

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра програмних засобів

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ КОНТРОЛЮ
МІКРОКЛІМАТУ КІМНАТНИХ РОСЛИН
DEVELOPMENT OF A SOFTWARE APPLICATION TO CONTROL THE
MICROCLIMATE FOR INDOOR PLANTS

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи КНТ-220

Спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерні науки

КУЛИК Є.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ЗЕЛЕНЬОВА І.Я.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ТЕРЕЩЕНКО Е.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет КНТ
Кафедра програмних засобів
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерні науки
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗ, д.т.н, проф.
Сергій СУББОТІН
“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

КУЛИКА Євгенія Сергійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Розробка програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Development of a Software Application to Control the Microclimate for Indoor Plants

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент, ЗЕЛЕНЬОВА Ірина Яківна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 24 ” квітня 2024 року № 168

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10 червня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз предметної області.
2. Методи контролю мікроклімату кімнатних рослин. 3. Опис розробки програмного забезпечення. 4. Тестування та впровадження системи.

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

Слайди презентації

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРІЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4 Основна частина	ЗЕЛЕНЬОВА І.Я., доцент		
Нормоконтроль	КАМІНСЬКА Ж.К., асистент		

7. Дата видачі завдання “ 15 ” квітня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдання роботи.	1 тиждень	Завдання, ТЗ
2	Аналіз предметної області.	1 тиждень	Розділ 1
3	Вибір мови програмування та інших технологій розробки.	2 тиждень	Розділ 2
4	Розробка архітектури програми.	2 тиждень	Розділ 3
5	Розробка програми.	3-4 тижні	Розділ 3, 4
6	Тестування та експериментальне дослідження програмного забезпечення.	5 тиждень	Розділ 4
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї.	6 тиждень	Додатки
8	Нормоконтроль та рецензування.	7 тиждень	
9	Захист роботи.	8 тиждень	

Студент(ка)

(підпис)

Євгеній КУЛИК

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Ірина ЗЕЛЕНЬОВА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра: 70 с., 3 табл., 42 рис., 3 дод., 19 джерел.

ARDUINO, BLYNK, C++, IOT, МІКРОКЛІМАТ, КІМНАТНІ РОСЛИНИ, КОНТРОЛЬ, МОНІТОРИНГ, ДАТЧИКИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ.

Об'єкт дослідження – процес управління мікрокліматом для кімнатних рослин у закритих просторах.

Предмет дослідження – програмний застосунок, що реалізує функції контролю за такими параметрами як температура повітря, вологість та освітленість.

Мета роботи – розробка програмного застосунку для автоматизованого контролю та регулювання параметрів мікроклімату з метою забезпечення оптимальних умов вирощування кімнатних рослин.

Матеріали, методи та технічні засоби: технології інтернету речей (IoT), мікроконтролер Arduino Mega, давачі температури, вологості та освітлення, середовище розробки Arduino IDE, мова програмування C++, вебплатформа Blynk, персональний комп'ютер.

Результати. Розроблено програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин, який забезпечує автоматизований збір даних з давачів, їх аналіз, регулювання параметрів середовища та віддалений моніторинг і управління через вебінтерфейс.

Висновки. У результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було створено функціональний та надійний програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин. Система відповідає поставленим вимогам і здатна ефективно підтримувати оптимальні умови для вирощування рослин у домашніх умовах.

Галузь використання – системи домашньої автоматизації, розумний дім, вирощування кімнатних рослин.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma qualifying work of the bachelor: 70 pages, 3 tables, 42 figures, 3 appendixes, 19 sources.

ARDUINO, BLYNK, C++, IOT, MICROCLIMATE, INDOOR PLANTS, CONTROL, MONITORING, SENSORS, AUTOMATION.

The object of research is the process of microclimate management for indoor plants in enclosed spaces.

The subject of research is a software application that implements control functions for such parameters as air temperature, humidity, and illumination.

The purpose of the work is to develop a software application for automated control and regulation of microclimate parameters to ensure optimal conditions for growing indoor plants.

Materials, methods, and technical means: Internet of Things (IoT) technologies, Arduino Mega microcontroller, temperature, humidity, and illumination sensors, Arduino IDE development environment, C++ programming language, Blynk web platform, personal computer.

Results. A software application for indoor plant microclimate control has been developed, which provides automated data collection from sensors, data analysis, regulation of environmental parameters, and remote monitoring and control via a web interface.

Conclusions. As a result of the bachelor's qualification work, a functional and reliable software application for indoor plant microclimate control was created. The system meets the specified requirements and is capable of effectively maintaining optimal conditions for growing plants in a home environment.

Field of use - home automation systems, smart home, indoor plant cultivation.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень та умовних познач.....	7
Вступ.....	8
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Огляд існуючих рішень для контролю мікроклімату рослин	10
1.2 Аналіз вимог до системи контролю мікроклімату	18
1.3 Висновки до розділу.....	19
2 Методи контролю мікроклімату кімнатних рослин	21
2.1 Архітектура системи	21
2.2 Процес вимірювання показників мікроклімату	23
2.3 Операційна система реального часу для вирішення задачі моніторингу мікроклімату при вирощуванні кімнатних рослин.....	24
2.4 Протокол передачі даних	26
2.5 Висновки до розділу.....	30
3 Опис розробки програмного застосунку.....	32
3.1 Вибір середовища та мови програмування	32
3.2 Алгоритм роботи	34
3.3 Інтеграція з датчиками температури, вологості та освітлення	37
3.4 Реалізація клієнтської частини	43
3.5 Висновки до розділу.....	47
4 Тестування та впровадження	48
4.1 Розробка тестових сценаріїв	48
4.2 Результати тестування.....	49
4.3 Висновки до розділу.....	52
Висновки.....	54
Перелік джерел посилань.....	56
Додаток А Текст програми	57
Додаток Б Сценарії тестування	60
Додаток В Слайди презентації	63

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

CO ₂	- Carbon Dioxide;
IDE	- Integrated Development Environment;
MQTT	- Message Queuing Telemetry Transport;
QoS	- Quality of Service;
RTOS	- Real-Time Operating System;
TCP/IP	- Transmission Control Protocol/Internet Protocol;
USB	- Universal Serial Bus;
WiFi	- Wireless Fidelity;
кОм	- кілоом;
Мб	- мегабайт.
мкс	- мікросекунда;
мс	- мілісекунда;
°C	- градус Цельсія;
±	- плюс-мінус;
%	- відсоток.

ВСТУП

У сучасному світі значно зростає увага до внутрішнього простору та його екологізації, де ключову роль відіграють кімнатні рослини. Кімнатні рослини не тільки покращують естетичний вигляд приміщень, але й сприяють поліпшенню мікроклімату та психологічного комфорту людей. Однак, догляд за рослинами може бути складним без належного контролю над умовами їхнього утримання. Саме тому розробка програмних систем для контролю мікроклімату кімнатних рослин стає актуальною та перспективною задачею в області прикладних інформаційних технологій [1].

