

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Факультет технологій та інформаційних систем

Кафедра інформаційних технологій та систем

Васінський Андрій Вікторович

**МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ ESP8266 З ВИВОДОМ ДАНИХ З
ДАТЧИКІВ НА ТЕЛЕФОН**

кваліфікаційна робота

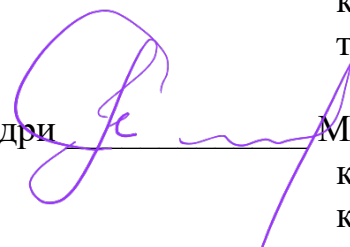
здобувача вищої освіти першого (бакалаврського) рівня

освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія

Особистий підпис  Андрій ВАСІНСЬКИЙ

Науковий керівник  Володимир ДОНЧЕНКО,
старший викладач
кафедри інформаційних технологій
та систем

Завідувач кафедри  Микола СЕМЕНОВ,
кандидат педагогічних наук, доцент
кафедри інформаційних технологій
та систем

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»

Факультет (інститут) Факультет технологій та інформаційних систем
(повна назва)
Кафедра Кафедра інформаційних технологій та систем
(повна назва)
Освітній ступень Бакалавр
(код, назва)
Напрямок підготовки 123 Комп'ютерна інженерія
(код, назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТС
М.А. Семенов

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Васінському Андрію Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Метеостанція на базі ESP8266 з виводом
даних з датчиків на телефон

Керівник кваліфікаційної роботи Донченко В.Ю. старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від

2. Строк подання студентом проекту (роботи)

3. Вихідні дані до роботи (проекту) Розроблено метеостанцію на
базі ESP8266 з виводом даних з датчиків на телефон через Blynk

(визначаються кількісні або (та) якісні показники, яким повинен відповідати об'єкт розробки)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА,
ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ,
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ,
ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ.

(визначаються назви розділів або (та) перелік питань, які повинні увійти до тексту ПЗ)

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

6. Консультанти розділів проекту/роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання „_1_” жовтня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вибір теми роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми та керівника.	До 15 жовтня	
	Аналіз літературних джерел за темою роботи. Розробка та апробація методики дослідно-експериментальної роботи. Подання структури теоретичної частини роботи та плану експериментальних досліджень.	Другий тиждень листопада (10 листопада)	
	Робота над теоретичною частиною. Подання теоретичної частини роботи для першого читання науковим керівником.	До 15 грудня	
	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника. Подання теоретичної частини роботи на друге читання.	До 28 січня	
	Проведення експериментальної роботи. Поетапний аналіз та обговорення її результатів. Перевірка стану виконання роботи.	Перший тиждень березня	
	Урахування рекомендацій наукового керівника, усунення недоліків, підготовка варіанта роботи до передзахисту. Розробка презентації.	До 31 березня	
	Попередній захист роботи на кафедрі	Квітень	
	Доопрацювання роботи з урахуванням рекомендацій після передзахисту. Подання роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку та рецензії	За 10 днів до державної атестації	
	Подання на кафедру остаточного варіанта роботи, переплетеного та підписаного автором, науковим керівником і рецензентом.	За 5 днів до державної атестації	

Студент

підпис

А. В. Васінський

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

підпис

В. Ю. Донченко

(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Васінський А. В.

Тема: Метеостанція на базі ESP8266 з виводом даних з датчиків на телефон.

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Установа: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2026 р.

Бакалаврська робота містить: 57 с., 33 рис., 11 табл., 21 джерело.

Об'єкт дослідження – система автоматичного моніторингу метеорологічних і екологічних параметрів навколишнього середовища.

Предмет дослідження – метеостанція на базі мікроконтролера ESP8266 з бездротовою передачею даних через Blynk.

Мета дослідження – розробка функціональної метеостанції на базі мікроконтролера ESP8266, яка вимірює основні метеорологічні параметри, а також забезпечує їх відображення на OLED дисплеї і на смартфоні через додаток Blynk.

Для вирішення поставлених задач було проведено аналіз технічної документації та літературних джерел, проектування апаратної та програмної частини системи, практичне тестування і вимірювання. Розроблений пристрій може використовуватися для побутового моніторингу погоди або в навчальних цілях.

Результати роботи.

Розроблено метеостанцію на базі ESP8266, яка вимірює температуру та вологість, атмосферний тиск, освітленість, наявність опадів та рівень UV-випромінювання. Дані відображаються на OLED-дисплеї і передаються через вбудований Wi-Fi-модуль на смартфон за допомогою платформи Blynk. Розроблено схему підключення, написано програмний код, проведено збірку та тестування системи.

Ключові слова. ESP8266, NODEMCU, МЕТЕОСТАНЦІЯ, BLYNK, DHT11, BMP280, BH1750, YL-83, GUVVA-S12SD, OLED, IOT, ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРИ, ДАТЧИК ВОЛОГОСТІ, ДАТЧИК ТИСКУ, ARDUINO IDE, WI-FI.

ABSTRACT

Vasinskyi A. V.

Topic: Weather station based on ESP8266 with data output from sensors to the phone.

Specialty: 123 «Computer Engineering»

Institution: Luhansk Taras Shevchenko National University, 2026.

The bachelor's thesis contains: 57 pages, 33 figures, 11 tables, 21 sources.

The object of research is an automatic monitoring system for meteorological and environmental parameters of the surrounding environment.

The subject of research is a weather station based on the ESP8266 microcontroller with wireless data transmission via Blynk.

The purpose of the research is to develop a functional weather station based on the ESP8266 microcontroller that measures the main meteorological parameters and provides their display on an OLED screen and on a smartphone through the Blynk application.

To solve the assigned tasks, an analysis of technical documentation and literature sources was carried out, as well as the design of the hardware and software parts of the system, practical testing, and measurements. The developed device can be used for household weather monitoring or for educational purposes.

Results of the work.

A weather station based on the ESP8266 was developed, which measures temperature and humidity, atmospheric pressure, illumination level, precipitation presence, and UV radiation level. The data are displayed on an OLED display and transmitted through the built-in Wi-Fi module to a smartphone using the Blynk platform. A connection diagram was developed, the software code was written, and the system assembly and testing were carried out.

Keywords: ESP8266, NODEMCU, WEATHER STATION, BLYNK, DHT11, BMP280, BH1750, YL-83, GUVVA-S12SD, OLED, IOT, INTERNET OF THINGS, TEMPERATURE SENSOR, HUMIDITY SENSOR, PRESSURE SENSOR, ARDUINO IDE, WI-FI.

ІТС.4КІ.0126.01-ВП
МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ ESP8266 З ВИВОДОМ ДАНИХ З
ДАТЧИКІВ НА ТЕЛЕФОН

[illegible]

					ІТС.4КІ.0126.01-ВП							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Васінський А.В.			ВІДОМІСТЬ ПРОЄКТУ			Літ.	Арк.	Акрушів		
Керівник		Донченко В.Ю.								1	1	
Реценз.		Козуб Ю.Г.						ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ				
Н. Контр.												
Зав. каф.		Семенов М.А.										

Міністерство освіти і науки України
Державний заклад «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка»

Факультет (інститут)

Факультет технологій та інформаційних
систем

(повна назва)

Кафедра

Інформаційних технологій та систем

(повна назва)

(код, назва)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання програмної розробки (ПР):

**"МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ ESP8266 З ВИВОДОМ ДАНИХ З
ДАТЧИКІВ НА ТЕЛЕФОН"**

ІТС.4КІ.0126.02-ТЗ

ПОГОДЖЕНО

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Донченко В.Ю.

“ _____ ” _____ 2026р

ВИКОНАВЕЦЬ

Студент групи 4КІ

_____ Васінський А. В.

“ _____ ” _____ 2026р

Лубни – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ.....	3
2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
3. АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРИСТРОЮ	5
4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ВИМОГИ ДО КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ	6
5. ВИМОГИ ДО МАТЕРІАЛІВ ТА КОМПЛЕКТУЮЧИХ	6
6. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПР.....	7
7. ПРИЙМАННЯ	7
8. ПОРЯДОК ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ, ЩО ЗАТВЕРДЖЕНО.....	8

					ІТС.4КІ.0126.02-ТЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Васінський А.В.								
Керівник		Донченко В.Ю.							2	7
Реценз.		Козуб Ю.Г.						ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ		
Н. Контр.										
Зав. каф.		Семенов М.А..								

ВСТУП

- 1.1. **Найменування:** Метеостанція на базі ESP8266 з виводом даних з датчиків на телефон.
- 1.2. **Шифр ПР:** АДР-5
- 1.3. **Підстава до виконання ПР:** Підставою для виконання даної розробки є завдання на дипломний проєкт.
- 1.4. **Терміни розробки:**
 - 1.4.1. Початок 1 жовтня 2025р.
 - 1.4.2. Закінчення 20 квітня 2026р.
- 1.5. **Фінансується** за рахунок коштів замовника.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Цей пристрій призначений для вимірювання та моніторингу таких метеорологічних параметрів навколишнього середовища:

- температура повітря;
- відносна вологість повітря;
- атмосферний тиск;
- освітленість;
- наявність опадів;
- ультрафіолетовий індекс.

Мікрокомплекс створюється з метою:

- відображення виміряних параметрів мікроклімату в реальному часі на OLED-дисплеї пристрою;
- бездротової передачі даних через Wi-Fi на смартфон користувача за допомогою додатку Blynk;
- оповіщення користувача у разі відхилення параметрів від норми.

					ІТС.4КІ.0126.02-ТЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдання, що вирішуються:

- визначення апаратної платформи та необхідних датчиків;
- розробка схеми підключення компонентів;
- написання програмного забезпечення для мікроконтролера ESP8266;
- реалізація передачі даних на смартфон через хмарний сервіс Blynk;
- збирання макету пристрою та проведення тестування;
- розробка технічної документації.

2. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Розроблено метеостанцію на базі мікроконтролера ESP8266. Програмне забезпечення написано у середовищі Arduino IDE. Пристрій забезпечує одночасне зчитування даних з п'яти датчиків, їх відображення на OLED-дисплеї та передачу через Wi-Fi до мобільного додатку Blynk.

Перелік компонентів та їх призначення наведено в таблиці нижче.

№	Назва компонента	Пояснення
1	Мікроконтролер ESP8266 (NodeMCU)	Центральна платформа для роботи з модулями і датчиками. Має вбудований Wi-Fi-модуль для передачі даних на смартфон.
2	Датчик температури та вологості DHT11	Вимірює температуру повітря та відносну вологість.
3	Барометричний датчик BMP280	Вимірює атмосферний тиск. Підключення через інтерфейс I2C.
4	Датчик освітленості BH1750	Цифровий датчик, що вимірює освітленість через інтерфейс I2C.
5	Датчик дощу YL-83	Фіксує факт наявності опадів.
6	UV-датчик GUVA-S12SD	Аналоговий датчик ультрафіолетового випромінювання. Визначає UV-індекс.
7	OLED-дисплей SSD1306 (0.96")	Відображення параметрів. Циклічно показує три сторінки. Інтерфейс I2C.

3. АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРИСТРОЮ

Метеостанція на базі мікроконтролера ESP8266 складається з наступних функціональних модулів (рис. 1):

1. Модуль вимірювання температури та вологості.

Виконує зчитування даних з датчика DHT11. При виході значень за допустимі межі формується відповідне сповіщення в додатку Blynk.

2. Модуль вимірювання атмосферного тиску.

Зчитує показання з датчика BMP280 через інтерфейс I2C та перетворює значення у гектопаскалі.

3. Модуль вимірювання освітленості.

Зчитує рівень освітленості з датчика BH1750 через інтерфейс I2C та повертає значення у люксах.

4. Датчик дощу.

Фіксує стан цифрового виходу датчика YL-83. Стан LOW відповідає наявності дощу, передає булеве значення до Blynk.

5. Модуль вимірювання UV-індексу.

Зчитує аналогове значення з датчика GUVA-S12SD, перетворює напругу у значення UV-індексу.

6. OLED-дисплей.

Циклічно виводить три сторінки на OLED-дисплей SSD1306: температура та вологість / атмосферний тиск та освітленість / статус опадів та UV-індекс .

7. Модуль бездротової передачі даних.

Передає усі шість параметрів на хмарний сервіс Blynk через Wi-Fi. Користувач переглядає дані у мобільному додатку Blynk у режимі реального часу.

					ITC.4KI.0126.02-T3	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПР.

Етапи виконання ПР можуть уточнюватися згідно з календарним планом робіт за погодженням між замовником та виконавцем.

№	Етапи виконання роботи	Термін виконання та обсяг робіт	Звітні матеріали
1	Аналіз вимог. Вибір апаратної платформи та компонентів. Розробка структурної та принципової схеми пристрою. Попереднє тестування.		Структурна схема, схема підключення, частковий програмний комплекс та звітна документація.
2	Розробка програмного забезпечення. Реалізація передачі даних через Blynk. Розробка кінцевої версії ПЗ. Збирання макету. Тестування.		Готовий програмний комплекс, зібраний макет пристрою та звітна документація.
3	Доопрацювання окремих модулів. Оформлення пояснювальної записки, технічного завдання та іншої документації.		Звітні матеріали згідно з пунктом 7 цього ТЗ.

7. ПРИЙМАННЯ

7.1. Необхідні вимоги для впровадження ПР та завершення робіт.

Оцінка результатів розробки і доцільність її продовження здійснюється замовником по поданні наступних матеріалів:

- завантажений програмний комплекс на мікроконтролері замовника;
- перелік файлів на резервному носії;
- стислий опис роботи ПР та опис усіх файлів, необхідних для роботи ПР;
- перелік документів:
 - Технічне завдання;
 - Пояснювальна записка.

					ІТС.4КІ.0126.02-ТЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2. Перелік звітних документів, необхідних для прийняття етапів роботи:

- стислий опис результатів етапу у вигляді анотованого звіту (для 1-го та 2-го етапів);
- частковий або повний програмний комплекс на мікроконтролері замовника згідно з календарним планом робіт;
- акт приймання продукції.

7.3. Загальний перелік до приймання звітних документів, макетів, експериментальних зразків.

До приймання пред'являються: акт здачі-приймання продукції, акт впровадження ПР.

7.4. Тестування ПР

Тестування виконується згідно з «Програмою та методикою тестування», яка розробляється виконавцем та затверджується замовником.

8. ПОРЯДОК ВНЕСЕННЯ ЗМІН ДО ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ, ЩО ЗАТВЕРДЖЕНО.

Дане технічне завдання може уточнюватися в процесі розробки ПР при узгодженні сторін з оформленням доповнень до ТЗ.

					ІТС.4КІ.0126.02-ТЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЗ «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»

Факультет технологій та інформаційних систем

(назва факультету, інституту)

Інформаційних технологій та систем

(назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
БАКАЛАВРА
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:
МЕТЕОСТАНЦІЯ НА БАЗІ ESP8266 З ВИВОДОМ ДАНИХ З ДАТЧИКІВ
НА ТЕЛЕФОН

Виконав: студент 4 курсу, групи ____
напряму підготовки (спеціальності)
123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Васінський А. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник **Донченко В. Ю.**
(прізвище та ініціали)

Рецензент **Козуб Ю. Г.**
(прізвище та ініціали)

Лубни – 2026 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	5
1.1. Принцип роботи метеостанцій та основні параметри	5
1.2. Огляд аналогів метеостанцій	6
1.3. Огляд мікроконтролера ESP8266	9
1.4. Огляд компонентів	11
1.5. Аналіз методів бездротової передачі даних	17
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ	21
2.1. Технічні вимоги до системи.....	21
2.2. Вибір компонентів	22
2.3. Розробка схеми	22
2.4. Алгоритм роботи.....	24
2.5. Вибір платформи для передачі даних	25
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	27
3.1. Середовище розробки та необхідні бібліотеки	27
3.2. Структура програмного коду	27
3.3. Розробка коду	27
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ	36
4.1. Збірка пристрою	36
4.2. Завантаження коду та початкове налагодження.....	40
4.3. Тестування показників датчиків	41
4.4. Тестування передачі даних через Blynk	43
4.5. Аналіз результатів та виявлені недоліки	46
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК СИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	50
ДОДАТОК А	52

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Васінський А.В.						
Керівник		Донченко В.Ю.					2	1
Реценз.		Козуб Ю.Г.				ЛНУ		
Н. Контр.						Кафедра ІТС, Гр.4КІ		
Зав. каф.		Семенов М.А.						

