi:toggle-switch
  name: Перемикач 30
  tap_action:
    action: toggle
```