

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ

Група СІ-23-1К

Олег Максим'юк

2025

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Інститут
інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Максим'юк Олег Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 004.031.6

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Автоматизована система вимірювання кліматичних параметрів з цифровою
індикацією

(назва роботи)

Системна інженерія – Інтернет речей

(назва освітньої програми)

174-Автоматизація та компютерно-інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня Максим'юк О.О.

(підпис, ініціалита прізвище здобувача)

Науковий керівник Зікратий Сергій Вікторович, доцент кафедри

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

проф. Заміховський Л.М.

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інформаційних технологій

Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 174 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТТС

_____ Заміховський Л.М

(підпис) (прізвище та ініціали)

“ ___ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Студенту _____ Максим'юку Олегу Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту автоматизована система вимірювання кліматичних параметрів з цифровою індикацією

керівник проєкту Зікратий Сергій Вікторович, доцент кафедри ІТТС

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ___ ” _____ 2025 року

№ _____

2. Строк подання студентом проєкту “ ___ ” червня 2025 року.

3. Вихідні дані до проєкту: 1. Досліджуваний об'єкт – система вимірювання кліматичних параметрів; 2. Джерело живлення – електромережа, 5 В; 3. Похибка вимірювання кліматичних параметрів – 3%; 5. Індикація виміряної величини – цифрова, рідкокристалічний індикатор.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Теоретична частина; 2. Конструкторська частина; 3. Програмна частина; 4. Експериментальна частина; 5. Висновки; 6. Список використаних джерел; 7. Графічний матеріал (Схема електрична структурна, схема електрична принципова, блок-схема), 8. Додаток А (Лістинг коду програми для мікроконтролера).

Дата видачі завдання

«12» березня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання (підпис керівника)
Видача завдання	21.03.2025	
Збір матеріалу, підготовка теоретичної частини	31.03.2025	
Розробка конструкторської частини і технічного обслуговування	07.04.2025	
Розроблення програмної частини	14.05.2025	
Оформлення пояснювальної записки і графічної частини	31.05.2025	
Відгук керівника бакалаврської роботи	10.06.2025	
Попередній захист бакалаврської роботи	13.06.2025	
Рецензування і нормоконтроль	19.06.2025	
Здача на перевірку готову бакалаврську роботу завідувачу відділення для допуску до захисту	20.06.2025	

Студент

(підпис)

Максим'юк О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Зікратий С.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Домашні метеостанції.....	10
1.2 Види і класифікація домашніх метеостанцій	11
1.3 Аналіз існуючих схем даного призначення.....	23
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	25
2.1 Розробка структурної схеми.....	25
2.2 Опис принципової схеми.....	25
2.3 NodeMCU V3 ESP8266.....	26
2.4 Модулі ESP.....	29
2.5 Веб-частина мікроконтролера.....	32
3 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА.....	34
3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою.....	34
3.2 Розробка програмного коду.....	35
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	44
4.1 Технічні характеристики розробленого пристрою.....	44
4.2 Інструкція з експлуатації (обслуговування) розробленого пристрою	45
4.3 Опис демонстрації роботи пристрою(експерименту).....	46
4.4 Методика, налаштування, програмування, градування і підгото- вка до роботи.....	48
Висновки.....	50
Список використаних джерел.....	51
Схема електрична структурна.....	53
Схема електрична принципова.....	54
Блок-схема.....	55
Додаток А Лістинг коду програми для мікроконтролера.....	56

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Максим'юк О.О.</i>			<i>Автоматизована система визначення кліматичних параметрів з цифровою індикацією</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Зікратий С.В.</i>				5	61	
<i>Реценз</i>						ІФНТУНГ СІ-23-1Ѕ		
<i>Н. Контроль</i>		<i>Возний А.В</i>						
<i>Затвердив</i>		<i>Заміховський Л.М</i>						

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт: 61 с., 19 ілюстрацій, 15 використаних джерел інформації, 4 додатків.

Тема роботи – Автоматизована система для вимірювання кліматичних параметрів з цифровою індикацією.

Предмет дослідження – системи вимірювання кліматичних параметрів.

Мета роботи – розробити систему для вимірювання кліматичних параметрів з цифровою індикацією.

Метод дослідження – моделі визначення кліматичних параметрів.

У даному дипломному проєкті проведено аналіз основних методів та засобів для визначення кліматичних параметрів.

На основі аналізу схемотехнічних рішень пристроїв для отримання кліматичних параметрів, розроблено систему для визначення кліматичних параметрів, з цифровою індикацією та бездротовою передачею даних.

Графічна частина проєкту містить електричну принципову схему та електричну структурну схему.

В результаті виконання проєкту створено макет системи для визначення кліматичних параметрів на основі ESP8266 та BME280, написану на мові C.

Ключові слова: СИСТЕМА, КЛІМАТ, ПАРАМЕТРИ, ВОГОЛОГІСТЬ, ESP, NODEMCU, Wi-Fi, C, LCD, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	6	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6	

ABSTRACT

Thesis project: 61 p., 19 illustrations, 15 sources of information used, 4 appendices.

Topic of the work – Automated system for measuring climatic parameters with digital indication.

Subject of the research – systems for measuring climatic parameters.

The purpose of the work – to develop a system for measuring climatic parameters with digital indication.

Research method – models for determining climatic parameters.

This thesis project analyzes the main methods and means for determining climatic parameters.

Based on the analysis of circuit solutions of devices for obtaining climatic parameters, a system for determining climatic parameters with digital indication and wireless data transmission has been developed.

The graphic part of the project contains an electrical schematic diagram and an electrical structural diagram.

As a result of the project, a mock-up of a system for determining climatic parameters based on ESP8266 and BME280, written in the C language, was created.

Keywords: SYSTEM, CLIMATE, PARAMETERS, HUMIDITY, ESP, NODEMCU, Wi-Fi, C, LCD, SOFTWARE.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7	

ВСТУП

Сучасні технології та розвиток Інтернету розширили можливості автоматизації та моніторингу різних процесів у різних сферах життя. Одним з важливих аспектів, що потребує постійного контролю, є вимірювання кліматичних параметрів, таких як температура, вологість, атмосферний тиск тощо. Зокрема, точне вимірювання кліматичних параметрів є важливою складовою в системах розумного будинку, теплицях, лабораторіях, на складах, де зберігаються чутливі до середовища матеріали, тощо.

У зв'язку з розвитком мікроконтролерної техніки та доступністю цифрових сенсорів зросли можливості створення недорогих, ефективних і простих в експлуатації засобів моніторингу. Автоматизовані системи вимірювання з цифровою індикацією дають змогу не лише оперативно зчитувати дані, а й відображати їх у зручному для користувача форматі, інтегрувати з інтернетом речей (IoT) і здійснювати дистанційний контроль.

Ця бакалаврська робота присвячена розробленню автоматизованої системи вимірювання кліматичних параметрів з цифровою індикацією. Метою цього проекту є створення компактного, ефективного та легко використовуваного пристрою, який забезпечує точне вимірювання та відображення кліматичних показників в режимі реального часу. У цій роботі будуть розглянуті основні компоненти системи, зокрема мікроконтролер ESP8266, датчик BME280 для вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску, а також LCD дисплей 1602 для цифрової індикації даних. Будуть розглянуті питання налаштування, програмування та градуювання пристрою для забезпечення його надійної та точної роботи.

Основною ціллю цього проекту є створення зручного та доступного пристрою, який може бути використаний в різних областях, таких як домашнє використання, офісне середовище, наукові дослідження або інші сфери, де контроль та вимірювання кліматичних параметрів є важливими. Завдяки розробленій автоматизованій системі вимірювання кліматичних параметрів з

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цифровою індикацією, користувачі матимуть можливість отримувати актуальні дані про кліматичні умови у реальному часі, а також забезпечувати контроль та аналіз цих даних для прийняття відповідних рішень.

У наступних розділах бакалаврської роботи будуть детально розглянуті технічні аспекти розробки системи, методика налаштування та програмування пристрою, а також процес градування та підготовки до роботи.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Домашні метеостанції

Домашні метеостанції - це пристрої, що використовуються для збору та відображення даних про погоду у внутрішньому приміщенні та на відкритому повітрі. Вони можуть бути використані як в особистих, так і в професійних цілях. Домашні метеостанції зазвичай складаються з двох основних частин: датчика погоди та приймача, який отримує дані від датчика та відображає їх на дисплеї. Датчик погоди може включати в себе датчики температури, вологості, атмосферного тиску, вітру та опадів. Ці дані передаються на приймач за допомогою бездротового зв'язку, наприклад, на радіочастоті або за допомогою Bluetooth. Приймач може мати різні функції, включаючи відображення даних на дисплеї, запис даних у пам'ять, підключення до Інтернету для віддаленого доступу до даних, нагадування про зміну погодних умов тощо.

Основними параметрами, які вимірюються, зазвичай є:

- температура повітря (внутрішня та зовнішня);
- відносна вологість повітря;
- атмосферний тиск;
- точка роси;
- швидкість і напрям вітру (для розширених моделей);
- рівень опадів;
- індекс ультрафіолетового випромінювання;
- рівень CO₂ або інших газів (для екологічного моніторингу).