ВСТУП

Комп'ютерні системи оточують нас всюди. Актуальним є використання автономних систем моніторингу навколишнього середовища. Метеостанції дозволяють отримувати інформацію про погодні умови в режимі реального часу, що важливо для побутових, сільськогосподарських та наукових цілей.

Завдяки розвитку технологій IoT з'явилася можливість створення компактних, доступних та ефективних пристроїв на базі мікроконтролерів. ESP8266 є одним із найпопулярніших рішень для IoT-проектів завдяки вбудованому Wi-Fi-модулю, низькій вартості та підтримці середовища програмування Arduino IDE.

Використання бездротових технологій дозволяє передавати інформацію безпосередньо на мобільний пристрій користувача. Таким чином, створюється система, що забезпечує вимірювання параметрів та їх аналіз у зручному форматі.

Актуальність теми зумовлена необхідністю створення доступних систем моніторингу мікроклімату із можливістю віддаленого доступу до даних через смартфон. Використання мікроконтролера ESP8266 у поєднанні з датчиками та дисплеєм дозволяє створити просту, але ефективну систему для цих задач.

Об'єкт дослідження – система автоматичного моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Предмет дослідження – метеостанція на базі мікроконтролера ESP8266 з бездротовою передачею даних через Blynk.

Мета роботи – розробка функціональної метеостанції на базі мікроконтролера ESP8266, яка вимірює основні метеорологічні параметри, а також забезпечує їх відображення на OLED дисплеї і на смартфоні через додаток Blynk.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Васінський А.В.			ВСТУП	Літ.		Арк.	Акрушів
Керівник		Донченко В.Ю.						3	2
Реценз.		Козуб Ю.Г.				ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Н. Контр.									
Зав. каф.		Семенов М.А.							

Завдання кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати принцип роботи метеостанцій;
- обрати апаратну платформу та датчики;
- розробити схему пристрою;
- створити програмне забезпечення;
- реалізувати передачу даних на телефон;
- зібрати пристрій та провести тестування його роботи;
- проаналізувати результати та виявити можливі недоліки системи.

Методи дослідження – аналіз технічної документації та літературних джерел, проєктування апаратної та програмної частини системи, практичне тестування і вимірювання.

Розроблений пристрій може використовуватися для побутового моніторингу погоди або в навчальних цілях.

					<i>ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Принцип роботи метеостанцій та основні параметри

Метеостанція – це пристрій, призначений для регулярного вимірювання й фіксації метеорологічних параметрів навколишнього середовища. Класичні метеостанції використовуються метеорологічними службами по всьому світу вже понад сто років. З появою доступних мікроконтролерів і датчиків з'явилась можливість будувати компактні домашні станції, які майже не поступаються за функціоналом [1].

Принцип роботи будь-якої метеостанції полягає у тому, що датчики вимірюють фізичні величини і перетворюють їх на електричні сигнали. Мікроконтролер зчитує ці сигнали, обробляє і виводить у зручному вигляді на дисплей або передає по мережі [2].

Метеостанція вимірює температуру, відносну вологість повітря, атмосферний тиск, освітленість, наявність опадів та ультрафіолетове випромінювання [3].

Температура повітря є одним із найважливіших метеорологічних параметрів. Вимірюється в градусах Цельсія, зазвичай у тіні, подалі від прямих сонячних променів.

Відносна вологість повітря це відношення фактичного вмісту водяної пари в повітрі до максимально можливого при даній температурі. Вимірюється у відсотках. Надмірна вологість сприяє появі цвілі, а занадто суха негативно впливає на здоров'я.

Атмосферний тиск це тиск, який чинить атмосфера на поверхню Землі. Вимірюється в гектопаскалях або міліметрах ртутного стовпчика. Різкі зміни тиску зазвичай свідчать про наближення атмосферного фронту і зміну погоди [4].

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.		Васінський А.В.					
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.			ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		
					Лім.	Арк.	Акрушів
						5	16

Освітленість показує кількість світлового потоку, що падає на одиницю поверхні. Вимірюється в люксах. Цей параметр важливий для агрономії, а також для систем «розумного дому» для управління освітленням.

Наявність опадів фіксує краплі дощу на поверхні датчика. Вимірюється як аналогове або цифрове значення.

Ультрафіолетове випромінювання або UV-індекс це міжнародна безрозмірна шкала від 0 до 11+, що характеризує інтенсивність сонячного UV-випромінювання. При UV-індексі вище 3 рекомендується використовувати сонцезахисний крем, а при вище 8 перебування на сонці небажане. Цей параметр особливо актуальний влітку [5].

У таблиці 1.1 наведено порівняння типових параметрів домашніх і професійних метеостанцій.

Таблиця 1.1

Порівняння типових параметрів домашніх і професійних метеостанцій

Параметр	Домашня метеостанція	Професійна метеостанція
Температура	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
Вологість	$\pm 5\%$	$\pm 2\%$
Тиск	$\pm 1 \text{ гПа}$	$\pm 0.1 \text{ гПа}$
Освітленість	$\pm 20\%$	$\pm 5\%$
UV-індекс	$\pm 1 \text{ од.}$	$\pm 0.5 \text{ од.}$
Вартість	До 1 000 грн.	Від 50 000 грн.

Як видно з таблиці, домашні станції мають нижчу точність, але для більшості побутових завдань цього цілком достатньо. При цьому використовувати такі рішення вигідніше через різницю у ціні.

1.2. Огляд аналогів метеостанцій

Існує декілька підходів до реалізації систем моніторингу погодних умов, які відрізняються за складністю, вартістю та функціональністю.

Перший підхід полягає у використанні готових комерційних метеостанцій. Такі пристрої забезпечують високу точність вимірювань, мають захищене виконання та широкий набір функцій, включаючи збереження історії даних і прогнозування погоди. Однак їх основними недоліками є висока вартість та обмежена можливість модифікації або інтеграції з іншими системами (рис. 1.1).

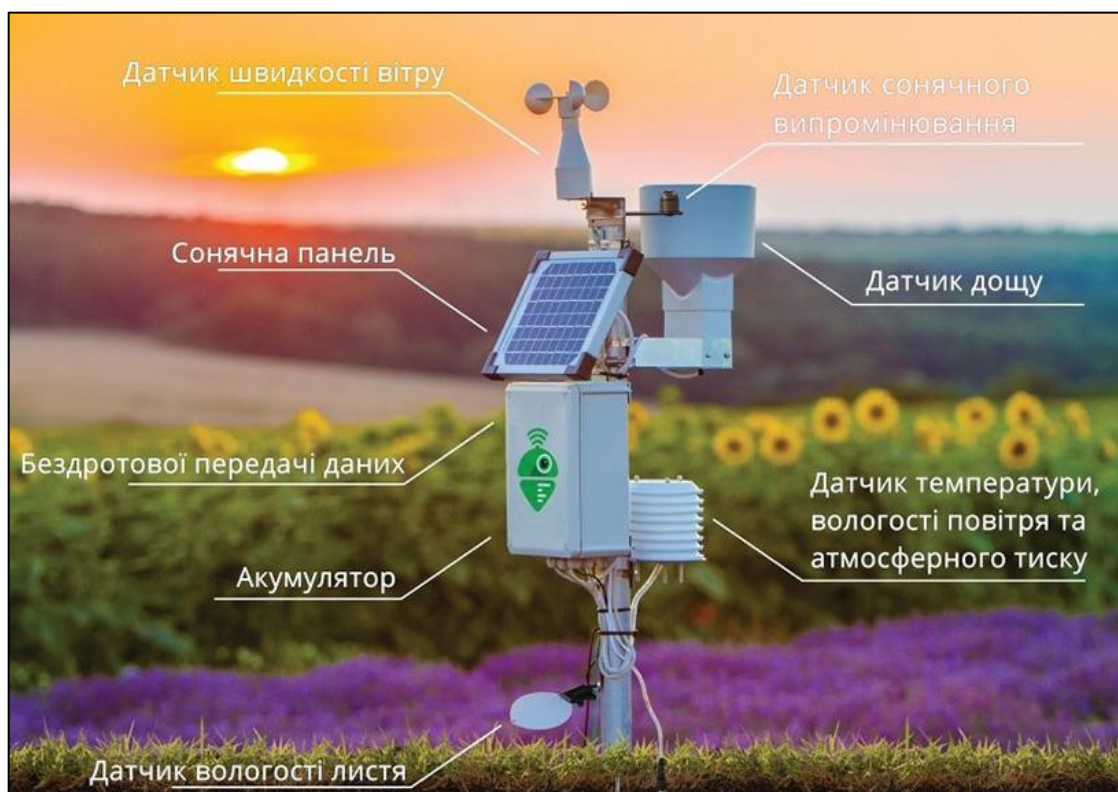


Рис. 1.1. Професійна метеостанція.

Другий підхід базується на використанні мікроконтролерів без мережових можливостей, таких як Arduino Uno. У цьому випадку дані з датчиків відображаються локально, наприклад, на LCD-дисплеї або передаються через дротове підключення до комп'ютера. Перевагами є простота реалізації та низька вартість, проте відсутність віддаленого доступу суттєво обмежує функціональність системи (рис. 1.2).

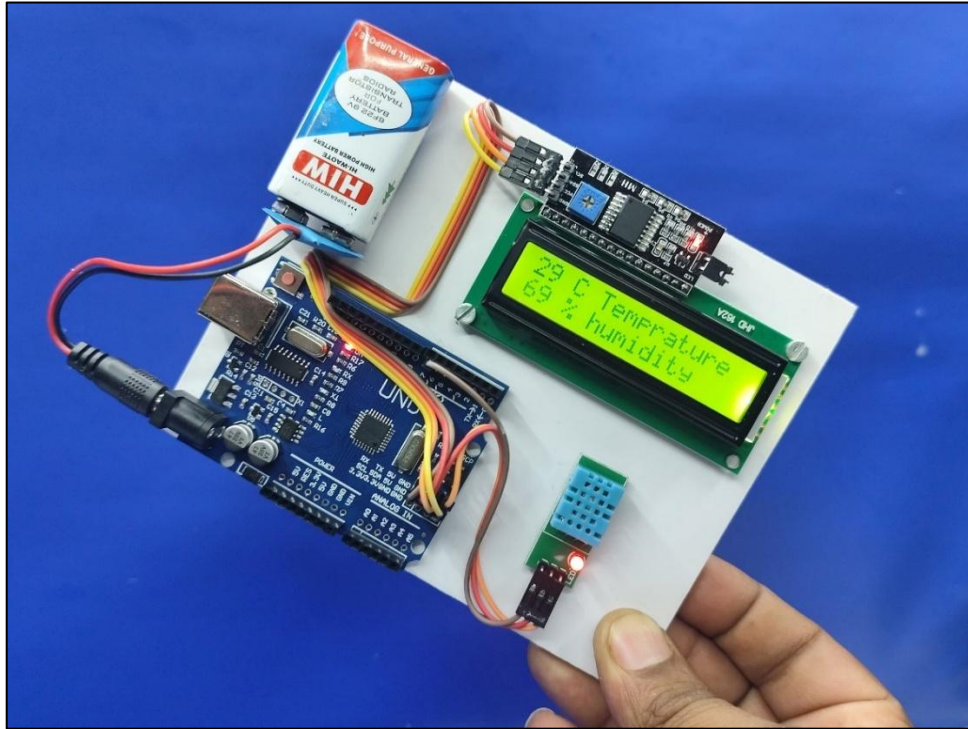


Рис. 1.2. Метеостанція на базі Arduino Uno.

Третій підхід передбачає застосування мікроконтролерів із вбудованими мережевими можливостями або зовнішніми модулями зв'язку, зокрема ESP8266 або ESP32. У таких системах реалізується передача даних через Wi-Fi до хмарних сервісів або мобільних додатків. Це дозволяє здійснювати моніторинг у реальному часі з будь-якої точки світу, а також зберігати та аналізувати дані (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Метеостанція на базі ESP32.

Окремо можна виділити підхід із використанням IoT-платформ, таких як Blynk або ThingSpeak. Вони спрощують розробку завдяки готовим інструментам для візуалізації даних, організації зв'язку між пристроями та мобільними додатками. Недоліком може бути залежність від інтернет-з'єднання та сторонніх сервісів.

1.3. Огляд мікроконтролера ESP8266

ESP8266 – це недорогий Wi-Fi мікроконтролер розробки китайської компанії Espressif Systems (рис. 1.4–1.5). Він вийшов на ринок у 2014 році і швидко став надзвичайно популярним серед DIY-розробників завдяки вбудованому Wi-Fi-модулю та підтримці повного стека протоколу TCP/IP.

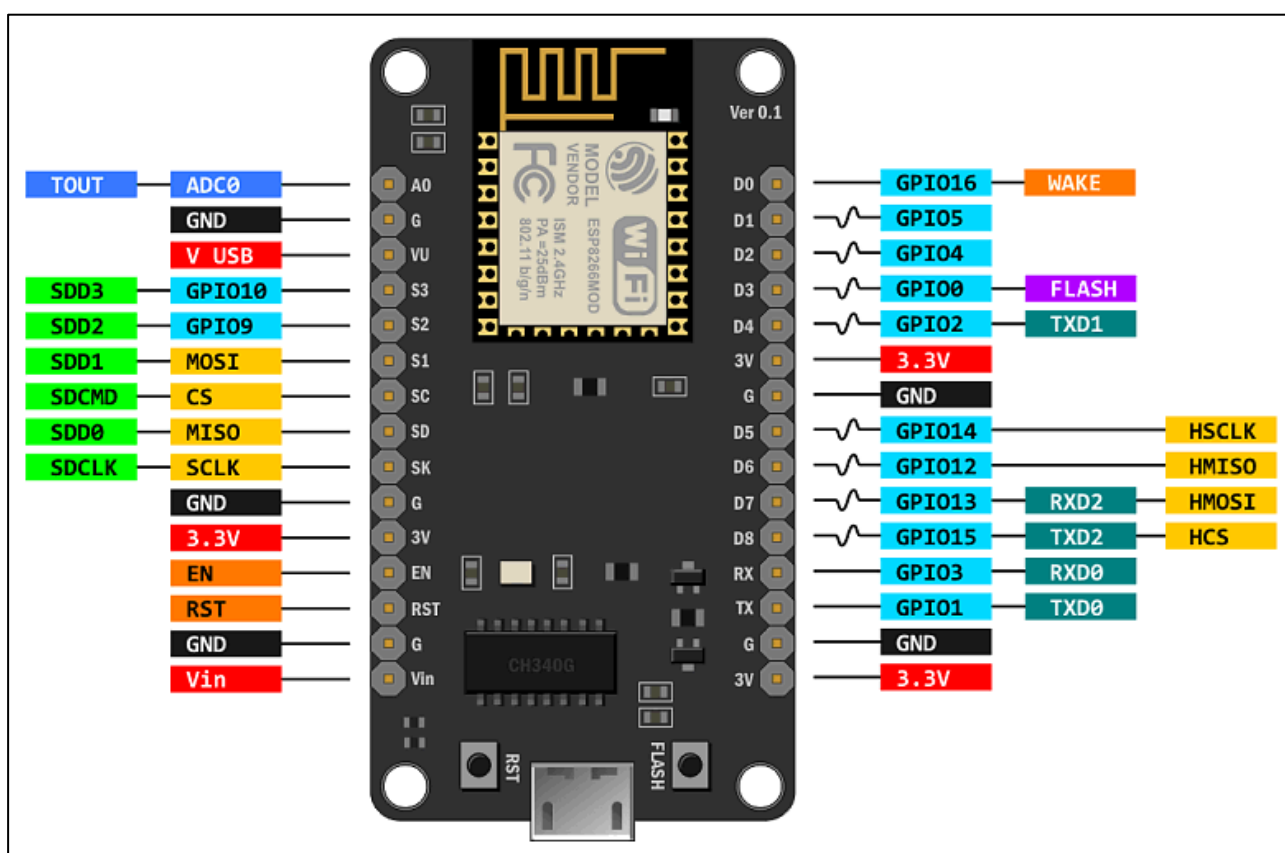


Рис. 1.4. Схема ESP8266.

