

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи та засоби побудови системи моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СІМ-61
спеціальності _____

123 «Комп'ютерна інженерія»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Оконський М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лупенко С.А.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Тихо С.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Осухівська Г.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«___» _____ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Оконському Михайлу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи та засоби побудови системи моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT

Керівник роботи Лупенко Сергій Анатолійович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «28» жовтня 2021 року № 4/7-916

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи принцип функціонування систем на базі технології Інтернету речей, технічні характеристики сенсорів для вимірювання метеорологічних параметрів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз досліджень у сфері проектування систем моніторингу метеорологічних параметрів. 2. Побудова апаратної частини системи моніторингу метеорологічних параметрів. 3. Реалізація програмного забезпечення системи метеорологічних параметрів. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки.

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

1. Тема та актуальність кваліфікаційної роботи магістра.

2. Мета, задачі дослідження.

3. Наукова новизна, об'єкт та предмет дослідження кваліфікаційної роботи.

4. Функціональна схема системи для моніторингу метеорологічних параметрів.

5. Структурна схема блока моніторингу метеорологічних параметрів.

6. Схема електрична принципова блока для моніторингу метеорологічних параметрів.

7. Структура програмного забезпечення для блока моніторингу метеорологічних параметрів.

8. Блок-схема алгоритму роботи програми для блока моніторингу метеорологічних параметрів

9. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Осухівська Г.М., зав. каф. КС</i>		
	<i>Стадник І.Я., проф. каф. ОХ</i>		

7. Дата видачі завдання 28 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз досліджень у сфері проектування систем моніторингу метеорологічних параметрів</i>	28.09.2021 - 11.10.2021	<i>виконано</i>
2	<i>Побудова апаратної частини системи моніторингу метеорологічних параметрів</i>	12.10.2021 - 26.10.2021	<i>виконано</i>
3	<i>Реалізація програмного забезпечення системи моніторингу метеорологічних параметрів</i>	27.10.2021 - 19.11.2021	<i>виконано</i>
4	<i>Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	20.12.2021 - 02.12.2021	<i>виконано</i>
5	<i>Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу</i>	03.12.2021 - 13.12.2021	<i>виконано</i>
6	<i>Попередній захист кваліфікаційної роботи магістра</i>	15.12.2021	<i>виконано</i>
7	<i>Захист кваліфікаційної роботи магістра</i>	22.12.2021	

Студент

(підпис)

Оконський М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лупенко С. А.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Методи та засоби побудови системи моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT // Кваліфікаційна робота магістра // Оконський Михайло Вікторович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІм-61 // Тернопіль, 2021 // с. – 73, рис. – 43, табл. – 2, аркушів А1 – 8, додат. – 1, бібліогр. – 28.

Ключові слова: метеорологічні параметри, давач, система моніторингу, інтернет речей, мікроконтролер.

Кваліфікаційна робота присвячена питанню розроблення програмно-апаратних засобів для побудови інформаційно-вимірювальної системи дистанційного діагностування, моніторингу та контролю метеорологічних параметрів у режимі реального часу.

Синтезовано структурно-функціональну схему комп'ютеризованої системи для моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища. Здійснено розробку структурної схеми керуючого модуля для моніторингу метеорологічних параметрів і спроектовано його електричну принципову схему. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для керуючого модуля інформаційно-вимірювальної системи моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Впровадження розробленої інформаційно-вимірювальної системи дозволить в режимі реального часу здійснювати моніторинг метеорологічних параметрів довкілля, що дасть змогу підвищити якість гідрометеорологічного обслуговування.

ANNOTATION

Methods and means of developing meteorological parameters monitoring system based on IoT // Master diploma thesis // Okonskyi Mykhailo Viktorovych // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Systems and Networks, group CIm-61 // Ternopil, 2021 // p. – 73, fig. – 43, tabl. – 2, sheets A1 – 8, addit. – 1, bibliography – 28.

Keywords: meteorological parameters, sensor, monitoring system, Internet of Things, microcontroller.

Qualification work is devoted to the development of software and hardware for the construction of information and measurement system for remote diagnosis, monitoring and control of meteorological parameters in real time.

The structural-functional scheme of the computerized system for monitoring of meteorological parameters of the environment is synthesized. The structural scheme of the control module for monitoring meteorological parameters has been developed and its electrical schematic diagram has been designed. Algorithmic and software for the control module of the information-measuring system for monitoring meteorological parameters of the environment have been developed.

The implementation of the developed information and measuring system will allow real-time monitoring of meteorological parameters of the environment, which will improve the quality of hydrometeorological services.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	10
1.1. Аналіз сфери застосування систем моніторингу метеорологічних параметрів.....	10
1.2. Загальна характеристика та принципи функціонування систем для моніторингу метеорологічних параметрів.....	11
1.3. Огляд та аналіз існуючих систем для моніторингу метеорологічних параметрів.....	13
1.4. Висновки до першого розділу.....	20
РОЗДІЛ 2 ПОБУДОВА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	22
2.1. Структура системи для моніторингу метеорологічних параметрів.....	22
2.2. Обґрунтування вибору та аналіз компонентів апаратного забезпечення проектованої системи	26
2.2.1. Модуль ESP8266 NodeMCU.....	26
2.2.2. Метеодавач температури, вологості, тиску BME 280.	28
2.2.3. LCD дисплей Nokia 5110.	30
2.3. Процес обміну даними між компонентами проектованого пристрою	33
2.4. Висновки до другого розділу.....	34
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ	35
3.1. Технології програмування, засоби розробки.....	35
3.2. Алгоритмічне забезпечення пристрою для моніторингу метеопараметрів	37
3.2.1. Блок-схема алгоритму головної програми.	37
3.2.2. Розробка блок-схем алгоритмів роботи окремих процедур.	40
3.3. Опис програмних функцій та модулів	43

	6
3.3.1 Створення об'єктів та розробка головної програми.....	43
3.3.2 Функція setup().	45
3.3.3 Функція loop().	47
3.3.4 Функція String getData(String url).	49
3.3.5 Функція void parseForecast(String inputData).	50
3.4 Метод завантаження погодних даних	51
3.4.1 Синхронізація часу.....	53
3.5 Результати роботи системи	53
3.6. Передача результатів моніторингу в хмарний IoT сервіс.....	55
3.6 Висновки до третього розділу.....	57
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	58
4.1 Охорона праці	58
4.2 Оцінка стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вражаючих факторів.....	61
4.3 Висновки до четвертого розділу.....	63
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
Додаток А Опубліковані тези конференцій за темою кваліфікаційної роботи магістра.....	68

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГРЧ – годинник реального часу;

МК – мікроконтролер;

МП – метеорологічні параметри;

НС – навколишнє середовище;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

ПММП – пристрій для моніторингу метеорологічних параметрів;

СММП – система моніторингу метеорологічних параметрів;

IoT – Internet of Things.

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасному світі все більшу роль відіграє гідрометеорологічна інформація, попередження та прогнози. Стихійні лиха, які спричинені погодними факторами, щорічно призводять до колосальних економічних збитків та матеріальних втрат. В Україні несприятливі гідрометеорологічні явища та різкі зміни погоди (шквали, зливи, засухи, снігопади, повені тощо) завдають великої шкоди населенню та промисловим підприємствам.

Якісна та своєчасна інформація про очікувані та фактичні гідрометеорологічні умови навколишнього середовища (НС) необхідна для нормального функціонування таких галузей як: сільське господарство, транспорт, енергетика, комунальне господарство, військова галузь, туристична сфера та інші. Чим складніша та розгалуженіша в технічному та організаційному плані інфраструктура того чи іншого сектору економіки, тим вищі вимоги ставляться до своєчасності, повноти, зручності та точності отримання інформації про фактичну метеорологічну ситуацію, а також до прогнозів і попереджень про зміну погодних умов [1]. Саме тому, удосконалення сучасних методів та засобів, які дозволять підвищити якість та швидкість отримання інформації про метеорологічні параметри НС є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення якості гідрометеорологічного обслуговування завдяки розробленню і дослідженню методів та засобів побудови системи моніторингу метеорологічних параметрів.

Для досягнення поставленої в роботі мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

- виконати огляд наукової літератури та провести критичний аналіз методів та засобів для моніторингу метеорологічних параметрів довкілля;
- синтезувати структурно-функціональну схему комп'ютеризованої системи для моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища;
- здійснити розробку структурної схеми керуючого модуля для моніторингу метеорологічних параметрів і спроектувати його електричну принципову схему;

– розробити алгоритмічне та програмне забезпечення для керуючого модуля інформаційно-вимірювальної системи моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Об’єкт дослідження – процес моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Предмет дослідження – програмно-апаратні методи та засоби побудови систем для моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених у дипломній роботі задач використано такі методи дослідження: системного аналізу, узагальнення, порівняння, теоретичної електротехніки, синтезу.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Удосконалено інформаційно-вимірювальну систему дистанційного моніторингу метеорологічних параметрів, яка, завдяки використанню технології IoT, дає змогу підвищити якість гідрометеорологічного обслуговування.

2. Удосконалено метод опрацювання даних в системі моніторингу метеорологічних параметрів, який, на відміну від відомих, забезпечує можливість отримувати та аналізувати результати моніторингу в режимі реального часу, порівнюючи їх з прогнозованими значеннями, що дає змогу підвищити ефективність прогнозування погодних умов.

Практичне значення одержаних результатів дипломної роботи полягає у тому, що запропоновані та реалізовані програмно-апаратні засоби інформаційно-вимірювальної системи моніторингу дозволяють в режимі реального часу контролювати метеорологічні параметри, що слугуватиме ефективним інструментом для підвищення якості гідрометеорологічного обслуговування.

Публікації. За результатами виконаних в кваліфікаційній роботі магістра досліджень опубліковано 2 тези наукових конференцій, проведених в ТНТУ.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ
МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

1.1. Аналіз сфери застосування систем моніторингу метеорологічних параметрів

За інформацією від гідрометеорологічної служби в Україні впродовж 2011-2020 років було зафіксовано 2752 небезпечних стихійних метеорологічних явищ, які призвели до значних економічних збитків [2]. Це вказує на необхідність здійснення постійного автоматизованого моніторингу метеорологічних параметрів НС, фіксації та накопичення даних з метою виявлення певних тенденцій. Це дасть змогу здійснювати прогнозування виникнення небезпечних явищ. Найважливішими метеорологічними факторами є вологість і температура повітря, атмосферний тиск, швидкість і напрямок вітру, кількість опадів, інтенсивність сонячного випромінювання.

Для реалізації цих задач використовуються різні мережі, до складу яких входять мобільні і стаціонарні наземні пункти спостережень. Технічні засоби, які застосовуються для метеорологічних вимірювань, повинні відповідати певним вимогам. Відповідно до рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації [3] виникає необхідність в технічній модернізації мережі наземних пунктів метеорологічних спостережень. Вона повинна здійснюватися за рахунок впровадження автоматизованих метеорологічних комплексів, розроблених на базі сучасних засобів вимірювання, опрацювання та передавання інформації.

За даними українського гідрометцентру, станом на 2018 рік, до складу метеорологічної мережі входило 160 спостережних пунктів та 282 гідрометеорологічні пости. Більшість з них використовують застаріле обладнання і технології, які не відповідають сучасним вимогам щодо точності вимірювання [4].

Одна з найбільших проблем, які виникають в процесі отримання точних і своєчасних метеопрогнозів, пов'язана малою кількістю фактичних метеорологічних даних. Це пов'язано з недостатньою густиною покриття метеостанціями території України, а також низькою частотою оновлення інформації, яка генерується діючими метеостанціями.

1.2. Загальна характеристика та принципи функціонування систем для моніторингу метеорологічних параметрів

Стан атмосфери суттєво впливає на роботу багатьох галузей промисловості. Явища і процеси, які відбуваються в атмосфері, можуть мати велике територіальне охоплення і можуть проходити як повільно, так і дуже швидко, інколи це проявляється у стрімкому характері їх прояву. Це вказує на необхідність отримання інформації про ці процеси в режимі реального часу [5].

Система моніторингу метеорологічних параметрів повинна забезпечувати вимірювання наступних величин:

- швидкості і напрямку вітру;
- атмосферного тиску;
- температури і відносної вологості повітря;
- кількості та інтенсивності опадів.

Похибки та діапазони вимірювань, усереднення величин повинні відповідати вимогам, які пред'являються до основної мережі спостереження. Це дозволить досягнути покращення результатів роботи сучасних систем локального прогнозу погоди і систем передбачення небезпечних явищ за рахунок додаткової точнішої та детальнішої інформації в порівнянні з традиційними пунктами метеоспостережень.

Основною метою реалізації проектованої системи є підвищення якості та об'єму інформації про поточні метеорологічні параметри, а також швидкості її отримання та опрацювання для підвищення ефективності прогнозування погоди.

В роботі [5] сформульовані принципи функціонування та вимоги до якості інформації, яку повинні надавати метеорологічні системи:

- повнота інформації, яка передбачає отримання даних про усі явища і процеси, які підлягають метеорологічному моніторингу;
- величина похибок вимірювань повинна бути такою, щоб суттєво не впливати на повторне опрацювання отриманих даних;
- періодичність вимірювань повинна бути достатньою для того, щоб не пропустити фіксацію даних про важливі явища, а при появі стрімких метеорологічних процесів, потрібно здійснювати спостереження в режимі реального часу;
- після здійснення кожного циклу вимірювання інформація повинна передаватися в центр прогнозування і аналізу;
- надійність отриманих даних повинна забезпечуватись постійним контролем параметрів системи вимірювання метеорологічних даних;
- тип і якість інформації повинні відповідати вимогам Всесвітньої метеорологічної організації;
- інформація, отримана від метеорологічних станцій повинна отримуватись з мінімальними енергетичними затратами;
- дані про виявлення небезпечних процесів чи явищ повинні надаватися користувачам неперервно, без будь-якої затримки, завдяки високій технічній надійності метеорологічних станцій і системи в цілому.

В статті [6] наголошується на важливості системного підходу до створення мережі метеорологічного моніторингу. Її наявність і правильне практичне використання інформації цієї мережі дозволять суттєво підвищити якість прогнозування атмосферного стану оперативними підрозділами погодних служб.

1.3. Огляд та аналіз існуючих систем для моніторингу метеорологічних параметрів

В роботі [1] обґрунтована необхідність застосування сучасних інформаційних технологій для покращення якості гідрометеорологічного обслуговування. Запропоновано використати концепцію Internet of Things разом з технологіями Cloud Computing та Big Data для побудови мережі метеорологічних спостережних пунктів (рис. 1.1).

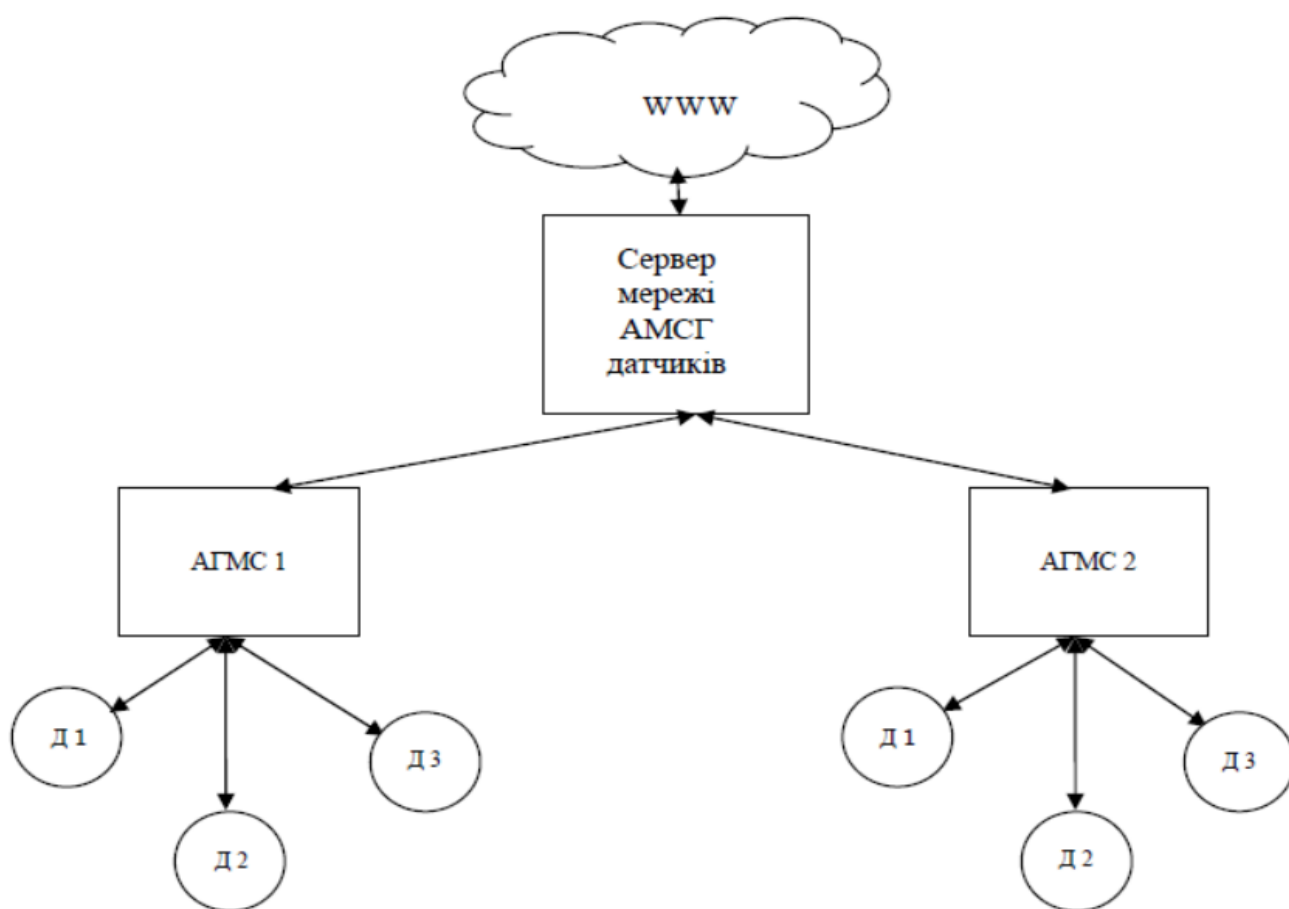


Рис. 1.1. Схематичне зображення сенсорної мережі для збору даних про стан НС [1]

Автори описують своє бачення основних положень, які необхідно врахувати при розробці комплексу метеорологічних спостережень. Однак, конкретної практичної реалізації такої системи запропоновано не було.

В статті [7] запропонована автоматизована метеостанція на основі IoT, особливістю якої є застосування методу збору і передавання даних на основі технології NB-IoT. Створена мережева структура метеостанції на базі IoT (рис. 1.2) з використанням бездротової передачі даних для реалізації незалежної роботи інтелектуальних давачів.