Використання сучасних ІТ-технологій у сфері домашнього землеробства та догляду за рослинами активно розвивається. Це охоплює автоматичні системи поливу, контролю температури, вологості та освітлення, що дозволяє оптимізувати умови для росту рослин. Зокрема, IoT (інтернет речей) технології, що включають датчики та мікроконтролери, забезпечують збір даних в реальному часі та їх аналіз для вживання необхідних заходів. Ці системи здатні адаптуватися під конкретні види рослин, враховуючи їх індивідуальні потреби та особливості [2].

Метою є розробка програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин є створення надійної, зручної у використанні та ефективної системи, яка дозволить автоматизувати процес моніторингу та регулювання умов проживання кімнатних рослин, підвищуючи їхні шанси на успішне вирощування та тривалість життя.

Об'єктом дослідження є процес управління мікрокліматом для кімнатних рослин у закритих просторах. Предметом дослідження виступає програмний застосунок, що реалізує функції контролю за такими параметрами як температура повітря, вологість та освітленість.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- аналіз існуючих рішень у сфері контролю мікроклімату для кімнатних рослин;

- розробка технічного завдання та визначення функціональних вимог до програмного застосунку;
- вибір інструментарію та платформ для реалізації застосунку;
- проектування архітектури та розробка програмного застосунку;
- інтеграція датчиків та актуаторів з програмним застосунком;
- тестування системи та виявлення можливих проблем і недоліків у її роботі.

Завершенням даної роботи стане створення програмного застосунку, який допоможе зробити догляд за кімнатними рослинами більш ефективним і науково обґрунтованим.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд існуючих рішень для контролю мікроклімату рослин

Нині на ринку існує багато рішень для моніторингу та управління умовами вирощування рослин, однак, більшість з них спрямовані на великомасштабне сільське господарство чи тепличне вирощування. Кімнатні рослини мають свої специфічні вимоги, які часто відрізняються від тих, що притаманні рослинам у відкритому ґрунті, що зумовлює потребу в спеціалізованих рішеннях [2].

Серед існуючих систем часто спостерігається висока вартість обладнання та комплексності управління, що робить їх недоступними для звичайних любителів кімнатних рослин. Також багато систем не мають достатньої гнучкості для індивідуалізації під конкретні види рослин, що є важливим для забезпечення оптимальних умов кожному виду окремо [2].

Програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин може запропонувати рішення цих проблем, надаючи користувачам можливість точного налаштування параметрів середовища з урахуванням специфіки кожної рослини. Це включає регулювання вологості, температури, рівня освітлення та інших факторів, що впливають на здоров'я та ріст рослин [1].

Впровадження такого застосунку дозволяє не лише підвищити ефективність догляду за рослинами, але й зробити цей процес більш доступним та зрозумілим для широкої аудиторії. Це, у свою чергу, сприяє популяризації вирощування кімнатних рослин як хобі.

Актуальність розробки нового застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин також обумовлена зростаючим інтересом до екологічних та сталих способів життя. Урбанізоване суспільство все частіше прагне до внесення зелених насаджень у своє довкілля, що підкреслює потребу в інноваційних рішеннях для оптимізації умов проживання рослин в домашніх умовах.

На основі огляду українських вебсайтів, що пропонують продукцію та послуги пов'язані з кімнатними рослинами, можна визначити деякі ключові аспекти та модулі, які варто розглянути при розробці сучасного програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

UkraineFlora - цей сайт спеціалізується на продажу кімнатних рослин та подарунків з доставкою по Україні. Хоча основний акцент робиться на флористичні послуги, інтерфейс сайту включає категорії рослин та можливість вибору за параметрами. Сайт забезпечує зручність у виборі продукції за допомогою фільтрів і категорій, що є важливим аспектом у зручності користування (рис 1.1).

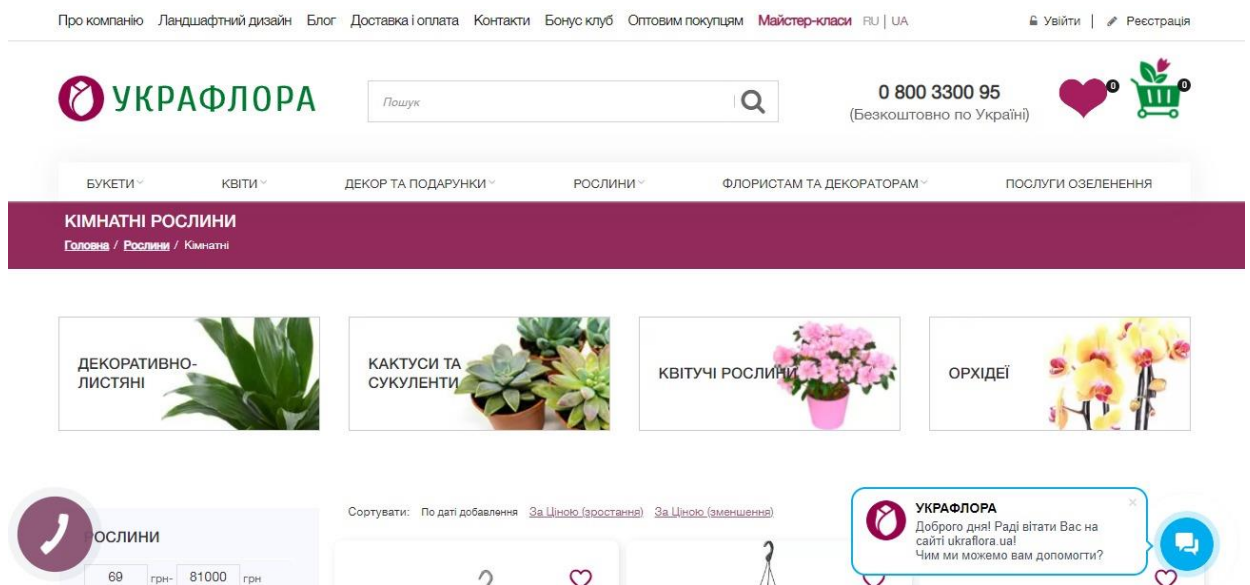


Рисунок 1.1 – UkraineFlora [3]

Don Pion - сайт, який також зосереджений на продажу кімнатних рослин з можливістю додавання до кошику та порівняння товарів. Інтерфейс містить детальну інформацію про кожну рослину, що важливо для користувачів, які шукають специфічні види. Недоліком може бути обмежена інформація про умови вирощування кожного виду (рис. 1.2).