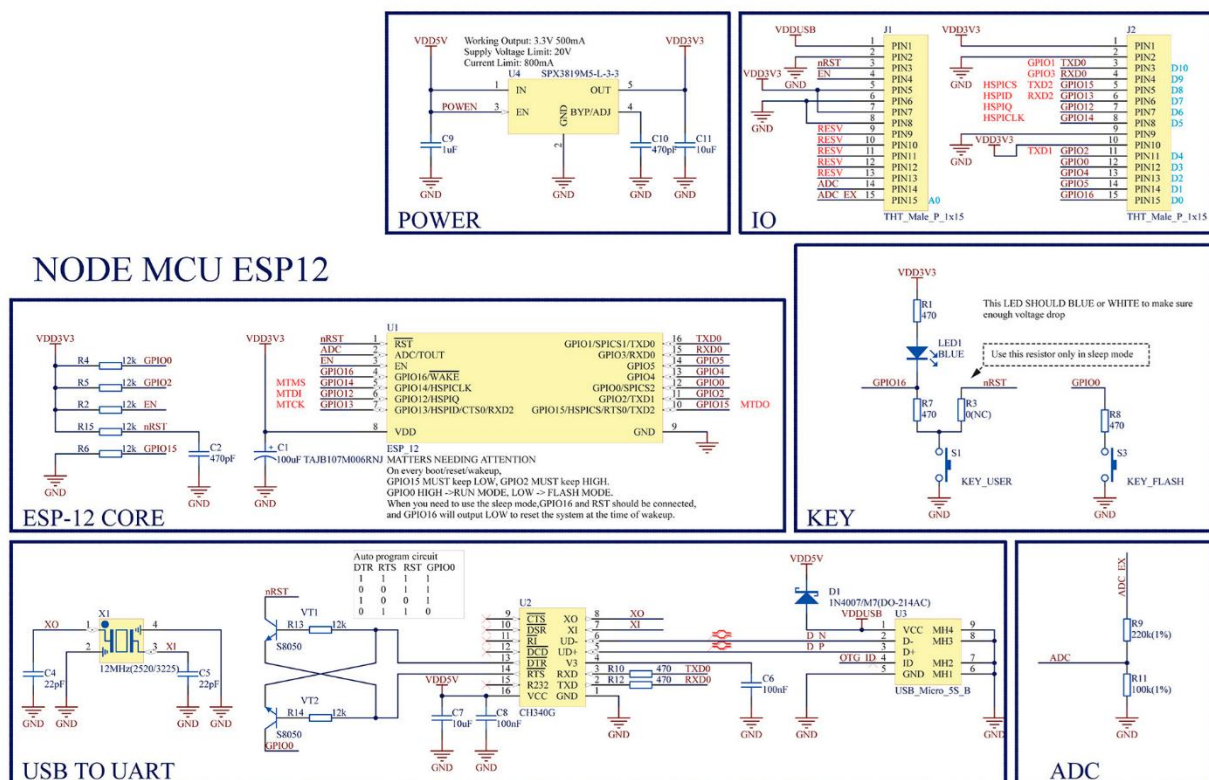


Рис. 1.5. Принципова електрична схема ESP8266.

В основі ESP8266 лежить 32-бітний RISC-процесор Tensilica Xtensa LX106, що працює на тактовій частоті 80 МГц. Процесор має низьке енергоспоживання, що робить чіп привабливим для автономних IoT-пристроїв [6].

Основні технічні характеристики мікроконтролера ESP8266 наведено у таблиці 1.2 [7].

Таблиця 1.2

Технічні характеристики ESP8266

Параметр	Значення
Процесор	Tensilica Xtensa LX106, 32-біт
Тактова частота	Від 80 до 160 МГц
Flash-пам'ять	4 МБ
RAM	64 кБ інструкції + 96 кБ дані
Стандарт Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n, 2.4 ГГц
Живлення	3.3 В, або 5 В через USB
Споживання струму	~70 мА Wi-Fi, до 200 мА максимум

Параметр	Значення
АЦП	1 канал, 10-бітний, від 0 до 3.3 В
Інтерфейси	UART, SPI, I2C, I2S
Підтримка протоколів	TCP/IP, HTTP, MQTT, WebSocket
Робоча температура	Від -40 до +125°C

Для розробки метеостанції ESP8266 має декілька переваг:

- вбудований Wi-Fi;
- підтримка Arduino IDE;
- низька вартість і доступність;
- достатня кількість інтерфейсів;
- велика спільнота та документація [8–9].

1.4. Огляд компонентів

DHT11 є одним з найпоширеніших датчиків в подібних проєктах. Він вимірює відносну вологість повітря та температуру і передає дані по цифровій шині (рис. 1.6). Основні характеристики DHT11 наведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Технічні характеристики DHT11

Параметр	Значення
Діапазон вимірювання температури	Від 0 до +50°C, точність $\pm 2^\circ\text{C}$
Діапазон вимірювання вологості	Від 20 до 90% RH, точність $\pm 5\% \text{ RH}$
Напруга живлення	Від 3.3 до 5.5 В
Струм живлення	Від 0.5 до 2.5 мА
Час відповіді	2 секунди
Протокол передачі	Однодротовий цифровий

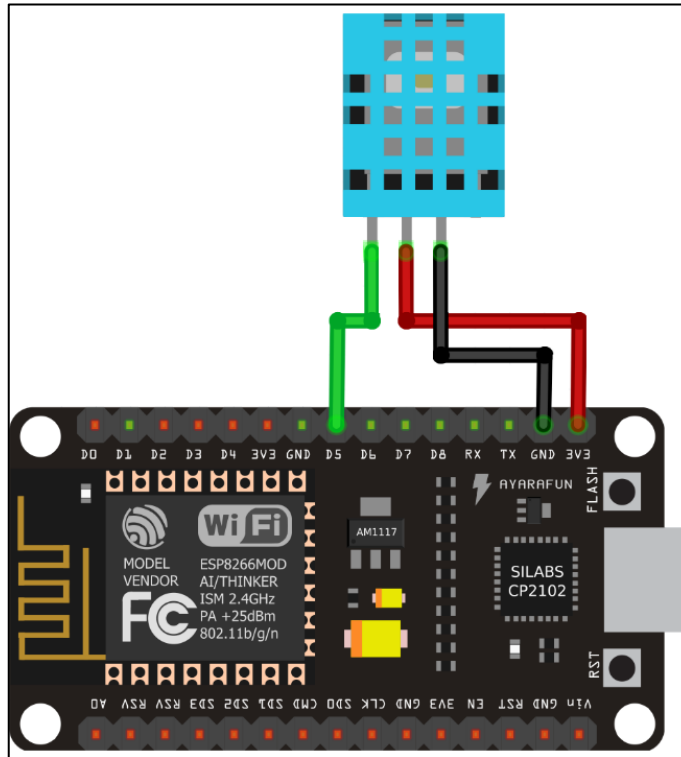


Рис. 1.6. Схема підключення DHT11 до ESP8266.

Датчик містить ємнісний елемент для вимірювання вологості та терморезистор для вимірювання температури. Вбудований 8-бітний мікроконтролер обробляє ці дані і передає по одному сигнальному дроту 40-бітний пакет даних: 16 біт вологості, 16 біт температури і 8 біт контрольної суми [10].

BMP280 це цифровий барометричний датчик. Він вимірює абсолютний атмосферний тиск і температуру (рис. 1.7). Основні характеристики BMP280 наведені в таблиці 1.4 [11].

Таблиця 1.4

Технічні характеристики BMP280

Параметр	Значення
Діапазон тиску	Від 300 до 1100 гПа, точність ± 1 гПа
Діапазон температури	Від -40 до $+85^{\circ}\text{C}$, точність $\pm 1^{\circ}\text{C}$
Напруга живлення	Від 1.71 до 3.6 В
Струм	2.7 мкА в режимі вимірювання
Інтерфейс	I2C або SPI
Адреса	0x76 або 0x77

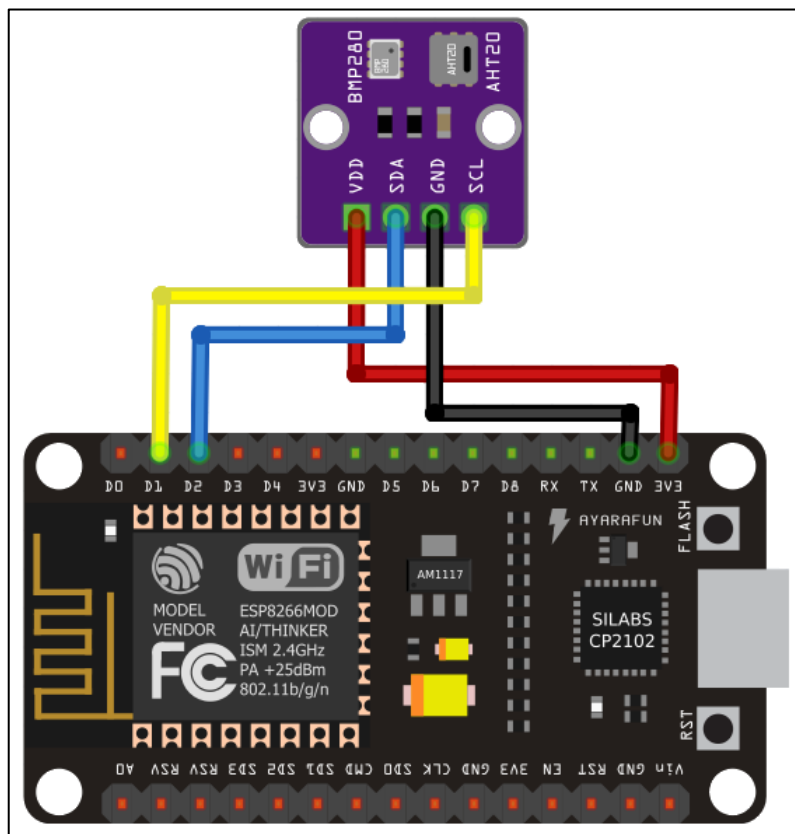


Рис. 1.7. Схема підключення BMP280 до ESP8266.

ВН1750 це цифровий датчик освітленості. На відміну від аналогових фоторезисторів, він одразу видає результат у люксах через інтерфейс I2C, що значно спрощує роботу з ним (рис. 1.8). Основні характеристики ВН1750 наведені в таблиці 1.5 [12].

Таблиця 1.5

Технічні характеристики ВН1750

Параметр	Значення
Діапазон	Від 1 до 65535 лк
Точність	±20%
Напруга живлення	Від 2.4 до 3.6 В
Інтерфейс	I2C
Адреса	0x23 або 0x5C
Час вимірювання	Від 120 до 180 мс

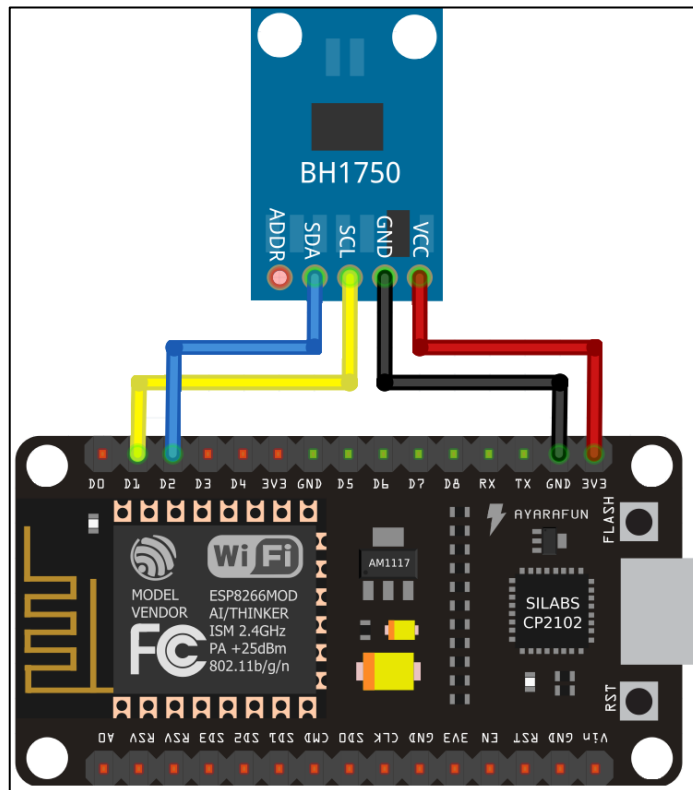


Рис. 1.8. Схема підключення BH1750 до ESP8266.

YL-83 це простий сенсор, що складається з плати із сіткою провідникових доріжок та плати керування. Принцип роботи заснований на зміні опору між доріжками при потраплянні на них крапель води. Вода проводить електричний струм і замикає ланцюг між доріжками, що змінює напругу на виході. Основні характеристики датчика дощу наведені в таблиці 1.6 [13].

Таблиця 1.6

Технічні характеристики датчика дощу YL-83

Параметр	Значення
Тип виходу	Цифровий DO, аналоговий АО
Напруга живлення	Від 3.3 до 5 В
Струм	~ від 15 до 20 мА
Час відгуку	< 1 с
Робоча температура	Від -10 до +50°C

У проєкті використовується цифровий вихід DO, підключений до одного з GPIO-пінів ESP8266, що дозволяє просто фіксувати факт наявності опадів (рис. 1.9).

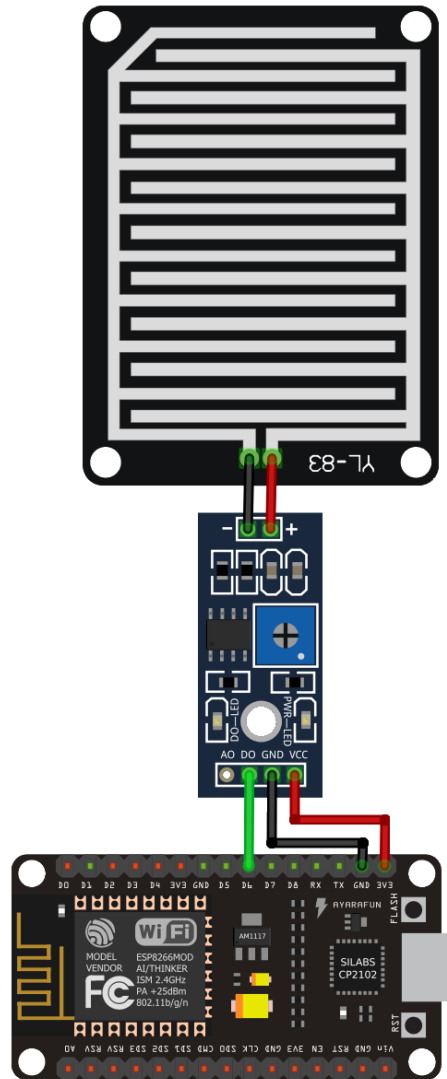


Рис. 1.9. Схема підключення YL-83 до ESP8266.

GUVA-S12SD вимірює інтенсивність ультрафіолетового світла, на основі фотодіода, який формує аналоговий вихідний сигнал пропорційно до інтенсивності UV-випромінювання (рис. 1.10). Основні характеристики GUVA-S12SD наведені в таблиці 1.7 [14].