Принцип дії домашньої метеостанції полягає у зборі даних за допомогою сенсорів, обробці цих даних мікроконтролером або мікропроцесором та подальшій індикації або передачі користувачеві. Джерелом живлення для таких систем найчастіше є батарейки, акумулятори або мережеві адаптери.

Домашні метеостанції можуть бути використані для вивчення погоди в домашніх умовах, вимірювання внутрішньої та зовнішньої температури, вологості, атмосферного тиску та вітру, що допомагає в плануванні діяльності в

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежності від погоди. Вони також можуть бути використані для моніторингу погодних умов на відкритому повітрі в певній географічній області. Домашні метеостанції дозволяють користувачеві отримувати точну інформацію про погоду в реальному часі та допомагають планувати діяльність в залежності від погодних умов. Вони також можуть бути використані в різних сферах, таких як сільське господарство, метеорологія, наука та інші. Для сільського господарства, домашні метеостанції можуть бути використані для визначення найкращого часу для посіву, збирання врожаю, зрошення полів та інших агротехнологій, що залежать від погодних умов.

Для метеорології, домашні метеостанції можуть бути використані для збирання даних про погоду в реальному часі з різних місць, що дозволяє збирати інформацію про погоду на великій площі. Це допомагає у прогнозуванні погоди та може допомогти в прийнятті рішень з питань безпеки та економіки. Домашні метеостанції також можуть бути корисні для вивчення погодних умов та впливу зміни клімату на навколишнє середовище. Дані, зібрані за допомогою домашніх метеостанцій, можуть бути використані у наукових дослідженнях та статистичних аналізах для вивчення трендів та змін в кліматі.

Підсумовуючи, домашні метеостанції є корисними пристроями для вивчення погоди та збору даних про погодні умови в реальному часі. Вони можуть бути використані для особистих та професійних цілей, таких як сільське господарство, метеорологія, наука та інші галузі. Використання домашніх метеостанцій допомагає планувати діяльність в залежності від погодних умов та сприяє вивченню змін в кліматі.

1.2 Види і класифікація домашніх метеостанцій

Ринок метеостанцій представлений широким спектром пристроїв з різним рівнем складності, функціональності та вартості. Розглянемо основні класи:

- побутові цифрові метеостанції;

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- бездротові метеостанції з зовнішніми сенсорами;
- IoT-метеостанції (розумні метеостанції);
- DIY метеостанції (на базі Arduino, ESP8266/ESP32);
- професійні станції для домашнього використання.

Побутові цифрові метеостанції - це прості пристрої, які зазвичай містять один сенсор температури та вологості. Вони мають невеликий LCD або LED-дисплей, який показує поточні значення параметрів. Такі метеостанції не мають пам'яті, модулів зв'язку або підтримки мобільних додатків.

Переваги:

- низька вартість;
- простота використання.

Недоліки:

- обмежена функціональність;
- відсутність зовнішніх датчиків;
- немає можливості віддаленого моніторингу.

Приклад даних метеостанція – це Bresser Thermo/Hygro (Рис. 1.1), Oregon Scientific RAR213HG (Рис. 1.2).

Bresser Thermo/Hygro – це термо-гідро сенсор призначений для вимірювання температури і вологості у приміщенні та за його межами (при підключенні зовнішніх датчиків).

Основні характеристики:

- радіодатчик з РК-екраном [8];
- незалежне рішення або заміна/додатковий датчик для вибраних метеостанцій BRESSER [8];
- вимірює температуру та вологість [8];
- розміри: 71 x 65 x 23 мм; вага: 44 г [8].

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.1 – Bresser Thermo/Hygro

Бюджетне та зручне рішення для моніторингу температури й вологості в кількох точках будинку або на терасі. Проста система, яка забезпечує комфортні умови в приміщенні.

Oregon Scientific RAR213HG — це компактний термогігрометр з можливістю дистанційного вимірювання та передачі даних по Bluetooth і радіоканалу. Використовується як для домашніх, так і для вуличних умов.

Характеристики:

- вимірювання температури і вологості всередині і ззовні (через зовнішній датчик) [7];
- дальність бездротового зв'язку ~30 м за радіочастотою 433 MHz [7];
- підтримка до 5 зовнішніх датчиків [7];
- дані передаються кожні 40 сек по чергово [7];
- основний блок: 2×AA батарейки, зовнішній датчик: 1×AAA батарейка [7];
- приблизно 136 × 73 × 51 мм; вага близько 183 г [7].

Функціональна і стильно виконана метеостанція з можливістю підключення кількох датчиків і синхронізації зі смартфоном. Вона підійде для

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

базового моніторингу клімату в різних зонах будинку чи ділянки. Проте, нестабільна Bluetooth-зв'язок та недостатня точність зовнішніх датчиків знижують її практичну цінність, особливо якщо потрібно високоточне вимірювання. Доступна ціна та простота налаштування роблять її привабливою для користувачів, які шукають бюджетне рішення з розширеними можливостями.



Рисунок 1.2 – Oregon Scientific RAR213HG

Бездротові метеостанції з зовнішніми сенсорами. Цей клас метеостанцій підтримує зв'язок з одним або кількома бездротовими датчиками, які встановлюються на вулиці. Пристрої можуть вимірювати тиск, вести графік змін, передбачати погодні умови на основі тенденцій. Вони часто мають кольорові дисплеї та декілька каналів для підключення датчиків.

Приклад: TFA 35.1102 Dostmann (Рис 1.3), Netatmo Weather Station (Рис. 1.4).

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ				

Переваги:

- зовнішні сенсори;
- інтуїтивна індикація;
- підтримка декількох зон.

Недоліки:

- обмежена інтеграція з іншими системами;
- іноді обмежена історія даних.

TFA 35.1102 — популярна цифрова метеостанція від TFA Dostmann. Вимірює внутрішню температуру та вологість — відображає значення в реальному часі. Бар- графік тенденцій температури за останні 12 годин — дозволяє легко відстежувати зміни в діапазоні доби Комфорт- індикатор — піктограма «смайлик» підказує, чи умови всередині сприятливі. Пам'ять max/min — фіксує мінімальні та максимальні значення параметрів. Годинник і будильник з функцією snooze, а також календар — для зручності використання. Підсвічування дисплея — активується натисканням кнопки, підсвітлює екран у темряві [9].

Технічні параметри:

- температура (внутрішн.) 0...+50 °C, точність ± 1 °C, крок 1 °C [9];
- живлення 2×AAA батарейки 1.5 V [9];
- розміри 75 × 20 (40 з підніжжям) × 140 мм [9];
- вага ~162 г [9].

TFA 35.1102 — це стильна й практична метеостанція для дому чи офісу. Вона заохочує підтримувати комфортні умови в реальному часі, відстежувати добову тенденцію температури і користуватися зручною індикацією.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Рисунок 1.3 – TFA 35.1102

Netatmo Smart Home Weather Station (NWS01) — популярний гаджет для розумного дому. Двоканальна система: складається з внутрішнього і зовнішнього модулів, які вимірюють температуру і вологість; також внутрішній модуль фіксує рівні CO₂ і шуму, а зовнішній — атмосферний тиск. Дизайн: елегантний циліндричний корпус з алюмінієво-пластикового моноблоку, компактні розміри – 45×45×155 мм (внутрішній) та 45×45×105 мм (зовнішній). Живлення: обидва модулі працюють на 2×AAA батарейках, ресурс — до ~2 років [10].

Мобільний застосунок Netatmo (для iOS/Android) — дозволяє дистанційно переглядати дані, аналізувати історію у вигляді графіків, налаштовувати попередження (наприклад, за рівнем CO₂, температурою).

Сумісність із системами "розумного дому" — працює з Apple HomeKit, Alexa, Google Assistant, підтримує голосові команди та автоматику через сценарії.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Спільнота Netatmo і карта Netatmo Weathermap — обмін локальними даними, інтеграція із сервісами погоди.

Переваги:

- повноцінний моніторинг середовища вдома: CO₂ , шум, вологість, тиск усе у двох модулів [11];
- зручний та інтуїтивний інтерфейс: оформлений сучасно, легко користуватися через мобільний додаток [11];
- зручна інтеграція із системами розумного дому та голосовими помічниками [11].

Недоліки:

- надійність зовнішніх модулів та аксесуарів, можливі проблеми з сенсорами (волога, деградація корпусів) [12];
- залежність від інтернету/хмари: без підключення дані недоступні навіть місцево [12];
- деякі обмеження у HomeKit: аксесуари (дощ/вітер) можуть не підтримуватись [12];
- ціна: вважається дорогою — якість може не відповідати вартості [12].