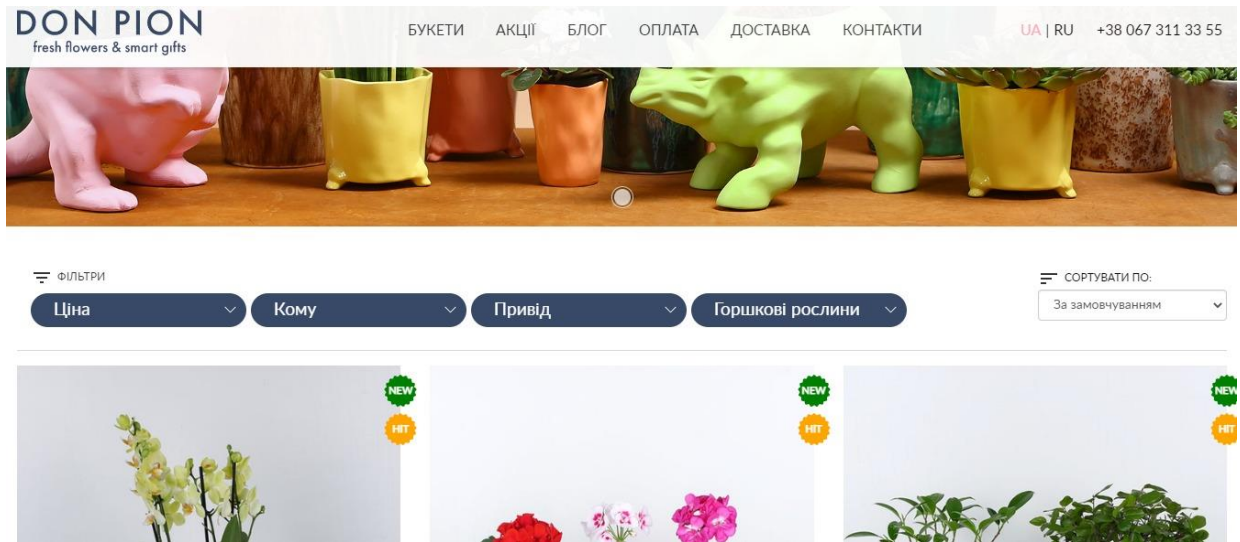


Рисунок 1.2 - Don Pion [4]

Агромакет - сайт спеціалізується на інформації та продуктах для догляду за кімнатними рослинами, зокрема на добривах. Вебсайт пропонує зручні рішення для підживлення рослин, що може бути важливим елементом для інтеграції в систему контролю мікроклімату, зокрема в автоматичне дозування поживних речовин (рис. 1.3).

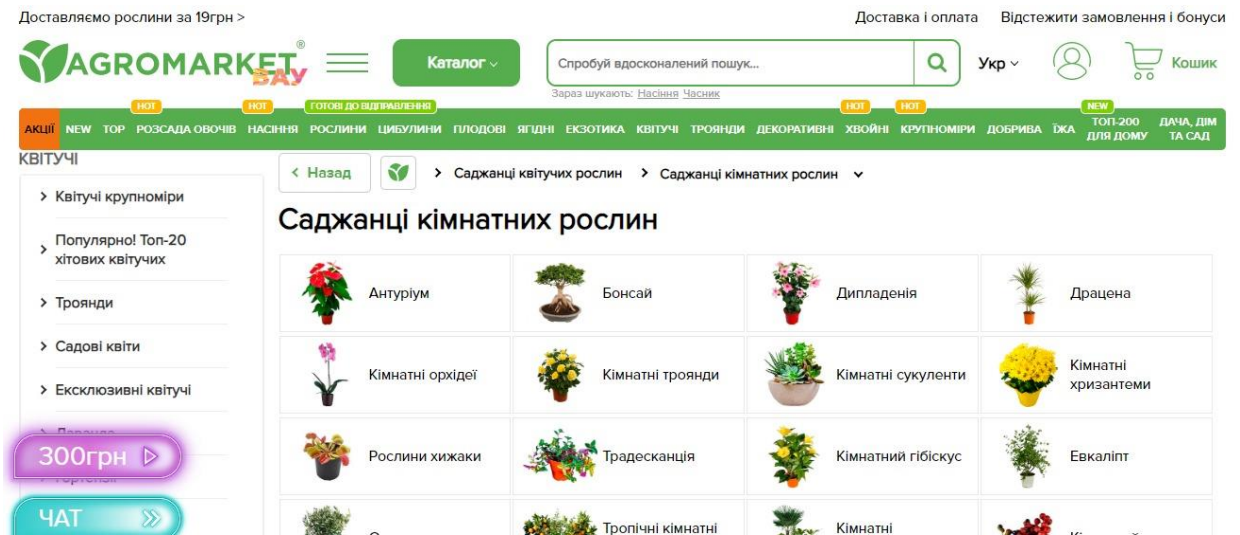


Рисунок 1.3 – Агромакет [5]

Рисунок 1.4 показує інтерфейс мобільного застосунку Планта для ідентифікації та спостереження за рослинами. Цей застосунок містить кілька важливих функціональних елементів:

- ідентифікація рослин. Головна сторінка застосунку має кнопку для ідентифікації рослин, що дозволяє користувачам фотографувати рослини і отримувати інформацію про них;
- мої спостереження. Розділ, де користувачі можуть зберігати і переглядати свої попередні спостереження і знахідки. Він відображає деталізовані списки з датами і назвами спостережуваних рослин;
- список видів. Цей розділ дозволяє користувачам переглядати список рослинних видів. Він включає зображення та назви рослин, впорядковані за алфавітом, що полегшує навігацію;
- пошук і фільтрація. На кожній сторінці присутні функції пошуку та фільтрації, що дозволяє користувачам швидко знаходити необхідні види чи спостереження за певними критеріями.

Цей застосунок є корисним інструментом для ботаніків, садівників та любителів природи, які хочуть легко ідентифікувати рослини та вести записи про свої спостереження в природі. Він пропонує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та корисні функції для кращого розуміння і вивчення різноманіття рослин.

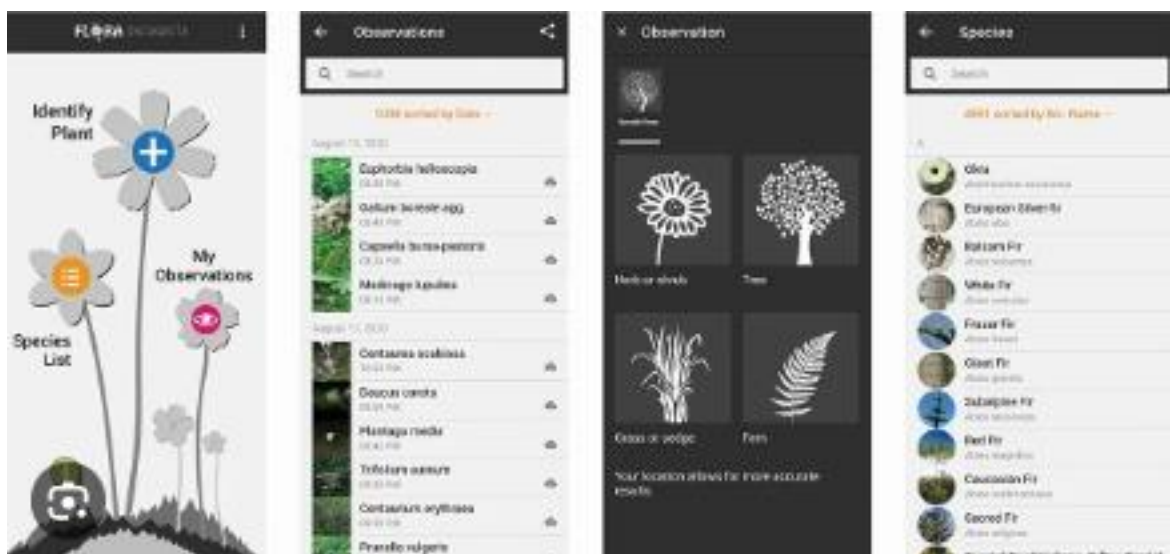


Рисунок 1.4 – Застосунок Планта [6]