Таблиця 1.7

Технічні характеристики GUVA-S12SD

Параметр	Значення
Діапазон довжин хвиль	Від 240 до 370 нм
Тип виходу	Аналоговий
Напруга живлення	Від 3.3 до 5 В
Вихідна напруга	Від 0 до 1 В
Робоча температура	Від -30 до +85°C

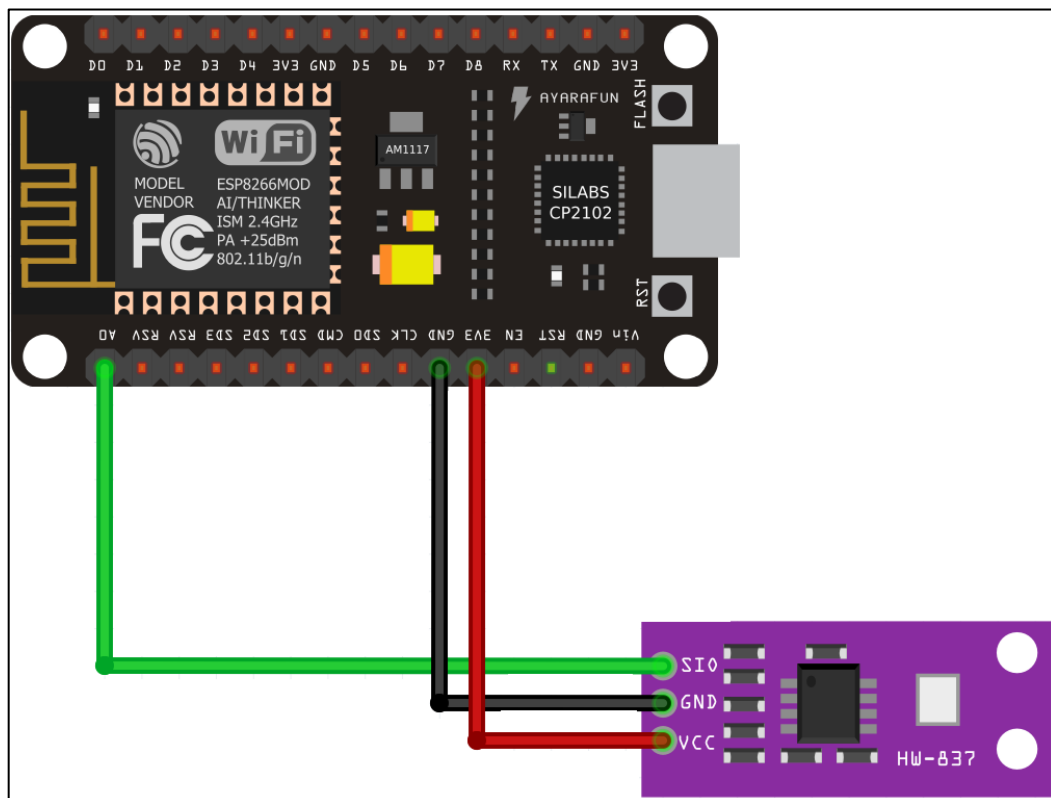


Рис. 1.10. Схема підключення GUVVA-S12SD до ESP8266.

OLED це органічний світлодіодний дисплей, де кожен піксель сам є джерелом світла. Це забезпечує неймовірно чорний фон, високу контрастність, широкий кут огляду та менше споживання енергії порівняно з LCD з підсвіткою [15].

Дисплей має роздільну здатність 128×64 пікселів і підключається через інтерфейс I2C, що дозволяє використовувати лише два дроти, SDA та SCL, разом з іншими I2C-пристроями на тій самій шині (рис. 1.11). Основні характеристики OLED-дисплея SSD1306 наведені в таблиці 1.8 [16].

Таблиця 1.8

Технічні характеристики OLED-дисплея

Параметр	Значення
Розмір	0.96 дюйма по діагоналі
Роздільна здатність	128 × 64 пікселів
Контролер	SSD1306
Інтерфейс	I2C
Напруга живлення	Від 3.3 до 5 В

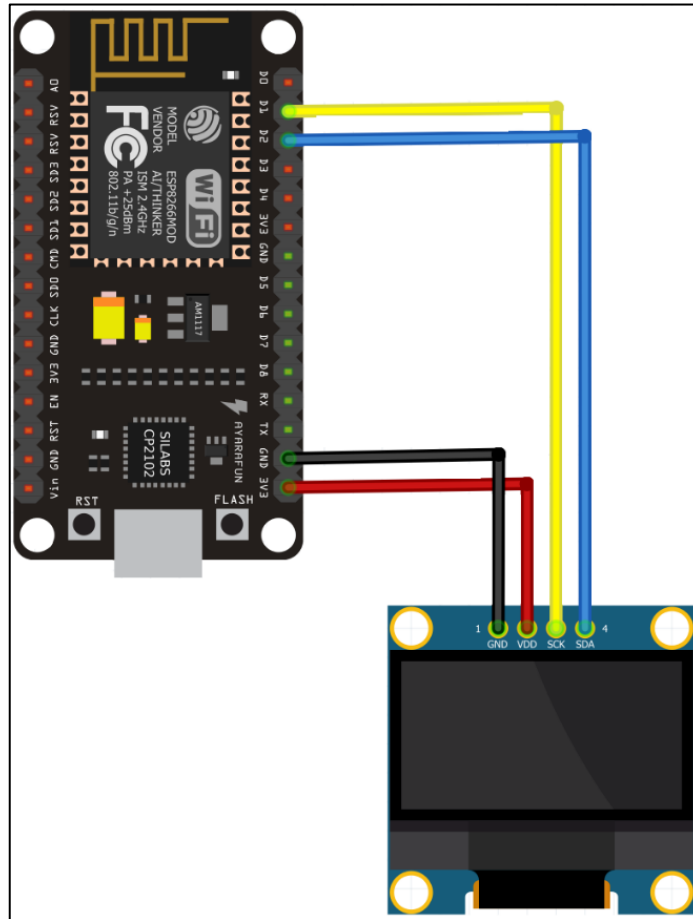


Рис. 1.11. Схема підключення SSD1306 до ESP8266.

1.5. Аналіз методів бездротової передачі даних

Для передачі даних у метеостанції на базі ESP8266 можуть використовуватись різні бездротові технології, серед яких найбільш поширеними є Wi-Fi та Bluetooth. Вибір конкретного методу залежить від вимог до дальності зв'язку, швидкості передачі даних, енергоспоживання та можливості підключення до мережі Інтернет.

Wi-Fi є найкращим вибором для ESP8266, оскільки Wi-Fi-модуль вже вбудований у мікроконтролер. Це значно спрощує апаратну частину проєкту та не потребує використання додаткових модулів.

Переваги Wi-Fi для проєкту:

- велика дальність дії;
- можливість підключення до інтернету і використання хмарних сервісів;
- висока швидкість передачі даних;
- підтримка одночасного доступу з різних пристроїв.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Bluetooth-модулі HC-05 і HC-06 є популярним варіантом для подібних проєктів. Вони підтримують стандарт Bluetooth 2.0 і дозволяють передавати дані через послідовний порт. Дальність дії до 10 метрів [17–18].

Bluetooth підходить для передачі даних безпосередньо на смартфон, поруч, але не дозволяє підключитись до хмарних сервісів, тому Wi-Fi є кращим вибором.

Для реалізації взаємодії між мікроконтролером і користувачем використовується платформа Blynk. Це IoT-платформа, що дозволяє створювати мобільні додатки для керування та моніторингу мікроконтролерних пристроїв без необхідності розробки власного програмного забезпечення для смартфона. Платформа підтримує Arduino, ESP8266, ESP32, Raspberry Pi та інші контролери [19].

Blynk складається з трьох основних компонентів: мобільного додатку, хмарного сервера та бібліотеки для мікроконтролера. Принцип роботи базується на клієнт-серверній архітектурі (рис. 1.12). ESP8266 підключається до мережі Wi-Fi та встановлює з'єднання з хмарним сервером Blynk за допомогою відповідної бібліотеки. Після цього мікроконтролер передає на сервер дані з датчиків, таких як температура, вологість, освітленість або УФ-індекс.

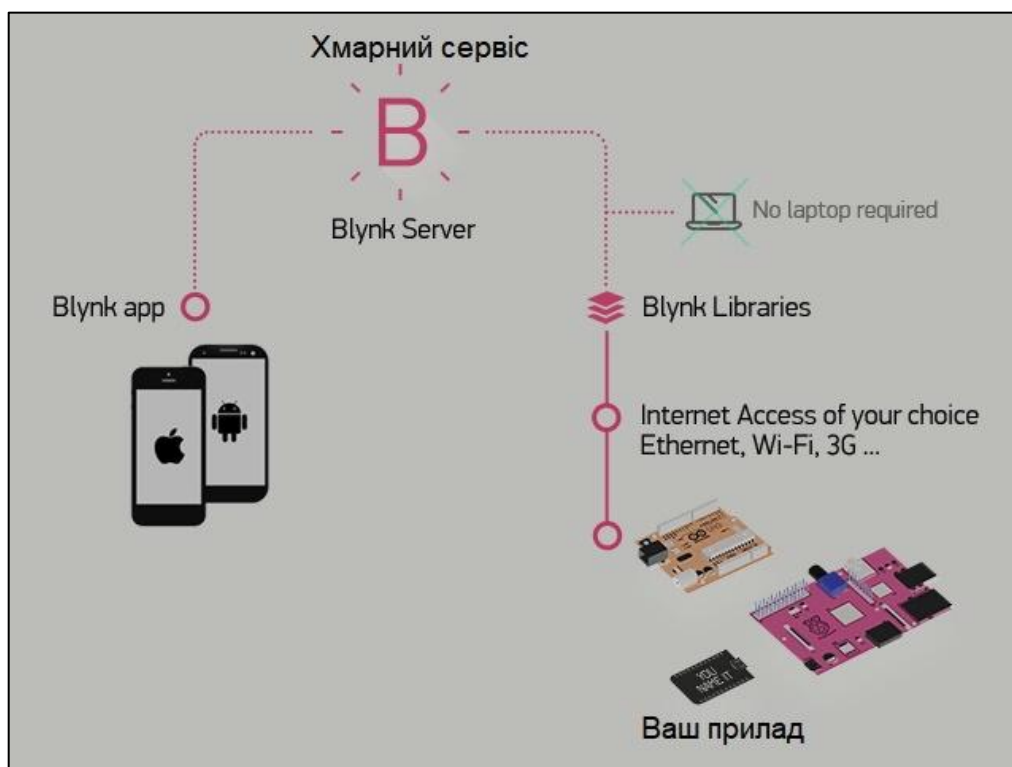


Рис. 1.12. Принцип роботи платформи Blynk.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ

Арк.

18

Мобільний додаток Blynk, встановлений на смартфоні, також підключається до цього сервера через Інтернет і отримує дані в режимі реального часу (рис. 1.13).

Для ідентифікації пристрою використовується унікальний токен BLYNK_AUTH_TOKEN, який генерується при створенні проєкту. Це забезпечує безпечне підключення та розмежування доступу між різними пристроями.

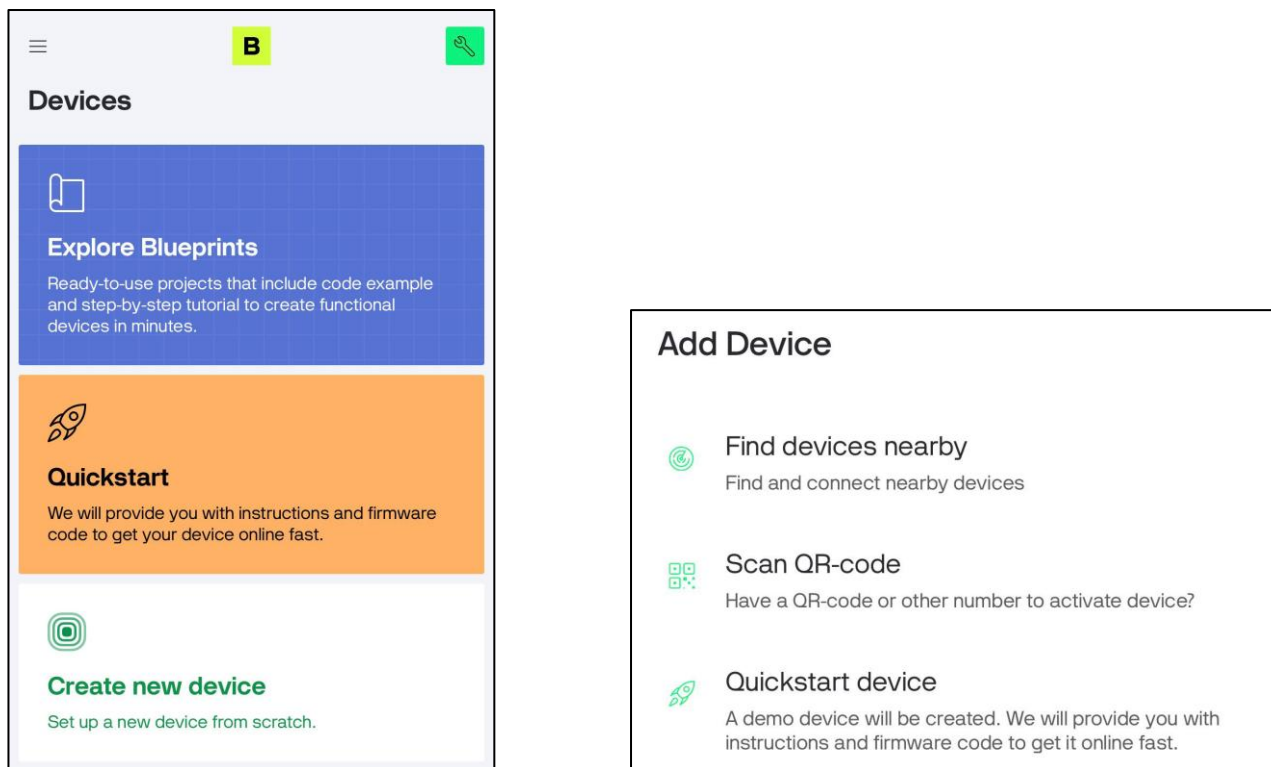


Рис. 1.13. Мобільний додаток Blynk.

Інтерфейс користувача у Blynk формується за допомогою віджетів. Кожен віджет прив'язується до віртуального піну, через який здійснюється обмін даними між мікроконтролером і мобільним додатком. Це дозволяє налаштовувати відображення інформації та керувати пристроєм без зміни апаратної частини.

У 2021 році була представлена оновлена версія платформи Blynk 2.0, яка отримала нову архітектуру, покращену систему керування пристроями, шаблони та розширені можливості хмарного зберігання даних.

Переваги Blynk:

- безкоштовний план достатній для навчальних проєктів;
- зручний мобільний інтерфейс без необхідності програмування;
- підтримка графіків, індикаторів та інших елементів візуалізації;
- можливість надсилання push-сповіщень при досягненні заданих порогів;
- хмарне зберігання та обробка даних;
- інтеграція з ESP8266.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1. Технічні вимоги до системи

Перед початком проєктування необхідно сформулювати технічні вимоги, яким повинна відповідати система. Вимоги розділено на функціональні та нефункціональні.

Система повинна виконувати такі функції:

- вимірювати температуру повітря з точністю $\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- вимірювати відносну вологість повітря з точністю $\pm 5\%$;
- вимірювати атмосферний тиск з точністю ± 1 гПа;
- вимірювати освітленість у діапазоні від 1 до 65535 лк;
- фіксувати наявність опадів;
- вимірювати UV-індекс у діапазоні від 0 до 11+;
- відображати поточні значення всіх параметрів на OLED-дисплеї;
- передавати дані через Wi-Fi на платформу Blynk;
- відображати дані в мобільному додатку Blynk у реальному часі.

Нефункціональні вимоги до системи:

- система повинна автоматично перепідключатися до Wi-Fi та Blynk у разі втрати зв'язку;
- код повинен бути структурованим і зрозумілим для подальшого розширення;
- схема підключення на макетній платі без паяння для можливості модифікації;
- пристрій повинен мати можливість автономної роботи від батарейок без підключення до мережі живлення.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Васінський А.В.			РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ		
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
						Лім.	Арк.
							21
						Акрушів	
						6	
						ЛНУ	
						Кафедра ІТС, Гр.4КІ	

2.2. Вибір компонентів

На основі поставлених вимог і огляду компонентів у розділі 1 сформовано перелік елементів системи. При виборі враховувались відповідність технічним вимогам, наявність бібліотек, вартість і доступність на ринку. Повний перелік компонентів наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік компонентів системи

Компонент	Призначення	Кількість
ESP8266 NodeMCU	Головний мікроконтролер	1 шт.
DHT11	Температура, вологість	1 шт.
BMP280	Атмосферний тиск	1 шт.
BH1750	Освітленість	1 шт.
YL-83	Наявність опадів	1 шт.
GUVA-S12SD	UV-випромінювання	1 шт.
OLED SSD1306	Відображення даних	1 шт.
Макетна плата	Монтаж схеми	1 шт.
Батарейки AA 1.5 В	Автономне живлення	6 шт.
Батарейний відсік 6×AA	Корпус для 6 батарейок	1 шт.
Понижуючий перетворювач HW-318	Стабілізація напруги до 5 В	1 шт.
Кабель USB-A – Micro-USB	З'єднання відсіку з NodeMCU	1 шт.