Netatmo Weather Station (NWS01) — стильне, технологічне рішення для домашнього моніторингу якості повітря і клімату. Особливо зручно для власників «розумних будинків» через інтеграцію зі сценаріями, голосом і хмарними сервісами. Однак за вимогливість до зовнішніх модулів, стабільності зв'язку і високої ціни багато користувачів відзначають слабкі місця.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рисунок 1.4 – Netatmo Weather Station (NWS01)

IoT-метеостанції (розумні метеостанції). Ці пристрої підключаються до Інтернету за допомогою Wi-Fi, Ethernet або мобільного зв'язку. Користувач може переглядати дані в мобільному додатку або на веб-платформі. Також можлива інтеграція з платформами “розумного будинку” (Home Assistant, Google Home, Amazon Alexa). Підтримується аналіз історії, прогнозування, сповіщення.

Приклади: Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor 2 (Рис. 1.5), Netatmo Smart Home Weather Station (Рис. 1.6).

Переваги:

- дистанційний доступ до даних;
- можливість автоматизації кліматичних сценаріїв;
- інтеграція з екосистемами IoT.

Недоліки:

- залежність від інтернет-з'єднання;
- вища ціна;
- потреба в налаштуванні.



Рисунок 1.5 – Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor 2

Xiaomi Mi Temp & Humidity Monitor 2 — компактний, точний і стильний термогігрометр із чудовою автономністю. Ідеально підходить для контролю мікроклімату в кімнатах, дитячих або офісі. Підтримка автоматизації через Bluetooth робить його частиною екосистеми розумного дому Xiaomi. Але для надійної дистанційної роботи потрібен Mi Gateway або ESP BLE інтеграція, а автоматика іноді може бути нестабільною.

Основні характеристики:

- температура: діапазон 0 ... +60 °C, точність ± 0.1 °C, крок відображення 0.1 °C [13];
- вологість: 0 – 99 % RH, точність 1 % RH [13];
- бездротовий зв'язок: Bluetooth 4.2 BLE для підключення до смартфона або Mi Gateway [13];
- живлення: батарейка CR2032 забезпечує до 12 місяців автономної роботи [13];
- дисплей: 1.5" LCD зі зрозумілим інтерфейсом, показує температуру, вологість та смайлик-комфорт [13];

– розміри: компактні $43 \times 43 \times 12.5$ мм, вага близько 18 г [13].

Ambient Weather WS- 2902 (Osprey) Wi- Fi Smart Weather Station — популярне рішення для домашнього кліматичного моніторингу [14]. Компактний зовнішній сенсорний блок («сенсорна вежа») із вмонтованим датчиком температури, вологості, тиску, витривалий до UV, оснащений чашками для вітру, вітровим вказівником, дощеміром і датчиком сонячного випромінювання/UV. Настільний або настінний LCD-консоль з кольоровим дисплеєм, що показує всю доступну інформацію. Wi- Fi 2.4 GHz + RF 915 MHz — консоль з'єднується з сенсорним блоком через радіоканал, а до мережі інтернет — через Wi- Fi [14].

Метеостанція складається з двох основних блоків: внутрішнього модуля та зовнішнього модуля, а також може бути доповнена додатковими датчиками. Вона призначена для моніторингу як погодних, так і кліматичних параметрів у реальному часі, з можливістю передавання даних через інтернет [14].

Внутрішній модуль вимірює температуру в приміщенні в діапазоні від 0 до $+50$ °C з точністю $\pm 0,3$ °C, вологість – від 0 до 100 % (± 3 %), рівень вуглекислого газу CO₂ – від 0 до 5000 ppm (± 50 ppm до 1000 ppm), а також рівень шуму – від 35 до 120 дБ. Також модуль виконує функцію аналізу якості повітря в кімнаті [14].

Зовнішній модуль вимірює температуру зовнішнього повітря в діапазоні від -40 до $+65$ °C (точність також $\pm 0,3$ °C), вологість – від 0 до 100 % (± 3 %), а також атмосферний тиск у межах 260–1260 гПа з точністю ± 1 гПа. Модуль герметичний і живиться від батарейок типу ААА, що забезпечують тривалий термін автономної роботи [14].

Для розширення можливостей можна придбати додаткові аксесуари:

- датчик дощу (Rain Gauge);
- анемометр (Wind Gauge);
- до трьох додаткових внутрішніх модулів.

Комунікація між модулями здійснюється через радіозв'язок у межах до

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

100 м у відкритому просторі. Передача даних на сервер відбувається через Wi-Fi (2.4 GHz), після чого інформацію можна переглядати через мобільний застосунок Netatmo Weather або вебінтерфейс.

Живлення:

- внутрішній модуль: від USB-адаптера (220 В);
- зовнішній модуль: 2×AAA батарейки.

Netatmo підтримує інтеграцію з Apple HomeKit, Google Home, Alexa, а також відкритий API, що дозволяє використовувати станцію в системах автоматизації типу Home Assistant [14].



Рисунок 1.6 – Ambient Weather WS- 2902 (Osprey) Wi- Fi Smart Weather Station

Професійні станції для домашнього використання застосовуються як у побуті, так і в наукових дослідженнях, сільському господарстві, екологічному моніторингу. Вони мають високу точність, широкі можливості інтеграції та тривалий період автономної роботи.

Приклади: Ambient Weather WS-5000 (Рис. 1.7), WeatherFlow Tempest.

Ambient Weather WS-5000 — це високоточна бездротова метеостанція з ультразвуковим анемометром, призначена для аматорських метеорологів, аграріїв та ентузіастів, які потребують детального моніторингу погодних умов. Вона забезпечує точні дані про температуру, вологість, швидкість і напрямок

вітру, опади, УФ-індекс, сонячну радіацію та атмосферний тиск.



Рисунок 1.7 – Ambient Weather WS-5000

Технічні характеристики:

- датчик ультразвуковий анемометр для безконтактного вимірювання швидкості та напрямку вітру [15];
- датчик температури та вологості з радіаційним захистом;
- бездротовий дощовий датчик [15];
- внутрішній сенсор для вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску [15];
- підтримка додаткових сенсорів: температури/вологості, якості повітря, ґрунтової вологості, детектора витоків, детектора блискавки [15];
- бездротова передача даних на частоті 915 МГц з діапазоном до 300 м в умовах відкритого простору [15];
- підключення до Wi-Fi та підтримка двостороннього зв'язку через інтерфейс [15];
- інтуїтивно зрозумілий кольоровий TFT-дисплей з можливістю налаштування яскравості та режиму (світлий/темний) [15];
- підтримка відображення даних у реальному часі та історичних

графіків [15];

- підтримка інтеграції з Amazon Alexa, Google Assistant, IFTTT [15];
- можливість підключення до Ambient Weather Network для віддаленого моніторингу та спільного використання даних [15].

Ambient Weather WS-5000 є потужним інструментом для детального моніторингу погодних умов. Вона підходить для користувачів, які шукають точні дані та можливість інтеграції з розумним домом. Однак перед покупкою слід врахувати можливі труднощі з налаштуванням та підтримкою.

1.3 Аналіз існуючих систем даного призначення

Багато пристроїв використовують схожий принцип роботи для зчитування та відображення даних. Гарний приклад аналога виробленого пристрою це "WiFi Weather Station" від компанії Adafruit (Рисунок 1.8). Цей пристрій має наступні особливості:

- включає в себе ESP8266 мікроконтролер модулю HUZZHAN Breakout від Adafruit, який має вбудований модуль Wi-Fi;
- використовує датчик BME280 для вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску;
- оснащений TFT дисплеєм, який відображає виміряні дані;
- має можливість бездротового зв'язку через Wi-Fi для передачі даних на сервер або платформу IoT;

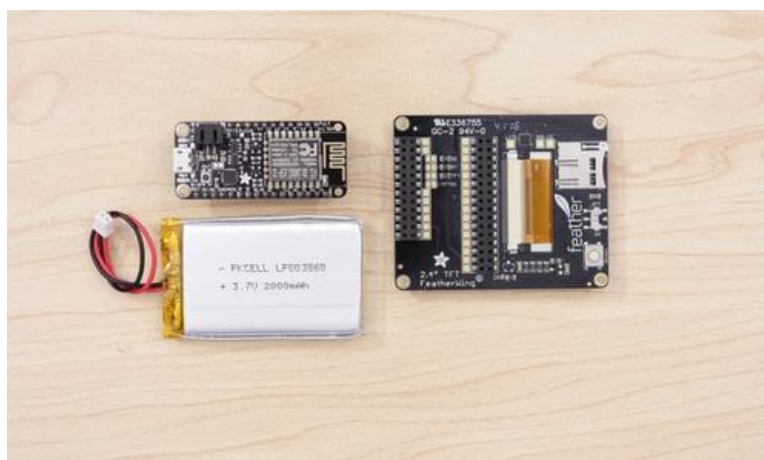


Рисунок 1.8 – Будова приладу "WiFi Weather Station" від компанії Adafruit.