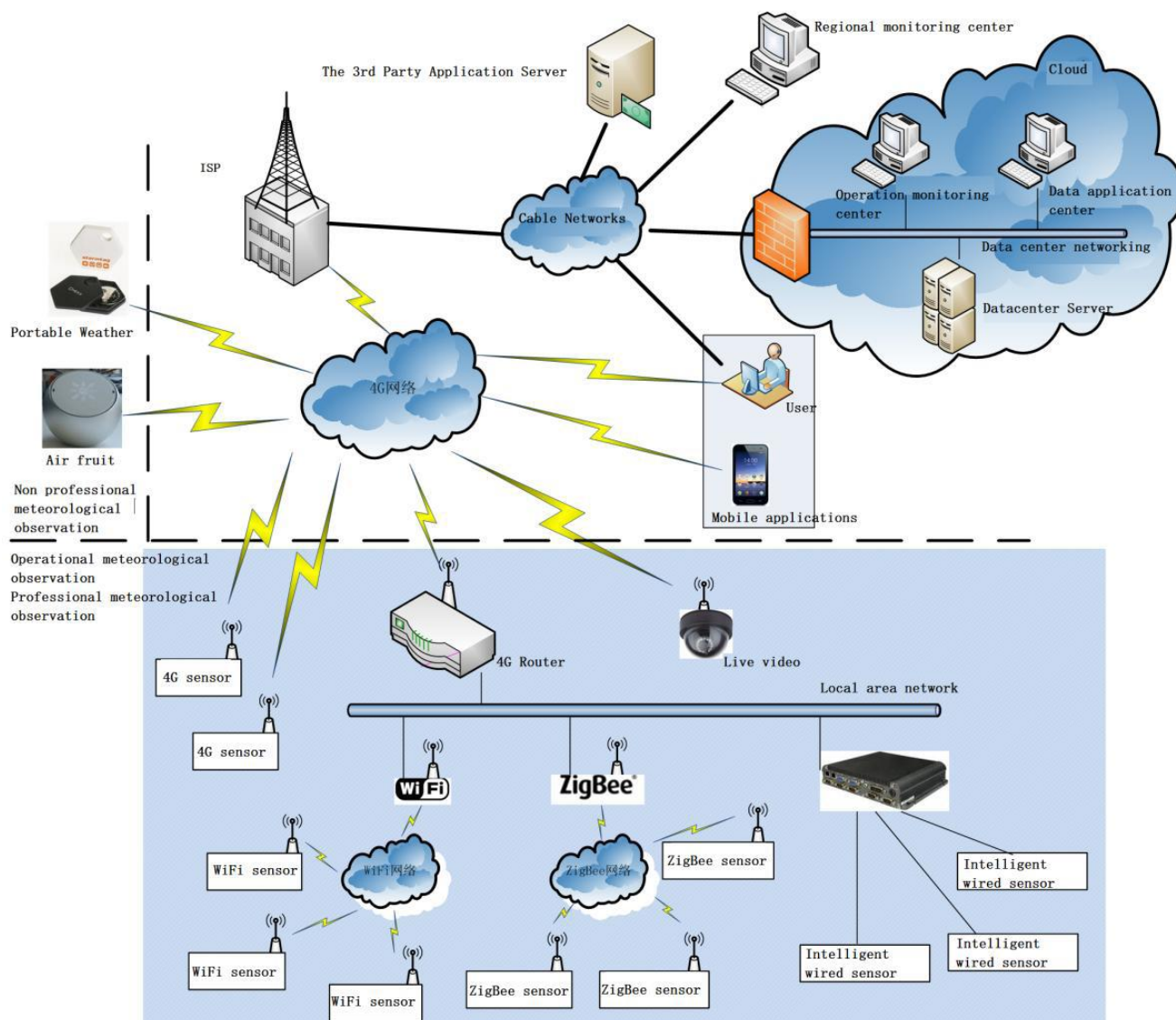


Рис. 1.2. Структурна схема метеорологічної станції на основі технології NB-IoT [7]

Однак, недоліком такої системи є прив'язка до постачальників мобільних послуг, які, завдяки можливості використання ліцензованого спектру частот, є монополістами у застосуванні технології NB-IoT для передавання даних.

Автори [8, 9] описують спеціалізовану систему моніторингу вологості та температури з застосуванням наноструктурованих сенсорів, функціональна схема якої показана на рис. 1.3. Для її реалізації використали перепрограмовану систему на кристалі PSoC. Для зберігання, реєстрації та подальшого аналізу метеорологічних параметрів НС розробили базу даних на основі клієнт-серверної архітектури.

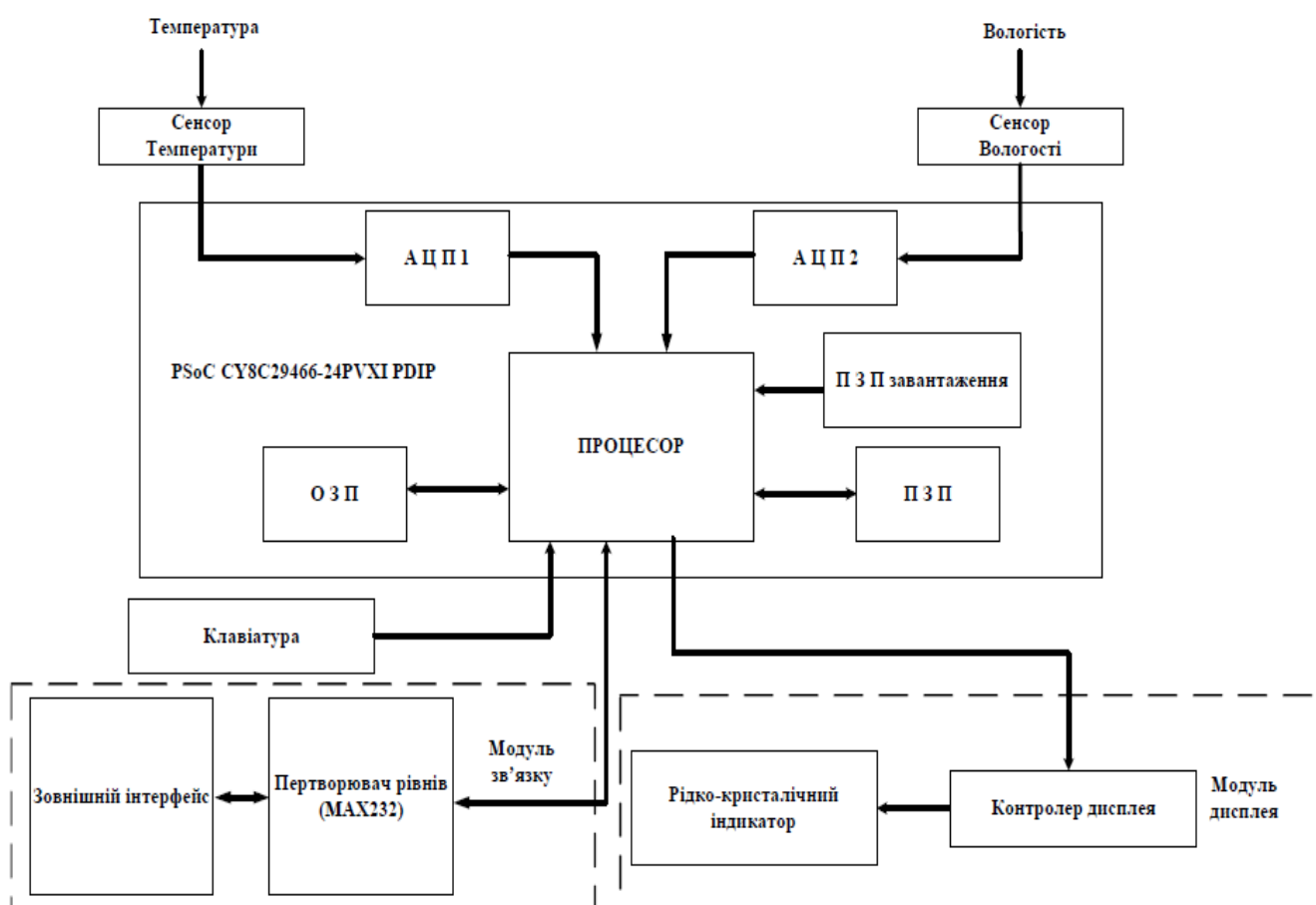


Рис. 1.3. Функціональна схема мікропроцесорної системи для моніторингу кліматичних параметрів НС [9]

Розроблена система має трирівневу ієрархічну структуру. На першому рівні знаходяться датчики вологості та температури. Компоненти другого рівня системи відповідають за перетворення, фільтрацію та опрацювання виміряних даних. На третьому рівні результати моніторингу передаються на ПК для відображення у зручній для користувача формі.

Проте, передавання даних в ПК в запропонованій авторами системі здійснюється з використанням послідовного інтерфейсу, що унеможливорює обмін інформацією із застосуванням бездротового з'єднання та підключенням до інтернету.

В статті [10] представлений автоматизований комплекс, який призначений для вимірювання, збору, опрацювання та передавання даних про радіаційний стан та метеорологічні параметри довкілля. Запропонований апаратно-програмний комплекс має модульну структуру та призначений для функціонування в режимі реального часу, забезпечуючи вимірювання: температури ґрунту та повітря, відносної вологості повітря, атмосферного тиску, швидкості та напрямку вітру, потужності дози випромінювання. Основним керуючим компонентом є мікроконтролер CY8C29466-24PXI. Розроблений комплекс має можливість зберігати в базі даних інформацію про радіаційний та метеорологічний стан НС на певній місцевості. Для передавання даних на віддалений ПК використовується GSM-модем. Недоліком такої системи є те, що обмін даними може здійснюватися лише в режимі каналного передавання (CDS) та з використанням служби коротких повідомлень (SMS), що обмежує об'єм та тип даних, а також швидкість їх передачі.

Автори [11] розробили інформаційно-вимірювальну систему на основі IoT для моніторингу виникнення паводків (рис. 1.4). Запропонована система збирає дані про рівень води та кількість опадів за допомогою давач дощу і ультразвукових давачів HC-SR04. Інформація про рівень води та інтенсивність дощу, отримана цими давачами, обробляється за допомогою мікроконтролера Arduino Uno для отримання вихідних даних у форматі HTML. Зібрані дані від мікроконтролера передаються в ПК за допомогою модуля Ethernet та веб-сервера, інтегрованого у маршрутизатор TL-MR3020, який використовується в якості шлюзу.

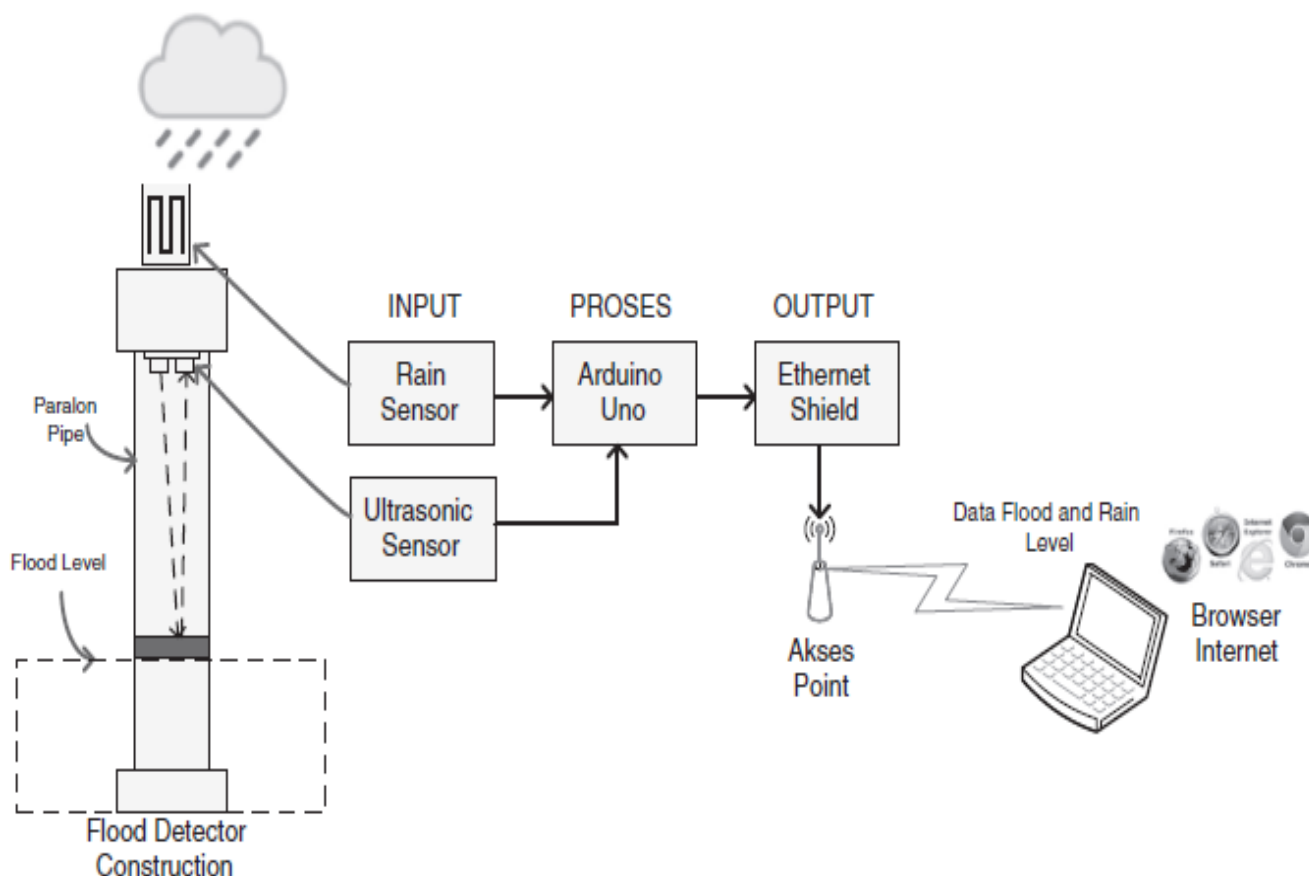


Рис. 1.4. Структурно-функціональна схема системи для моніторингу виникнення паводків на основі IoT [11]

Проте, модуль Arduino Uno, який використовується в даній системі, має низьку обчислювальну потужність, що обмежує швидкість опрацювання вимірних даних та передавання інформації в режимі реального часу.

В статті [12] запропонована концепція гібридної системи для прогнозування погоди на основі IoT. Для її реалізації автори пропонують використати дані, зібрані від великої кількості недорогих метеодавачів, розміщених на транспортних засобах. Отримана інформація з прив'язкою до конкретного місця, де вони будуть зібрані, передаватиметься за допомогою сучасних бездротових комунікаційних каналів на сервер та зберігатиметься в базі даних. Отримана інформація буде аналізуватися і використовуватись для підвищення якості прогнозування погодних умов. Однак, практичної реалізації такої гібридної системи запропоновано не було.

В роботі [13] запропонована системи для збору метеорологічної інформації, яка реалізована на основі використання бездротової мережі LoRa (рис. 1.5). Розроблена система призначена для вирішення задач сільського господарства з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та IoT. Зокрема реалізовано дистанційну систему відображення інформації на основі використання мережі дальнього радіусу дії LoRa. Розроблено інфраструктуру пристроїв, створених на базі мікроконтролера для збору та передавання необхідних даних по каналу LoRa через шлюз до мережевого серверу з використанням 4G інтернету.

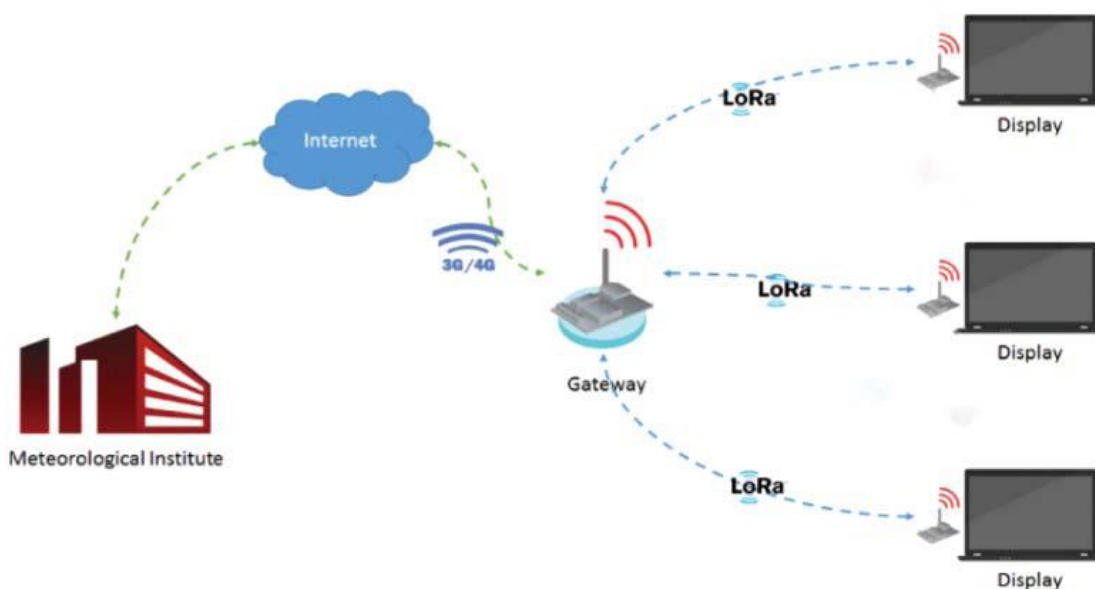


Рис. 1.5. Архітектура системи для збору метеорологічної інформації на основі технології LoRa [13]

В [14] описаний програмно-апаратний комплекс прогнозування погоди в режимі реального часу для морських перевезень. Пропонована система складається з комерційної метеостанції, інтегрованої з промисловим модулем опрацювання даних IoT-Edge, який обчислює напрям вітру та отримує прогнози зміни його швидкості без необхідності підключення до Інтернету (рис. 1.6). Алгоритм регресійного машинного навчання був обраний таким чином, щоб мати можливість працювати на базі мікроконтролера без необхідності використання великого обсягу обчислювальних ресурсів (об'єму пам'яті, потужності центрального процесора).

Алгоритм був розроблений і запрограмований відповідно до конкретних умов і специфікацій. Ефективність системи була підтверджена експериментально.

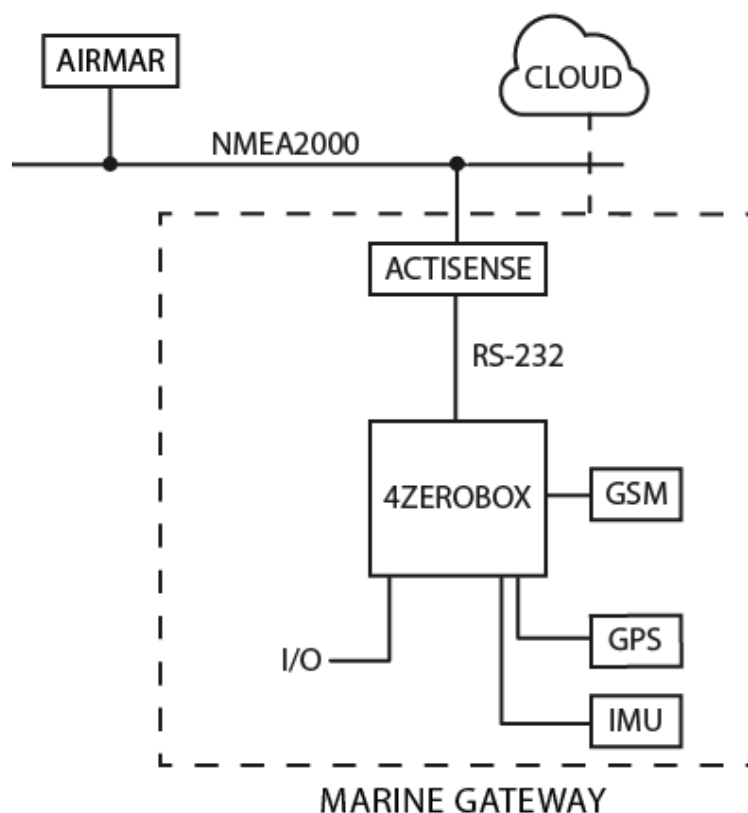


Рис. 1.6. Структурна схема системи для прогнозування погоди в режимі реального часу [14]

Недоліком цієї системи є обмежений набір метеорологічних параметрів НС, які підлягають контролю і моніторингу без можливості його розширення шляхом підключення додаткових датчиків.

В статті [15] представлена система моніторингу погодних умов на базі платформи Raspberry Pi. Метеорологічні параметри вимірюються за допомогою цифрових датчиків температури, відносної вологості повітря, атмосферного тиску, датчика дощу та освітленості (рис. 1.7). Отримані дані зберігаються у SCV форматі на сервері, в якості якого використаний Raspberry Pi. Віддалений доступ до збережених даних забезпечується за допомогою WiFi або Ethernet мережі.