2.3. Розробка схеми

Розробка схеми базується на підключенні всіх компонентів до ESP8266 з урахуванням особливостей кожного датчика. Схема будується на макетній платі без паяння, що дозволяє легко вносити зміни.

Для забезпечення автономної роботи пристрій живиться від батарейного відсіку 6×AA з підключеним понижуючим DC-DC перетворювачем та USB-виходом. Шість батарейок AA по 1.5 В з'єднані послідовно і дають 9 В, які перетворювач стабілізує до 5 В на USB-виході. Від USB-виходу відсіку звичайний кабель USB-A – Micro-USB підключається до роз'єму Micro-USB на платі NodeMCU, так само як при живленні від комп'ютера. Вбудований на платі NodeMCU регулятор перетворює 5 В на стабільні 3.3 В, якими через пін 3V3 живляться всі датчики та OLED-дисплей.

Схему підключення датчиків до NodeMCU наведено на рис. 2.1.

Датчики BMP280, BH1750 та OLED-дисплей використовують інтерфейс I2C, тому підключаються до одних ліній. SCL – D1 (GPIO5), SDA – D2 (GPIO4). Адреса BMP280 – 0x76, BH1750 – 0x23, OLED – 0x3C. Шина I2C вимагає підтягуючих резисторів на лініях SDA і SCL. Більшість готових модулів вже мають ці резистори на платі.

DHT11 підключається до D5 (GPIO14). Цифровий вихід датчика дощу DO підключається до D6 (GPIO12). UV-датчик підключається аналоговим виходом до A0.

Датчик дощу живиться від 3.3 В або 5 В. Цифровий вихід DO видає логічний рівень HIGH коли немає дощу або LOW коли він є. Підключення DO до D6 (GPIO12) ESP8266 є прямим (табл. 2.2).

Порівняно з LCD 16x2, OLED SSD1306 не потребує підсвітки, відображає графіку та довільні шрифти замість фіксованих символів і підключається лише за двома проводами I2C. На OLED можна одночасно відображати більше інформації (рис. 2.1).

Таблиця 2.2

Розподіл пінів ESP8266

Компонент	Пін компонента	Пін NodeMCU	GPIO
DHT11	DATA	D5	GPIO14
BMP280, BH1750, OLED	SCL	D1	GPIO5

Компонент	Пін компонента	Пін NodeMCU	GPIO
BMP280, BH1750, OLED	SDA	D2	GPIO4
Датчик дощу	D0	D6	GPIO12
GUVA-S12SD	SIG	A0	ADC0
Усі компоненти	VCC	3V3	—
Усі компоненти	GND	GND	—

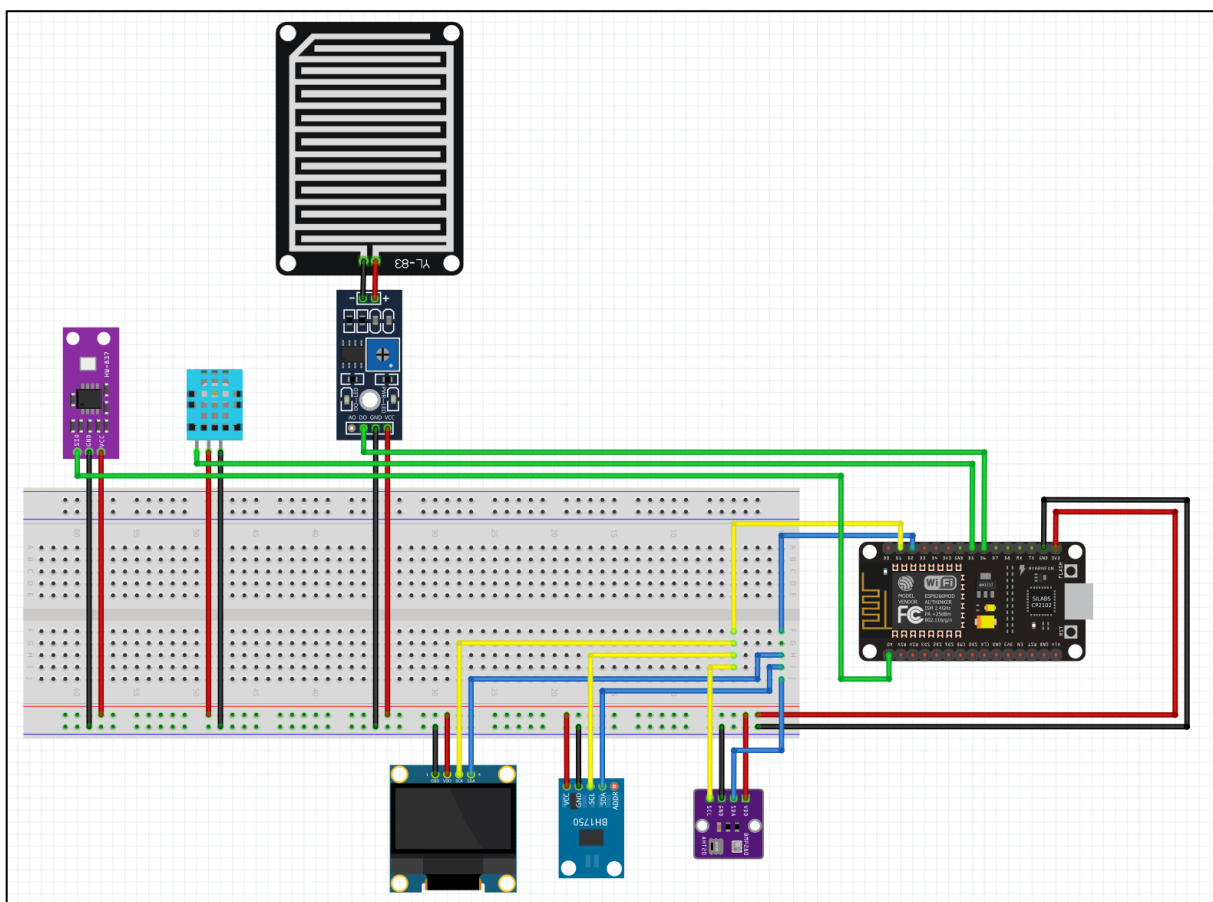


Рис. 2.1. Макет метеостанції.

2.4. Алгоритм роботи

Загальний алгоритм роботи системи наведено нижче. Він реалізує безперервний цикл вимірювання, відображення і передачі даних.

Алгоритм роботи системи:

1. Ініціалізація. Підключення до Wi-Fi та сервера Blynk, ініціалізація I2C-шини, датчиків DHT11, BMP280, BH1750, дощу та UV, а також OLED-дисплея SSD1306. Виведення стартового повідомлення на екран.

2. Запуск таймерів. Налаштування періодичних задач через BlynkTimer. Зчитування датчиків – 5 с., передача даних у Blynk – 8 с., оновлення OLED – 5 с., перевірка Wi-Fi – 10 с.

3. Зчитування даних. Послідовне опитування датчиків DHT11, BMP280, BH1750, дощу, UV.

4. Обробка даних. Перетворення сирих значень у фізичні одиниці вимірювання, розрахунок UV-індексу, фільтрація некоректних значень та перевірка коректності даних.

5. Відображення на OLED. Циклічне відображення даних на SSD1306 з перемиканням сторінок температура/вологість, тиск/освітленість, стан дощу/UV-індекс.

6. Передача через Blynk. Відправка даних у Blynk Cloud через віртуальні пini V0-V5 за розкладом таймера.

7. Обробка подій. Перевірка критичних умов і формування Blynk-повідомлень – початок дощу, високий UV, висока та низька температура, з використанням прапорців для уникнення дублювання.

8. Підтримка роботи системи. Безперервне виконання Blynk.run() і timer.run(), контроль Wi-Fi з'єднання та автоматичне перепідключення у разі втрати зв'язку.

2.5. Вибір платформи для передачі даних

Для реалізації бездротової передачі даних на смартфон обрано платформу Blynk IoT 2.0 (рис. 2.2). Архітектура Blynk складається з трьох рівнів. ESP8266 з бібліотекою Blynk, хмарний сервер Blynk Cloud та мобільний додаток Blynk для iOS.

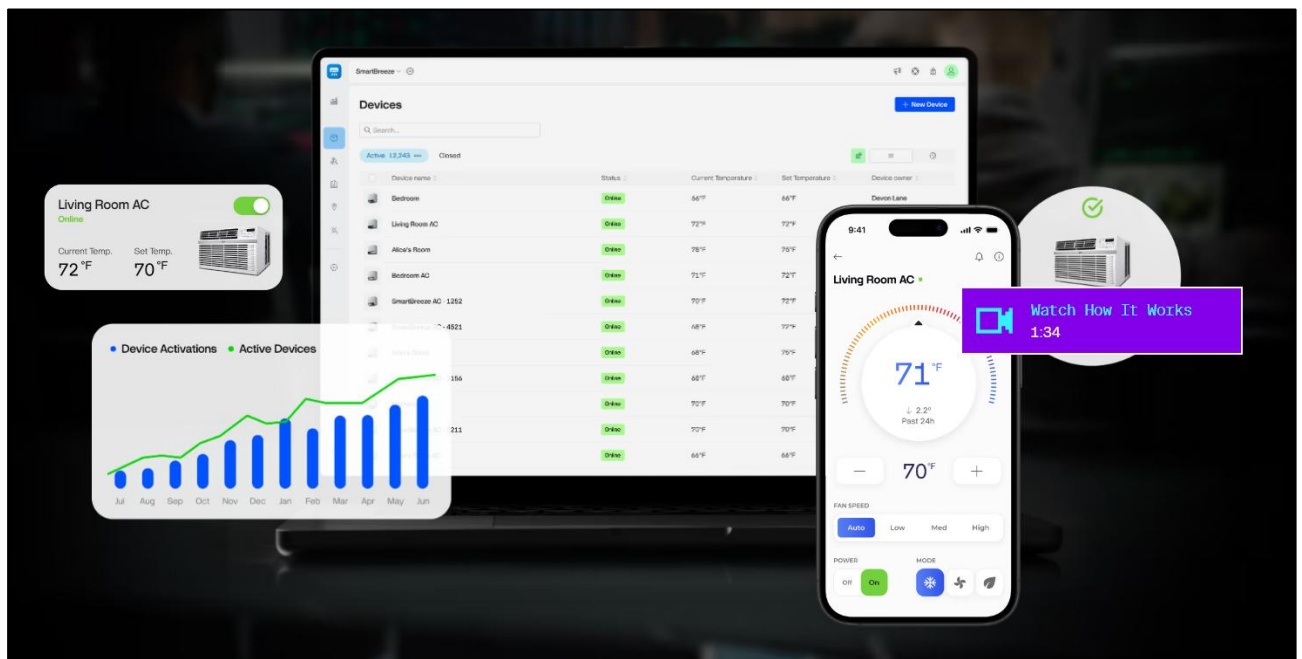


Рис. 2.2. Blynk IoT.

ESP8266 з'єднується з Blynk Cloud через Wi-Fi по протоколу TCP. Дані передаються через «віртуальні піни». V0 – температура, V1 – вологість, V2 – тиск, V3 – освітленість, V4 – дощ, V5 – UV-індекс. У мобільному додатку користувач розміщує відповідні віджети і прив'язує їх до пінів.

Безкоштовний план Blynk IoT 2.0 підтримує до 5 пристроїв, має необмежену кількість віджетів, веб-консоль, а також підтримує сповіщення. Наприклад, можна налаштувати алерт «Починається дощ!» при спрацюванні датчика дощу [20].

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1. Середовище розробки та необхідні бібліотеки

Програмний код написано в середовищі Arduino IDE версії 2.3.8 із встановленою підтримкою плат ESP8266.

У проєкті використані наступні бібліотеки:

- ESP8266Wi-Fi.h для підключення до Wi-Fi мережі.
- BlynkSimpleEsp8266.h основна бібліотека Blynk для ESP8266.
- DHT.h для роботи з датчиком DHT11/DHT22.
- Adafruit_BMP280.h для роботи з датчиком BMP280.
- BH1750.h для роботи з датчиком BH1750.
- Wire.h для підтримки протоколу I2C.
- Adafruit_SSD1306.h для роботи з OLED-дисплеєм.
- Adafruit_GFX.h базова графічна бібліотека.
- BlynkTimer для організації таймерів без затримок.

3.2. Структура програмного коду

Код організовано у вигляді стандартного Arduino-скетча з функціями setup() та loop(). Додатково оголошені функції для зчитування кожного датчика та функція для відправки даних в Blynk. Для регулярного опитування датчиків без delay() задіяний об'єкт BlynkTimer, оскільки функція delay() блокує Wi-Fi обробку і може спричинити відключення від Blynk.

3.3. Розробка коду

Спочатку в коді задаються параметри для підключення пристрою до платформи Blynk. Вони включають ідентифікатор шаблону, назву проєкту та токен автентифікації. Саме ці дані дозволяють серверу Blynk розпізнати пристрій і дозволити йому передавати дані у хмару.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ		
Розроб.		Васінський А.В.					
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						27	9
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

Лістинг 3.1 – Автентифікація Blynk

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL_XXXXXXXXXX"  
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Weather Station"  
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "AuthToken"
```

кінець лістингу 3.1

Далі підключаються бібліотеки, необхідні для роботи системи. Вони забезпечують підключення до Wi-Fi, роботу з платформою Blynk, а також взаємодію з датчиками температури, тиску, освітленості та OLED-дисплеєм. Окремо використовується бібліотека Wire для I2C-зв'язку.

Лістинг 3.2 – Підключення бібліотек

```
#include <ESP8266WiFi.h>  
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>  
#include <DHT.h>  
#include <Adafruit_BMP280.h>  
#include <BH1750.h>  
#include <Wire.h>  
#include <Adafruit_GFX.h>  
#include <Adafruit_SSD1306.h>
```

кінець лістингу 3.2

Після цього задаються дані для підключення до Wi-Fi мережі. Вони використовуються модулем ESP8266 для встановлення інтернет-з'єднання, необхідного для роботи Blynk Cloud.

Лістинг 3.3 – Параметри Wi-Fi

```
char ssid[] = "Wi-Fi_мережа";  
char pass[] = "Пароль";
```

кінець лістингу 3.3

Далі визначаються піни мікроконтролера, до яких підключені датчики. DHT11 використовується для вимірювання температури та вологості, цифровий пін призначений для датчика дощу, а аналоговий вхід для UV-датчика.

Лістинг 3.4 – Визначення пінів

```
#define DHTPIN 14  
#define DHTTYPE DHT11  
#define RAIN_PIN 12  
#define UV_PIN A0
```

кінець лістингу 3.4

Після цього створюються об'єкти для роботи з датчиками, таймером та OLED-дисплеєм. Вони забезпечують взаємодію програмного коду з фізичними пристроями та дозволяють організувати періодичне виконання функцій без затримок.

Лістинг 3.5 – Об'єкти датчиків

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
Adafruit_BMP280 bmp;
BH1750 lightMeter;
BlynkTimer timer;

#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
```

кінець лістингу 3.5

Далі оголошуються глобальні змінні, у яких зберігаються поточні значення всіх вимірних параметрів. Також використовується змінна для перемикавання сторінок OLED-дисплея та логічні прапорці для контролю сповіщень.

Лістинг 3.6 – Глобальні змінні для зберігання показників

```
float temperature, humidity, pressure, light, uvVoltage, uvIndex = 0.0;
bool isRaining = false;
bool rainAlertSent = false;
bool uvAlertSent = false;
bool tempHighAlertSent = false;
bool tempLowAlertSent = false;
int oledPage = 0;
```

кінець лістингу 3.6

Функція readDHT() виконує зчитування температури та вологості з датчика DHT11. Отримані значення перевіряються на коректність, і лише після цього записуються у змінні.