Рисунок 1.5 показує інтерфейс мобільного застосунку PlantNet. PlantNet — це застосунок для ідентифікації рослин, який дозволяє користувачам визначати види рослин за допомогою фотографій. Основна функція застосунку полягає у використанні технології візуального впізнавання для аналізу зображень рослин, які користувачі завантажують, та порівнянні їх із великою базою даних рослин для встановлення відповідності.

Застосунок має наступні ключові елементи інтерфейсу:

- пошукова панель. Верхня частина екрану містить пошукову панель, яка дозволяє шукати рослини за назвами. Вона допомагає користувачам швидко знайти інформацію про конкретний вид;
- список рослин. Під пошуковою панеллю розташований список рослин з назвами, які починаються на вибрану букву алфавіту. Кожен запис у списку містить зображення та назву рослини, що робить ідентифікацію візуально простішою;
- навігація по алфавіту. На екрані присутня алфавітна шкала, що дозволяє користувачам переходити до рослин, назви яких починаються на обрану літеру;
- візуальні зображення рослин. Головна частина екрану показує вибрані рослини з великими та чіткими зображеннями, що допомагає у візуальному розпізнаванні.

Цей застосунок є корисним інструментом для ботаніків, садівників, студентів, вчителів та всіх, хто цікавиться ботанікою і природою, оскільки він допомагає швидко і точно ідентифікувати та вивчати рослини.



Рисунок 1.5 – PlantNe [7]

На рисунку 1.6 показано інтерфейс застосунку "Plant Shop", який є мобільною платформою для покупки кімнатних рослин. Цей застосунок надає зручний спосіб для користувачів переглядати, вибирати та купувати різноманітні види рослин прямо зі своїх смартфонів. Ось декілька ключових характеристик застосунку, представлених на зображенні:

- головна сторінка. Перший екран показує вітальне повідомлення з логотипу застосунку, пошукову панель та список рослин з цінами та можливістю перегляду деталей. Кожна рослина представлена фотографією та ціною, що робить інтерфейс інтуїтивно зрозумілим і привабливим;

- детальний опис рослини. Другий екран зосереджений на конкретному виді рослини. Він показує збільшене зображення рослини та основну інформацію про неї, таку як назва, розмір, вимоги до вологості, освітлення, температури та ціну. Також є кнопки для додавання товару в кошик або здійснення покупки;

- корзина покупок. Третій екран показує корзину покупок, де користувачі можуть переглянути вибрані ними рослини, внести зміни до кількості замовлених одиниць, переглянути вартість та підтвердити покупку;

Цей застосунок дозволяє користувачам легко купувати кімнатні рослини, надаючи докладну інформацію про догляд за кожною рослиною та візуально привабливий і зручний спосіб вибору і покупки.



Рисунок 1.6 - Plant Shop [8]

Таблиця 1.1 показує порівняння для трьох застосунків.

Ця таблиця допомагає визначити, який застосунок найкраще підходить залежно від потреб користувача, чи то освіта, ідентифікація, або покупка рослин.

Проведений огляд існуючих рішень для контролю мікроклімату рослин показав, що на українському ринку представлені як вебсайти, так і мобільні застосунки, пов'язані з кімнатними рослинами. Однак, їх

функціональність переважно зосереджена на продажу рослин або їх ідентифікації, а не на контролі мікроклімату.

Таблиця 1.1 – Порівняння мобільних застосунків

Функція/Застосунок	Плант	PlantNet	Plant Shop
Головна функція	Ідентифікація рослин	Ідентифікація рослин	Покупка рослин
Пошук за фото	Так	Так	Ні
Деталі рослин	Так (мінімальні)	Так (покращені)	Так (включаючи ціну і догляд)
Пошук за назвою	Так	Так	Так
Покупка через застосунок	Ні	Ні	Так
Інтерактивність користувача	Середня	Висока	Висока
Спрямованість на освіту	Середня	Висока	Низька
Дизайн та інтерфейс	Простий	Функціональний	Візуально привабливий
Доступність інформації	Обмежена	Велика база даних	Орієнтовано на комерцію

Вебсайти, такі як UkraineFlora, Don Pion та Агромакет, пропонують широкий асортимент кімнатних рослин для продажу з доставкою. Вони надають зручні інструменти для вибору рослин за різними параметрами та детальну інформацію про кожен вид. Проте, ці сайти не мають функцій для контролю умов утримання рослин після придбання.

Мобільні застосунки PlantNet і Планта спеціалізуються на розпізнаванні та ідентифікації рослин за фотографіями, використовуючи технології комп'ютерного зору. Вони також містять корисну довідкову інформацію про різні види рослин. Але ці застосунки не надають можливостей для моніторингу та управління мікрокліматом.

Застосунок "Plant Shop" орієнтований на продаж кімнатних рослин через мобільну платформу. Він має привабливий інтерфейс та зручний процес оформлення замовлення. Застосунок надає корисну інформацію про догляд за кожною рослиною, однак не має інструментів для автоматичного контролю умов їх утримання.

Отже, незважаючи на наявність корисних функцій продажу та ідентифікації рослин, розглянуті вебсайти та мобільні застосунки не пропонують рішень для моніторингу та управління мікрокліматом кімнатних рослин. Це свідчить про актуальність розробки спеціалізованого програмного застосунку, який би дозволив користувачам здійснювати автоматизований контроль параметрів середовища для забезпечення оптимальних умов вирощування рослин у домашніх умовах.

1.2 Аналіз вимог до системи контролю мікроклімату

Розробка програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин передбачає аналіз потреб користувачів та ринку, створення технічного завдання з детальним описом вимог, а також вибір технологій для розробки і проєктування системи. Процес включає визначення ключових параметрів мікроклімату, які потребують моніторингу, та розробку мобільного застосунку, який дозволить користувачам керувати цими параметрами. Розробка передбачає також вибір мікроконтролерів для збору даних, налаштування системи на мобільних пристроях, тестування та підтримку застосунку (табл. 1.2).