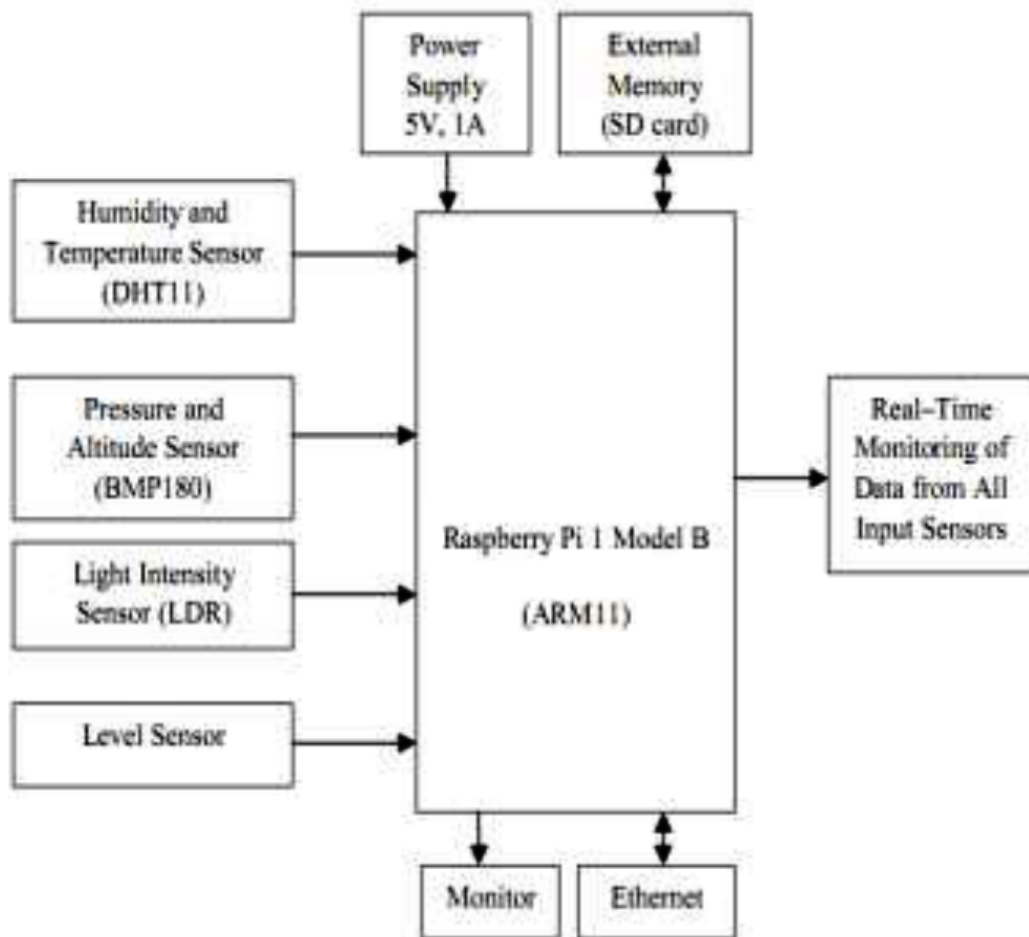


Рис. 1.7. Структурна схема системи моніторингу погодних умов на базі платформи Raspberry Pi [15]

До недоліків такого рішення можна віднести відсутність мобільності. Це спричинено тим, що рівень споживання електроенергії мікрокомп'ютером Raspberry Pi є відносно високим, що не дозволяє впродовж тривалого часу працювати в автономному режимі при живленні від акумуляторних батарей. Тому, запропонована система може використовуватись лише у стаціонарних умовах.

1.4. Висновки до першого розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено огляд наукової літератури за темою дослідження, проаналізовано сучасні розробки в галузі моніторингу метеорологічних параметрів НС, визначено їх сильні і слабкі сторони.

В результаті аналізу виявлено, що проблема підвищення ефективності існуючих систем наземних метеорологічних станцій потребує або суттєвої модернізації існуючого технічного обладнання або впровадження нових методів і засобів для підвищення ефективності вимірювання та / або прогнозування метеорологічних параметрів.

Тому задача розроблення сучасних автоматизованих метеорологічних систем з можливістю передавання даних з використанням бездротових технологій в режимі реального часу є важливою і актуальною.

РОЗДІЛ 2

ПОБУДОВА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

2.1. Структура системи для моніторингу метеорологічних параметрів

Для реалізації мети кваліфікаційної роботи була розроблена структурно-функціональна схема інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу метеорологічних параметрів (СММП), яка зображена на рис. 2.1.

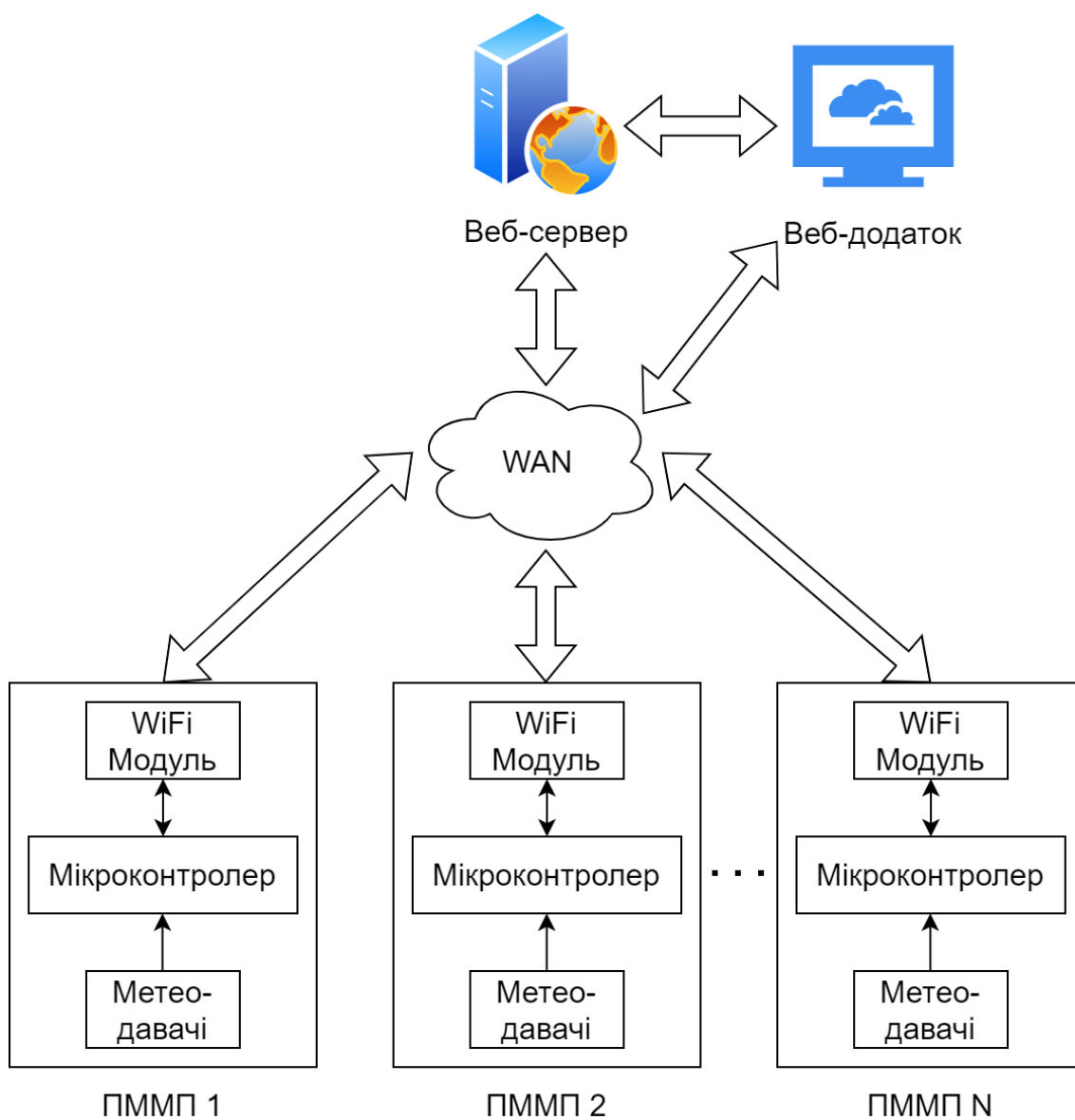


Рис. 2.1. Структурно-функціональна схема системи моніторингу МП

Система спроектована із застосуванням концепції інтернету речей. Запропонована схема включає в себе такі компоненти:

- сукупність пристроїв для моніторингу метеорологічних параметрів (ПММП), які встановлені в локальних спостережних пунктах для широкого територіального охоплення;
- веб-сервер, який використовується як хмарне середовище для зберігання, опрацювання, аналізу результатів моніторингу МП навколишнього середовища.

В запропонованій системі давачі передають результати вимірювання метеопараметрів в мікроконтролер (МК) через цифровий інтерфейс. МК є головним обчислювальним вузлом ПММП. Він відповідає за отримання вимірних даних, їх фільтрацію та опрацювання, виведення інформації на дисплей та передавання в режимі реального часу на віддалений веб-сервер через бездротовий WiFi інтерфейс. Дані накопичуються в базі та можуть використовуватись для аналізу, прогнозування та відображення в зручній для користувача формі у спеціалізованому додатку.

Виконання завдань, які поставлені у кваліфікаційній роботі, передбачає розробку пристрою для вимірювання метеопараметрів, найважливішими з яких є температура, відносна вологість повітря та атмосферний тиск. Для виконання цього завдання потрібно забезпечити взаємодію мікроконтролера з високоточними метеодатчиками.

Важливою функцією пристрою повинна бути робота з погодними даними, отриманими з мережі Інтернет. Пристрій повинен відображати інформацію про поточні метеопараметри у певному місці: температуру, відносну вологість повітря, атмосферний тиск та швидкість вітру. Для підвищення інформативності відображення відомостей про погоду слід також забезпечити виведення на екран відповідної інформації про поточні погодні умови.

Доцільно розробити функціонал для відображення погодних параметрів та інформації про прогнозовані погодні умови на певний час наперед, що дозволить користувачеві планувати свою активність з врахуванням цих даних.

Пристрій повинен володіти функціоналом годинника. Доцільно забезпечити можливість виведення показів реального часу значення якого, для підвищення точності, потрібно брати з мережі Інтернет. А при відсутності зв'язку з мережею – з енергонезалежного модуля годинника реального часу.

Усі дані, отримані пристроєм в результаті опитування датчиків чи завантаження з Інтернету, потрібно виводити на рідкокристалічний дисплей. Для зручності користування варто розробити меню, використовуючи яке можна переключатися між показом поточного часу, метеопоказниками, поточними метеоданими з Інтернету та прогнозом погоди.

На основі аналізу задач кваліфікаційної роботи і вимог до проектованої системи та огляду аналогів була запропонована структурна схема пристрою для моніторингу МП (рис. 2.2).

Основні компоненти, які входять до складу ПММП:

- плата ESP8266 на основі мікроконтролера з вбудованим WiFi модулем;
- датчик температури;
- датчик вологості;
- датчик атмосферного тиску;
- LCD дисплей;
- тактові кнопки.

За процес отримання, опрацювання, передавання та виведення даних у проектованій системі відповідає мікроконтролер ESP8266. Він дозволяє обробляти вхідні сигнали від метеодатчиків. Після опрацювання отриманих даних мікроконтролер здійснює їх виведення на рідкокристалічному дисплеї та передає результати вимірювань на верхній рівень IoT – хмарний веб-сервер.

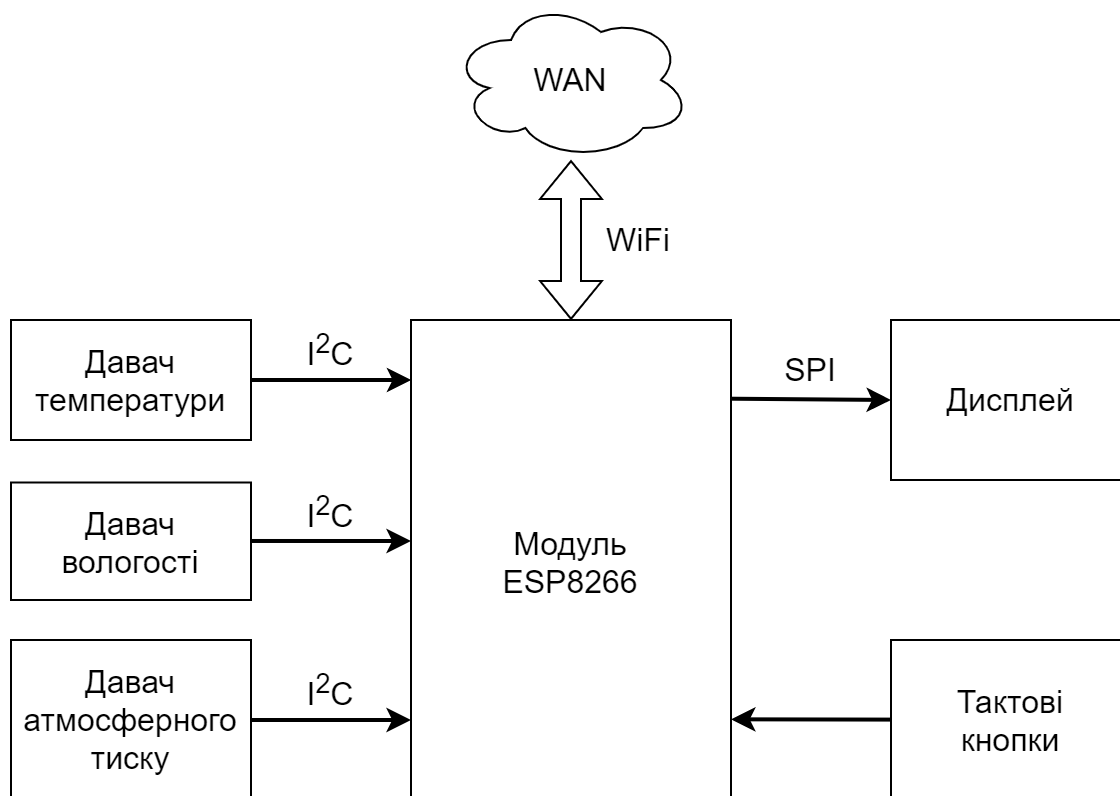


Рис. 2.2. Структурна схема пристрою для моніторингу МП

Метеодавачі в даній системі призначені для вимірювання температури, відносної вологості повітря та атмосферного тиску. У проєктованому пристрої для вимірювання цих метеопараметрів був використаний давач BME 280 від компанії Bosch Sensortec, який характеризується високою надійністю та низькими значеннями похибок. Давач передає результати своїх вимірювань по шині в мікроконтролер для подальшого опрацювання, використовуючи цифровий інтерфейс I²C.

LCD дисплей в ПММП використовується для виведення показів метеодавачів, відображення поточного часу та іншої інформації. У розробленому пристрої використано екран Nokia 5110, який може отримувати дані для відображення по шині SPI. Ця модель дисплею дозволяє виводити як текстову, так і графічну інформацію.

Для управління режимами роботи пристрою використовується тактова кнопка, яка відповідає за переключення між функціями та здійснення навігації по меню розробленого приладу.

2.2. Обґрунтування вибору та аналіз компонентів апаратного забезпечення проектованої системи

2.2.1. Модуль ESP8266 NodeMCU.

Для управління процесом моніторингу метеопараметрів було запропоновано використати плату NodeMCU на базі Wi-Fi модуля для IoT ESP8266 із вбудованим USB конвертером та зарядним пристроєм для LiPo акумулятора (рис. 2.3).

Контролер WiFi модуля ESP8266 працює на частоті 80 МГц та живиться від джерела напруги 3,3 В. Мікроконтролер містить чіп Tensilica для повної підтримки Wi-Fi стеку. Модуль можна програмувати з середовища Arduino IDE, використовуючи ядро для IoT. Програмне забезпечення завантажується в модуль з ПК через USB кабель, Для цього на платі передбачена мікросхема CP2104 для перетворення USB-UART.

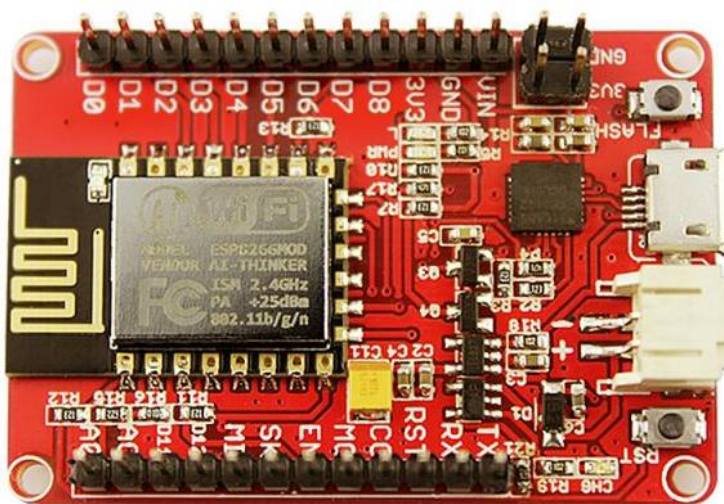


Рис. 2.3. Зовнішній вигляд модуля ESP8266

Для використання в портативних та автономних пристроях на платі передбачений роз'єм для підключення джерела живлення на базі літійового акумулятора. Його можна заряджати через вбудований зарядний пристрій, який живиться через microUSB роз'єм.

Основні характеристики NodeMCU:

- базовий мікроконтролер: ESP8266 80MHz 3,3 В;
- flash пам'ять на 4 мегабайти;
- напруга живлення: 3,3 В;
- стандарти, які підтримує модуль: 802.11 b/g/n;
- вбудований стабілізатор напруги з максимальним струмом 500 мА;
- можливість USB підключення через перетворювач USB-UART на базі мікросхеми CP2104 з максимальною швидкістю 921600;
- дев'ять виводів загального призначення у тому числі виводи для I²C та SPI інтерфейсів;
- один аналоговий вхід з максимальною напругою 1,0 В;
- вбудований зарядний пристрій для LiPoly акумулятора з індикацією стану процесу заряджання;
- наявність 2 світлодіодів червоного та синього кольору для індикації процесу завантаження, налагодження та для загального застосування;
- розміри: 50мм x 35мм.

На рис. 2.4 представлена структурна схема внутрішньої будови мікроконтролера ESP8266.

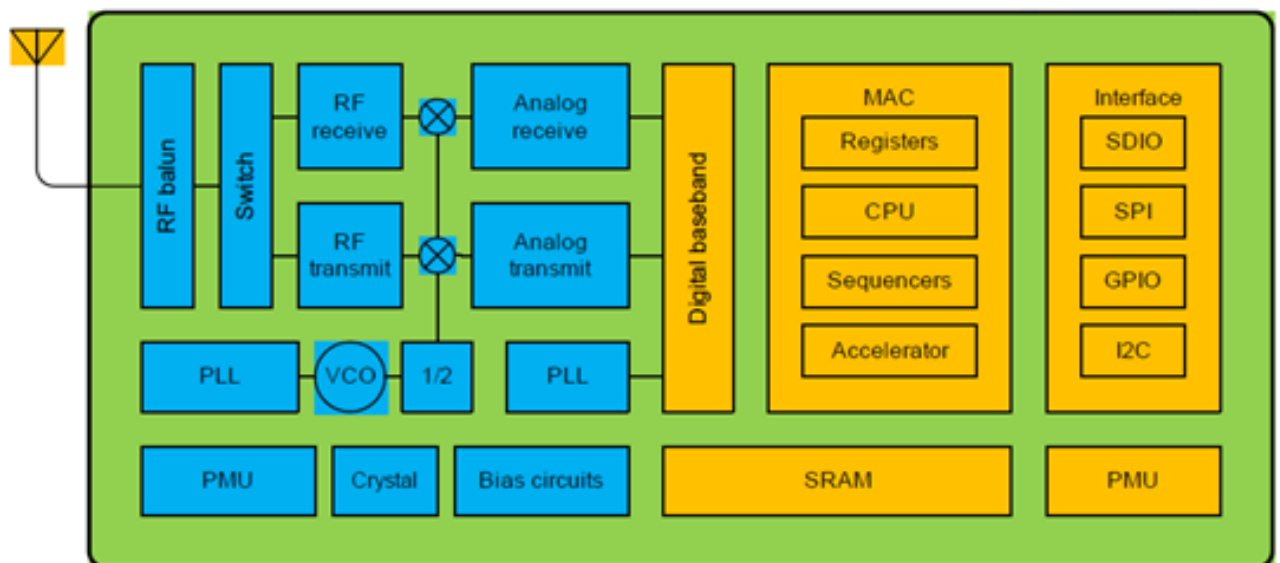


Рис. 2.4. Структурна схема мікроконтролера ESP8266

Функціональне призначення виводів модуля наведено на рис. 2.5.