Цей пристрій можна використовувати як станцію погоди або іншу систему моніторингу. Ви можете програмувати його за допомогою Arduino IDE або іншого середовища розробки для ESP8266, щоб налаштувати його функціональність під свої потреби. Зовнішній вигляд пристрою показаний на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 –Зовнішній вигляд приладу "WiFi Weather Station" від компанії Adafruit.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структурної схеми

Пристрій складається з декількох важливих частин. Розглянемо структурну схему, яка наведена на рисунку 2.1, до неї входить:

- блок перетворювач, який перетворює напругу мережі 220V у необхідні 5V для живлення схеми;
- комбінований датчик температури, відносної вологості повітря та атмосферного тиску;
- мікроконтролер ESP;
- LCD дисплей 1602 та мікросхема, яка дозволяє під'єднати його за допомогою I2C інтерфейсу.

Мікроконтролер обробляє сигнал з датчика і виводить на дисплей дані у запрограмованому форматі.

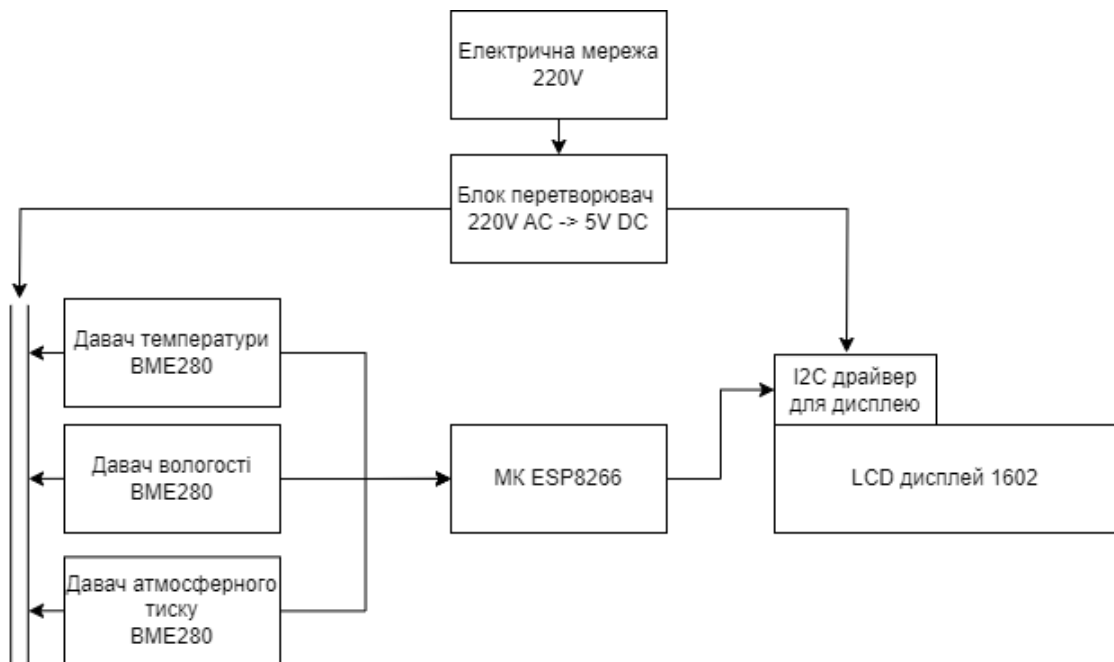


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою.

2.2 Опис принципової схеми

ESP - це мікроконтролер, який виконує роль центрального процесора в цій схемі. Він отримує інформацію від BME280 датчика, оброблює її та відправляє

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.3 NodeMCU V3 ESP8266

Історія створення плати NodeMCU V3 ESP8266 має свої коріння у розвитку технологій Інтернету речей (IoT) та зростанні популярності мікроконтролерів з вбудованим Wi-Fi. Ось основні етапи цієї історії:

– Розвиток мікроконтролера ESP8266: ESP8266 був спочатку розроблений китайською компанією Espressif Systems, як недорогий мікроконтролер з вбудованим модулем Wi-Fi. Його низька вартість та хороші характеристики зробили його популярним серед розробників IoT-пристроїв.

– Поява NodeMCU: NodeMCU - це проект з відкритим кодом, який створений на базі ESP8266 і надає розробникам зручний та швидкий спосіб програмування та взаємодії з мікроконтролером. NodeMCU заснований на мові Lua, яка є легкою у вивченні та використанні.

– Поява NodeMCU V3 ESP8266: NodeMCU V3 є однією з розширених версій плати NodeMCU, яка включає в себе додаткові функціональні можливості та зручність в розробці. Вона стала популярним вибором серед розробників IoT-проектів, оскільки пропонує більше GPIO-пінів, USB-інтерфейс та покращену сумісність з існуючими інструментами розробки.

– Підтримка спільноти розробників: У результаті росту популярності ESP8266 та NodeMCU з'явилася велика та активна спільнота розробників. Ця спільнота сприяє обміну знаннями, розробці нових бібліотек, документації та прикладів коду, що сприяє подальшому розвитку та вдосконаленню плати.

Сьогодні NodeMCU V3 ESP8266 залишається одним з найпопулярніших інструментів для розробки проектів IoT та підключення до мережі Wi-Fi. Його зручність, низька вартість та підтримка спільноти розробників роблять його важливим компонентом в світі автоматизації та інтернету речей [5].

Звичайний мікроконтролер ESP8266 - це невеликий, потужний і доступний у використанні пристрій, який отримав широке визнання у сфері розробки IoT (Internet of Things). Основні риси і переваги ESP8266 включають:

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Вбудований Wi-Fi: ESP8266 має вбудований модуль Wi-Fi, що дозволяє підключати пристрій до мережі Інтернет бездротовим способом. Це дозволяє отримувати та передавати дані через Інтернет, взаємодіяти з хмарними сервісами та іншими пристроями [5].

Низька вартість: ESP8266 - один з найбільш доступних мікроконтролерів на ринку. Він пропонує значні можливості за вигідну ціну, що робить його привабливим для широкого кола розробників та проектів.

Велика спільнота розробників: ESP8266 має велику та активну спільноту розробників. Це означає, що є велика кількість документації, прикладів коду, бібліотек та форумів, які допомагають у вирішенні проблем і підтримці розробки проектів.

Можливості програмування: ESP8266 підтримує різні мови програмування, такі як мова Arduino, MicroPython, Lua та C/C++. Це дає розробникам вибір оптимального середовища розробки та підтримку для їхніх проектів.

Розширюваність: ESP8266 має набір GPIO (входи/виходи загального призначення), які можуть бути використані для підключення до різних пристроїв, датчиків, актуаторів та інших периферійних пристроїв. Він також підтримує інтерфейси, такі як I2C, SPI та UART, що розширюють можливості підключення.

Легкість використання: ESP8266 має дружній інтерфейс для розробників, що дозволяє швидко налаштувати та програмувати пристрій. Це зменшує час, необхідний для розробки та випробування проектів.

NodeMCU V3 ESP8266 - це розширена версія мікроконтролера ESP8266, яка включає в себе додаткові функціональні можливості та зручність в розробці. NodeMCU V3 ESP8266 є потужним та зручним інструментом для розробки різноманітних проектів з підключенням до мережі Wi-Fi. Вона надає широкі можливості для створення автоматизованих систем, IoT-пристроїв, моніторингу кліматичних параметрів та багато іншого. Завдяки своїй

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

популярності та активній спільноті розробників, NodeMCU V3 є чудовим вибором для початківців та досвідчених розробників [5].

2.4 Модулі ESP

Для проєкту використовуються модулі Arduino, а саме метеорологічний датчик BME280, та I2C драйвер для LCD дисплея.

Датчик BME280 - це високоточний, компактний та надійний інтегрований датчик атмосферного тиску, вологості та температури. Він створений німецькою компанією Bosch Sensortec, яка спеціалізується на виробництві електронних компонентів для ринку IoT та мобільних пристроїв. BME280 є покращеною версією датчика BMP280, з новим додатковим модулем вимірювання вологості [6].

Датчик BME280 має досить високу точність вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску. Для вимірювання температури використовується термістор, для вимірювання атмосферного тиску - мембрана з п'єзоелектричним елементом, а для вимірювання вологості - чутливий до вологи діелектрик. Всі ці компоненти вбудовані у мікросхему датчика, що забезпечує його компактність та надійність [6].

Однією з важливих особливостей датчика BME280 є його інтерфейс зв'язку - I²C (Inter-Integrated Circuit). Це дає можливість легко підключити датчик до мікроконтролера або одноплатного комп'ютера. Для роботи з датчиком можна використовувати готові бібліотеки, що значно спрощує розробку проєктів [6].

Датчик BME280 може бути використаний в різних сферах, включаючи науку про клімат, метеорологію, а також для моніторингу погодних умов у промисловості, сільському господарстві та інших галузях. Він може бути використаний як самостійний датчик, або входити в склад комплексних систем контролю та моніторингу. Дякуючи своїй надійності, точності та простоті вимірювань, датчик BME280 може бути використаний для вимірювання

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрів навколишнього середовища в різних умовах, включаючи зовнішнє повітря, приміщення, транспортні засоби та інші об'єкти.

Додатково, датчик BME280 має дуже низьке споживання енергії, що дозволяє використовувати його в батарейних пристроях або у тих місцях, де доступ до електромережі обмежений. Датчик також має вбудований алгоритм поправки на температуру та атмосферний тиск, що дозволяє корегувати вимірювання в залежності від умов оточення [6].