Цей опис та таблиця вимог представляють ключові аспекти, які необхідно врахувати при розробці програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Таблиця 1.2 – Вимоги до системи

№	Вимога	Опис
1	Інтерфейс користувача	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що включає моніторинг параметрів мікроклімату, історію показників, налаштування оповіщень.
2	Функціональність	Збір даних про температуру, вологість та освітлення; налаштування параметрів за конкретними потребами рослин; сповіщення про відхилення від норми.
3	Платформи	Доступність застосунку Android.
4	Безпека	Захист даних користувачів і забезпечення конфіденційності інформації.
5	Масштабованість	Можливість додавання нових функцій та підтримка великої кількості користувачів.
6	Технічна підтримка	Регулярні оновлення програми та оперативна служба підтримки користувачів.
7	Інтеграція з мікроконтролерами	Сумісність із різними типами мікроконтролерів для збору даних з датчиків.
8	Тестування	Проведення комплексного тестування всіх компонентів системи

Вони слугують основою для детального планування і реалізації проєкту, забезпечуючи якість та відповідність реальним потребам користувачів.

1.3 Висновки до розділу

У першому розділі було проведено аналіз предметної області розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних

рослин. Розглянуто актуальність та перспективність створення таких систем в контексті сучасних тенденцій до екологізації життєвого простору та популярності вирощування рослин в домашніх умовах.

Огляд існуючих рішень на ринку показав, що більшість систем орієнтовані на промислове тепличне господарство і не враховують специфіку догляду за кімнатними рослинами. Такі системи часто є дорогими та складними в управлінні для пересічних користувачів. Водночас, розглянуті вебсайти та мобільні застосунки, пов'язані з кімнатними рослинами, переважно зосереджені на функціях продажу та ідентифікації рослин, але не надають інструментів для моніторингу мікроклімату.

Це свідчить про потребу в розробці спеціалізованого програмного застосунку, який би дозволив користувачам здійснювати автоматизований контроль параметрів середовища для забезпечення оптимальних умов вирощування рослин у домашніх умовах. Такий застосунок повинен мати зручний інтерфейс, можливості індивідуального налаштування під конкретні види рослин та функції сповіщення про відхилення параметрів від норми.

Сформульовано основні вимоги до системи контролю мікроклімату, які включають забезпечення віддаленого моніторингу показників, гнучкості налаштувань, сумісності з різними типами датчиків, безпеки даних користувачів та інші. Ці вимоги слугуватимуть основою для проєктування архітектури та функціональності програмного застосунку.

Таким чином, проведений аналіз предметної області підтвердив актуальність та доцільність розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин і дозволив окреслити ключові вимоги та характеристики такої системи.

2 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ КІМНАТНИХ РОСЛИН

2.1 Архітектура системи

Мікроклімат є визначальним фактором для здорового росту кімнатних рослин. На нього впливають такі параметри як температура і вологість повітря, рівень освітлення. Для забезпечення оптимальних умов необхідно регулярно контролювати ці показники [3].

У роботі пропонується метод дистанційного моніторингу мікроклімату для вирощування кімнатних рослин з використанням технологій інтернету речей. Основна ідея методу полягає у розробці програмного застосунку, який дозволить користувачу віддалено відслідковувати ключові параметри мікроклімату та, при необхідності, отримувати сповіщення про вихід значень за межі норми. Загальна концепція запропонованого методу представлена на функціональній схемі (рис. 2.1). На зображенні показана структура системи інтернету речей для моніторингу мікроклімату. Схема включає такі компоненти:

- хмарний IoT сервер, який отримує дані від пристроїв через інтернет;
- Wi-Fi модуль, що забезпечує бездротовий зв'язок блоку керування з хмарним сервером;
- блок керування, який містить підблоки з давачами та виконавчими пристроями;
- підблоки блоку керування, а саме: блок давачів, що визначають показники мікроклімату; блок виконавчих пристроїв, які здійснюють регулювання мікроклімату.

Отже, на представленій схемі зображено типову архітектуру системи інтернету речей з хмарним сервером, що отримує дані від пристроїв в режимі реального часу через Wi-Fi мережу та здійснює моніторинг і управління мікрокліматом.

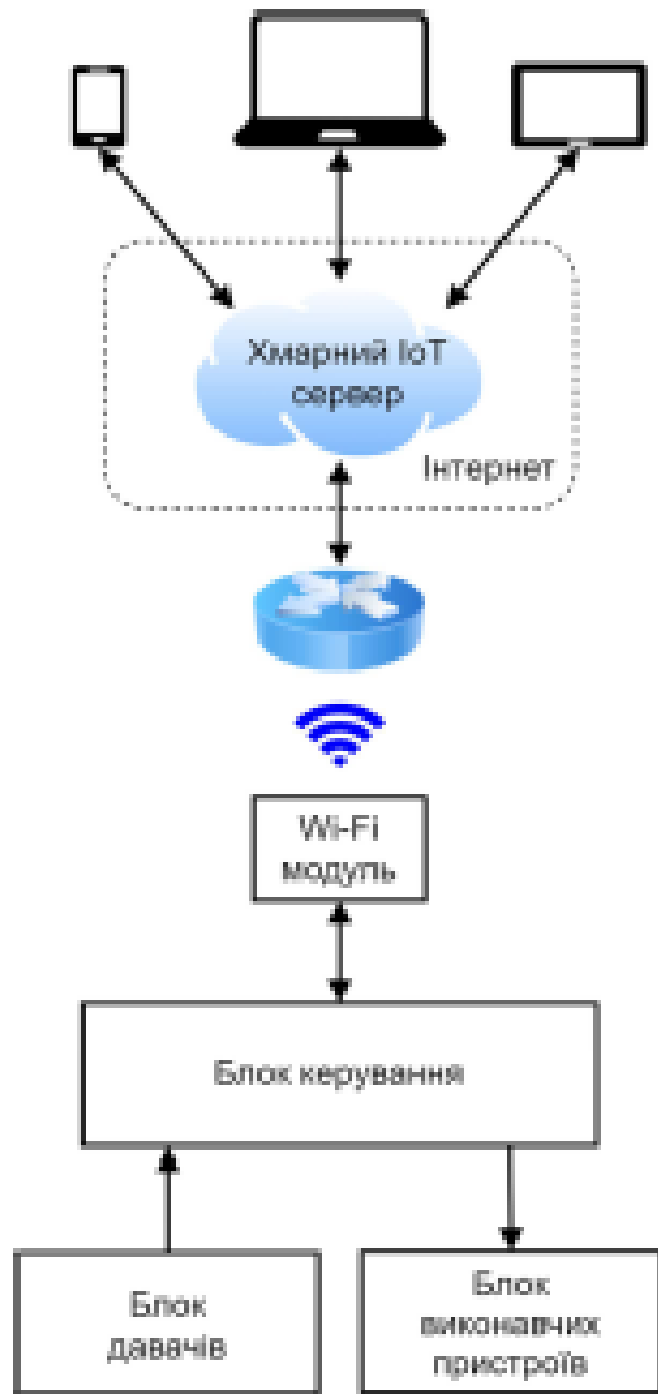


Рисунок 2.1 – Архітектура системи

Для практичної реалізації методу віддаленого моніторингу умов вирощування кімнатних рослин необхідно розробити апаратну та програмну частини системи: модуль збору даних з датчиків, керуючий модуль, модуль передачі даних та клієнтський застосунок [9].