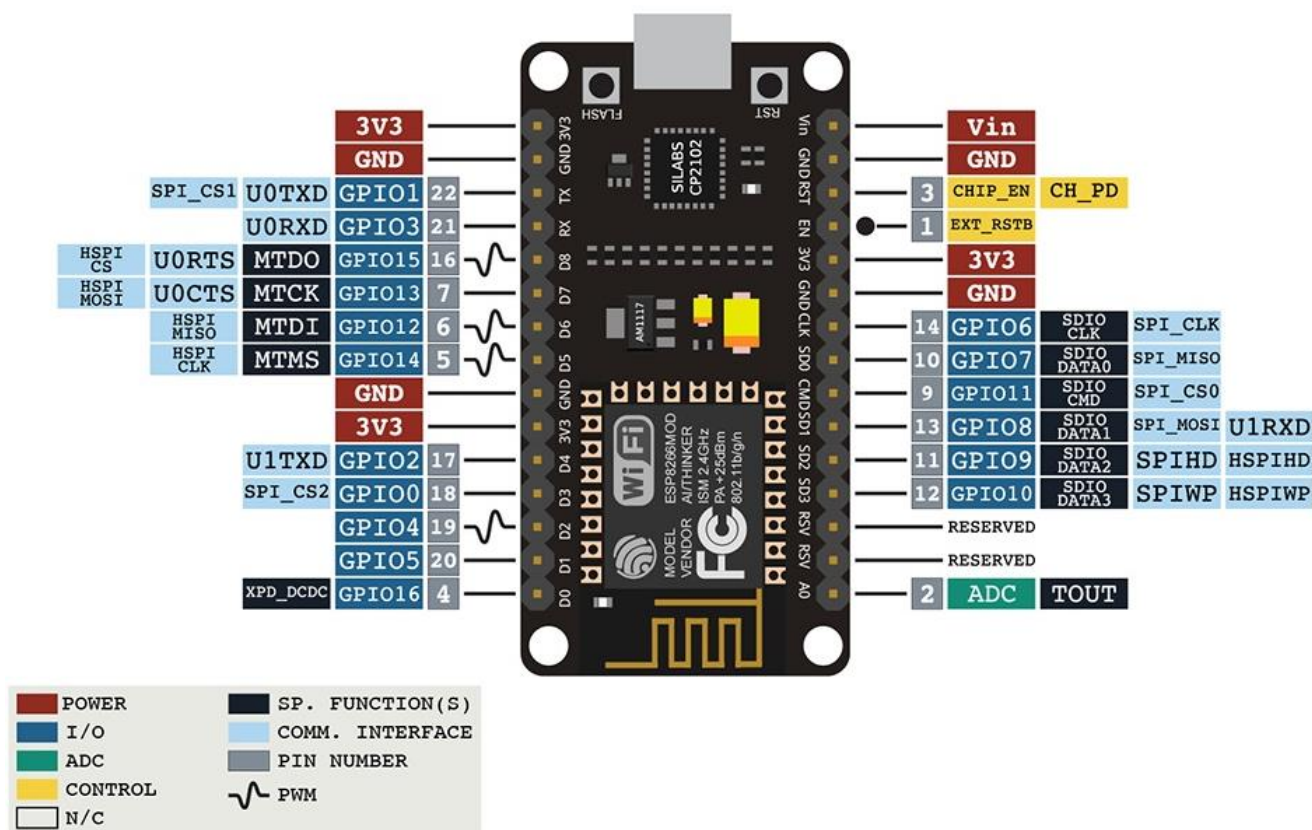


Рис. 2.5. Призначення виводів модуля NodeMCU ESP8266

2.2.2. Метеодавач температури, вологості, тиску BME 280.

Модуль BME 280 містить в собі давачі тиску, вологості і температури повітря в одному корпусі. Давач характеризується низьким споживанням струму на рівні 3,6 мкА, високою швидкістю та точністю вимірювання, стабільністю і надійністю. Його зовнішній вигляд показаний на рис. 2.6.

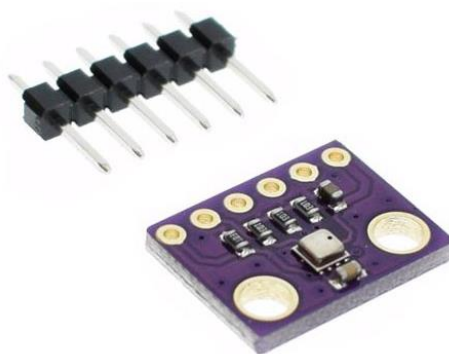


Рис. 2.6. Зовнішній вигляд модуля BME 280

Схема електрична принципова модуля ВМЕ 280 показана на рис. 2.7.

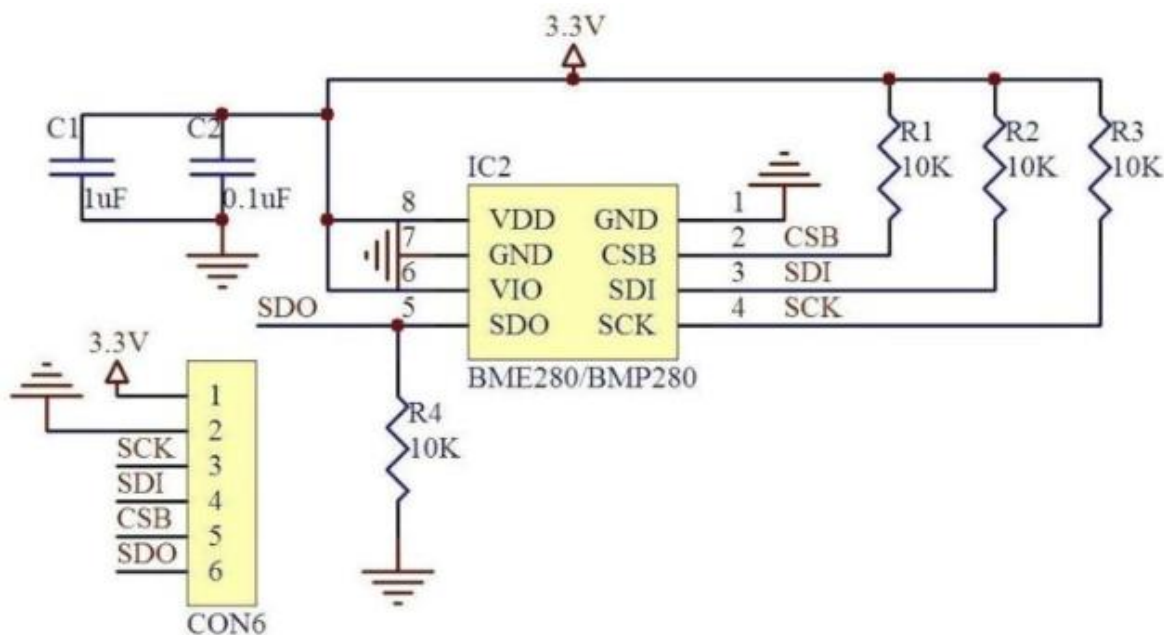


Рис. 2.7. Схема електрична принципова модуля ВМЕ 280

Модуль дозволяє вимірювати температуру середовища у діапазоні $-40 \dots 85$ °С, атмосферний тиск – у діапазоні від 300 до 1100 гПа. Давач ВМЕ 280 вимірює відносну вологість повітря від 0 % до 100 % на усьому температурному діапазоні. Основні характеристики наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики метеодавача ВМЕ 280

Назва	Значення
Робочий діапазон (повна точність)	Тиск: 300...1100 гПа Температура: $-40 \dots 85$ °С
Напруга живлення	1,2...3,6В
Інтерфейс	I ² C
Давач вологості Час відклику Допуск точності	1 с $\leq 2\%$ відносної вологості
Давач тиску RMS шуму Помилка чутливості Температурний коефіцієнт зміщення	0,2 Па (екв. до 1,7 см) $\pm 0,25\%$ (екв. до 1м при 400м) $\pm 11,5$ Па/К (екв. до $\pm 12,6$ см при зміні t на 1°С)

Схема підключення модуля BME 280 до плати NodeMCU ESP8266 показана на рис. 2.8.

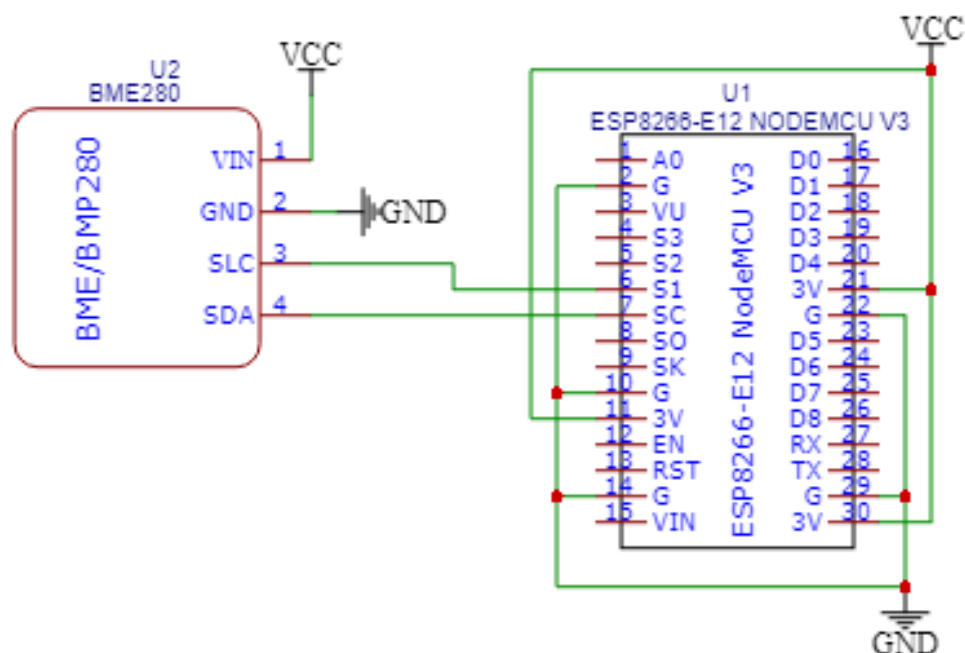


Рис. 2.8. Схема підключення BME 280 до плати NodeMCU ESP8266

Напруга подається на плату модуля через вивід Vin, який підключається до порта живлення плати ESP8266 +3.3 В. Контакт GND з'єднаний з спільною землею. Для передавання даних використовується шина I²C, тобто контакти SCL та SDA під'єднуються до відповідних контактів на платі ESP8266.

2.2.3. LCD дисплей Nokia 5110.

Графічний LCD дисплей Nokia 5110 в проєктованому пристрої застосовується для виведення інформації на екран (рис. 2.9). Цей модуль складається із друкованої плати, на якій розміщується рідкокристалічний індикатор Nokia 5110, що містить контролер PCD8544 фірми Philips. Підсвітка реалізована за допомогою чотирьох білих світлодіодів. Інформація про стан точок дисплею зберігається в оперативній пам'яті контролера PCD8544, кожній точці відповідає один біт пам'яті.

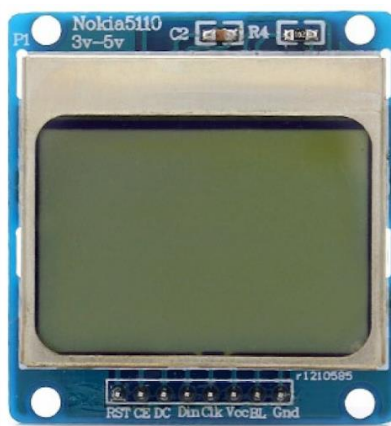


Рис. 2.9. Зовнішній вигляд графічного LCD дисплея Nokia 5110

Управління дисплеєм здійснюється через інтерфейс SPI. Проте замість звичних чотирьох ліній тут використовуються лише три. Це лінії тактування CLK, вибору кристалу SCE і вхідних даних MOSI. Лінія виходу MISO відсутня. Працює інтерфейс в режимах SPI-0 або SPI-3. В Nokia 5110 також наявна додаткова лінія керування дані/команда – D/C. Кожен байт, що передається в дисплей, може бути інтерпретований як команда або інформаційний байт, залежно від логічного рівня на цій лінії. Передача інформації є односторонньою, зчитати дані з пам'яті регістрів дисплею неможливо. Пам'ять складається з шести банків, в кожному з яких знаходиться 84 комірки ємністю 1 байт. Кожен банк містить 8 вертикально розташованих пікселів, які в сумі шести банків утворюють 48 рядків.

Дисплей має розмір 84x48 пікселів. Інформація виводиться вертикальними блоками висотою 8 пікселів, значення яких визначаються значеннями бітів у байті, що виводиться.

Екран з розширенням 84x48 крапок дозволяє виводити символну та графічну інформацію. Nokia 5110 може працювати в чотирьох режимах:

- нормальний;
- інверсія зображення;
- порожній екран;
- «всі точки включені».

Для з'єднання модуля з іншими пристроями плата містить вилку з'єднувача і отвори для припаювання провідників. Також є 4 отвори для кріплення, розміщені по краях плати.

Сигнали і лінії модуля:

- VCC – живлення 3,3В;
- GND – спільна земля;
- SCE – включення: активний низький рівень;
- D/C – дані/команда: 0 – дані, 1 – команда;
- SDIN – вхід інтерфейсу;
- SCLC – тактовий сигнал;
- LED – підсвітка.

Найважливіші характеристики дисплея перераховані в табл. 2.2

Таблиця 2.2

Узагальнені характеристики LCD дисплея Nokia 5110

Назва	Характеристика
Живлення напруга	2,7...3,3 В
Струм споживання	до 320 мкА
Розширення	84x48 пікселів
Частота	до 4 мегагерц
Час скидання	100 нс
Інтерфейс	SPI

Схема під'єднання дисплея до модуля NodeMCU наведена на рис. 2.10.

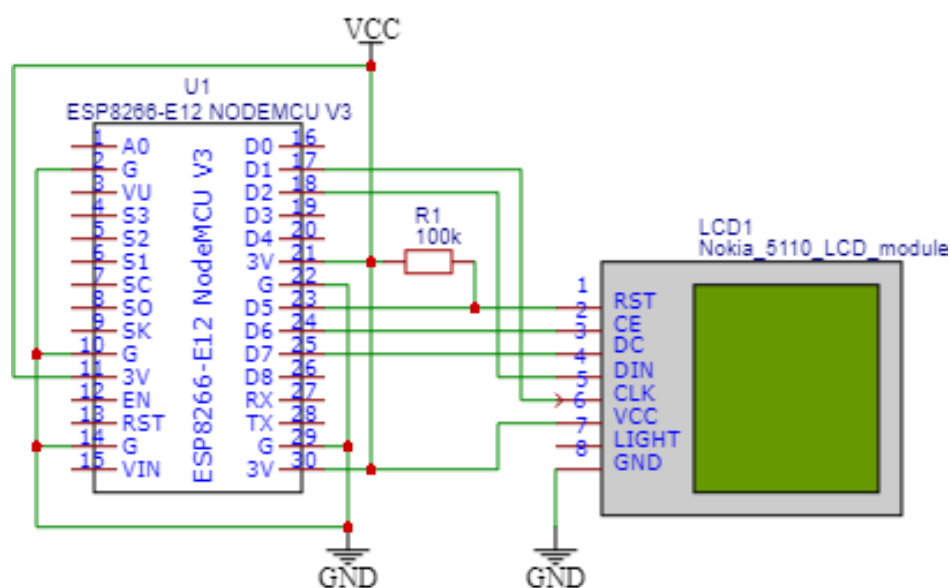


Рис. 2.10. Схема підключення LCD дисплея Nokia 5110 до плати NodeMCU

2.3. Процес обміну даними між компонентами проектованого пристрою

Давач ВМЕ 280 обмінюється інформацією з мікроконтролером з використанням однонаправленої шини по інтерфейсу I²C. В процесі обміну інформацією по шині I²C завжди беруть участь два пристрої – ведучий (master) і ведений (slave). Ведучий пристрій генерує синхроімпульси, а приймати чи передавати дані може як ведучий, так і ведений пристрій.

Поки жоден пристрій не почав процес передавання даних, завдяки підтягуючим резисторам на обох лініях шини I²C встановлена напруга високого рівня. В кожен момент часу на шині ведучим може бути тільки один пристрій, тому перед відправленням даних, пристрій повинен перевірити чи шина в цей момент є вільною. Цю інформацію можна отримати, аналізуючи стан лінії SCL. Високий рівень напруги на лінії SCL вказує на те, що шина вільна.

Перед початком процесу передавання даних ведучий встановлює напругу низького рівня спочатку на лінії SDA, а потім на лінії SCL (рис. 2.11). В процесі передавання даних такий стан ліній неможливий, оскільки сигнал на лінії SDA не повинен змінюватися під час дії тактового імпульсу на лінії SCL.

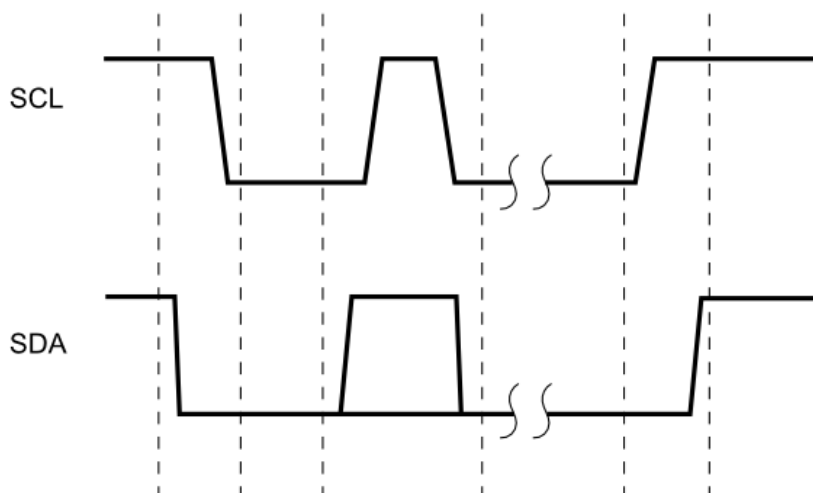


Рис. 2.11. Часові діаграми роботи пристроїв

На відміну від інтерфейсу RS-232, передавання даних здійснюється починаючи зі старшого біта, при цьому використовуються звичайні логічні рівні мікросхем TTL / КМОП. Після передавання останнього (восьмого) біта кожного байта під час дії чергового синхроімпульса передавач відключається від лінії SDA, щоб дати можливість приймачу підтвердити отримання даних. Для цього приймач повинен виставити на лінії SDA сигнал низького рівня. Перед надсиланням чергового біта сигнал низького рівня діє на обох лініях. Часові діаграми на рис. 2.12 ілюструють процес передавання одного байта даних по інтерфейсу I²C.