Однією з недоліків датчика BME280 є те, що він не може вимірювати кількість CO² в повітрі, яка є важливою для оцінки якості повітря. Також, як і будь-який датчик, він може піддаватися впливу зовнішніх факторів, таких як електромагнітні поля, механічні пошкодження тощо, що може впливати на точність вимірювань [6].

Узагалі, датчик BME280 є високоточним та надійним датчиком, який забезпечує вимірювання температури, вологості та атмосферного тиску в різних умовах. Він є одним з найпоширеніших та ефективних датчиків для вимірювання параметрів оточення у різних проектах зв'язаних з IoT, науковими дослідженнями, моніторингом погоди та іншими сферами.

Вигляд датчика показаний на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Датчик BME280.

Мікросхема PCF8574 (рис. 2.4) - це восьмибітний ввідно-вивідний порт (I/O) для пристроїв з шини I2C. Ця мікросхема дозволяє підключати до

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролера або мікропроцесора до восьми різних пристроїв, використовуючи тільки дві лінії (SCL і SDA) шини I2C.

PCF8574 має восьмибітовий регістр введення/виведення, який дозволяє контролювати стан кожного з восьми виводів окремо. Кожен вивід може бути встановлений в стан "високий" (HIGH) або "низький" (LOW) шляхом запису відповідного значення у регістр.

Мікросхема також має можливість програмового зміщення адреси, що дозволяє підключати до шини I2C до 8 різних пристроїв з такою ж самою адресою.

PCF8574 дуже корисна мікросхема для управління зовнішніми пристроями, такими як LED і дисплеї, які можуть використовуватися для відображення інформації, а також для керування різними електромеханічними пристроями, такими як реле, мотори і інші.

Мікросхема PCF8574 може бути дуже корисною для керування дисплеєм LCD з Arduino. Зазвичай дисплеї LCD вимагають велику кількість виведених сигналів, що може бути важко для підключення до плати Arduino, але з використанням мікросхеми PCF8574, цей процес стає простішим. За допомогою мікросхеми PCF8574, ми можемо контролювати сигнали RS, RW, E та 4-бітову шину даних дисплею LCD через шину I2C.

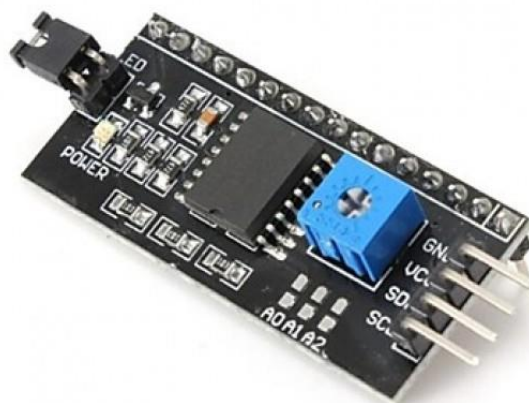


Рисунок 2.4 – Мікросхема PCF8574.

2.5 Веб-частина мікроконтролера

Веб-частина мікроконтролера NodeMCU V3 ESP8266 відкриває широкі можливості для створення інтерактивних веб-інтерфейсів та взаємодії з клієнтами за допомогою HTTP протоколу. Ця веб-частина базується на вбудованому HTTP сервері, який можна налаштувати та керувати через програмний код.

NodeMCU V3 ESP8266 забезпечує підтримку основних HTTP методів, таких як GET та POST, що дозволяє обробляти запити від клієнтів і передавати їм відповіді. Це дозволяє реалізувати функціональність, яка включає отримання даних від користувачів, зчитування та запис даних у базу даних, керування пристроями та відображення статусу системи на веб-сторінках.

Однією з головних можливостей веб-частини є створення веб-сторінок, які можуть відображати різноманітну інформацію та функціональність. Ви можете використовувати HTML, CSS та JavaScript для створення структури сторінок, оформлення, анімації та взаємодії з елементами на сторінці. Це дозволяє створювати інтуїтивно зрозумілі та зручні інтерфейси для користувачів.

Одним з прикладів використання веб-частини є відображення даних на веб-сторінці. Ви можете отримувати дані з різних датчиків, таких як BME280, і передавати їх на веб-сторінку для відображення. Наприклад, ви можете створити сторінку, яка показує поточну температуру, вологість та тиск, отримані з датчика BME280. За допомогою JavaScript та AJAX, дані можуть оновлюватися в реальному часі без перезавантаження сторінки.

Крім відображення даних, веб-частина дозволяє також змінювати налаштування та керувати пристроями через веб-інтерфейс. Ви можете створити кнопки, перемикачі та інші елементи керування, які відправляють команди на мікроконтролер через HTTP запити. Наприклад, ви можете створити кнопку для включення або вимкнення освітлення або налаштувати таймер для автоматичного керування пристроєм.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

NodeMCU V3 ESP8266 також підтримує захист і автентифікацію. Ви можете встановити ім'я користувача та пароль для обмеження доступу до деяких сторінок або функціональності пристрою. Крім того, ви можете використовувати шифрування HTTPS для забезпечення конфіденційності передаваних даних між сервером і клієнтом.

Веб-частина мікроконтролера NodeMCU V3 ESP8266 відкриває безліч можливостей для створення потужних та гнучких веб-інтерфейсів для вашого пристрою. Ви можете налаштувати його для відображення даних, керування режимами роботи та взаємодії з користувачами через веб-сторінки.

ESP8266 може використовувати різні фреймворки програмування, такі як Arduino IDE або MicroPython, для розробки веб-частини. Ці фреймворки надають зручний інтерфейс програмування, що спрощує створення веб-серверів та обробку HTTP-запитів.

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

3 ПРОГРАМНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка алгоритму роботи пристрою

Особливістю всіх пристроїв з мікропроцесорним керуванням є те, що вони працюють за заздалегідь складеним алгоритмом. Завданням алгоритму є визначення поведінки виконавчих елементів пристрою в залежності від значень фізичних величин, отриманих від датчиків та інших джерел вхідної інформації.

Блок-схема програми зображена на рисунку 3.1.

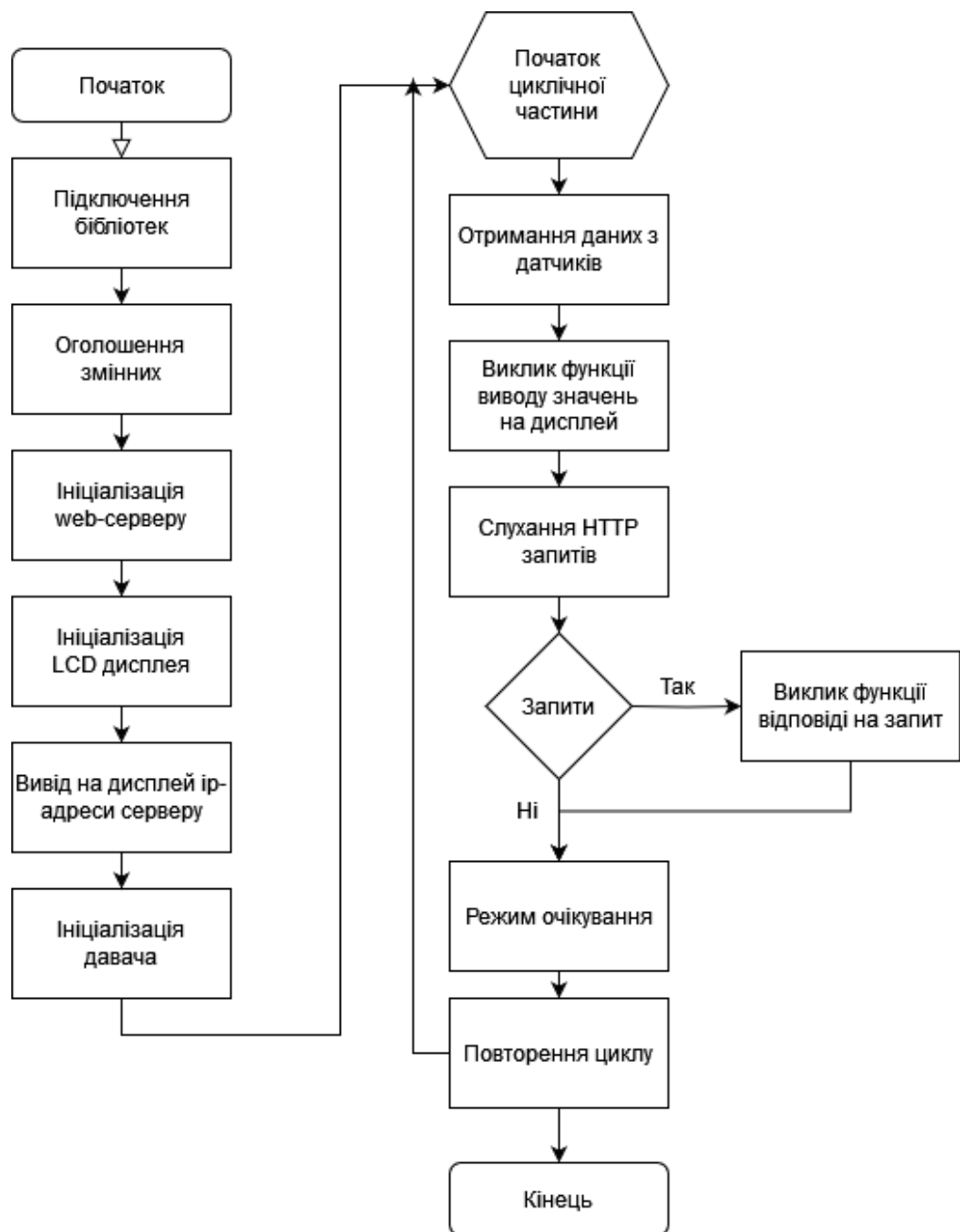


Рисунок 3.1 – Блок-схема програми.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Розробка програмного коду