2.2 Процес вимірювання показників мікроклімату

Однією з ключових функцій системи для моніторингу мікроклімату кімнатних рослин є збір даних з давачів. Розглянемо детальніше процес опитування давачів у проєктованій системі. Для забезпечення оптимальних умов вирощування кімнатних рослин необхідно контролювати наступні параметри:

- температуру повітря;
- відносну вологість повітря;
- рівень освітленості.

Для вимірювання температури та вологості повітря в системі використовується давач DHT22. Він передає виміряні значення у цифровому форматі по однопровідному інтерфейсу.

Одразу після подачі живлення давач знаходиться в нестабільному стані протягом приблизно 1 секунди. Тому рекомендується почекати цей час перед початком опитування. Керування роботою DHT22 здійснюється шляхом встановлення логічного 0 на лінії даних і відпусканням її в стан логічної 1. Підтягуючий резистор 4.7 кОм між лінією даних та живленням забезпечує встановлення високого рівня.

Для запуску вимірювання мікроконтролер повинен подати сигнал логічного 0 на 18 мс, після чого перевести лінію даних в стан логічної 1.

Якщо давач підключено і він готовий до роботи, то через 20-40 мкс він відповість встановленням логічного 0 на 80 мкс і потім логічної 1 на 80 мкс. Після цього DHT22 передасть мікроконтролеру 5 байт даних, які містять виміряні значення температури та вологості. Процес обміну даними між мікроконтролером та DHT22 представлений на часовій діаграмі (рис. 2.2) [10].

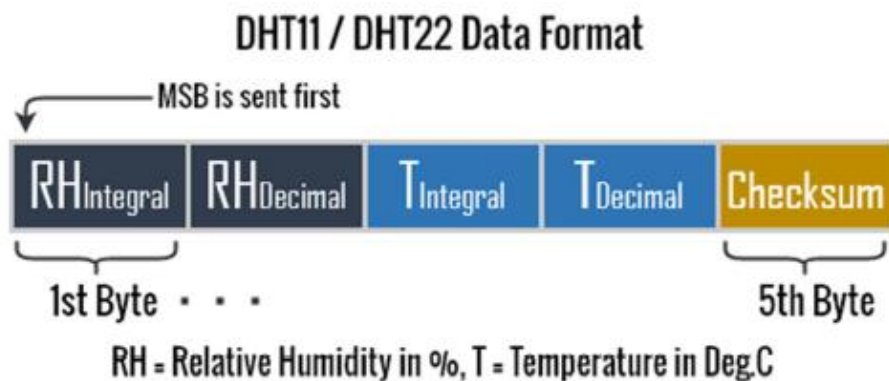
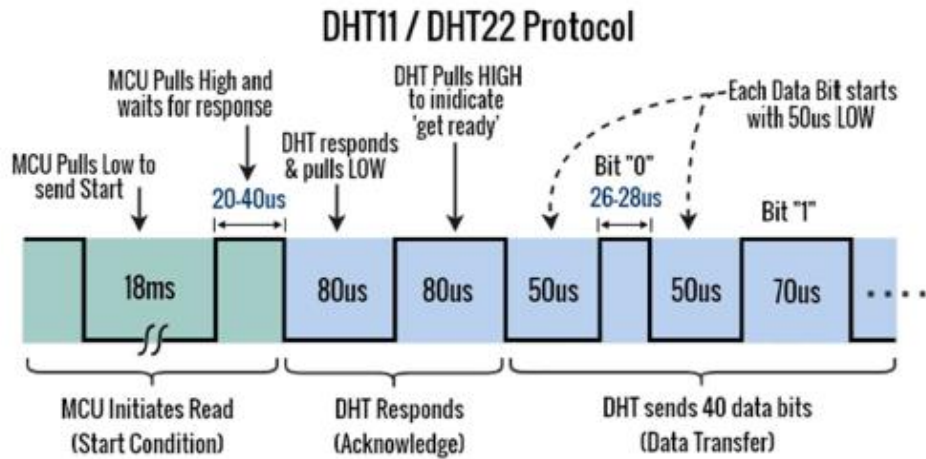


Рисунок 2.2 – Часовий процес вимірювання показників

2.3 Операційна система реального часу для вирішення задачі моніторингу мікроклімату при вирощуванні кімнатних рослин

Операційна система реального часу (ОСРЧ, англ. RTOS) є невід'ємним компонентом сучасних вбудованих систем на основі мікроконтролерів. Вона відповідає за планування задач, розподіл ресурсів та керування периферією.

Головною особливістю ОСРЧ є детермінованість виконання задач та гарантований час відгуку на події. Це досягається завдяки оптимізованому плануванню задач та мінімізації затримок переключення контексту. На відміну від ОС загального призначення, ОСРЧ зазвичай має компактне ядро та обмежений набір системних функцій, що дозволяє зменшити витрати пам'яті та процесорного часу. Розробники можуть конфігурувати ОСРЧ під конкретні вимоги проєкту, видаляючи непотрібну функціональність [11].

Ядро ОСРЧ керує всіма процесами в системі. Кожна прикладна програма являє собою окрему задачу. Якщо ОСРЧ підтримує паралельне виконання кількох задач, то вона називається багатозадачною.

Мікроконтролери без ОСРЧ можуть виконувати тільки одну задачу в кожен момент часу. Проте, використовуючи багатозадачну ОСРЧ, можна організувати псевдопаралельне виконання, швидко переключаючись між задачами. На рис. 2.3 зображено часову діаграму для трьох задач, що виконуються в багатозадачному режимі.