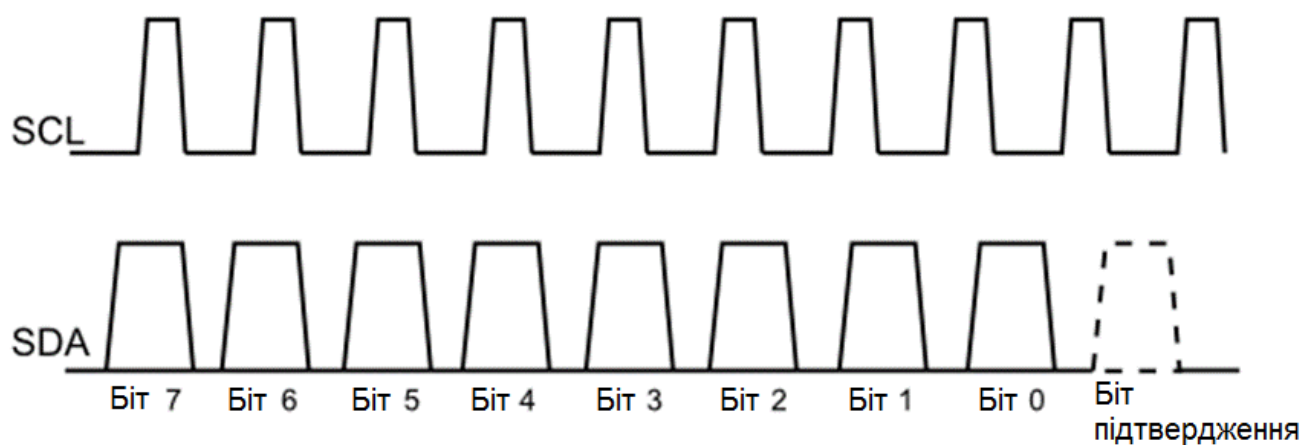


Рис. 2.12. Часова діаграма надсилання даних між ведучим та веденим пристроями по інтерфейсу I²C

2.4. Висновки до другого розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи було синтезовано структуру інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу метеорологічних параметрів НС. Обґрунтовано вибір компонентів апаратної частини пристрою для моніторингу МП на базі платформи ESP8266 та розроблено схему електричну принципову. Розглянуто принцип обміну даними між компонентами ПММП з використанням цифрових інтерфейсів.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

3.1. Технології програмування, засоби розробки

Програмне забезпечення для проєктованого пристрою розроблене з використанням об'єктно-орієнтованого та структурного підходу. Програма написана у середовищі Arduino IDE. Мова програмування цього середовища – C++, скомпонована з бібліотекою AVR Libc, це дає змогу використовувати усі її функції. Для реалізації функціоналу відображення інформації та вимірювання метеоданих слід реалізувати підтримку бібліотек для взаємодії з рідкокристалічним дисплеєм та метеодавачем. Для роботи ПММП, були використані додаткові бібліотеки, опис яких наведений нижче.

«WiFi.h» – бібліотека для роботи з вбудованим WiFi-інтерфейсом плати ESP8266. Ця бібліотека містить усі функції, які необхідні для вибору режиму роботи, підключення до точки доступу, встановлення з'єднання з віддаленим сервером, надсилання та приймання даних.

Для роботи з метеодавачем використовується бібліотека «Adafruit_BME280.h». Вона дозволяє забезпечити обмін даними модуля через інтерфейс I²C. З її допомогою проходить налаштування та ініціалізація пристрою. Бібліотека містить функції для зчитування показників температури повітря, відносної вологості, атмосферного тиску.

«LCD5110_Graph.h» – бібліотека, що використовується для роботи з рідкокристалічним дисплеєм Nokia 5110. Ця бібліотека включає в себе готовий цифровий та текстовий шрифт. Для використання доступні функції для ініціалізації дисплею, встановлення контрасту, переходу в режим сну, оновлення буферу екрану, його очистки та вивантаження. Для виводу інформації доступні функції по-піксельного виведення, виведення рядка тексту, цілих та дробових чисел, яким

можна задавати кількість знаків після коми. Виведення графічної інформації на дисплей забезпечується функціями для малювання ліній, кіл прямокутників із заокругленими кутами та звичайних прямокутників. Також, використовуючи цю бібліотеку, на дисплей можна вивести bitmap зображення.

«ArduinoJson.h» – C++ JSON бібліотека для IoT. Її використання дозволяє працювати з форматом пересилання даних JSON, в якому приходить відповідь з сервера прогнозу погоди.

«NTPClient.h» – бібліотека для роботи з NTP сервером. Дозволяє встановлювати з'єднання з сервером точного часу, та оновлювати дані із заданою періодичністю. Використання бібліотеки дає можливість вказати потрібний сервер, часове зміщення відносно нього та період оновлення.

«icons.h» – файл, що містить погодні піктограми у вигляді масивів шіснадцяткових чисел. Піктограми відображаються поряд з даними про поточну погоду та прогноз погоди.

Розроблений пристрій використовує доступ до мережі Інтернет для відображення відомостей про погоду для заданої місцевості. Виконується пошук клієнта, який підключиться до пристрою. Далі відбувається опрацювання інформації від клієнта та передавання йому оброблених даних. Пристрій циклічно запитує чи є новий клієнт, та завжди готовий обробити дані клієнту надавши результати опрацювання.

Взаємодія реалізована за допомогою вбудованого WiFi мікромодуля ESP-WROOM-32, що підтримує стек протоколів Wi-Fi: 802.11 b/g/n. Для завантаження даних використовуються мережеві протоколи IPv4, TCP/UDP, які забезпечують надійну доставку даних від відправника до отримувача зі встановленням логічного зв'язку. UDP – це мережевий протокол передавання повідомлень без встановлення з'єднання, який використовується для обміну даними без підтвердження та гарантій доставки.

3.2. Алгоритмічне забезпечення пристрою для моніторингу метеопараметрів

3.2.1. Блок-схема алгоритму головної програми.

Розробка блок-схеми алгоритму роботи програми передбачає функціональну декомпозицію, та безпосередньо побудову блок-схеми алгоритму. Розроблена програма складається з двох головних функцій – `setup()` та `loop()`. Функція `setup()` виконується першою при запуску пристрою та призначена для конфігурації налаштувань мікроконтролера та його периферії (рис. 3.1).

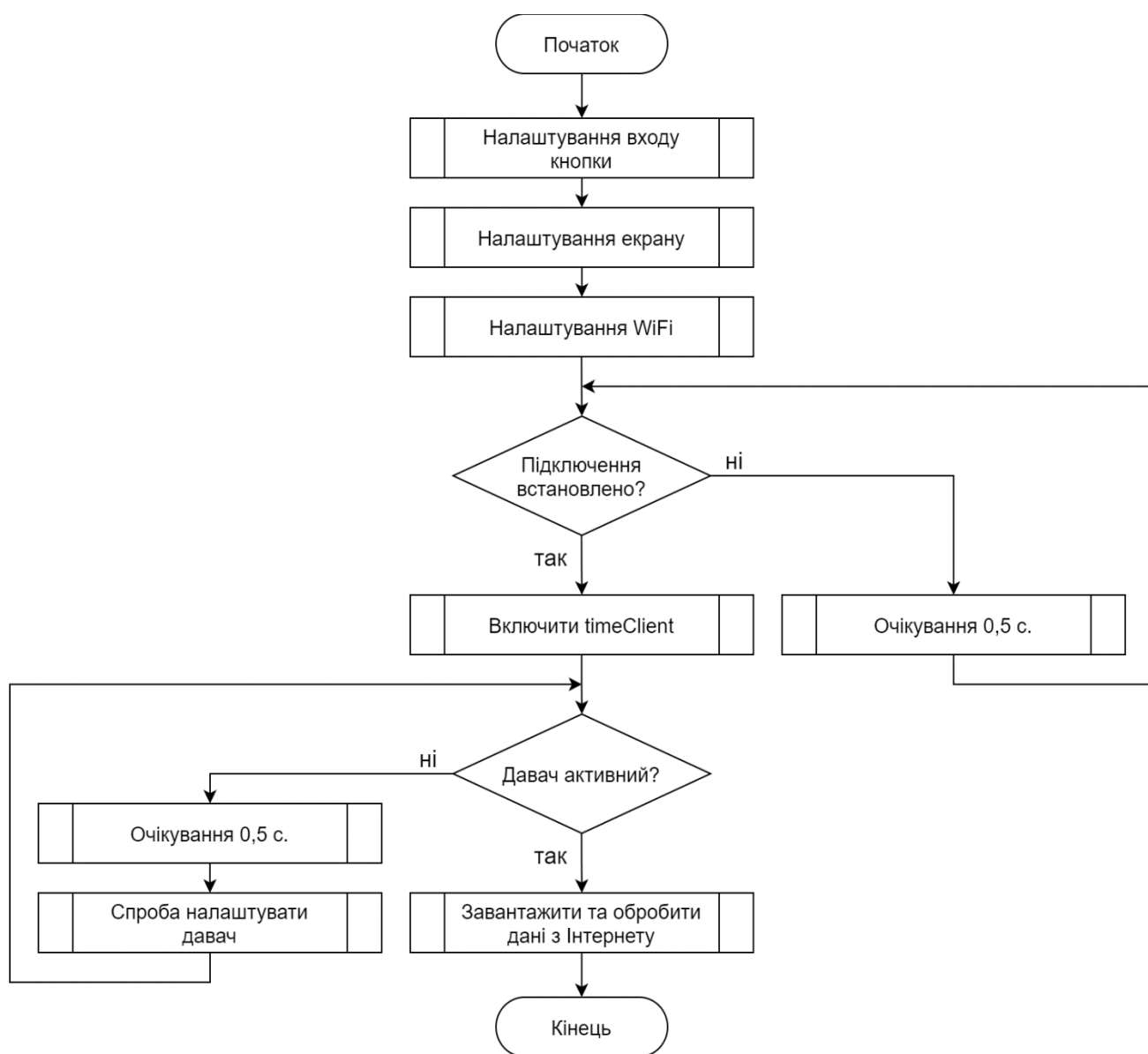


Рис. 3.1. Блок-схема процедури `setup()`

Розроблений алгоритм функції `setup()` передбачає на початку виконання виклик функції, яка призначена для налаштування переданого в неї номера порту вводу-виводу у режим вводу. На початку роботи задаються усі параметри роботи та змінні, необхідні для роботи системи, після чого починається ініціалізація давачів. Наступними виконуються функції для ініціалізації рідкокристалічного дисплею та встановлення його контрастності.

Наступний блок виконання функцій призначений для переведення вбудованого WiFi-модуля в режим станції та підключення його до точки доступу. Після цього перевіряється статус підключення WiFi. Якщо підключення немає – виконується функція затримки на 500 мс та знову перевіряється статус. Якщо підключення є, то наступною виконується функція для ініціалізації NTP клієнта. Після цього виконується ініціалізація метеодавача. Якщо давач не активний, то виконується функція затримки на 500 мс. та знову перевіряється статус. Коли давач працює, то функція продовжує виконання, викликаючи функції, що призначені для завантаження та опрацювання даних про прогноз погоди та поточну погоду з мережі Інтернет.

Блок-схема алгоритму роботи функції `loop()` показана на рис. 3.2. Виконання цієї функції передбачає перевірку часу, який пройшов з моменту запуску пристрою. Кожну секунду від запуску будуть викликатися функції, що призначені для отримання поточного часу та значень з метеодавача. Кожні 5 хвилин від запуску пристрою будуть виконуватись процедури, що призначені для завантаження та опрацювання даних про прогноз погоди та поточну погоду з мережі Інтернет.

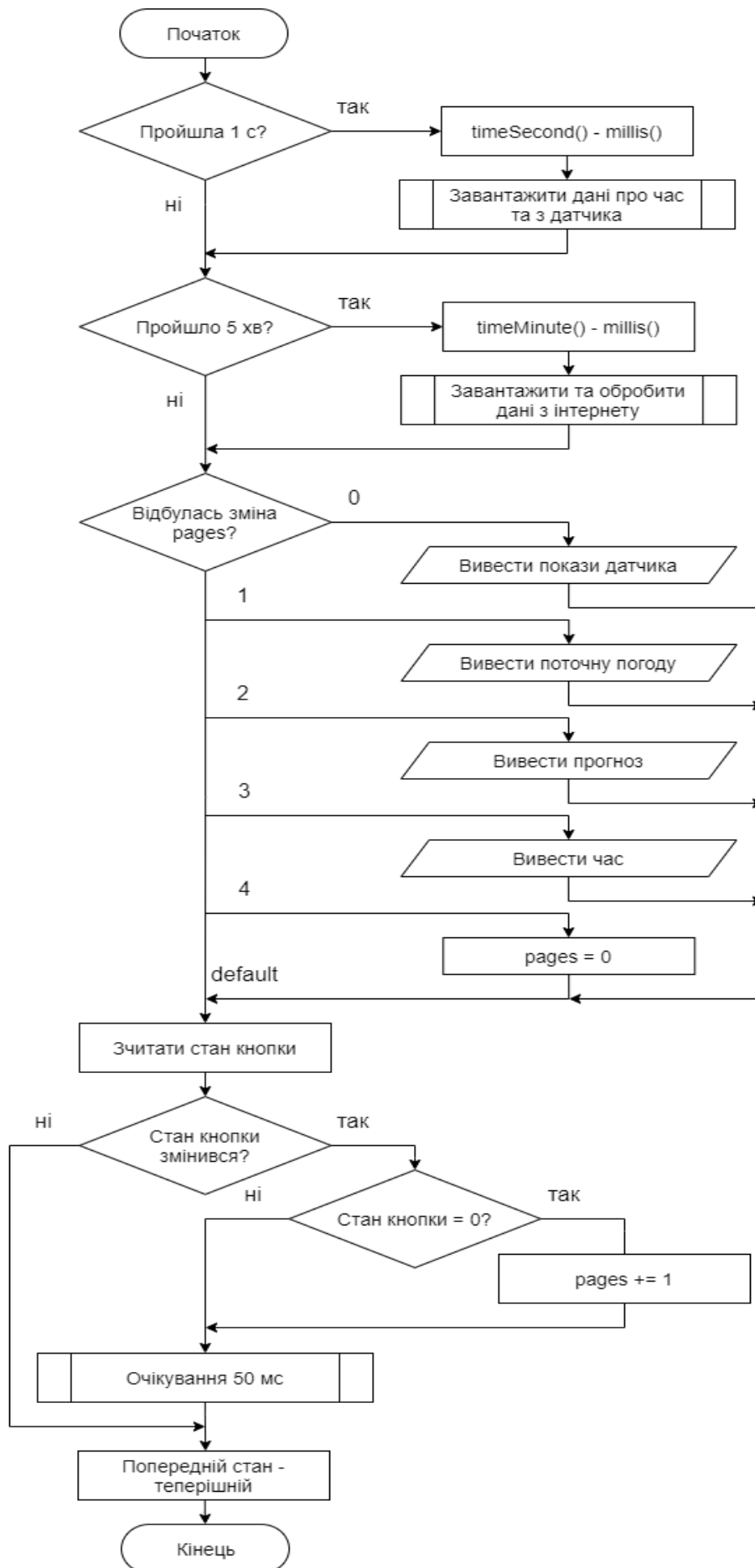


Рис. 3.2. Блок-схема алгоритму роботи функції loop()

Наступним кроком виконання є перевірка значення змінної `pages`, що відповідає за сторінку, яка відображається на дисплеї. Коли значення рівне 0 – виконується функція виводу значень метеодавача; 1 – виводяться поточні погодні відомості; 2 – виводиться прогноз погоди; 3 – виводиться поточний час; при значенні, що не відповідає жодному із згаданих раніше, змінній `pages` присвоюється значення 0. Наступним кроком алгоритму функції `loop()` є перевірка стану натиснення кнопки. Коли значення стану кнопки змінилося на протилежне – змінна `pages` збільшується на одиницю.

3.2.2. Розробка блок-схем алгоритмів роботи окремих процедур.

Для реалізації привальної роботи програми важливою є коректна побудова алгоритму завантаження даних з мережі Інтернет. Послідовність завантаження даних реалізована у функції `getData()`, яка повертає стрічку із даними. Блок-схема алгоритму роботи функції `getData()` показана на рис. 3.3.

На початку виконання цієї функції створюється об'єкт `WiFiClient client`, що використовується для надсилання запиту та запису отриманих даних в стрічку `data`. Після цього перевіряється встановлення з'єднання із заданим сервером. Якщо з'єднання немає – повертається пуста стрічка та завершується робота функції. При встановленні з'єднання – надсилається GET запит на веб-сервер. Наступним кроком є перевірка часу відповіді сервера. Якщо клієнт недоступний і пройшло 5 секунд, то він зупиняється, повертається пуста стрічка і процедура завершується. В іншому випадку, поки клієнт доступний, відбувається запис відповіді з веб-сервера у стрічку даних. Після цього стрічка повертається у функцію, яка викликала `getData()`.

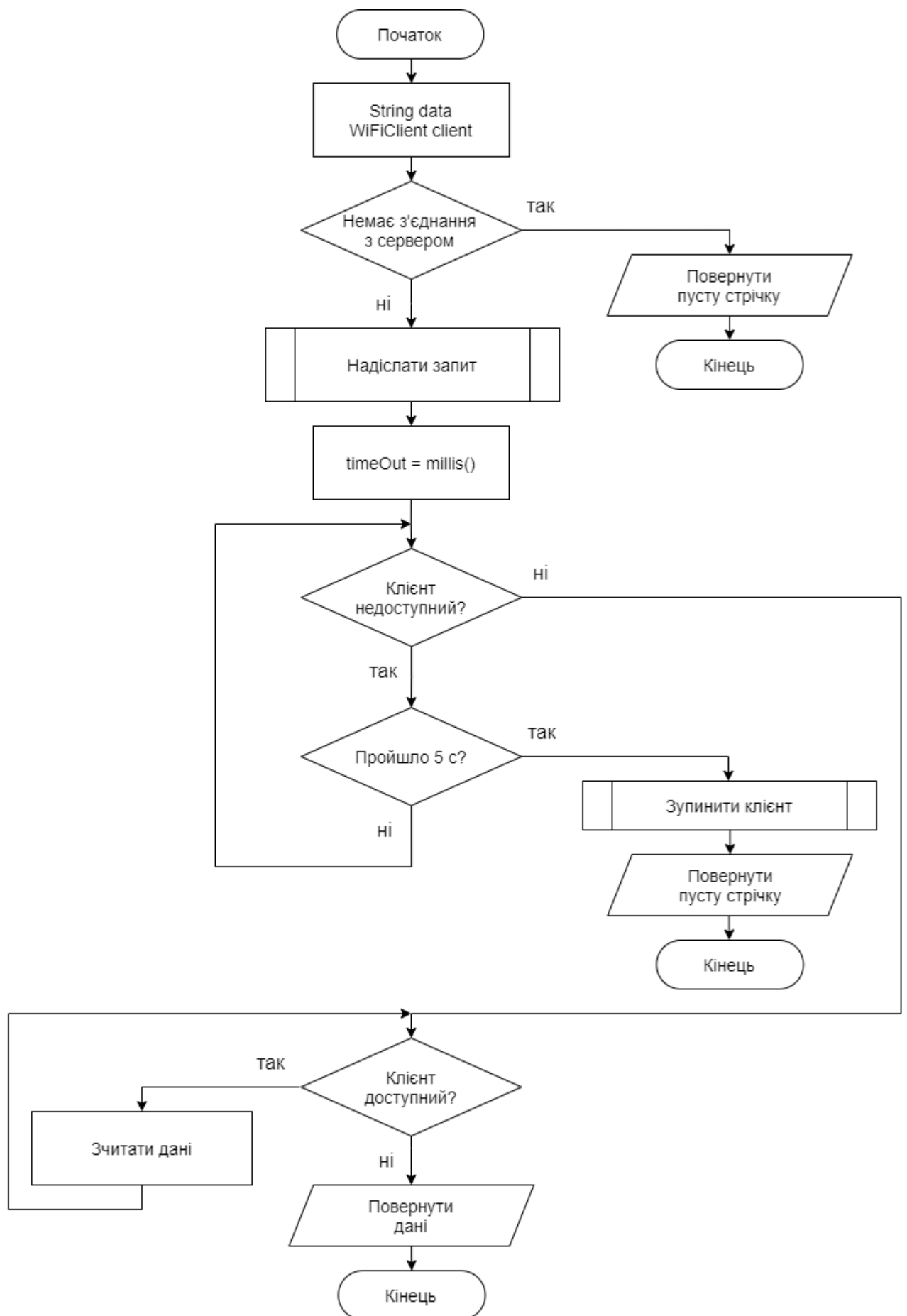


Рис.3.3. Блок-схема алгоритму роботи функції getData()

Іншим важливим моментом для роботи програми є функція, яка використовується для виокремлення даних із стрічки з відповіддю веб-сервера. Блок-схема алгоритму роботи функції `parseForecast()` показана на рис. 3.4.