Лістинг 3.7 – DHT11

```
void readDHT() {
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    if (!isnan(h) && !isnan(t)) {
        humidity = h;
        temperature = t;
    }
}
```

кінець лістингу 3.7

Функція readBMP() зчитує атмосферний тиск із датчика BMP280. Отримане значення переводиться з Паскалів у гектопаскалі для більш зручного відображення.

Лістинг 3.8 – BMP280

```
void readBMP() {
    float p = bmp.readPressure();
    if (!isnan(p))
        pressure = p / 100.0F;
}
```

кінець лістингу 3.8

Функція readBH1750() вимірює рівень освітленості у люксах і записує його у змінну light.

Лістинг 3.9 – BH1750

```
void readBH1750() {
    float l = lightMeter.readLightLevel();
    if (!isnan(l) && l >= 0)
        light = l;
}
```

кінець лістингу 3.9

Функція readRain() визначає наявність дощу шляхом зчитування цифрового сигналу з датчика. Якщо на вході LOW, це означає наявність опадів.

Лістинг 3.10 – YL-83

```
void readRain() {
    isRaining = (digitalRead(RAIN_PIN) == LOW);
}
```

кінець лістингу 3.10

Функція readUV() зчитує аналогове значення з UV-датчика, переводить його у напругу та обчислює умовний UV-індекс. Якщо результат від'ємний, він обнуляється.

Лістинг 3.11 – GUVA-S12SD

```
void readUV() {
    int sensorValue = analogRead(UV_PIN);
    uvVoltage = sensorValue * (1.0 / 1023.0);
    uvIndex = uvVoltage * 10.0;

    if (uvIndex < 0)
        uvIndex = 0;
}
```

кінець лістингу 3.11

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функція `taskReadSensors()` викликає всі функції зчитування датчиків послідовно та оновлює всі виміряні значення. Після цього, якщо Blynk підключений, виконується перевірка умов для сповіщень.

Лістинг 3.12 – Зчитування датчиків

```
void taskReadSensors() {
    readDHT();
    readBMP();
    readBH1750();
    readRain();
    readUV();

    if (Blynk.connected()) {
        checkAlerts();
    }
}
```

кінець лістингу 3.12

Функція `taskSendBlynk()` відповідає за передачу даних у Blynk Cloud. Кожен параметр надсилається у відповідний віртуальний пін.

Лістинг 3.13 – Передача даних у Blynk

```
void taskSendBlynk() {
    if (Blynk.connected()) {
        Blynk.virtualWrite(V0, temperature);
        Blynk.virtualWrite(V1, humidity);
        Blynk.virtualWrite(V2, pressure);
        Blynk.virtualWrite(V3, light);
        Blynk.virtualWrite(V4, isRaining ? "YES" : "NO");
        Blynk.virtualWrite(V5, uvIndex);

        yield();
    }
}
```

кінець лістингу 3.13

Функція `taskOLED()` відповідає за відображення даних на OLED-дисплеї. Інформація розділена на три сторінки, які змінюються циклічно. На першій сторінці показуються температура і вологість, на другій – тиск і освітленість, на третій – інформація про дощ і UV-індекс. Це дозволяє компактно відображати всі параметри.

```

void taskOLED() {
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setTextSize(1);

    if (oledPage == 0) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 1");
        display.setCursor(0, 24);
        display.print("T: ");
        display.print(temperature, 1);
        display.print(" C");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("H: ");
        display.print(humidity, 1);
        display.print(" %");
    }

    if (oledPage == 1) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 2");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("P: ");
        display.print(pressure, 1);
        display.print(" hPa");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("Light: ");
        display.print(light, 0);
        display.print(" lx");
    }

    if (oledPage == 2) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 3");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("Rain: ");
        display.print(isRaining ? "YES" : "NO");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("UV: ");
        display.print(uvIndex, 1);
    }
    display.display();
    oledPage = (oledPage + 1) % 3;
}

```

кінець лістингу 3.14

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Функція checkAlerts() перевіряє критичні умови і надсилає події в Blynk лише один раз, використовуючи прапорці для запобігання дублюванню.

Лістинг 3.15 – Перевірка критичних умов

```
void checkAlerts() {
  if (isRaining && !rainAlertSent) {
    Blynk.logEvent("rain_start", "Почався дощ!");
    rainAlertSent = true;
  }

  if (!isRaining) {
    rainAlertSent = false;
  }

  if (uvIndex >= 6.0 && !uvAlertSent) {
    Blynk.logEvent("uv_high", "Високий рівень УФ!");
    uvAlertSent = true;
  }

  if (uvIndex < 5.0) {
    uvAlertSent = false;
  }

  if (temperature >= 30.0 && !tempHighAlertSent) {
    Blynk.logEvent("temp_high", "Температура вища за 30C!");
    tempHighAlertSent = true;
  }

  if (temperature < 29.0) {
    tempHighAlertSent = false;
  }

  if (temperature <= -10.0 && !tempLowAlertSent) {
    Blynk.logEvent("temp_low", "Температура нижча за -10C!");
    tempLowAlertSent = true;
  }

  if (temperature > -8.0) {
    tempLowAlertSent = false;
  }
}
```

кінець лістингу 3.15

Функція connectWiFi() перевіряє стан підключення до Wi-Fi та при необхідності виконує повторне з'єднання.

Лістинг 3.16 – Перевірка підключення до Wi-Fi

```
void connectWiFi() {  
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) return;  
    WiFi.disconnect();  
    WiFi.begin(ssid, pass);  
    int timeout = 0;  
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && timeout < 20) {  
        delay(500);  
        yield();  
        timeout++;  
    }  
}
```

кінець лістингу 3.16

Функція setup() виконується один раз після запуску пристрою. Вона ініціалізує всі датчики, дисплей, Wi-Fi та Blynk, а також запускає таймери для періодичного збору та передачі даних.

Лістинг 3.17 – Ініціалізація

```
void setup() {  
    Serial.begin(115200);  
    pinMode(RAIN_PIN, INPUT);  
    Wire.begin(4, 5);  
    Wire.setClock(100000);  
    dht.begin();  
    bmp.begin(0x77);  
    lightMeter.begin();  
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);  
    display.clearDisplay();  
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);  
    display.setTextSize(1);  
    display.setCursor(25, 25);  
    display.print("Connecting...");  
    display.display();  
    delay(2000);  
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);  
    display.clearDisplay();  
    display.setCursor(50, 25);  
    display.print("Ready!");  
    display.display();  
    timer.setInterval(5000L, taskReadSensors);  
    timer.setInterval(8000L, taskSendBlynk);  
    timer.setInterval(5000L, taskOLED);  
    timer.setInterval(10000L, connectWiFi);  
}
```

кінець лістингу 3.17

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Функція loop() забезпечує безперервну роботу системи. У ній підтримується зв'язок із Blynk та виконується планувальник задач.

Лістинг 3.18 – Головний цикл

```
void loop() {  
  Blynk.run();  
  timer.run();  
}
```

кінець лістингу 3.18

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ

4.1. Збірка пристрою

Збірку пристрою виконано на макетній платі. Такий підхід дозволяє швидко змінювати схему без паяння. Перед монтажем усі компоненти перевірено окремо. Кожен датчик підключався і тестувався індивідуально, щоб переконатися в його справності.

Порядок збірки:

1. Підключити живлення до NodeMCU (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Підключення живлення до NodeMCU.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ		
Розроб.		Васінський А.В.					
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.			ЛНУ Кафедра ІТС, Гр.4КІ		
					Лім.	Арк.	Акрушів
						36	12

2. Підключити шину живлення. Від пінів 3V3 та GND NodeMCU провести дроти до відповідних шин «+» та «-» макетної плати. Підключити OLED SSD1306. VCC до 3.3 В, GND до GND, SCL до D1, SDA до D2 (рис. 4.2).

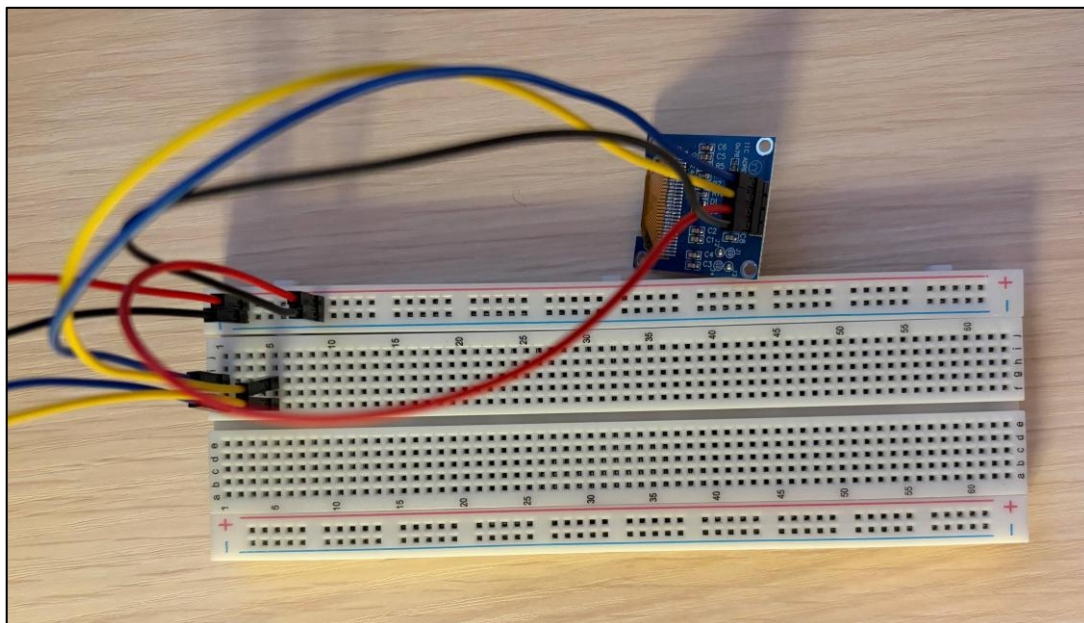


Рис. 4.2. Підключення OLED SSD1306.

3. Підключити BH1750. VCC до 3.3 В, GND до GND, SCL до D1, SDA до D2 (рис. 4.3).

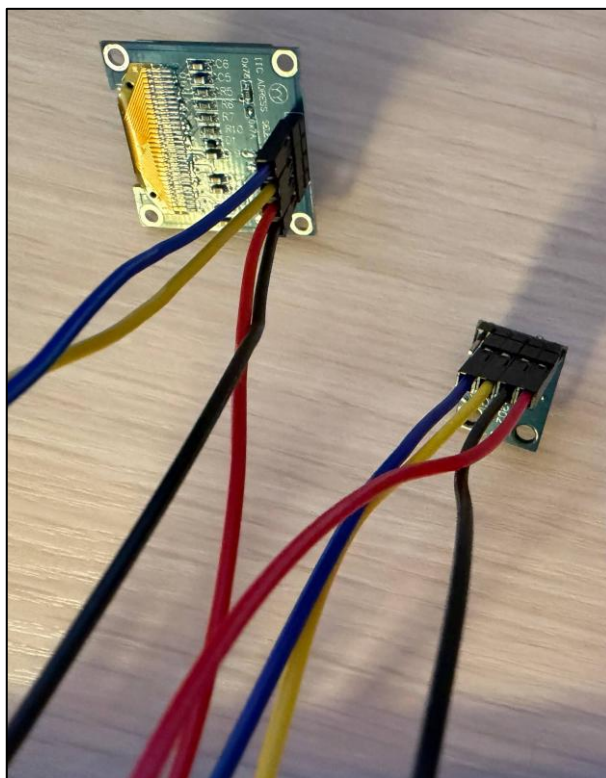


Рис. 4.3. Підключення BH1750.

4. Підключити BMP280. VCC до 3.3 В, GND до GND, SCL до D1, SDA до D2. Усі три I2C-пристрої підключені паралельно на одній шині (рис. 4.4).

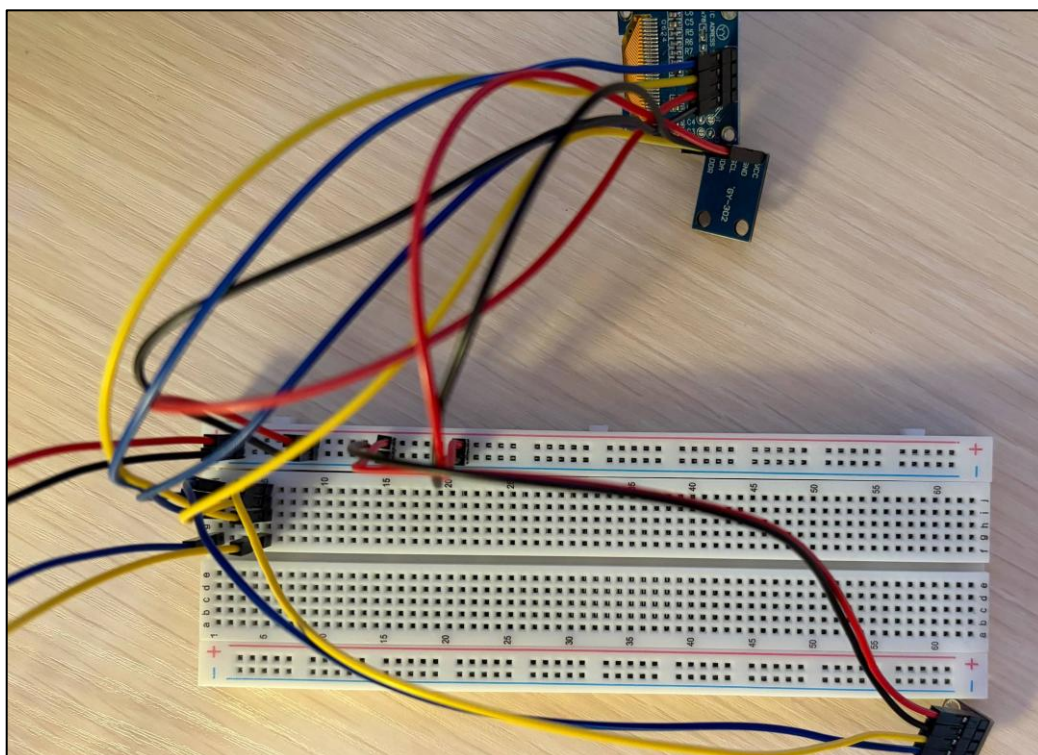


Рис. 4.4. Підключення BMP280.

5. Підключити UV-датчик. VCC до 3.3 В, GND до GND, OUT до A0 (рис. 4.5).

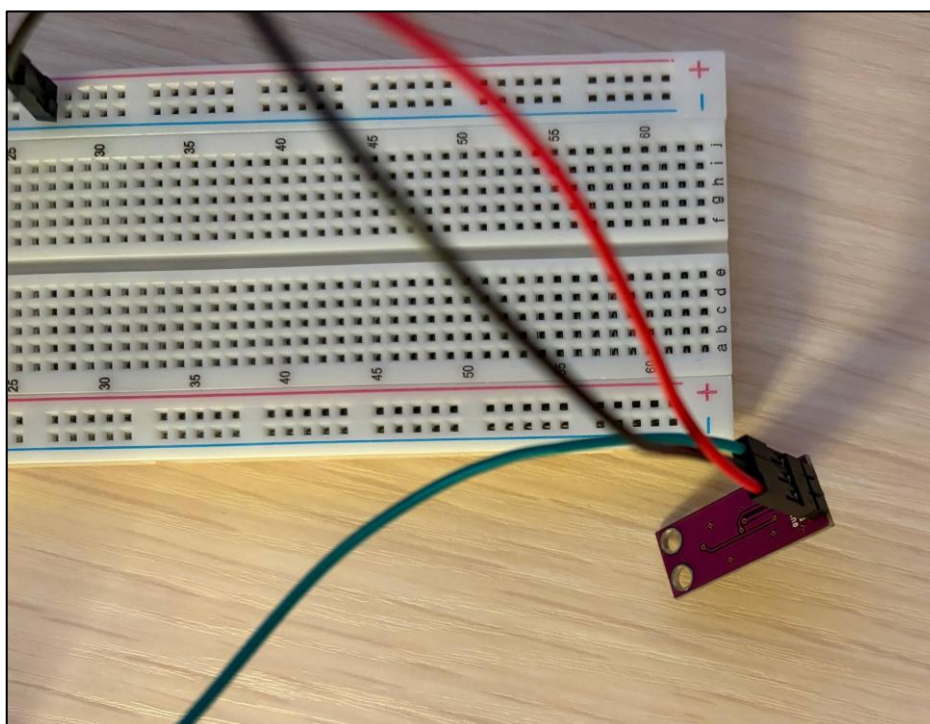


Рис. 4.5. Підключення GUVVA-S12SD.