На основі описаних вище елементів мови для програмування ESP8266 та з врахуванням технічних особливостей функціонування розробленого пристрою, написано програмний код для управління мікроконтролером ESP8266. Цей код — це метеостанція на базі ESP8266, яка вимірює температуру, вологість, тиск і висоту за допомогою датчика BME280, відображає дані на LCD-дисплеї (I2C) і передає їх через веб-інтерфейс у локальній мережі Wi-Fi.

Підключення бібліотеки:

```
// Створює простий HTTP вебсервер
#include <ESP8266WebServer.h>
// Для I2C-з'єднання
#include <Wire.h>
// Базова бібліотека для роботи з сенсорами
#include <Adafruit_Sensor.h>
// Для роботи з датчиком BME280
#include <Adafruit_BME280.h>
// Бібліотека для LCD 16x2 по I2C
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define SEALEVELPRESSURE_HPA (1013.25)
int lcdColumns = 16;
int lcdRows = 2;
```

Ініціалізація об'єктів:

```
// Створення об'єкта датчика BME280
Adafruit_BME280 bme;
// Створюємо об'єкт LCD дисплея
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, lcdColumns, lcdRows);

float temperature, humidity, pressure, altitude;
```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Wi-Fi налаштування:

```
// Ім'я вашої Wi-Fi мережі
const char* ssid = "TP-LINK";
// Пароль до Wi-Fi
const char* password = "maksymiuk";
// Ініціалізація веб-сервера на порту 80
ESP8266WebServer server(80);
```

Загальні налаштування:

```
void setup() {
// Запускаємо серіальний порт
Serial.begin(115200);
delay(100);

bool status;

// Ініціалізація BME280 (адреса 0x76)
status = bme.begin(0x76);
if (!status) {
Serial.println("Could not find a valid BME280 sensor, check
wiring!");
// Зупинка, якщо не знайдено датчик
while (1);
}

lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.clear();

Serial.println("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

// Підключення до Wi-Fi
```

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

```

WiFi.begin(ssid, password);

    // Чекаємо на підключення
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
// Пауза 1 секунда
        delay(1000);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.println("");
    Serial.println("WiFi connected..!");
    Serial.print("Got IP: "); Serial.println(WiFi.localIP());

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(WiFi.localIP());
// Пауза 3 секунда
    delay(3000);
    lcd.clear();
// Обробка кореневого запиту "/"
    server.on("/", handle_OnConnect);
    server.onNotFound(handle_NotFound);
        // Запуск вебсервера
    server.begin();
    Serial.println("HTTP server started");

}

```

Основний цикл:

```

void loop() {
// Обробляє вхідні HTTP-запити
    server.handleClient();
// Виводить показники на дисплей
    printValuesOnLCD();
// Пауза 1 секунда
    delay(1000);
}

```

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Функція виводу на LCD:

```
void printValuesOnLCD() {  
  lcd.setCursor(3,0);  
  lcd.print("T= ");  
  lcd.print(bme.readTemperature(),1);  
  lcd.print(" C");  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print("H=");  
  lcd.print(bme.readHumidity(),0);  
  lcd.print("%");  
  lcd.setCursor(9,1);  
  lcd.print("P=");  
  lcd.print((bme.readPressure() / 100.0F) * 0.75006375541921,0);  
  lcd.print("mm");  
}
```

HTTP Обробник:

```
void handle_OnConnect() {  
  temperature = bme.readTemperature();  
  humidity = bme.readHumidity();  
  pressure = bme.readPressure() / 100.0F;  
  // базовий тиск (для висоти)  
  altitude = bme.readAltitude(SEALEVELPRESSURE_HPA);  
  server.send(200, "text/html",  
  SendHTML(temperature,humidity,pressure,altitude));  
}  
void handle_NotFound(){  
  server.send(404, "text/plain", "Not found");  
}  
  
// Формує HTML-сторінку  
String SendHTML(float temperature,float humidity,float  
pressure,float altitude){  
  String ptr = "<!DOCTYPE html>";
```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

```

ptr += "<html>";
ptr += "<head>";
ptr += "<title>ESP8266 Weather Station</title>";
ptr += "<meta name='viewport' content='width=device-width,
initial-scale=1.0'>";
ptr += "<link
href='https://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:300,400,60
0' rel='stylesheet'>";
ptr += "<style>";
ptr += "html { font-family: 'Open Sans', sans-serif; display:
block; margin: 0px auto; text-align: center; color: #444444; }";
ptr += "body { margin: 0px; } ";
ptr += "h1 { margin: 50px auto 30px; } ";
ptr += ".side-by-side { display: table-cell; vertical-align:
middle; position: relative; }";
ptr += ".text { font-weight: 600; font-size: 19px; width: 200px; }";
ptr += ".reading { font-weight: 300; font-size: 50px; padding-
right: 25px; }";
ptr += ".temperature .reading { color: #F29C1F; }";
ptr += ".humidity .reading { color: #3B97D3; }";
ptr += ".pressure .reading { color: #26B99A; }";
ptr += ".altitude .reading { color: #955BA5; }";
ptr += ".superscript { font-size: 17px; font-weight: 600; position:
absolute; top: 10px; }";
ptr += ".data { padding: 10px; }";
ptr += ".container { display: table; margin: 0 auto; }";
ptr += ".icon { width: 65px; }";
ptr += "</style>";
ptr += "</head>";
ptr += "<body>";
ptr += "<h1>ESP8266 Weather Station</h1>";
ptr += "<h3>Volodymyr Baziv</h3>";
ptr += "<div class='container'>";
ptr += "<div class='data temperature'>";
ptr += "<div class='side-by-side icon'>";

```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

```

ptr += "<svg enable-background='new 0 0 19.438
54.003'height=54.003px id=Layer_1 version=1.1 viewBox='0 0 19.438
54.003'width=19.438px x=0px xml:space=preserve
xmlns=http://www.w3.org/2000/svg
xmlns:xlink=http://www.w3.org/1999/xlink y=0px><g><path
d='M11.976,8.82v-
2h4.084V6.063C16.06,2.715,13.345,0,9.996,0H9.313C5.965,0,3.252,2.7
15,3.252,6.063v30.982";

ptr
+=""C1.261,38.825,0,41.403,0,44.286c0,5.367,4.351,9.718,9.719,9.718
c5.368,0,9.719-4.351,9.719-9.718";

ptr += ""c0-2.943-1.312-5.574-3.378-7.355V18.436h-3.914v-
2h3.914v-2.808h-4.084v-2h4.084V8.82H11.976z M15.302,44.833";

ptr += ""c0,3.083-2.5,5.583-5.583,5.583s-5.583-2.5-5.583-
5.583c0-2.279,1.368-4.236,3.326-
5.104V24.257C7.462,23.01,8.472,22,9.719,22";

ptr
+=""s2.257,1.01,2.257,2.257V39.73C13.934,40.597,15.302,42.554,15.30
2,44.833z'fill=#F29C21 /></g></svg>";

ptr += "</div>";
ptr += "<div class='side-by-side text'>Temperature</div>";
ptr += "<div class='side-by-side reading'>";
ptr += (int)temperature;
ptr += "<span class='superscript'>&deg;C</span></div>";
ptr += "</div>";

ptr += "<div class='data humidity'>";
ptr += "<div class='side-by-side icon'>";
ptr += "<svg enable-background='new 0 0 29.235
40.64'height=40.64px id=Layer_1 version=1.1 viewBox='0 0 29.235
40.64'width=29.235px x=0px xml:space=preserve
xmlns=http://www.w3.org/2000/svg
xmlns:xlink=http://www.w3.org/1999/xlink y=0px><path
d='M14.618,0C14.618,0,0,17.95,0,26.022C0,34.096,6.544,40.64,14.618
,40.64s14.617-6.544,14.617-14.617";