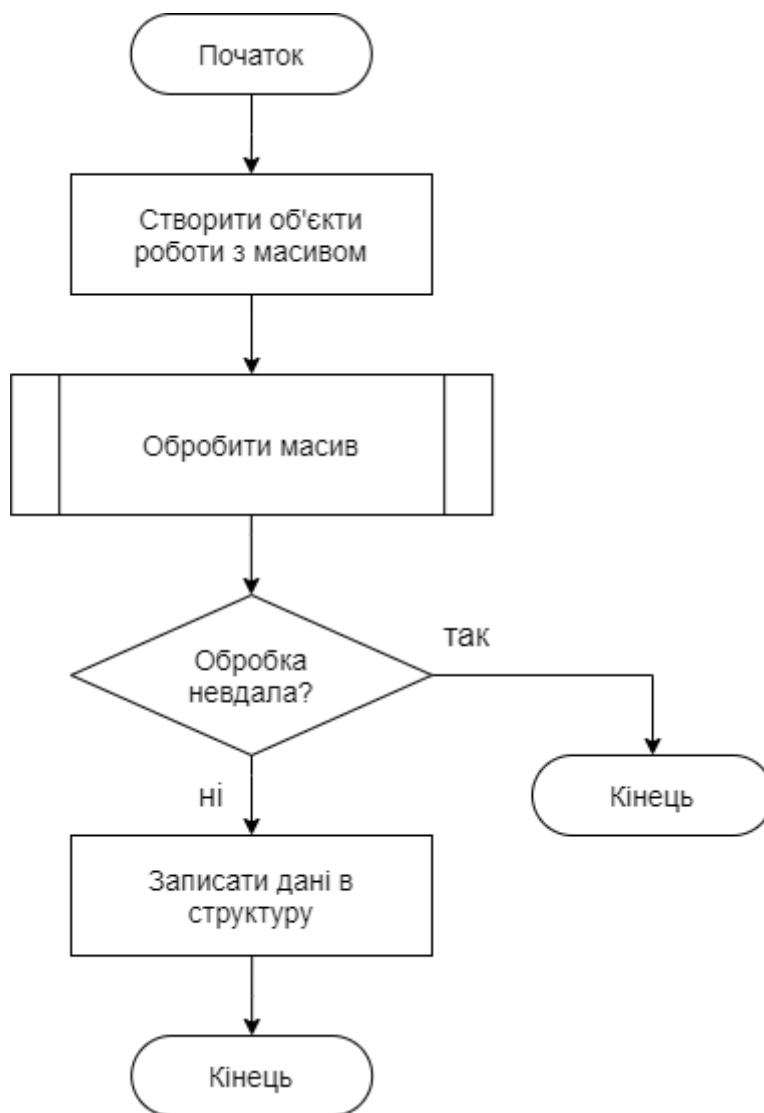


Рис. 3.4. Блок-схема алгоритму роботи функції `parseForecast()`

Алгоритм роботи цієї функції полягає у створенні масиву символів, в який записується вхідна стрічка даних з веб-сервера. Після цього створюються об'єкти `json_buf` та `root`. Для `root` викликається метод, що розбиває та аналізує масив символів формату JSON. Якщо це здійснити не вдалось, то процедура завершується. У протилежному випадку полям структури присвоюються відповідні дані з об'єкту `root`.

3.3 Опис програмних функцій та модулів

3.3.1 Створення об'єктів та розробка головної програми.

Головна програма починається з підключення бібліотек, які потрібні для роботи (рис. 3.5).

```
#include <WiFi.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include "Adafruit_BME280.h"
#include "DS1302.h"
#include "LCD5110_Graph.h"
#include "icons.h"
#include "NTPClient.h"
```

Рис. 3.5. Лістинг коду з підключення бібліотек, які потрібні для роботи пристрою

Після підключення бібліотек іде блок директив та оголошення об'єктів що використовуються у програмі. Для ініціалізації I²C метеодавача використовуються директиви, які задають номери I²C виводів SDA і SCL (рис. 3.6). Ці параметри використовуються для оголошення об'єкту давача BME 280.

```
#define I2C_SDA 32
#define I2C_SCL 33
#define BME280_ADD 0x76
Adafruit_BME280 bme(I2C_SDA, I2C_SCL);
```

Рис. 3.6. Лістинг коду з визначенням виводів мікроконтролера для I²C

Для роботи з NTP оголошені директиви NTP_OFFSET, NTP_ADDR та NTP_INTERVAL. Перша використовується для встановлення часового зміщення відносно часу UTC, друга – для визначення адреси NTP-сервера, а третя для встановлення частоти оновлення. Після оголошення директив створюється об'єкт WiFiUDP ntpUDP, який передається для реалізації NTP-клієнта timeClient (рис. 3.7).

```
#define NTP_OFFSET 3 * 60 * 60
#define NTP_ADDR "ua.pool.ntp.org"
#define NTP_INTERV 60 * 1000
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient (ntpUDP, NTP_ADDR, NTP_OFFSET, NTP_INTERVAL);
```

Рис. 3.7. Лістинг коду оголошення директив для роботи з NTP

Наступна директива містить номер порту, з яким з'єднана кнопка та змінні булевого типу, які потрібні для опрацювання її натискання (рис. 3.8).

```
#define BUTTON 4
bool buttonState = false;
bool lastButtonState = false;
```

Рис. 3.8. Лістинг коду для ініціалізації порта кнопки та змінних

Після цього оголошуються директиви та змінні, що потрібні для визначення проміжків часу. Вони використовуються для періодичного оновлення показів давача, часу та оновлення погодних даних (рис. 3.9).

```
#define MINUTE 60000
#define SECOND 1000
#define MINUTE 60000
#define SECOND 1000
unsigned long timeSecond = 0;
unsigned long timeMinute = 0;
```

Рис. 3.9. Лістинг коду для оголошення директив та змінних для роботи з часом

Наступним кроком створюється об'єкт `WiFiClient client`, який потрібен для встановлення зв'язку з сервером та об'єкт `PCD8544 lcd`, що використовується при роботі з рідкокристалічним екраном (рис. 3.10).

```
WiFiClient client;
#define CLK 14
#define DIN 13
#define DC 27
#define RST 26
#define CE 15
static PCD8544 lcd = PCD8544(CLK, DIN, DC, RST, CE);
```

Рис. 3.10. Лістинг коду для створення об'єкту `WiFiClient client`

Наступний блок призначений для оголошення константних змінних (рис. 3.11).

```
const char* ssid = "TN";
const char* password = "pass_word";
const char* server = "api.openweathermap.org";
const String CityID = "691650"; //Ternopil
const String APIKEY = "2f7b4f81f9b41f211d0f961751b7d978";
const String urlForecast = "/data/2.5/forecast?id=" + CityID +
"&units=metric&cnt=1&APPID=" + APIKEY;
const String urlWeather = "/data/2.5/weather?id=" + CityID +
"&units=metric&cnt=1&APPID=" + APIKEY;
```

Рис. 3.11. Лістинг коду для оголошення константних змінних

Після цього оголошуються структури даних, в яких зберігаються значення показів давача, поточної погоди та прогнозу (рис. 3.12).

```

struct indoorClimate {
    byte temp;
    byte humidity;
    unsigned int pressure;
};
indoorClimate indoor;

struct weather {
    unsigned int id;
    const char* country;
    const char* city;
    float temp;
    float pressure;
    byte humidity;
    float windSpeed;
};
weather currentWeather;

struct weather_forecast {
    unsigned int id;
    float temp;
    float pressure;
    byte humidity;
    float windSpeed;
};
weather_forecast forecast;

```

Рис. 3.12. Лістинг коду для оголошення структур даних

Оголошення глобальних змінних. Змінна `pages` використовується для відображення певної сторінки з інформацією на екрані LCD дисплею. У стрічці `currentTime` зберігається поточний час у форматованому вигляді (рис. 3.13).

```

byte pages = 0;
String currentTime;

```

Рис. 3.13. Лістинг коду оголошення глобальних змінних

3.3.2 Функція `setup()`.

Виклик функції `setup()` здійснюється при подачі живлення на пристрій (рис. 3.14). Ця Функція виконується лише один раз, після ввімкнення або перезавантаження плати. Функція `setup()` застосовується для встановлення режимів

роботи виводів, ініціалізації змінних, виконання методів оголошених раніше об'єктів і т. д.

```
void setup()
{
  pinMode(BUTTON, INPUT_PULLUP);
  lcd.begin(84, 48);
  lcd.createChar(DEGREES_CHAR, degrees_glyph);
  lcd.clear();
  lcd.setContrast(45);
  WiFi.enableSTA(true);
  delay(2000);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
  }
  timeClient.begin();
  bool status = bme.begin(BME280_ADD);
  if (!status) {
    while (1);
  }
  parseForecast(getData(urlForecast));
  parseCurrentWeather(getData(urlWeather));
}
```

Рис. 3.14. Лістинг функції setup()

Першою у тілі функції setup() викликається функція pinMode(BUTTON, INPUT_PULLUP), яка призначена для встановлення режиму роботи заданого виводу мікроконтролера в якості входу. Після неї відбувається ініціалізація LCD дисплею функцією lcd.begin(84, 48), ініціалізація користувацького символу градуса, очищення екрану та встановлення контрасту. Наступним кроком є переключення в клієнтський режим WiFi через виклик методу WiFi.enableSTA(true). Після паузи в 2 секунди (функція delay(2000)) відбувається ініціалізація WiFi підключення з параметрами ім'я мережі та пароль – WiFi.begin(ssid, password).

Поки статус підключення не рівний WL_CONNECTED, тобто підключення немає пристрій чекає встановлення у циклі while. Після встановлення підключення відбувається ініціалізація NTP-клієнта через виклик його методу timeClient.begin(). Наступним кроком є запуск метеодавача викликом функції bme.begin(BME280_ADD), який повертає булеве значення статусу роботи. Якщо давач не активний, то виконання програми переривається.

Після ініціалізації всіх модулів відбувається завантаження даних з мережі Інтернет. Для цього викликається функція `parseForecast()`, для якої аргументом є значення, що повертає функція `getData()`, що в свою чергу приймає стрічку з URL параметрами для GET-запиту.

3.3.3 Функція `loop()`.

Після ініціалізації всіх значень та проведення ініціалізації функцією `setup()` виконується функція `loop()` (рис. 3.15). У ній всі команди виконуються з першої до останньої в петлі поки на плату подається живлення.

```
void loop()
{
  if(millis() > timeSecond + SECOND) {
    timeSecond = millis(); //пройшла секунда
    getTime();
    getBMPValues();
  }
  if ((millis() > timeMinute + MINUTE * 5)) {
    timeMinute = millis(); //пройшла хвилина * 5
    parseForecast(getData(urlForecast));
    parseCurrentWeather(getData(urlWeather));
  }
  switch(pages) {
    case 0: {
      printIndoorOnLcd();
      break;
    }
    case 1: {
      printCurrentWeatherOnLcd();
      break;
    }
    case 2: {
      printForecastOnLcd();
      break;
    }
    case 3: {
      printTimeOnLcd();
      break;
    }
    default: {
      pages = 0;
      break;
    }
  }
  buttonState = digitalRead(BUTTON);
  if (buttonState != lastButtonState) {
    if (buttonState == 0)
      pages++;
    delay(50);
  }
  lastButtonState = buttonState;
}
```

Рис. 3.15. Лістинг функції `loop()`

На початку виконання функції `loop()` використанням умовного оператора `if` перевіряється час, що пройшов від запуску плати. Виклик `millis()` повертає кількість мілісекунд з моменту початку виконання поточної програми. Якщо значення функції `millis()` більше за 1000 мс, тобто пройшла секунда – змінній `timeSecond` присвоюється значення `millis()` і виконуються `getTime()` та `getBMPValues()`. Перша функція використовується для оновлення часу з NTP сервера, а друга – для отримання даних з метеодавача BME280.

Наступний блок коду має подібний функціонал, тільки тут умова спрацьовує тоді, коли пройшло 5 хвилин. Після цього виконуються функції `parseForecast(getData(urlForecast))` і `parseCurrentWeather(getData(urlWeather))`.

Виконання оператора `switch()` дозволяє перевірити значення глобальної змінної `pages`, яка за-замовчуванням рівна 0. Відповідно до цього значення виконується одна із функцій, які відповідають за вивід даних на LCD дисплей. Якщо значення рівне 0, виконується `printIndoorOnLcd()`, що відображає відомості з метеодавача. При `pages == 1` викликається `printCurrentWeatherOnLcd()`, що дозволяє переглянути погодні відомості на даний час, завантажені з Інтернету. Коли значення рівне 2, то виконується `printForecastOnLcd()`, яка відповідає за відображення прогнозу погоди. При значенні змінної `pages` яке рівне 3 виконується функція `printTimeOnLcd()`, що виводить поточний час на дисплей. Коли значення `pages` не відповідає жодному з перерахованих, то їй присвоюється 0.

Останній блок коду функції `loop()` відповідає за опрацювання натиснення кнопки. Спочатку відбувається зчитування стану входу, до якого вона під'єднана за допомогою виконання `digitalRead(BUTTON)`. Якщо значення змінилось відносно попереднього `buttonState != lastButtonState` і відповідає низькому рівню напруги (кнопка натиснута) змінна `pages` інкрементується. Це означає, що при натисканні кнопки відбувається переключання сторінки з інформацією на рідкокристалічному дисплеї. Після перевірки на натиснення виконується невелика затримка на 50 мс, яка призначена для усунення тремтіння контактів кнопки. Значенню змінної `lastButtonState` присвоюється поточний стан `buttonState`.

3.3.4 Функція String getData(String url).

Дана функція (рис. 3.16) призначена для встановлення з'єднання з віддаленим веб-сервером, надсиланням йому GET запиту та збереження відповіді у стрічку символів.

```
String getData(String url)
{
    String data;
    if (!client.connect(servername, 80))
    {
        return "";
    }
    client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
        "Host: " + server + "\r\n" + "Connection: close\r\n\r\n");
    unsigned long timeOut = millis();
    while (client.available() == 0)
    {
        if (millis() - timeOut > 5000)
        {
            client.stop();
            return "";
        }
    }

    while (client.available())
    data = client.readStringUntil('\r');
    data.replace('[', ' ');
    data.replace(']', ' ');
    return data;
}
```

Рис. 3.16. Лістинг функції getData(String url)

Аргументом, що передається функції є стрічка такого вигляду:

```
"/data/2.5/forecast?id=" + CityID + "&units=metric&cnt=1&APPID=" + APIKEY
```

Ця стрічка є частиною URL-адреси, на яку надсилається запит для отримання відомостей про прогноз та поточну погоду. Вона складається з типу запиту (forecast або weather), ідентифікатора міста, якого стосується погодні запит, типу одиниць вимірювання та унікального ключа користувача сервісу.

Виконання функції починається з оголошення локальної змінної data типу String, що призначена для запису вмісту відповіді сервера. Після цього слідує перевірка на з'єднання з сервером, що відбувається за допомоги методу client.connect(servername, 80). Цьому методу передається URL-адреса віддаленого

серверу та номер порту. Якщо з'єднання немає, то функція повертає пусту стрічку і виконання завершується. Коли підключення успішно встановлено, виконується функція надсилання запиту на сервер `client.print()`. Її аргументом є стрічка:

```
String("GET")+url+"HTTP/1.1\r\n"+"Host:"+server+"\r\n"+"Connection:close\r\n\r\n"
```

Вона містить тип запиту “GET”, версію протоколу “HTTP/1.1”, адресу сервера “server” і тип запиту “Connection: close”.

Після надсилання запиту перевіряється тайм-аут відповіді з сервера. Поки клієнт недоступний (`client.available() == 0`) і пройшло 5 секунд – клієнт зупиняється, функція повертає пусту стрічку і виконання завершується. Якщо клієнт активний у циклі `while` відбувається читання та запис відповіді сервера за допомогою використання методу `client.readStringUntil('\r')`, тобто до отримання символу завершення передавання `\r`. Отримані відомості зберігаються з змінну `data`.

Коли дані отримані, над ними виконується операція заміни символів `data.replace('[', ' ')` та `data.replace(']', ' ')`, що замінюють символи квадратної дужки на пустий символ. Дані операції потрібні для наступного опрацювання отриманих відомостей. Функція `getData()` завершується поверненням значення `String data`.

3.3.5 Функція `void parseForecast(String inputData)`.

Призначення цієї функції (рис. 3.17) полягає у опрацюванні відповіді веб-сервера та запису інформації про прогноз погоди у структури даних.

```
void parseForecast(String inputData)
{
    char jsonArray[inputData.length()+1];
    inputData.toCharArray(jsonArray, sizeof(jsonArray));
    jsonArray[inputData.length() + 1] = '\0';
    StaticJsonBuffer<1024> json_buf;
    JsonObject &root = json_buf.parseObject(jsonArray);
    forecast.country = root["city"]["country"];
    forecast.city = root["city"]["name"];
    forecast.id = root["list"]["weather"]["id"];
    forecast.temp = root["list"]["main"]["temp"];
    forecast.humidity = root["list"]["main"]["humidity"];
    forecast.pressure = root["list"]["main"]["pressure"];
    forecast.windSpeed = root["list"]["wind"]["speed"];
}
```

Рис. 3.17. Лістинг функції `parseForecast(String inputData)`

У тілі функції оголошується масив символів `char jsonArray[inputData.length()+1]` довжиною на 1 символ більший за вхідну стрічку-аргумент функції. Вхідна стрічка перетворюється та записується у отриманий раніше масив. У кінець даного масиву додається символ `null`.

Після цього ми створюємо екземпляр класу `StaticJsonBuffer`, описаний у бібліотеці `ArduinoJson` з іменем `json_buf`. Наступним кроком є створення екземпляру `JsonObject &root`, якому присвоюється значення.

`json_buf.parseObject(jsonArray)`, що повертає посилання на `JsonObject`. Після цього `root` містить опрацьовану стрічку `Json`. З цим типом даних можна працювати, вказавши потрібне значення у квадратних дужках:

```
forecast.country = root["city"]["country"];
```

3.4 Метод завантаження погодних даних

Для завантаження даних про погоду використовується сервіс `OpenWeatherMap` [24]. Це онлайн сервіс, що надає безкоштовний API для доступу до даних про поточну погоду та прогнози (рис. 3.18). В якості даних використовуються офіційні метеорологічні служби, дані з метеостанцій аеропортів і приватних метеостанцій. Інформація обробляється `OpenWeatherMap`, після чого, на основі даних будується прогноз погоди і погодні карти. Користувачам `OpenWeatherMap` доступний API (прикладний програмний інтерфейс) – набір функціоналу для взаємодії з сервісом, що дозволяє завантажувати та надсилати дані про поточну погоду, прогноз та карти з погодними явищами. Всі погодні дані можуть бути отримані у форматах JSON, XML або HTML.