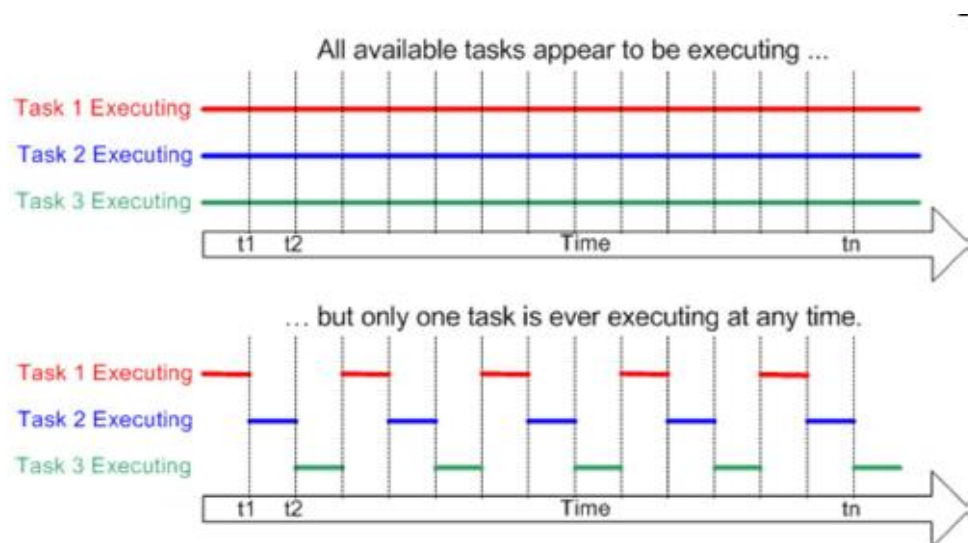


Рисунок 2.3 - Часова діаграма для трьох задач, що виконуються в багатозадачному режимі

Планувальник задач є частиною ядра ОСРЧ, яка вирішує, яка задача буде виконуватись в даний момент часу. Задачі можуть багаторазово призупинятись та відновлювати роботу під керуванням планувальника протягом свого життєвого циклу [9].

Алгоритм планування визначає, за яким принципом планувальник обиратиме наступну задачу для виконання. ОСРЧ загального призначення зазвичай намагаються розподіляти процесорний час порівну між задачами (рис. 2.4). Задача може бути витіснена іншою в результаті переривання або примусово за командою ядра ОСРЧ.

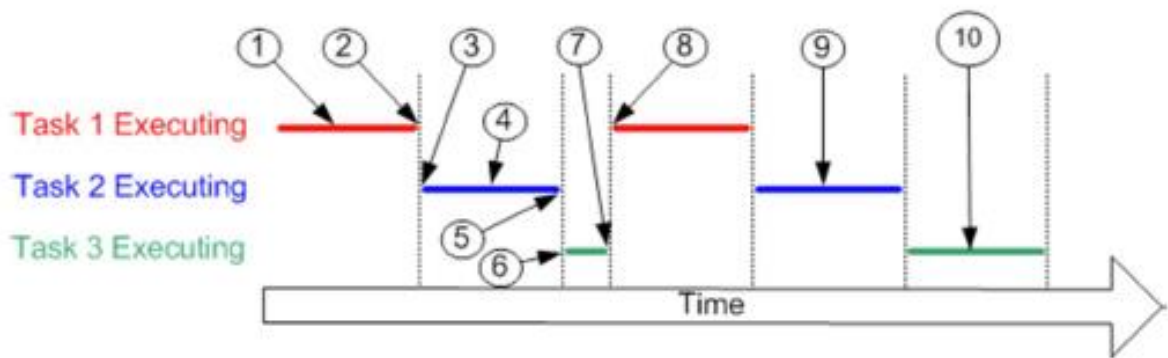


Рисунок 2.4 – Задача планування в реальному часі

FreeRTOS є прикладом ОСРЧ, орієнтованої на мікроконтролерні системи з обмеженими ресурсами. Вона складається з компактного ядра та набору бібліотек. FreeRTOS підтримує багатозадачність, черги повідомлень, семафори, таймери та інші механізми міжзадачної взаємодії та синхронізації.

Використання FreeRTOS дозволяє організувати одночасне виконання кількох процесів на одному мікроконтролері. Кожна задача може бути запланована для періодичного запуску з заданим інтервалом. Задачі мають призначені пріоритети, завдяки чому задача з високим пріоритетом може перервати задачу з низьким.

2.4 Протокол передачі даних

Зважаючи на обмежений об'єм вбудованої пам'яті мікроконтролерів, для зберігання результатів вимірювання параметрів мікроклімату пропонується передавати їх на віддалений сервер за допомогою технологій інтернету речей (рис. 2.5).

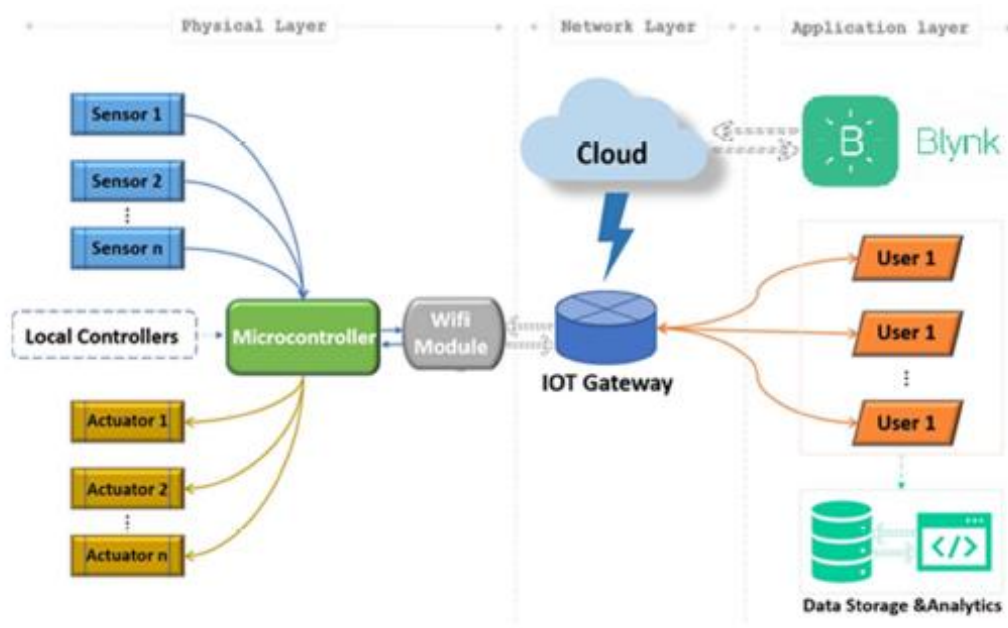


Рисунок 2.5 – Технологія Інтернету речей

В IoT системах для обміну повідомленнями між пристроями використовуються спеціалізовані протоколи. Вони забезпечують впорядковану та узгоджену комунікацію між компонентами системи. Найбільш поширеними протоколами обміну даними в IoT є MQTT, CoAP, AMQP, XMPP тощо.

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) - це легкий та компактний протокол обміну повідомленнями, оптимізований для мереж з низькою пропускнуою здатністю. Він часто використовується в системах міжмашинної взаємодії (M2M) та інтернету речей [12].

MQTT базується на моделі "видавець-передплатник" та працює поверх TCP/IP. Архітектура MQTT передбачає два типи об'єктів: брокери та клієнти. Брокер є центральним вузлом, який приймає повідомлення від клієнтів-видавців та розсилає їх клієнтам-передплатникам. Клієнти не взаємодіють між собою напряду, а підключаються до брокера. Кожен клієнт може бути видавцем, передплатником або виконувати обидві ролі одночасно (рис. 2.6).