```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

```

ptr += "C29.235,17.95,14.618,0,14.618,0z M13.667,37.135c-
5.604,0-10.162-4.56-10.162-10.162c0-0.787,0.638-1.426,1.426-
1.426";
ptr
+= "c0.787,0,1.425,0.639,1.425,1.426c0,4.031,3.28,7.312,7.311,7.312
c0.787,0,1.425,0.638,1.425,1.425";
ptr
+= "C15.093,36.497,14.455,37.135,13.667,37.135z'fill=#3C97D3
/></svg>";
ptr += "</div>";
ptr += "<div class='side-by-side text'>Humidity</div>";
ptr += "<div class='side-by-side reading'>";
ptr += (int)humidity;
ptr += "<span class='superscript'>%</span></div>";
ptr += "</div>";
ptr += "<div class='data pressure'>";
ptr += "<div class='side-by-side icon'>";
ptr += "<svg enable-background='new 0 0 40.542
40.541'height=40.541px id=Layer_1 version=1.1 viewBox='0 0 40.542
40.541'width=40.542px x=0px xml:space=preserve
xmlns=http://www.w3.org/2000/svg
xmlns:xlink=http://www.w3.org/1999/xlink y=0px><g><path
d='M34.313,20.271c0-0.552,0.447-1,1-1h5.178c-0.236-4.841-2.163-
9.228-5.214-12.593l-3.425,3.424";
ptr += "c-0.195,0.195-0.451,0.293-0.707,0.293s-0.512-0.098-
0.707-0.293c-0.391-0.391-0.391-1.023,0-1.414l3.425-3.424";
ptr += "c-3.375-3.059-7.776-4.987-12.634-
5.215c0.015,0.067,0.041,0.13,0.041,0.202v4.687c0,0.552-0.447,1-
1,1s-1-0.448-1-1V0.25";
ptr += "c0-0.071,0.026-0.134,0.041-
0.202C14.39,0.279,9.936,2.256,6.544,5.385l3.576,3.577c0.391,0.391,
0.391,1.024,0,1.414";
ptr += "c-0.195,0.195-0.451,0.293-0.707,0.293s-0.512-0.098-
0.707-0.293L5.142,6.812c-2.98,3.348-4.858,7.682-
5.092,12.459h4.804";

```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

```

ptr += "c0.552,0,1,0.448,1,1s-0.448,1-
1,1H0.05c0.525,10.728,9.362,19.271,20.22,19.271c10.857,0,19.696-
8.543,20.22-19.271h-5.178";

ptr += "C34.76,21.271,34.313,20.823,34.313,20.271z
M23.084,22.037c-0.559,1.561-2.274,2.372-3.833,1.814";

ptr += "c-1.561-0.557-2.373-2.272-1.815-3.833c0.372-
1.041,1.263-1.737,2.277-1.928L25.2,7.202L22.497,19.05";

ptr
+="C23.196,19.843,23.464,20.973,23.084,22.037z'fill=#26B999
/></g></svg>";

ptr += "</div>";
ptr += "<div class='side-by-side text'>Pressure</div>";
ptr += "<div class='side-by-side reading'>";
ptr += (int)pressure;
ptr += "<span class='superscript'>hPa</span></div>";
ptr += "</div>";
ptr += "<div class='data altitude'>";
ptr += "<div class='side-by-side icon'>";
ptr += "<svg enable-background='new 0 0 58.422
40.639'height=40.639px id=Layer_1 version=1.1 viewBox='0 0 58.422
40.639'width=58.422px x=0px xml:space=preserve
xmlns=http://www.w3.org/2000/svg
xmlns:xlink=http://www.w3.org/1999/xlink y=0px><g><path
d='M58.203,37.754l0.007-0.004L42.09,9.935l-0.001,0.001c-0.356-
0.543-0.969-0.902-1.667-0.902";

ptr += "c-0.655,0-1.231,0.32-1.595,0.808l-0.011-0.007l-
0.039,0.067c-0.021,0.03-0.035,0.063-
0.054,0.094L22.78,37.692l0.008,0.004";

ptr += "c-0.149,0.28-0.242,0.594-
0.242,0.934c0,1.102,0.894,1.995,1.994,1.995v0.015h31.888c1.101,0,1
.994-0.893,1.994-1.994";

ptr
+="C58.422,38.323,58.339,38.024,58.203,37.754z'fill=#955BA5
/><path d='M19.704,38.674l-0.013-0.004l13.544-23.522L25.13,1.156l-
0.002,0.001C24.671,0.459,23.885,0,22.985,0";

```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

```

ptr += "c-0.84,0-1.582,0.41-2.051,1.0381-0.016-
0.01L20.87,1.114c-0.025,0.039-0.046,0.082-
0.068,0.124L0.299,36.85110.013,0.004";

ptr
+="C0.117,37.215,0,37.62,0,38.059c0,1.412,1.147,2.565,2.565,2.565v
0.015h16.989c-0.091-0.256-0.149-0.526-0.149-0.813";

ptr
+="C19.405,39.407,19.518,39.019,19.704,38.674z'fill=#955BA5
/></g></svg>";

ptr += "</div>";
ptr += "<div class='side-by-side text'>Altitude</div>";
ptr += "<div class='side-by-side reading'>";
ptr += (int)altitude;
ptr += "<span class='superscript'>m</span></div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</body>";
ptr += "</html>";

return ptr;
}

```

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Технічні характеристики розробленого пристрою

ESP8266 є мікроконтролером з вбудованим модулем Wi-Fi, який забезпечує бездротовий зв'язок. Основні технічні характеристики ESP8266 включають:

- 32-бітний процесор Tensilica Xtensa LX106;
- частота процесора 80 МГц (можлива робота на нижніх частотах);
- оперативна пам'ять (RAM) 80 кБ;
- Флеш-пам'ять зазвичай 4 МБ ;
- вбудований Wi-Fi 802.11 b/g/n з можливістю підключення до бездротових мереж;
- вбудований TCP/IP стек забезпечує мережеву взаємодію;
- роз'єми GPIO (General Purpose Input/Output), UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface), I2C (Inter-Integrated Circuit), ADC (Analog-to-Digital Converter) та інші.

Датчик BME280 є високоточним цифровим датчиком, який вимірює температуру, вологість та тиск в оточенні. Основні технічні характеристики датчика BME280 включають:

- інтерфейс I2C або SPI.

Діапазон вимірювання

- температури: -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$, точність $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- вологості: 0% до 100%, точність $\pm 3\%$;
- тиску: 300 до 1100 гектопаскалів, точність ± 1 гектопаскаль.

LCD-дисплей 1602: Це дисплей з 2 рядками по 16 символів в кожному рядку. Основні технічні характеристики LCD-дисплея 1602 включають:

символьний тип дисплея;

- 16 символів у рядку;
- рядки;
- Паралельний інтерфейс;

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- Має заднє LED підсвічування;
- керується за допомогою команд від мікроконтролера, які включають виведення тексту, переміщення курсору і т.д.

Пристрій живиться через USB або інше джерело живлення, яке забезпечує напругу в межах допустимого діапазону для ESP8266 та LCD дисплею – 5V.

4.2 Інструкція з експлуатації (обслуговування) розробленого пристрою

Підключення апаратної частини:

- Підключіть ESP8266 до датчика BME280 та LCD дисплея 1602 з використанням відповідних пінів. Переконайтеся, що з'єднання правильні та міцні.
- Підключіть живлення до ESP8266.

Налаштування програмного забезпечення:

- Завантажте на ESP8266 відповідне програмне забезпечення, яке дозволить взаємодіяти з датчиком BME280 та LCD дисплеєм 1602.
- Відредагуйте код програми, щоб забезпечити зчитування даних з датчика BME280 та передачу їх на LCD дисплей та HTTP сервер.
- Переконайтеся, що ви налаштували правильні піни для взаємодії з датчиком та дисплеєм. Перевірте, чи правильно налаштовано параметри Wi-Fi.

Функціонування пристрою:

- Після завантаження програмного забезпечення пристрій почне зчитувати дані з датчика BME280.
- Зчитані значення температури, вологості повітря та атмосферного тиску будуть відображатись на LCD дисплеї.
- Дані також можна отримати ввівши веб-адресу пристрою у полі пошуку браузера.

					<i>КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обслуговування та заходи безпеки:

- Регулярно перевіряйте працездатність пристрою, переконайтеся, що всі компоненти підключені належним чином та працюють без проблем.
- Забезпечте належне живлення пристрою та використовуйте підходящі джерела живлення.
- Будьте обережні під час роботи з електронними компонентами, дотримуйтесь відповідних заходів безпеки, щоб уникнути пошкоджень або травм.
- Якщо виникають проблеми з пристроєм, перевірте підключення, перезавантажте його та перевірте код програми на наявність помилок.

4.3 Опис демонстрації роботи пристрою (експерименту)

Після під'єднання пристрою до джерела живлення, такого як зарядний блок телефону, чи USB-порт комп'ютера, пристрій почне ініціалізацію. Впродовж декількох секунд після ввімкнення, на LCD дисплеї відобразиться поточна ір-адреса пристрою у мережі (Рисунок 4.3), за допомогою якої, можна у режимі реального часу спостерігати зміну кліматичних параметрів з будь якого пристрою у локальній мережі. Після декількох секунд на дисплеї відобразяться поточні дані з датчика ВМЕ280 (Рисунок 4.4), які оновлюються кожну секунду.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



Рисунок 4.3 – Відображення локальної ір-адреси на дисплеї пристрою.