Hourly forecast by OpenWeatherMap! Hourly forecast for 4 days, with 96 timestamps and higher geographic accuracy.

Call hourly forecast data

By city name

You can search weather forecast for 4 days (96 hours) with data every hour by city name. All weather data can be obtained in JSON and XML formats.

API call

```
pro.openweathermap.org/data/2.5/forecast/hourly?q={city name}&appid={API key}
```

```
pro.openweathermap.org/data/2.5/forecast/hourly?q={city name},{state code}&appid={API key}
```

```
pro.openweathermap.org/data/2.5/forecast/hourly?q={city name},{state code},{country code}&appid={API key}
```

Call Hourly forecast data

- By city name
- By city ID
- By geographic coordinates
- By ZIP code
- Weather fields in API response
- JSON
- XML
- List of condition codes
- Min/max temperature in our weather API
- Other features
- Format
- Limitation of result
- Units of measurement
- Multilingual support
- Call back function for JavaScript code

Рис. 3.18. API для завантаження даних про погодинний прогноз погоди з сайту OpenWeatherMap

Для отримання даних з сервісу OpenWeatherMap слід надіслати GET-запит. Метод HTTP GET призначений для отримання інформації від сервера. У рамках GET-запиту дані передаються у вигляді URI, де вказуються параметри запиту даних [25]. Наприклад, запит для отримання даних про поточну погоду складається з таких частин:

```
"GET " + URL + " HTTP/1.1" + "Host: " + server + "Connection: close". URL = /data/2.5/forecast?id=" + CityID + "&units=metric&cnt=1&APPID=" + APIKEY.
```

У цьому запиті: GET – тип HTTP запиту, URL – частина запиту, що містить інформацію про потрібні дані (forecast – погода, CityID – ідентифікатор місця, тип величин та ідентифікатор користувача сервісу), server – URL-адреса сервісу та тип з’єднання – закритий.

Після надсилання GET-запиту на пристрій приходиться відповідь у форматі JSON, яка зберігається у текстову стрічку. Для виділення потрібних даних з стрічки формату JSON у розробленій програмі використовуються методи бібліотеки ArduinoJson. Процес опрацювання таких даних полягає у створенні екземпляру класу JsonObject &root, якому передається масив із даними. Після цього потрібні

для роботи дані можна отримати, звернувшись до нього вказавши потрібну пару назв у квадратних дужках:

```
currentWeather.id = root["weather"]["id"].
```

3.4.1 Синхронізація часу.

Пристрій для моніторингу МП використовує протокол NTP для отримання даних про поточний час. NTP базується на принципі комутації пакетів даних для синхронізації внутрішнього годинника ПК.

У розробленій системі для роботи з NTP використовується бібліотека NTPClient. Робота з нею полягає у створенні об'єкта NTPClient, у конструктор якого передається адреса сукупності NTP серверів, зміщення відносно UTC часу та інтервал оновлення. Також потрібно створити об'єкт WiFiUDP. Приклад створення:

```
NTPClient timeClient (ntpUDP, NTP_ADDRESS, NTP_OFFSET, NTP_INTERVAL).
```

Після цього, для початку роботи потрібно викликати метод begin(), що запускає клієнт UDP за допомогою локального порта за замовчуванням. Оновлення інформації про час відбувається через виклик методу timeClient.update(). Часові значення можна отримувати окремо для години, хвилин і секунд, використавши int getHours(), int getMinutes(), int getSeconds() або у вигляді форматованої стрічки – getFormattedTime().

3.5 Результати роботи системи

Після ввімкнення на екрані пристрою одразу виводяться показники температури, вологості повітря та атмосферного тиску, які вимірюються датчиком BME 280 (рис. 3.19).

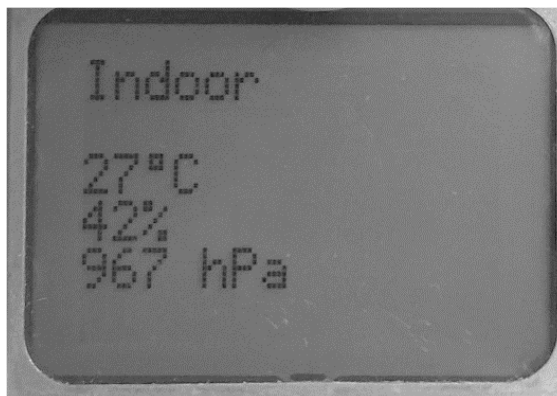


Рис. 3.19. Результати вимірювання метеопараметрів в середині приміщення

Для переходу до інших режимів роботи системи потрібно натиснути кнопку. Після цього на екрані буде відображена інформація про погодні умови, що є в даний момент на вулиці для заданого місця, які отримані з інтернету (рис. 3.20).

На даному екрані пристрою відображається інформація про температуру, вологість повітря та атмосферний тиск, а також швидкість вітру з прив'язкою до населеного пункту та країни. Також, на екрані відображається піктограма, яка демонструє характер погоди в даний момент.

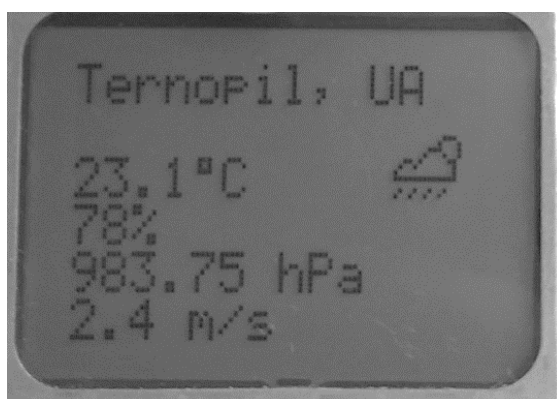


Рис. 3.20. Відображення поточних погодних даних з інтернету

Після чергового натискання кнопки, на екрані відобразатиметься прогнозована інформація про температуру, вологість АП, атмосферний тиск та швидкість вітру, яка отримана від сервісу OpenWeatherMap (рис.3.21).

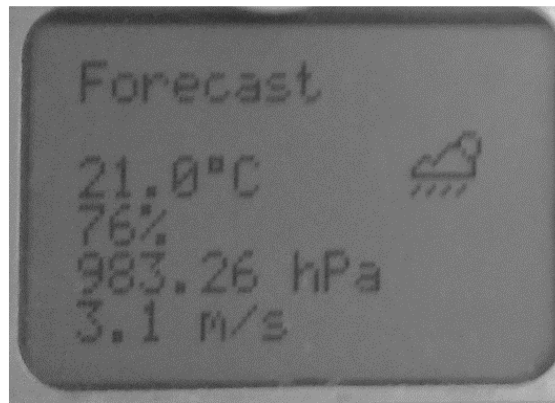


Рис. 3.21. Відображення прогнозованих погодних умов

Після ще одного натискання кнопки на екрані з'явиться інформація про поточний час (рис. 3.22).

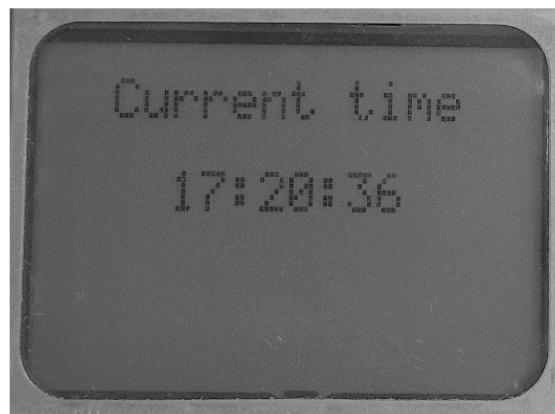


Рис. 3.22. Відображення інформації про поточний час

Оновлення даних відбувається в автоматичному режимі. Частота оновлення вимірних значень становить 1 секунда. А дані з інтернету оновлюються кожних 5 хвилин.

3.6. Передача результатів моніторингу в хмарний IoT сервіс

В роботі пропонується здійснювати передавання результатів моніторингу метеопараметрів НС, а також їх прогнозованих значень в хмарний сервіс ThingSpeak для подальшої обробки та глибшого аналізу.

В платформі ThingSpeak є можливість додаткового опрацювання та аналізу даних, оскільки вона є продуктом компанії Mathworks Inc – виробника відомого програмного пакета MATLAB. В цьому ПЗ є надзвичайно багато засобів для аналізу даних (рис. 3.23).

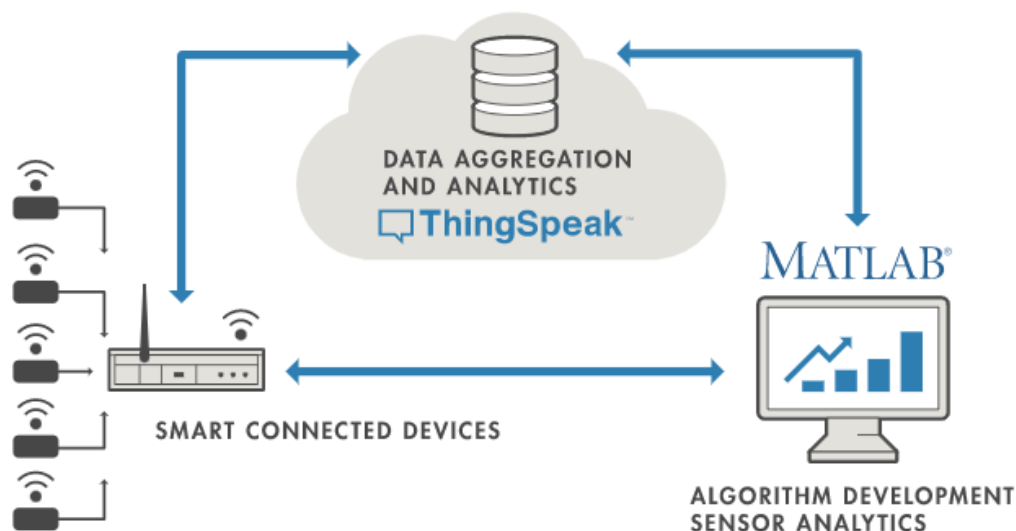


Рис. 3.23. Процес взаємодії ThingSpeak з MATLAB

MATLAB є потужним програмним забезпеченням, вся або майже вся функціональність якого доступна для використання ThingSpeak. Для цього пропонуються дві групи інструментів:

- «Analytics» – для додаткового опрацювання даних;
- «Actions» – для виконання дій або команд під час настання певних подій.

Для задач опрацювання даних, отриманих в результаті моніторингу метеорологічних параметрів, важливими є два інструменти групи Analytics: MATLAB Analysis і MATLAB Visualization. Перший відповідає за опрацювання даних, а другий за обробку та візуалізацію даних. Обидва інструменти програмуються з використанням внутрішньої мови MATLAB, а різниця між ними полягає в тому, що виведення Visualization можна додати до каналу ThingSpeak.

Програми для візуалізації схожі на програми для аналізу. Різниця між ними лише в тому, що результат візуалізації можна додавати відразу на сторінку каналу ThingSpeak. А все інше програмується внутрішньою мовою MATLAB.

Для реалізації запропонованого підходу в платформі ThingSpeak був створений обліковий запис для розробленої системи, в якому додано 3 канали – для відображення результатів моніторингу температури, вологості та атмосферного тиску (рис. 3.24).

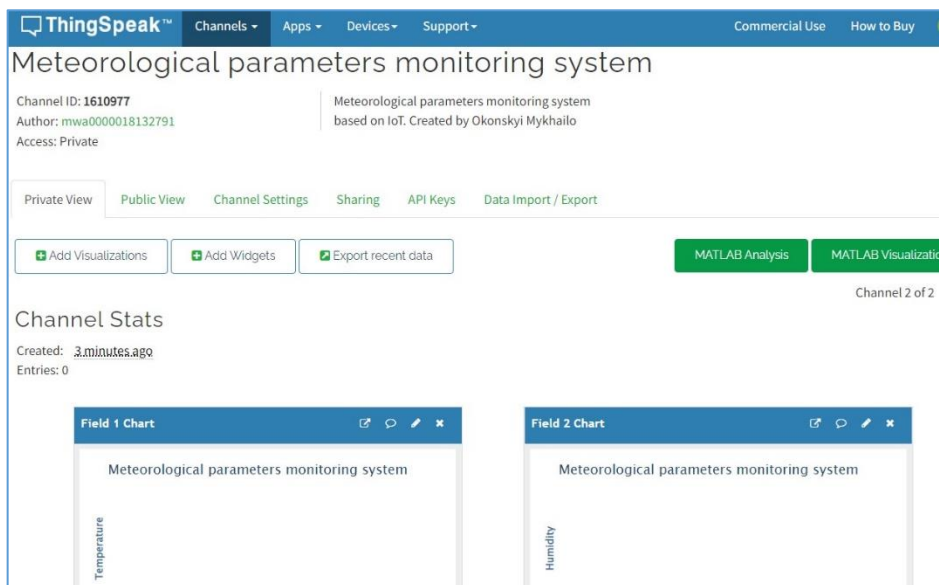


Рис. 3.24. Обліковий запис у платформі IoT ThingSpeak для відображення результатів моніторингу проектованої системи

3.6 Висновки до третього розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи розроблено алгоритми функціонування основних програмних модулів пристрою для моніторингу метеорологічних параметрів та написано програмне забезпечення для їх реалізації.

Описано метод завантаження погодних даних з використанням API сервісу OpenWeatherMap. Запропонований метод обробки результатів моніторингу МП з використанням хмарного IoT сервісу ThingSpeak та MATLAB.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

У кваліфікаційній роботі магістра спроектовано систему для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Під час розв'язання задач дослідження, особливо практичної реалізації системи, враховано вимоги з охорони праці і техніки безпеки, пожежної та електробезпеки.

Виконання як теоретичної частини роботи, так і практичної, передбачає використання комп'ютерної техніки та обладнання з низькими напругами і силою струму. Зокрема, в якості блоку живлення плати ESP8266, використовувалась напруга живлення, яка становить 5 В. На платі використовуються можливі номінали напруги на рівні 5 В і 3,3 В, що не становить небезпеки для користувачів та розробника системи.

В якості регламентуючого документа з пожежної безпеки перед початком роботи над комп'ютерною системою моніторингу метеорологічних параметрів використано вимоги «Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України», які є діючим на даний час і затверджені постановою Кабінету міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444.

Для організації захисту від негативного впливу екранів дотримано вимог Закону України "Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями" та НПАОП 0.00-7.15-18, який затверджений наказом Міністерства соціальної політики України 14.02.2018 N207. Робоче місце під час виконання кваліфікаційної роботи та проектування комп'ютерної системи облаштовано згідно наведених вимог та відповідає організаційним, ергономічним та вимогам з пожежної безпеки.

Електробезпеку робочого місця регламентують Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, які затверджені наказом

Держнаглядхоронпраці від 09.01.98 N 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10.02.98 за N 93/2533 (НПАОП 40.1-1.21-98) [26]. При виконанні кваліфікаційної роботи магістра використовувана електромережа відповідає правилам [27]:

- живлення електромережі проєктовано, як окрему групову трьох провідну мережу з використанням фази, робочого «нуля» та захисного «нуля»;
- захисний «нуль» застосовано для реалізації заземлення електропристроїв;
- усі електричні та електронні пристрої мають захист від короткого замикання та непередбачуваних аварійних ситуацій;
- монтаж та експлуатація електромережі задовольняють вимогам щодо унеможливлення виникнення джерела загоряння через коротке замикання та перевантаження;
- усі лінії електроживлення виконанні не з легкозаймистого матеріалу або з негорючою ізоляцією;
- електричне устаткування підключено до мережі лише за допомогою справних штепсельних з'єднань і розеток заводського виготовлення;
- у розетках і штепселях передбачено контакти заземлення.

Вимоги електробезпеки при проєктуванні компонентів комп'ютерної системи для моніторингу метеорологічних параметрів дотримано двома шляхами: використання безпроводних технологій передавання даних і напруги живлення в діапазоні 3,3В і 5 В, що дозволяє зменшити можливість ураження струмом при виникненні контакту з мережею чи в аварійних ситуаціях.

Щодо пожежної безпеки будівлі, де виконувався проєкт і приміщення його потенційної експлуатації, то дотримано вимог державних будівельних норм "Пожежна безпека об'єктів будівництва", які затверджені наказом Держбуду України від 03.12.2002 N 88, а також правилами пожежної безпеки України, затвердженими наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19.10.2004 N 126.

У приміщеннях, де розташовуються робочі місця користувачів ПК потрібно забезпечити відповідність вимогам санітарних норм і правил наведених у ДСанПіН 3.3.2-007-98 [26]. Крім цього, на робочих місцях, обладнаних комп'ютерами і периферійною технікою забезпечено оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, руху повітря та відносної вологості, у відповідності до вимог нормативних документів.

Щодо освітлення, то приміщення де експлуатуються ПК, повинно бути обладнаним джерелами штучного освітлення та мати природне освітлення. Нормативний документ, який регламентує вимоги до рівнів природного і штучного освітлення – ДБН В.2.5-28-2018. Природне освітлення забезпечують прозорі вікна та інші світлові прорізи, що знаходяться на півночі або північному сході. У приміщеннях коефіцієнт природного освітлення повинен бути не нижче ніж 1,5 %. Розрахунок коефіцієнта природного освітлення виконують згідно методики, яка наведена у ДБН В.2.5-28-2018.

Штучне освітлення у приміщеннях з ПК забезпечується за допомогою системи загального освітлення, переважно рівномірного. В якості штучного джерела світла застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

При використанні ПК для розробки проекту комп'ютерної системи для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT було дотримано наступних вимог з техніки безпеки:

- не виконувався самостійний ремонт ПК і периферійних пристроїв;
- не вносились конструктивні чи інші зміни в апаратне забезпечення комп'ютера;
- використовувались тільки ті матеріали та предмети, які стосувались розробки комп'ютерної системи для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT.

Для забезпечення вимог щодо безпечної експлуатації інформаційних технологій та мереж дотримано вимог СТУ EN 60950-1:2015 «Обладнання інформаційних технологій. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги» (ДСТУ EN 60950-1:2015).

4.2 Оцінка стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вражаючих факторів

Стійкість роботи об'єкта – це здатність в умовах військового часу виготовляти продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при одержанні слабких і частково середніх руйнувань відновлювати своє виробництво в мінімальні терміни. Ціль оцінки стійкості об'єкта полягає у виявленні слабких його елементів, щоб у подальшому провести інженерно-технічні заходи, спрямовані на підвищення стійкості об'єкта в цілому.

Оцінка стійкості роботи об'єкта – це всебічне вивчення підприємства з погляду спроможності його протистояти впливу вражаючих факторів ядерного вибуху, продовжувати роботу і відновлювати виробництво при одержанні слабких руйнувань [28].

Промислові підприємства відрізняються одне від одного як по конструктивному рішенню, так і по технологічному процесі. Відмінності об'єктів полягають в будинках і спорудах, устаткуванні і технології виробництва, комунально-енергетичних мережах і території, на якій розташований об'єкт. Тому в усіх випадках оцінка стійкості кожного об'єкта має свої особливості і вимагає конкретного підходу до рішення цього питання. У даному випадку розглянемо загальні для всіх об'єктів питання оцінки їх стійкості до впливу вражаючих факторів зброї масового знищення.