6. Підключити DHT11. VCC до 3.3 В, GND до GND, DATA до D5 (рис. 4.6).

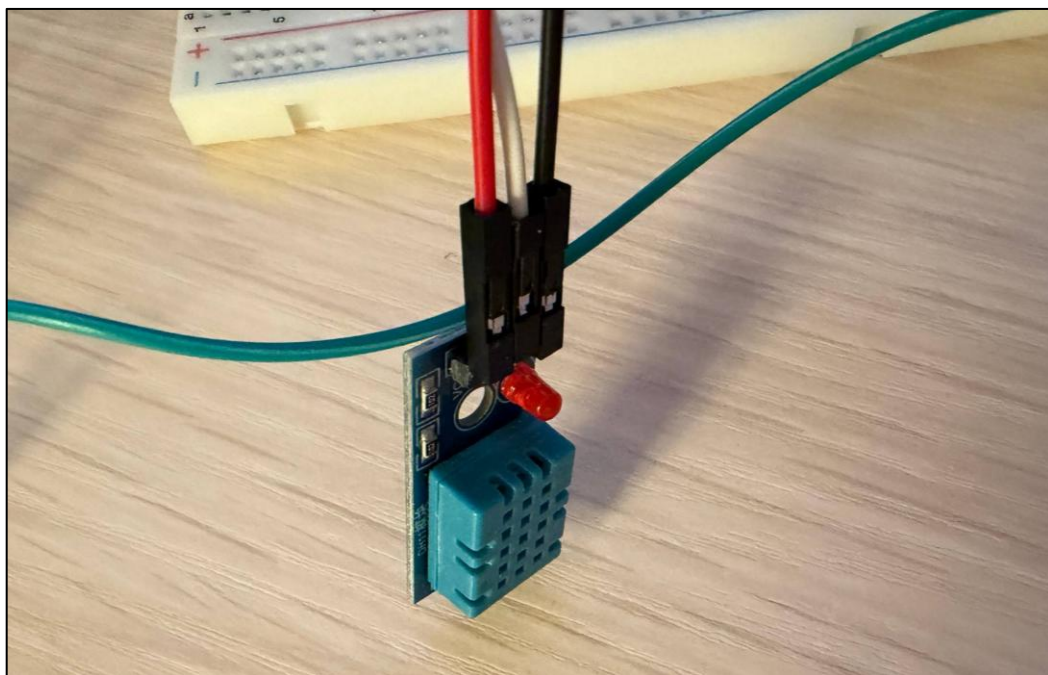


Рис. 4.6. Підключення DHT11.

7. Підключити датчик дощу. VCC до 3.3 В, GND до GND, D0 до D6 (рис. 4.7).

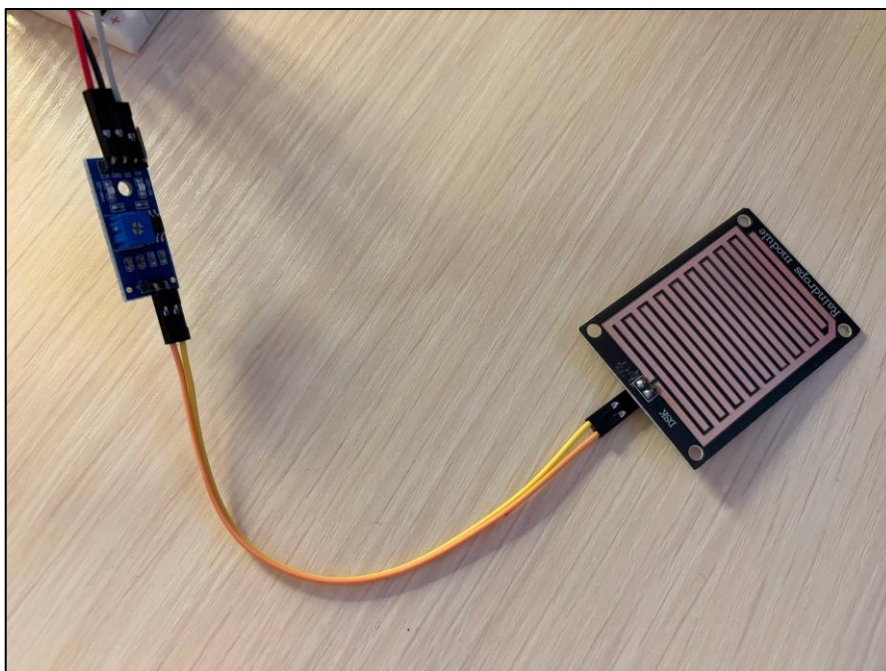


Рис. 4.7. Підключення YL-83.

Після збірки перед завантаженням коду потрібно переконатися у відсутності короткого замикання та правильності з'єднань.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.2. Завантаження коду та початкове налагодження

Перед завантаженням скетча в Arduino IDE виконано налаштування. Обрано плату «NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)», вибрано відповідний COM-порт, швидкість порту встановлено 115200 бод. Усі необхідні бібліотеки встановлено через менеджер бібліотек Arduino IDE (рис. 4.8–4.10).

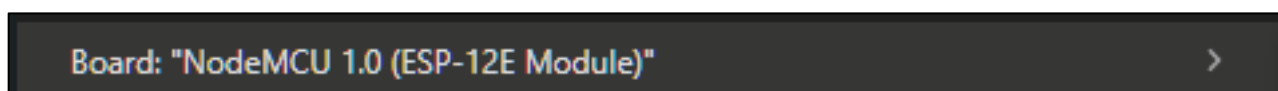
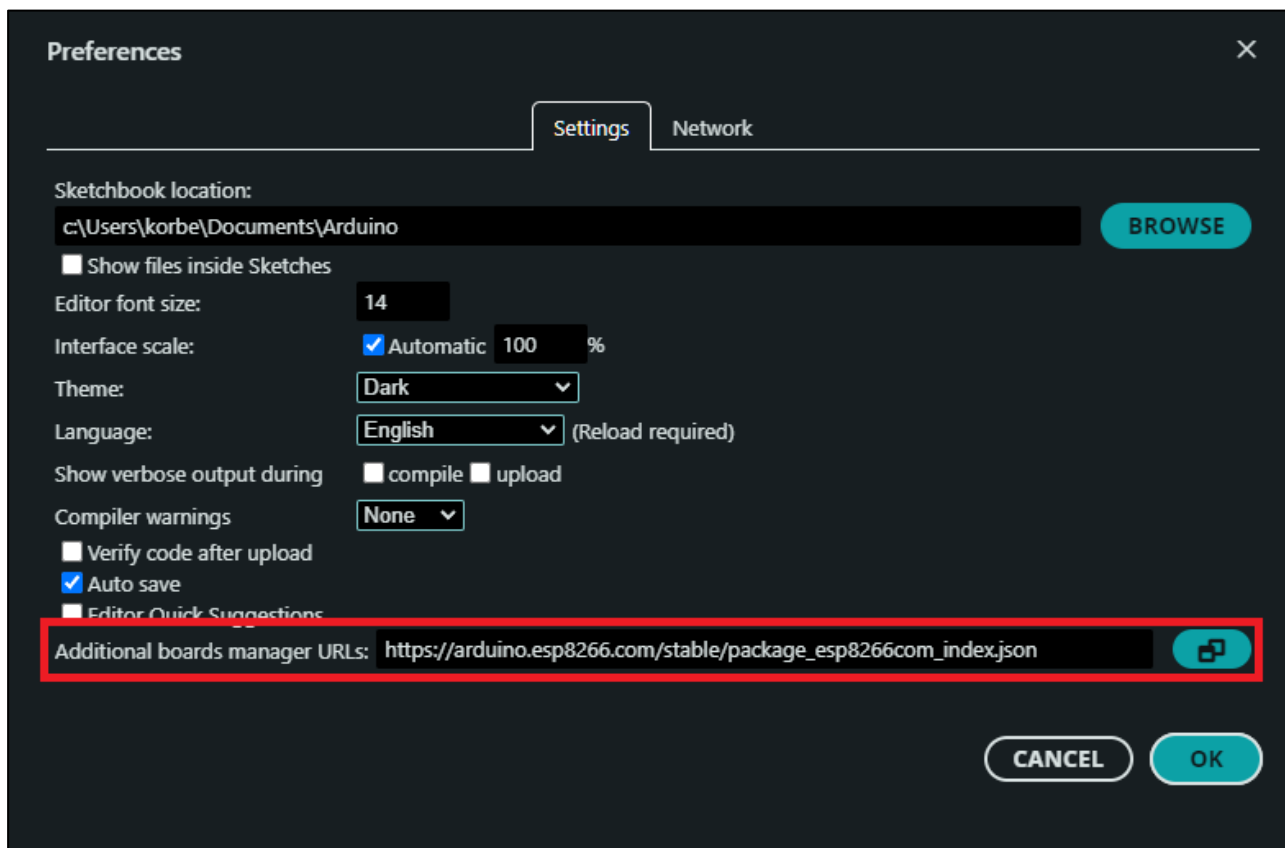


Рис. 4.8. Встановлення і вибір плати.



Рис. 4.9. Вибір COM-порту.

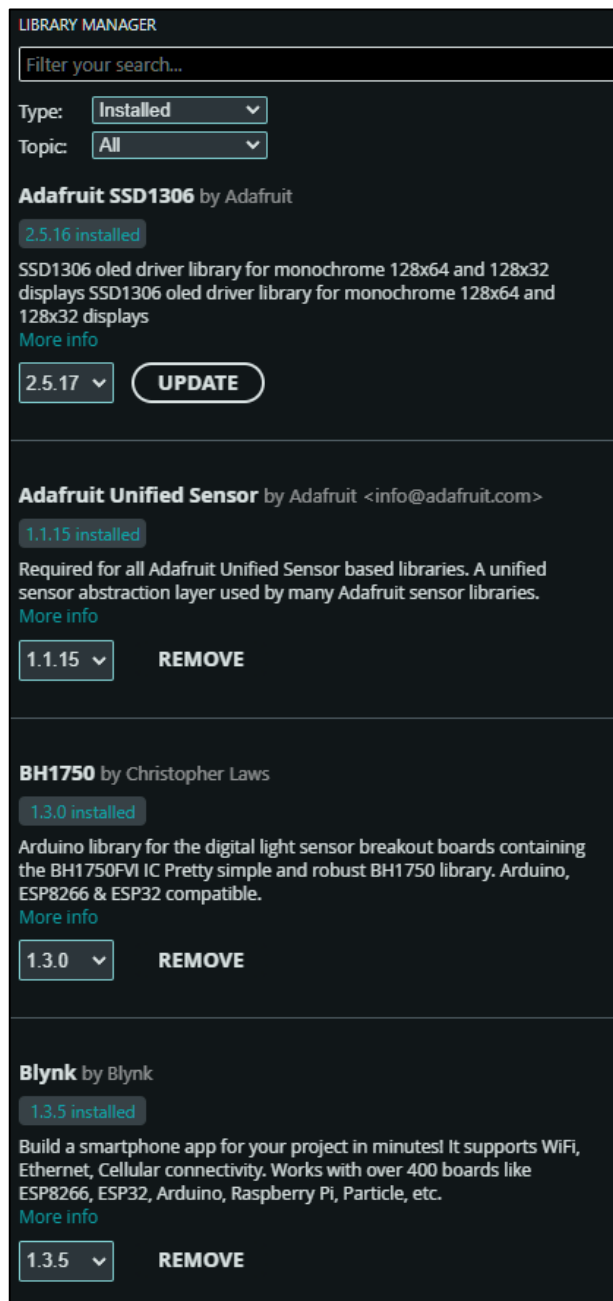


Рис. 4.10. Встановлені бібліотеки.

4.3. Тестування показників датчиків

Після запуску системи було проведено тестування роботи кожного датчика. Показники перевірялися порівнянням з еталонами або аналізом очікуваної поведінки (табл. 4.1).

DHT11 показував стабільні значення. При порівнянні з побутовим термометром відхилення склало близько 1-2°C, що вкладається в задокументовану похибку. Вологість порівнювалась з побутовим гігрометром. Відхилення склали 3-4%, що також відповідає похибці. Дані оновлювалися раз на 5 секунд відповідно до специфікації датчика (рис. 4.11).

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.11. Показники температури і вологості.

BMP280 показував стабільні значення тиску. Показники порівнювались з даними на сайтах погоди і УкрГМЦ. Відхилення не перевищило 0.5 гПа, що підтверджує заявлену точність датчика після заводського калібрування [21].

ВН1750 при закритті долонею видавав значення 0-5 лк, при кімнатному освітленні показувало 150-600 лк, біля вікна в ясну погоду – 8000-25000 лк. Реакція на зміну освітлення була миттєвою (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Показники тиску і освітленості.

Для датчика дощу тестування проводилось нанесенням крапель води на чутливу пластину. Цифровий вихід D0 переходив у LOW після потрапляння першої краплі. Після висихання пластини повертався у HIGH.

В умовах кімнатного освітлення GUVA-S12SD показував UV-індекс 0.0-0.3. На вулиці зафіксовано UV-індекс 1.5 (рис. 4.13).



Рис. 4.13. Показники дощу і UV-індексу.

Таблиця 4.1

Результати тестування датчиків

Датчик	Показ системи	Еталон / очікування	Відхилення
DHT11, темп.	27.6°C	26°C	+1.6°C
DHT11, волог.	36%	33%	+3%
BMP280, тиск	1004.3 гПа	1004 гПа	+0.3 гПа
BH1750, освітл.	9828 лк	~ 9580 лк	~2.5%
YL-83, дощ	LOW, дощ	Є краплі на пластині	Коректно
GUVA-S12SD, UV	1.5	1-2	Коректно

4.4. Тестування передачі даних через Blynk

Після успішного налаштування Blynk Console і підключення пристрою до Blynk Cloud у мобільному додатку налаштовано дашборд. Додано віджети Gauge для температури, вологості та тиску і Labeled Value для освітленості, дощу та UV-індексу (рис. 4.14–4.15).

meteostation									
Datastreams									
Search datastream...									
All 6	Integer	Double	String	Enum	Location	Digital	Analog		
☐	Pin	Name	Data Type	Min	Max	Default	Units	Use in Automations	
	V0	Temperature	Double	-40	80	0	°C	None	
	V1	Humidity	Double	0	100	0	%	None	
	V2	Pressure	Integer	300	1100	0	hPa	None	
	V3	Light	Integer	0	65535	0	lx	None	
	V4	Rain	String			NO	-	None	
	V5	UV Index	Double	0	11	0	-	None	

Рис. 4.14. Налаштування Blynk Console.



Рис. 4.15. Налаштування Dashboard.

Дані на смартфоні оновлювалися із затримкою 8 секунд відносно реального моменту вимірювання. З'єднання залишалося стабільним під час тестового сеансу тривалістю 3 години. При штучному відключенні Wi-Fi ESP8266 самостійно перепідключався без перезавантаження після відновлення мережі.

Окрім відображення поточних показників, у системі реалізовані push-сповіщення. Для цього в Blynk Console були створені події, що генеруються при настанні певних умов. Під час тестування перевірено надсилання повідомлень про початок дощу, перевищення допустимого рівня ультрафіолетового випромінювання, підвищення температури понад 30°C та зниження температури нижче -10 °C (рис. 4.16–4.17).

ID	Name	Code	Color	Type	Notifications	Description	Expose to Automations	Actions
4	Rain Started	rain_start	Blue	Info	Enabled	Починається дощ.	CONDITION ON	ACTION ON
5	High UV Level	uv_high	Purple	Info	Enabled	Високий рівень УФ.	CONDITION ON	ACTION ON
6	High Temperature	temp_high	Yellow	Info	Enabled	Температура вища за 30°C.	CONDITION ON	ACTION ON
7	Low Temperature	temp_low	Teal	Info	Disabled	Температура нижча за -10°C.	CONDITION ON	ACTION ON

Рис. 4.16. Налаштування сповіщень у Blynk Console.