Рисунок 4.4 – Відображення поточних значень температури, відносної вологості повітря та атмосферного тиску на дисплеї пристрою.

Перейшовши за адресою, вказаною на дисплеї пристрою, ми потрапимо на локальний веб сервер ESP8266, де відображаються дані у зручному графічному вигляді (Рисунок 4.5).

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ESP8266 Weather Station

Volodymyr Baziv

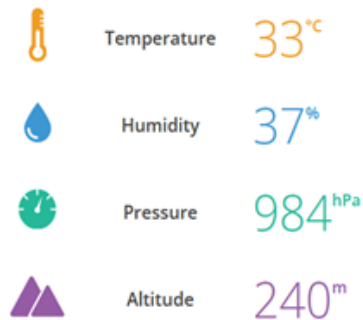


Рисунок 4.5 – Вигляд веб-сервера пристрою.

4.4 Методика, налаштування, програмування, градування і підготовка до роботи

Пристрій не потребує додаткових налаштувань та програмування. Датчик температури, відносної вологості повітря та тиску вже відкалібрований виробником, що значно спрощує процес підготовки до роботи.

Щоб підготувати пристрій до роботи потрібно здійснити декілька наступних кроків:

- переконайтеся, що пристрій підключений до мережі DC 5V, для його коректної роботи;
- як тільки ви під'єднаєте його до мережі, він одразу запуститься і почне працювати.

Щоб отримати доступ до веб-серверу, на якому можна переглянути показники у графічному вигляді потрібно отримати адресу пристрою можна декількома способами. Після під'єднання джерела живлення та ініціалізації веб-сервера на декілька секунд на дисплеї відобразиться повна адреса пристрою у мережі. Якщо ви не встигли її записати, адресу можна отримати за допомогою SerialMonitor у середовищі Arduino IDE (у мене ця адреса -

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

<http://192.168.0.101/>), відкрити веб-браузер та у рядок адреси ввести ір-адресу (Рисунок 4.6), яку ви дізнались на попередньому кроці.

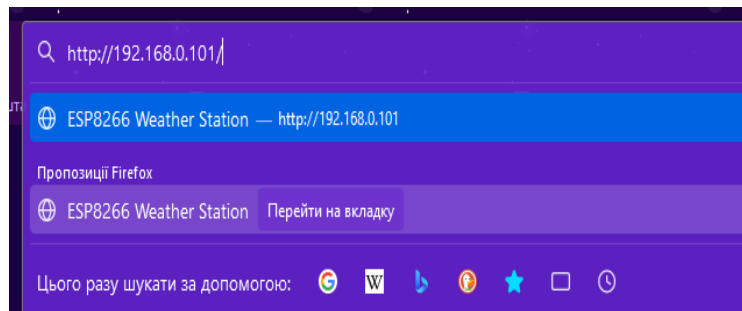


Рисунок 4.6 - Пошук веб-серверу esp8266.

Після цього вам відкриється сторінка з актуальними даними датчика (рисунок 4.7), щоб оновити дані потрібно перезавантажити сторінку.

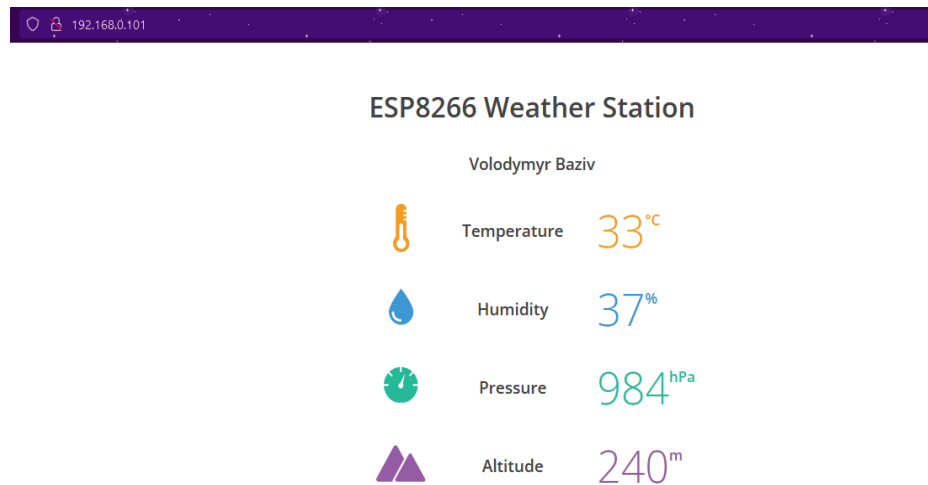


Рисунок 4.7 – Сторінка з показами датчиків

ВИСНОВКИ

У рамках даного дипломного проєкту була успішно розроблена автоматизована система контролю кліматичних параметрів з цифровою індикацією. Основною метою проєкту було створення надійного і ефективного інструменту для моніторингу та контролю різних кліматичних параметрів, таких як температура, вологість, атмосферний тиск тощо, з метою забезпечення комфортних умов проживання або роботи.

В ході розробки системи були використані сучасні технології і методи, зокрема мікроконтролери, датчики, програмне забезпечення та інші елементи, що дозволили досягти високої точності та надійності вимірювань. Завдяки цифровій індикації, користувач може легко спостерігати поточні значення кліматичних параметрів та вчасно реагувати на будь-які зміни.

Результати експериментального випробування системи підтверджують її ефективність і можливість застосування у різних областях, включаючи житлові будівлі, офіси, промислові приміщення та інші простори, де необхідно контролювати кліматичні параметри. Більш того, система має потенціал для подальшого розширення та удосконалення, наприклад, шляхом інтеграції з системами автоматичного керування або розробки мобільних додатків для дистанційного контролю.

Завдяки розробленій автоматизованій системі контролю кліматичних параметрів з цифровою індикацією можна покращити якість життя людей, забезпечити комфортні умови праці та зменшити споживання енергії. Вона є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та енергоефективності.

У майбутньому рекомендується провести подальші дослідження і розробки, зокрема щодо розширення функціональності системи, оптимізації споживання енергії, вдосконалення інтерфейсу користувача та інтеграції з іншими системами керування. Такі кроки дозволять ще більше покращити ефективність та придатність системи для різних застосувань.

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Линовка, Є. В., & Базелюк, І. М. (2019). Розробка IoT-пристроїв на базі мікроконтролерів ESP8266. Науковий вісник НЛТУ України, 29(4), 7-11.
2. Стефанов, В. (2018). Розробка IoT-проектів з використанням NodeMCU та ESP8266. Київ: ДМК Прес.
3. Галущенко, В. П., & Шварц, І. І. (2019). Автоматизація виробничих процесів: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури.
4. Ящук, С. Г., Гриценко, А. В., & Шумков, В. М. (2020). Автоматизовані системи управління в техніці: навчальний посібник. Київ: Видавничий дім "Слово".
5. Технічний опис ESP8266. Espressif Systems. [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>
6. Технічний опис BME280. Bosch Sensortec. [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/humidity-sensors-bme280/>
7. Мануал Oregon Scientific RAR213HG. [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.manua.ls/oregon-scientific/rar213hg/manual>
8. Опис метеостанції BRESSER Temeo Hygro Quadro [Електронний-ресурс]. - URL: <https://oz.com.ua/pr-meteostantsia-bresser-thermo-hygrometer-quadro-w-3.html>
9. Опис TFA 35.1102 Dostmann [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.tfa-dostmann.de/en/product/digital-weather-station-35-1102/>
10. Опис Netatmo Smart Home Weather Station (NWS01) [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.netatmo.com/smart-weather-station/>
11. Опис Netatmo Smart Home Weather Station (NWS01) [Електронний-ресурс]. - URL: <https://citizenside.com/technology/netatmo-weather-station-review-a-well-designed-weather-station-for-app-lovers/>
12. Відгук на Netatmo Smart Home Weather Station (NWS01) [Електронний-ресурс]. - URL:

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

[https://www.reddit.com/r/smarthome/comments/10hm1wh/netatmo_weather_station is it worth buying/](https://www.reddit.com/r/smarthome/comments/10hm1wh/netatmo_weather_station_is_it_worth_buying/)

13. Опис Xiaomi Mi Temperature and Humidity Monitor 2 (LYWSD03MMC) [Електронний-ресурс]. - URL: <https://shop.smarthome-europe.com/en/peripheriques/4571-xiaomi-mi-temperature-and-humidity-monitor-2-6934177717079.html>

14. Опис Ambient Weather WS- 2902 (Osprey) Wi- Fi Smart Weather Station [Електронний-ресурс]. - URL: <https://www.techhive.com/article/583407/ambient-weather-ws-2902-osprey-weather-station-review.html>

15. Опис Ambient Weather WS-5000 [Електронний-ресурс]. - URL: <https://ambientweather.com/ws-5000-ultrasonic-smart-weather-station>

					КРБ.СІ-14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52