Оцінка стійкості роботи об'єкта починається з вивчення району розташування. Об'єкт може знаходитися в місті, за межею його проектної забудови і на деякій віддалі від міста. Досліджується територія району, його структура, щільність і тип забудови, сусідні об'єкти і можливість виникнення на них вторинних чинників поразки. На об'єкті визначаються щільність забудови, розміщення основних будинків і споруджень, що впливають на характер руйнування, можливе утворення завалів і виникнення пожеж. Особлива увага

приділяється ділянкам, де можливе виникнення небезпечних вторинних чинників ушкоджень. Беруться на облік усі будинки і споруди, робиться оцінка їх статичної стійкості. Вивчають кожен цех і його окремі елементи як по конструктивному рішенню, так і за матеріалами, що були використані в будівництві. Розглядаються умови розміщення внутрішнього технологічного устаткування і визначаються види руйнувань і ушкоджень, що можуть мати місце при ядерному вибуху і заваленні огорожуваних конструкцій цехів.

Особливо важливо визначити захист цінного й унікального устаткування, насиченість виробництва автоматикою і можливість продовження виробництва у випадку виходу з ладу контрольно-вимірювальної апаратури. Обстежуються комунально-енергетичні системи об'єкта і робиться оцінка стійкості споруджень і ліній, тобто визначаються параметри вражаючих факторів, при яких комунально-енергетичні мережі одержать ті або інші руйнування. Визначається забезпеченість працюючих захисними спорудженнями: встановлюється кількість сховищ, укриттів і оцінюються їхні захисні властивості. Вивчається система керування, зв'язку й оповіщення на основі вивчення стану захищених пунктів керування, вузлів і ліній зв'язку. Аналізується система матеріально-технічного постачання і виробничих зв'язків. Встановлюється об'єм запасів і можливих термінів продовження роботи без постачань; визначається відповідність їхньої кількості і номенклатури вимогам, запропонованим до виробництва у військовий час.

Оцінюється стійкість складів сировини, комплектуючих виробів, готової продукції й інших матеріалів, а також сховища паливних матеріалів. Досліджується підготовка об'єкту до відновлення виробництва у випадку одержання слабких або середніх руйнувань. Аналіз виробничої діяльності об'єкта дозволяє виявити слабкі елементи, ділянки і підготувати план підвищення стійкості їх роботи і план відновлювальних робіт, забезпечити їх будівельно-монтажною і проектною документацією.

Оцінка стійкості роботи об'єкта організовується начальником ЦО (директором підприємства), його штабом і головними фахівцями: головним інженером, головним механіком, головним технологом, головним енергетиком. До оцінки стійкості залучаються начальники служб і інші фахівці [28].

4.3 Висновки до четвертого розділу

В даному розділі описані актуальні питання щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях та охорони праці. Була опрацьована інформація стосовно вимог з охорони праці і техніки безпеки, пожежної та електробезпеки. Також, розглянуто питання щодо оцінки стійкості роботи промислового підприємства до впливу вторинних вражаючих факторів.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розв'язана важлива науково-технічна задача розроблення інформаційно-вимірювальної системи для моніторингу метеорологічних параметрів НС на основі технології IoT.

1. Виконано огляд наукової літератури за темою дослідження, проведено критичний аналіз методів та засобів для моніторингу метеорологічних параметрів довкілля.

2. Синтезовано структурно-функціональну схему комп'ютеризованої системи для моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

3. Здійснено розробку структурної схеми керуючого модуля для моніторингу метеорологічних параметрів і спроектовано його електричну принципову схему.

4. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для керуючого модуля інформаційно-вимірювальної системи моніторингу метеорологічних параметрів навколишнього середовища.

Впровадження розробленої інформаційно-вимірювальної системи дозволить в режимі реального часу здійснювати моніторинг метеорологічних параметрів довкілля, що дасть змогу підвищити якість гідрометеорологічного обслуговування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Манукало В. О., Кульбіда М. І., Іванов Б. О. Удосконалення гідрометеорологічного обслуговування користувачів на основі застосування сучасних інформаційних технологій. Український гідрометеорологічний журнал. № 23. 2019. С. 14-24.
2. Загальні тенденції перебігу стихійних метеорологічних явищ в Україні та світі. 2021. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Ostanni-novini/127033.html> (дата звернення: 10.10.2021).
3. Giraud R., Tandy J., Eyre J., Spears ., Kralidis T., Harley R. A., Fucile E. Modernizing Data Exchange for Earth System Monitoring and Prediction. Boletín-Organización Meteorológica Mundial. 70 (2). 2021. P. 20-26.
4. Небезпечні явища природного характеру та заходи щодо зменшення їх негативних наслідків. 2018. URL: <https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2018/rozdil2.pdf> (дата звернення: 11.10.2021).
5. Перельгин Б. В. Боровская Г. А. Лужбин А. М. Анализ требований потребителей к видам и характеристикам информации, получаемой от метеорологической радиолокационной системы мониторинга. Радиотехника, Вып. 187. 2016. P. 58-65.
6. Перельгин Б. В. Реализация системного подхода при создании радиолокационной системы метеорологического мониторинга. Радиотехника. Вып. 190. 2017. С. 13-21.
7. Jianyum Ch., Yunfam S., Chunyam L. Research on application of automatic weather station based on IoT. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 104, No. 1. 2017. P. 1-6.
8. Клим Г. І., Варава А. С. Система контролю температури та вологості на базі PSoC з використанням наноструктурованих давачів. Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Комп’ютерні системи та мережі. № 717 2011. С. 53-58.
9. Клим Г.І. Інтелектуальна система моніторингу довкілля з використанням плівкових давачів. Міжвузівський збірник “Комп’ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво”. № 5. 2011. С. 120–125.

10. Дзендзелюк О., Мусійчук І., Рабик В. Автоматизована система моніторингу параметрів довкілля. Теоретична електротехніка. Вип. 61. 2010. С. 90–98.
11. Satria D., Yana S., Munadi R., Syahreza S. Design of information monitoring system flood based internet of things (IoT). In Proceedings of MICoMS. Emerald Publishing Limited. 2018. P. 337-342.
12. Kulkarni A., Mukhopadhyay D. Internet of things based weather forecast monitoring system. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 9 (3). 2018. P. 555-557.
13. Reda H. T., Daely P. T., Kharel J., Shin S. Y. On the application of IoT: Meteorological information display system based on LoRa wireless communication. IETE Technical Review. 35(3). 2018. P. 256-265.
14. Karvelis P., Mazzei D., Biviano M., Stylios C. PortWeather: A lightweight onboard solution for real-time weather prediction. Sensors. 20(11). 2020. P. 1-21.
15. Vilayatkar S. R., Wankhade V. R., Wangekar P. G., Mundane N. S. IoT Based Weather Monitoring System using Raspberry Pi. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Vol. 6(1). 2019. P. 1187-1190.
16. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 2021. С. 109.
17. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Інформаційно-вимірювальна система для контролю метеорологічних параметрів на основі Інтернету речей. Матеріали ІХ науково-технічної конференції "Інформаційні моделі, системи та технології". Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 118.
18. Лупенко С., Андрійчук Я. Реалізація протоколів аутентифікації користувачів веб-орієнтованих комп'ютерних систем. Матеріали VI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». Том 1. Тернопіль: ТНТУ. 2018. С. 73.

19. Лупенко С.А., Вівчарик В.С. Використання методів та засобів віддаленої інженерії для проектування комп'ютерних систем. Матеріали VI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології». Тернопіль: ТНТУ. 2020. С. 101.

20. Лупенко С., Лобур Т. Функціональна стійкість мультисервісних комп'ютерних мереж. Збірник тез доповідей XV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Тернопіль: ТНТУ. 2011. С. 79.

21. Vasylykivskyi I., Ishchenko V., Pohrebennyk V., Palamar M., Palamar A. System of water objects pollution monitoring. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM 2017). 2017. Vol. 17, No. 33. P. 355-362.

22. Паламар М. І., Стрембіцький М. О., Паламар А. М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.

23. Паламар А. Комп'ютерна система для моніторингу параметрів джерел безперебійного живлення на основі технології Internet of Things. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції "Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій". Тернопіль: ТНТУ. 2019. С. 208-209.

24. Current weather and forecast – OpenWeatherMap. URL: <https://openweathermap.org/> (дата звернення: 11.11.2021).

25. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д., Пасічник В. В. Комп'ютерні мережі. [навчальний посібник] Львів: «Магнолія 2006». 2013. 256 с.

26. НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями». Київ. 2018.

27. Катренко Л. А., Катренко А. В. Охорона праці в галузі комп'ютерингу. Львів: Магнолія-2006. 2012. 544 с.

28. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П., Чорна О. Г. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури. 2011. 276 с.

Додаток А

Опубліковані тези конференцій за темою кваліфікаційної роботи магістра

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей
Том I

**X Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
24-25 листопада 2021 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2021

*Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль 24-25 листопада 2021 року*

14.	Ю.З. Лещинин, О.О. Марущак КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ОБЧИСЛЕННЯ ФАЗОВИХ ПАРАМЕТРІВ ФОНОКАРДІОСИГНАЛІВ	102
15.	Ю.З. Лещинин, В.Є. Петрусь МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ МУЛЬТИКАНАЛЬНОГО СЕРВЕРА В СИСТЕМІ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	103
16.	А.М. Луцків, А.В.Волощук, Ю.Р.Мельник ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗУМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ	104
17.	І.А. Ляпандра, В.В. Івахів, В.С. Білоус МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ	105
18.	Є. В. Мاستалярчук СИСТЕМИ РОЗВІДКИ КІБЕРЗАГРОЗ У СЬОГОДЕННІ	107
19.	М.В. Оконський, С.А. Лупенко, А.М. Паламар КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ ІОТ	109
20.	А.Я. Осадца, Є.В. Тиш МЕТОДИ ТА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ЗАСОБИ РОЗРОБКИ БЛОКУ КЕРУВАННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДВОДЗЕРКАЛЬНОЇ АНТЕНИ	110
21.	О.А. Пастух, В.І.Василюшин, Х.М.Деміда АНАЛІЗ РІВНІВ ЗРІЛОСТІ ВИМОГ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	111
22.	О.А.Пастух, Х.М.Деміда, В.І.Василюшин ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯКОСТІ ДАНИХ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ З БАЗАМИ ДАНИХ І ЗНАТЬ	112
23.	Т.В. Попко, Л.П. Яцишин, І.Р. Козбур, В.Р. Медвідь ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ОПТИМАЛЬНИХ РІШЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	113
24.	Р. Ремез, Ю. Околіта, Р. Трембач ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ТОРГІВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	115
25.	Д.В. Романов, Г.М. Осухівська, А.М. Паламар СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	117
26.	В. І. Саламандра, В. А. Готович ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ СПРОЩЕННЯ АНІМАЦІЇ ПЕРСОНАЖІВ	118
27.	Ю. М. Сеньків ЛЮДСТВО – МАЛА ЧАСТИНА ВЕЛИКОГО ПРОЦЕСУ	119
28.	І.І. Сех, М.Б. Герович, Л.В. Федисів, О.А. Пелешак БАЗИ ДАНИХ АТАК ДЛЯ НАВЧАННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ ВІЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ	121
29.	А.В. Скренкович, І.В. Струтинська ВЕБ АНАЛІТИКА – ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ АДАПТАЦІЇ БІЗНЕСУ	123
30.	М. В. Солтис ГНУЧКІ НАВИЧКИ ЯК ВАЖЛИВА ЧАСТИНА ІТ	124
31.	І.В. Струтинська, Р.П. Зозуля РЕОРГАНІЗАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТАТИСТИКИ – ГАРМОНІЗАЦІЯ ЦИФРОВОГО РИНКУ УКРАЇНИ З РИНКАМИ ЄС	126

*Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль 24-25 листопада 2021 року*

УДК 681.518.3

**М.В. Оконський, С.А. Лупенко, докт. техн. наук, проф., А.М. Паламар, канд. техн. наук
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна**

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ IOT

**M.V. Okonskyi, S.A. Lupenko, Dr., Prof., A.M. Palamar, Ph.D
COMPUTER SYSTEM FOR MONITORING METEOROLOGICAL PARAMETERS
BASED ON IOT**

В сучасному світі все більшу роль відіграє гідрометеорологічна інформація, попередження та прогнози. Стихійні лиха, які спричинені погодними факторами, щорічно призводять до колосальних економічних збитків та матеріальних втрат. В Україні несприятливі гідрометеорологічні явища та різкі зміни погодних умов (шквали, зливи, засухи, снігопади, повені тощо) завдають великої шкоди населенню, сільськогосподарським виробникам та промисловим підприємствам [1]. Одна з найбільших проблем, які виникають в процесі отримання точних і своєчасних метеопрогнозів, спричинена недостатньою кількістю фактичних метеорологічних даних. Це пов'язано з низькою густиною покриття метеостанціями території України, а також недостатньою частотою оновлення інформації, яка генерується діючими метеостанціями. Саме тому, впровадження сучасних методів та засобів, які дозволять підвищити якість та швидкість отримання інформації про метеорологічні параметри навколишнього середовища є актуальною задачею.

Метою даної роботи є розробка комп'ютерної системи для дистанційного діагностування, моніторингу та контролю метеорологічних параметрів навколишнього середовища у режимі реального часу.

Для досягнення поставленої мети було використано концепцію Інтернету речей, яка дозволяє отримувати, обробляти та передавати результати вимірювань від великої кількості сенсорів, розміщених на широкій території [2]. Головним принципом побудови запропонованої системи моніторингу метеорологічних параметрів є обробка даних в реальному масштабі часу, що передбачає опрацювання даних одразу після їх отримання.

Для реалізації завдання було обрано платформу ESP8266, яка має вбудований WiFi модуль для доступу до інтернету. Програма для мікроконтролера написана на мові C++ із застосуванням середовища Arduino IDE. В процесі роботи були використані додаткові бібліотеки, зокрема ArduinoJson – JSON бібліотека для інтернету речей та NTPClient – бібліотека для роботи з NTP сервером.

В результаті досліджень було спроектовано прототип комп'ютерної системи для моніторингу метеорологічних параметрів, який, завдяки передачі та обробці даних в режимі реального часу, дасть змогу підвищити якість прогнозування погодних умов.

Література:

1. Манукало В.О., Кульбіда М.І., Іванов Б.О. Удосконалення гідрометеорологічного обслуговування користувачів на основі застосування сучасних інформаційних технологій. Український гідрометеорологічний журнал. № 23. 2019. С. 14-24.
2. Мокін В.Б., Собко Б.Ю., Дратований М.В., Крижановський Є.М., Горячев Г.В. Створення інформаційної системи моніторингу забруднення атмосферного повітря міста на основі технології Інтернет речей. Вісник Вінницького політехнічного інституту. № 3. 2017. С. 49-58.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

ІХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



8–9 грудня 2021 року

ТЕРНОПІЛЬ
2021

- Ю.З. Лещиня, З.В. Кузик**
МЕТОДИ СТВОРЕННЯ МАКРОСІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РОЗРОБКИ
ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ МЕРЕЖЕВИХ КАБЕЛЬНИХ СИСТЕМ
Yu. Leshchyshyn, Z. Kuzik
METHODS OF MACROS DESIGN FOR AUTOMATED DEVELOPMENT OF
NETWORK CABLE SYSTEM TECHNICAL DOCUMENTATIONS 113
- Р.О. Жаровський, М.Р. Лова, О.О. Щербаків**
ЗАСТОСУВАННЯ ІНДЕКСУ СТРУКТУРНОЇ ПОДІБНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ
ПРИ ЇХ АНАЛІЗІ
R.O. Zharovskyi, M.R. Lova, O.O. Scherbakov
APPLICATION OF THE STRUCTURAL SIMILARITY INDEX MEASURE IN
THE IMAGES ANALYSIS 114
- Ю.З. Лещиня, О.О. Марущак**
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
ОЦІНЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФОНОКАРДІОСИГНАЛІВ
Yu. Leshchyshyn, O. Marushchak
METHODS AND MEANS OF THE DEVELOPMENT OF A
PHONOCARDIOGRAFIC SIGNALS CHARACTERISTICS EVALUATION
COMPUTER SYSTEM 115
- Р.В. Ларіонюк, Н.С. Луцьк, А.М. Паламар**
СИСТЕМА ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА
БАЗІ ІОТ
R.V. Lariionuk, N.S. Lutsyk, A.M. Palamar
IOT-BASED AIR QUALITY MONITORING SYSTEM 116
- А.І. Маційовський**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ МЕРЕЖ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ
A.I. Matsiyovskiy
RESEARCH OF HIGHLY LOADED DATA TRANSMISSION NETWORKS 117
- М.В. Оконський, С.А. Лупенко, А.М. Паламар**
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ
МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
M.V. Okonskyi, S.A. Lupenko, A.M. Palamar
INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR CONTROL OF
METEOROLOGICAL PARAMETERS BASED ON THE INTERNET OF
THINGS 118
- О.В. Осійчук, Є.В. Тиш, канд. техн. наук**
АНАЛІЗ ПОПУЛЯРНІСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОДНОПЛАТНИХ
КОМП'ЮТЕРІВ
O.V. Oseechuk, Ye.V. Tysh, Ph.D
ANALYSIS OF THE POPULARITY OF USING SINGLE-PAID
COMPUTERS 119
- Х. Ольховецька**
КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ
ФЕРМЕНТАЦІЇ ВИННИХ ПРОДУКТІВ
Kh. Olkhovetska
COMPUTERIZED QUALITY CONTROL SYSTEM OF WINE PRODUCTION
FERMENTATION PROCESS 120

УДК 681.518.3

М.В. Оконський, С.А. Лупенко, докт. техн. наук, проф., А.М. Паламар, канд. техн. наук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЮ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ОСНОВІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

UDC 681.518.3

M.V. Okonskyi, S.A. Lupenko, Dr., Prof., A.M. Palamar, Ph.D.

INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR CONTROL OF METEOROLOGICAL PARAMETERS BASED ON THE INTERNET OF THINGS

Якісна та своєчасна інформація про прогнозовані та фактичні гідрометеорологічні умови навколишнього середовища необхідна для нормального функціонування таких галузей як: сільське господарство, транспорт, енергетика, комунальне господарство, військова галузь, туристична сфера та інші. Чим складніша та розгалуженіша в технічному та організаційному плані інфраструктура того чи іншого сектору економіки, тим вищі вимоги ставляться до своєчасності, повноти, зручності та точності отримання інформації про фактичну метеорологічну ситуацію [1]. Крім того, актуальною задачею є отримання достовірних прогнозів і попереджень про зміну погодних умов.

Метою даної роботи є удосконалення інформаційно-вимірювальної системи, яка розроблена авторами та описана в [2], для підвищення ефективності алгоритмів прогнозування погоди. Для досягнення мети дослідження було додано функціонал, який здійснює порівняння фактичних результатів вимірювань метеорологічних параметрів (температури, відносної вологості повітря, атмосферного тиску та ін.) з їх прогнозованими значеннями. Для цього в структуру програмного забезпечення для модуля ESP8266 була введена функція, яка відповідає за завантаження даних про прогноз погоди з мережі Інтернет в форматі JSON.

На початку виконання цієї функції створюється об'єкт WiFiClient, який використовується для надсилання запиту та запису отриманої інформації в стрічку даних. Після успішного встановлення з'єднання із заданим веб-сервером надсилається GET запит. На наступному етапі здійснюється перевірка часу відповіді сервера. Якщо клієнт доступний, відбувається запис відповіді з веб-сервера у стрічку даних, яка повертається у функцію.

Отже, в результаті виконаних досліджень була розроблена система, яка дозволяє здійснювати порівняння фактичних результатів вимірювання метеорологічних параметрів з прогнозованими значеннями. Отриману похибку прогнозування можна використати для удосконалення методів передбачення погодних умов.

Література.

1. Манукало В.О., Кульбіда М.І., Іванов Б.О. Удосконалення гідрометеоро-логічного обслуговування користувачів на основі застосування сучасних інформаційних технологій. Український гідрометеорологічний журнал. № 23. 2019. С. 14-24.
2. Оконський М.В., Лупенко С.А., Паламар А.М. Комп'ютерна система для моніторингу метеорологічних параметрів на основі IoT. Актуальні задачі сучасних технологій : збірник тез доповідей X міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Тернопіль: ТНТУ. 2021. С. 112.