Rain Started

General Notifications Settings Expose to Automations

EVENT NAME: Rain Started EVENT CODE: rain_start

TYPE: Info Warning Critical Content

DESCRIPTION (OPTIONAL): Починається дощ.

Cancel Save

Add New Event

General Notifications Settings Expose to Automations

☒ Enable notifications

Default recipients: Users can set up the notification preferences by going to the Device > Notifications & Events > Notification Settings in Console, or they can also disable them from the Left sidebar > Settings in the mobile app.

E-MAIL TO: Select contact

PUSH NOTIFICATIONS TO: Device Owner

SMS TO: Select contact

Settings

☐ Enable notifications management

☐ Deliver push notifications as alerts

Cancel Create

Рис. 4.17. Налаштування події у Blynk Console.

Сповіщення успішно надходили на смартфон користувача в режимі реального часу. Для запобігання повторному надсиланню однакових повідомлень використано програмні прапорці, що дозволяють відправляти сповіщення лише при першому виникненні відповідної події. Після повернення параметрів до нормальних значень система автоматично готується до повторного сповіщення у разі нового перевищення встановлених порогів (рис. 4.18).

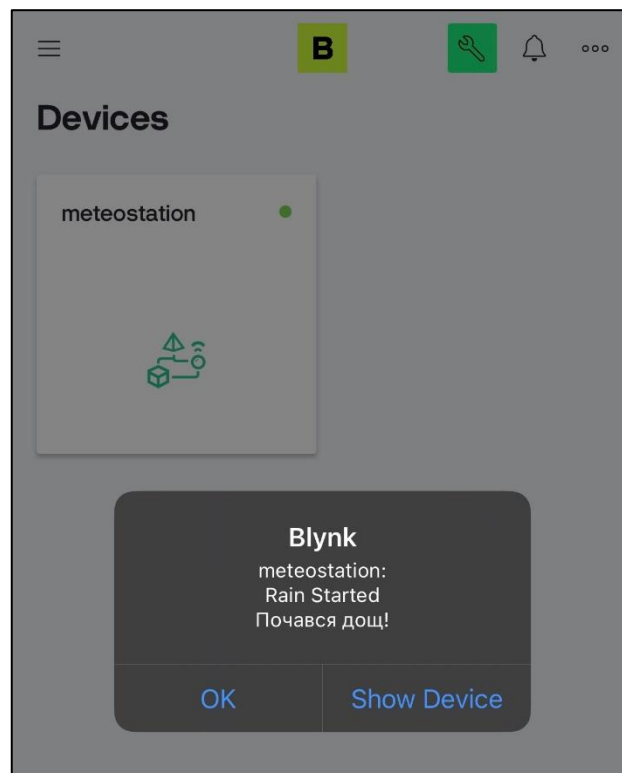


Рис. 4.18. Отримання сповіщення про початок дощу.

4.5. Аналіз результатів та виявлені недоліки

Загалом система успішно виконує всі поставлені функціональні вимоги. Усі датчики працюють стабільно, дані коректно відображаються на OLED-дисплеї та передаються на смартфон через Blynk. Проте в ході тестування виявлено ряд недоліків, які варто врахувати при подальшому розвитку проєкту.

Виявлені недоліки:

1. DHT11 – обмежений діапазон вимірювань робить його непридатним для вуличного застосування в умовах морозу або високої вологості. Для реального вуличного використання рекомендується заміна на DHT22 або BME280.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

2. Датчик дощу чутливий до конденсату. При підвищеній вологості без реального дощу спостерігалися поодинокі хибні спрацювання. Потрібно додати програмний фільтр. Вважати дощем лише тривалий сигнал LOW.

3. UV-датчик показує реальні значення лише на вулиці при прямому сонячному світлі. Через скло UV-випромінювання майже повністю поглинається, тому розміщення датчика в приміщенні біля вікна не дає коректних результатів.

4. Єдиний аналоговий вхід A0 ESP8266 обмежує кількість аналогових датчиків. При необхідності додати ще один аналоговий датчик потрібен мультиплексор або перехід на ESP32.

5. Відсутній захисний корпус. Для вуличного застосування необхідний вологозахисний корпус з вентиляційними отворами для датчиків температури та вологості.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

ВИСНОВКИ

У результаті розроблено функціональну метеостанцію на базі мікроконтролера ESP8266, що здійснює вимірювання ключових метеорологічних параметрів навколишнього середовища з локальним відображенням на OLED-дисплеї та бездротовою передачею даних на смартфон через платформу Blynk. Поставлена мета роботи досягнута повністю. Розроблений пристрій успішно пройшов усі етапи проєктування, програмної реалізації та практичного тестування.

У першому розділі було проведено аналіз принципів роботи метеостанцій та основних метеорологічних параметрів, що підлягають вимірюванню. Здійснено огляд існуючих рішень IoT-метеостанцій, що дозволило виявити переваги вибраного підходу.

Було детально розглянуто технічні характеристики мікроконтролера ESP8266, який було обрано завдяки вбудованому Wi-Fi-модулю, підтримці Arduino IDE та низькій вартості.

У другому розділі було сформульовано функціональні та нефункціональні технічні вимоги, а також обрано апаратні компоненти. Розроблено принципову схему підключення всіх компонентів до ESP8266 з живленням від автономного батарейного відсіку 6×AA через понижуючий перетворювач HW-318.

Програмне забезпечення мікроконтролера було розроблене в середовищі Arduino IDE з використанням відповідних бібліотек для кожного датчика та інтеграцією з платформою Blynk. Програма виконує циклічне зчитування показників усіх датчиків із заданим інтервалом, відображення даних на OLED-дисплеї з почерговою зміною сторінок, а також надсилання значень до хмарного сервісу Blynk. Було реалізовано механізм автоматичного перепідключення до мережі Wi-Fi та хмарного сервісу при втраті зв'язку без необхідності перезавантаження пристрою.

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб.		Васінський А.В.					
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						48	2
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

Додатково було запроваджено систему push-сповіщень на смартфон користувача при виникненні критичних метеорологічних подій. Щоб запобігти повторному надсиланню однакових сповіщень застосовано програмні прапорці стану.

На етапі реалізації та тестування було здійснено збірку пристрою відповідно до розробленої схеми, завантажено та налагоджено програмне забезпечення. Проведено перевірку роботи кожного датчика шляхом порівняння отриманих показників з еталонними значеннями і прогнозованою поведінкою. Результати тестування підтвердили відповідність точності вимірювань. Датчики дощу та UV-індексу продемонстрували коректну якісну реакцію на вимірювані явища. З'єднання залишалося стабільним протягом тривалого тестового сеансу.

Також було виявлено ряд обмежень реалізації, але незважаючи на це система виконує всі поставлені вимоги. Розроблений пристрій показує ефективність застосування мікроконтролерів ESP8266 для побудови компактних IoT-рішень у сфері моніторингу навколишнього середовища.

Перспективами подальшого розвитку проєкту є перехід на більш точні та широкодіапазонні датчики DHT22 або BME280, перехід на платформу ESP32 для отримання більшої кількості аналогових входів та підвищеної обчислювальної потужності, розробка вологозахищеного корпусу для організації вуличного застосування, додавання функції локального збереження вимірювань на SD-карту для формування журналу спостережень без залежності від інтернету, інтеграція із системами «розумного дому» для автоматизації управління кліматичним обладнанням на основі показань датчиків.

Отже, виконана робота підтвердила можливість створення повністю робочої, доступної за вартістю та простої у відтворенні системи моніторингу мікроклімату на базі доступних компонентів. Результати свідчать про достатній рівень технічних характеристик розробленої метеостанції для побутового та навчального застосування, а досвід проєктування IoT-системи може бути використаний у подальших розробках більш складних пристроїв.

СПИСОК СИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке домашня метеостанція: як вона працює і чому вам варто її мати. *CleanAirLove*. URL: <https://cleanairlove.com/shcho-take-domashnia-meteostantsiia/>
2. Вибираємо метеостанцію: функції і принцип роботи. *RemHouse*. URL: <https://remhouse.info/5554-vybyraiemo-meteostantsiiu-funktsii-pryntsyp-roboty.html>
3. Огляд метеостанцій від команди SIMVOLT. *SIMVOLT*. URL: <https://simvolt.ua/ohliad-meteostantsii-vid-komandy-simvolt/>
4. Як атмосферний тиск впливає на зміну погоди? *KURKUL*. URL: <https://kurkul.com/blog/678-agroprognoz-yak-atmosferniy-tisk-vplivaye-na-zminu-pogodi>
5. Стежимо за УФ-індексом. *МОЗ*. URL: <https://phc.org.ua/news/stezhimo-za-uf-indeksom-de-zruchno-i-chomu-vazhlivo-ce-robiti>
6. Мікроконтролер ESP8266. *IT Master*. URL: <https://itmaster.biz.ua/directory/microcontrollers/esp8266.html>
7. ESP8266. *Espressif*. URL: https://documentation.espressif.com/esp8266-technical_reference_en.pdf
8. Чим корисний ESP8266? *Розумний довідник*. URL: <https://river.druzhba.cx.ua/ukraincyam/chim-korisniy-esp8266.html>
9. Kolban N. Kolban's Book on ESP8266. 2015. 309 p. URL: https://www.pcboard.ca/_documents/The-ESP8266-Book-September-2015.pdf
10. DHT11. *Electronicos Caldas*. URL: https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/DHT11_Aosong.pdf
11. BMP280. *Bosch Sensortec*. URL: <https://www.bosch-sensortec.com/media/boschsensortec/downloads/datasheets/bst-bmp280-ds001.pdf>
12. BH1750. *Mouser*. URL: <https://www.mouser.com/datasheet/2/348/bh1750fvi-e-186247.pdf>

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Васінський А.В.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Керівник		Донченко В.Ю.					
Реценз.		Козуб Ю.Г.					
Н. Контр.							
Зав. каф.		Семенов М.А.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						50	2
					ЛНУ		
					Кафедра ІТС, Гр.4КІ		

13. YL-83. *Newbiely*. URL: <https://newbiely.com/tutorials/esp8266/esp8266-rain-sensor>
14. GUVA-S12SD. *Adafruit*. URL: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/1918guva.pdf>
15. У чому різниця між OLED та LCD? *Senfil*. URL: <https://senfil.net/index.php?newsid=364>
16. OLED SSD1306. *Adafruit*. URL: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>
17. HC-05. *Components101*. URL: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf
18. HC-06. *Components101*. URL: <https://components101.com/wireless/hc-06-bluetooth-module-pinout-datasheet>
19. Low-code IoT platform. *Blynk*. URL: <https://www.blynk.io/>
20. Blynk Documentation. *Blynk*. URL: <https://docs.blynk.io/en/>
21. Український гідрометеорологічний центр. *УкрГМЦ*. URL: <https://www.meteo.gov.ua/>

ДОДАТОК А

Лістинг А.1 – Повний код програми

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL_XXXXXXXXXX"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "meteostation"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "AuthToken"

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
#include <DHT.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>
#include <BH1750.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

char ssid[] = "Wi-Fi_мережа";
char pass[] = "Пароль";

#define DHTPIN 14
#define DHTTYPE DHT11
#define RAIN_PIN 12
#define UV_PIN A0

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
Adafruit_BMP280 bmp;
BH1750 lightMeter;
BlynkTimer timer;

#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

float temperature, humidity, pressure, light, uvVoltage, uvIndex = 0.0;

bool isRaining = false;
bool rainAlertSent = false;
bool uvAlertSent = false;
bool tempHighAlertSent = false;
bool tempLowAlertSent = false;

int oledPage = 0;
```

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК А	Лім.		Арк.	Акрушів
Розроб.		Васінський А.В.						52	6
Керівник		Донченко В.Ю.				ЛНУ			
Реценз.		Козуб Ю.Г.				Кафедра ІТС, Гр.4КІ			
Н. Контр.									
Зав. каф.		Семенов М.А.							

```

void readDHT() {
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    if (!isnan(h) && !isnan(t)) {
        humidity = h;
        temperature = t;
    }
}

void readBMP() {
    float p = bmp.readPressure();
    if (!isnan(p))
        pressure = p / 100.0F;
}

void readBH1750() {
    float l = lightMeter.readLightLevel();
    if (!isnan(l) && l >= 0)
        light = l;
}

void readRain() {
    isRaining = (digitalRead(RAIN_PIN) == LOW);
}

void readUV() {
    int sensorValue = analogRead(UV_PIN);

    uvVoltage = sensorValue * (1.0 / 1023.0);
    uvIndex = uvVoltage * 10.0;

    if (uvIndex < 0)
        uvIndex = 0;
}

void taskReadSensors() {
    readDHT();
    readBMP();
    readBH1750();
    readRain();
    readUV();

    if (Blynk.connected()) {
        checkAlerts();
    }
}

```

```

void taskSendBlynk() {
    if (Blynk.connected()) {
        Blynk.virtualWrite(V0, temperature);
        Blynk.virtualWrite(V1, humidity);
        Blynk.virtualWrite(V2, pressure);
        Blynk.virtualWrite(V3, light);
        Blynk.virtualWrite(V4, isRaining ? "YES" : "NO");
        Blynk.virtualWrite(V5, uvIndex);
        yield();
    }
}

void taskOLED() {
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setTextSize(1);

    if (oledPage == 0) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 1");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("T: ");
        display.print(temperature, 1);
        display.print(" C");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("H: ");
        display.print(humidity, 1);
        display.print(" %");
    }

    if (oledPage == 1) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 2");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("P: ");
        display.print(pressure, 1);
        display.print(" hPa");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("Light: ");
        display.print(light, 0);
        display.print(" lx");
    }
}

```

```

void taskSendBlynk() {
    if (Blynk.connected()) {
        Blynk.virtualWrite(V0, temperature);
        Blynk.virtualWrite(V1, humidity);
        Blynk.virtualWrite(V2, pressure);
        Blynk.virtualWrite(V3, light);
        Blynk.virtualWrite(V4, isRaining ? "YES" : "NO");
        Blynk.virtualWrite(V5, uvIndex);
        yield();
    }
}

void taskOLED() {
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setTextSize(1);

    if (oledPage == 0) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 1");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("T: ");
        display.print(temperature, 1);
        display.print(" C");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("H: ");
        display.print(humidity, 1);
        display.print(" %");
    }

    if (oledPage == 1) {
        display.setCursor(50, 0);
        display.print("PAGE 2");

        display.setCursor(0, 24);
        display.print("P: ");
        display.print(pressure, 1);
        display.print(" hPa");

        display.setCursor(0, 42);
        display.print("Light: ");
        display.print(light, 0);
        display.print(" lx");
    }

    if (temperature < 29.0) {
        tempHighAlertSent = false;
    }
}

```

```

if (temperature <= -10.0 && !tempLowAlertSent) {
    Blynk.logEvent("temp_low", "Температура нижча за -10C!");
    tempLowAlertSent = true;
}

if (temperature > -8.0) {
    tempLowAlertSent = false;
}
}

void connectWiFi() {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) return;

    WiFi.disconnect();
    WiFi.begin(ssid, pass);

    int timeout = 0;
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && timeout < 20) {
        delay(500);
        yield();
        timeout++;
    }
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);

    pinMode(RAIN_PIN, INPUT);

    Wire.begin(4, 5);
    Wire.setClock(100000);

    dht.begin();

    bmp.begin(0x77);

    lightMeter.begin();

    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
    display.clearDisplay();
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setTextSize(1);
    display.setCursor(25, 25);
    display.print("Connecting...");
    display.display();

    delay(2000);

    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}

```

```

display.clearDisplay();
display.setCursor(50, 25);
display.print("Ready!");
display.display();

timer.setInterval(5000L, taskReadSensors);
timer.setInterval(8000L, taskSendBlynk);
timer.setInterval(5000L, taskOLED);
timer.setInterval(10000L, connectWiFi);
}

void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}

```

кінець лістингу А.1

					ІТС.4КІ.0126.03-ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57