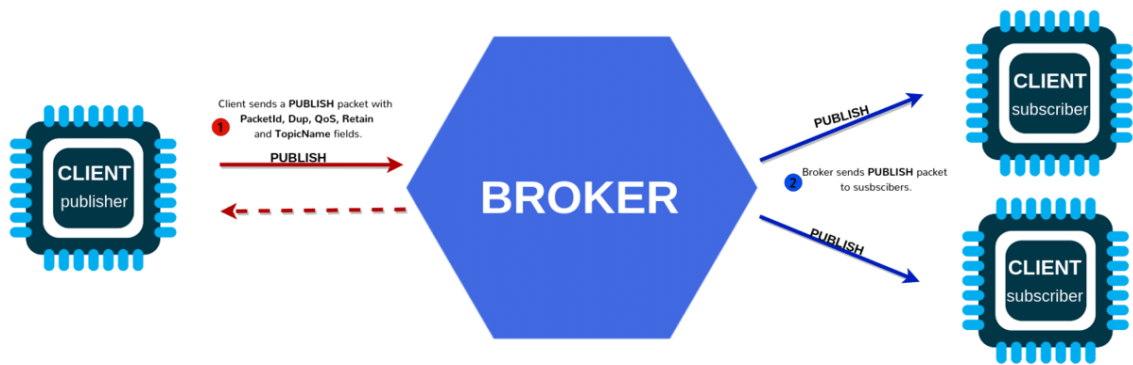


Рисунок 2.6 – Робота протоколу

MQTT має ряд особливостей, які вирізняють його з-поміж інших протоколів:

- забезпечення комунікації між пристроями різних типів;
- простий та мінімалістичний формат повідомлень;
- асинхронний обмін даними між клієнтами;
- низькі накладні витрати та висока швидкість передачі;
- підтримка передплати на задані теми повідомлень.

MQTT не має фіксованого розкладу передачі даних. Клієнт надсилає повідомлення лише тоді, коли в нього є інформація для передачі. Брокер розсилає повідомлення передплатникам одразу після отримання нових даних (рис. 2.7).

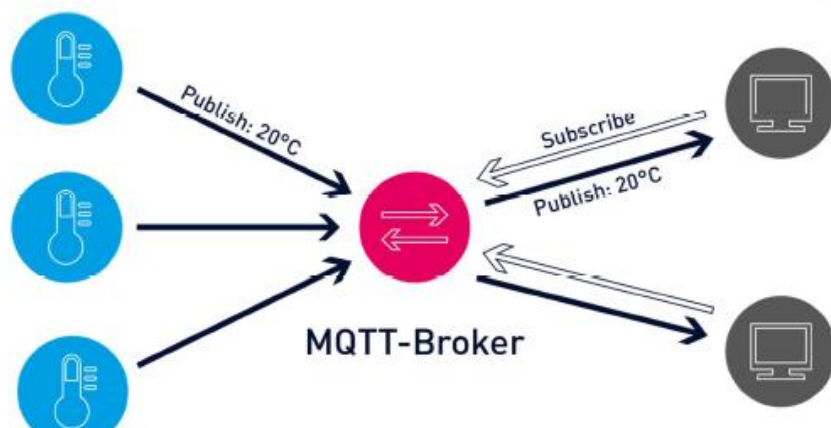


Рисунок 2.7 – Робота брокеру

Протокол MQTT використовує компактний заголовок фіксованого розміру 2 байти. Опціонально можна додати розширений заголовок, але це збільшить розмір повідомлення. Максимальний розмір корисного навантаження в повідомленні складає 256 Мб [11].

Для оптимізації співвідношення між трафіком та надійністю доставки повідомлень в MQTT передбачено три рівні якості обслуговування QoS.

QoS 0 забезпечує мінімальний трафік без гарантії доставки та збереження повідомлень. Його називають методом "fire and forget".

QoS 1 гарантує, що повідомлення буде доставлено принаймні один раз. Якщо підтвердження від клієнта не надійде вчасно, брокер здійснить повторну спробу відправки. Цей метод може призводити до дублювання повідомлень.

QoS 2 використовує чотирикрокове рукописання між клієнтом і брокером, щоб гарантувати одноразову доставку повідомлення. Метод називають "exactly once".

В загальному випадку QoS 0 доцільно використовувати в мережах з низькою пропускну здатністю, QoS 2 - в ненадійних мережах, а QoS 1 - як компромісне рішення. Вибір оптимального рівня QoS залежить від вимог конкретного проєкту [13].

Передача даних в MQTT здійснюється у вигляді повідомлень, які публікуються в певних темах. Ієрархія тем будується з використанням символу "/" як розділювача. Така структура тем дозволяє клієнтам гнучко підписуватись на потрібні їм дані. Теми в MQTT створюються динамічно в момент публікації першого повідомлення.

Наприклад, якщо в системі для моніторингу мікроклімату кімнатних рослин є давач температури, який повинен передавати виміряні значення на сервер, а мобільний застосунок хоче відображати ці дані, то відбудеться наступне. Давач-видавець опублікує повідомлення з температурою в темі «RoomPlants/Climate/Temperature». Застосунок підпишеться на цю тему і зможе отримувати всі повідомлення, що в ній з'являтимуться. Сервер-брокер

в даному випадку відповідає за передачу повідомлень між клієнтами (рис. 2.8).

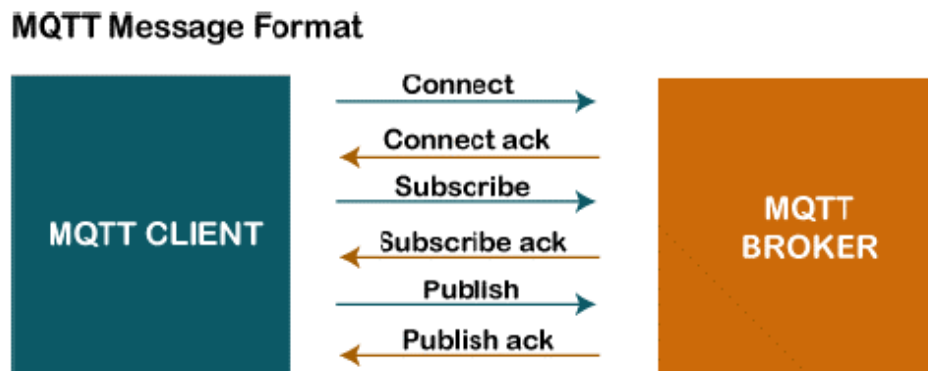


Рисунок 2.8 – Обмін повідомленнями

MQTT використовує текстовий формат повідомлень, який складається з команди та її параметрів. Кожній команді відповідає певне підтвердження від отримувача. Такий механізм "запит-відповідь" нагадує процедуру встановлення з'єднання в протоколі TCP [14].

Повідомлення MQTT складається з фіксованого заголовка розміром 2 байти, опціонального розширеного заголовка змінної довжини та поля корисного навантаження, яке також є необов'язковими. Деякі команди, наприклад DISCONNECT, не містять корисних даних [12].

Формат фіксованого заголовка MQTT повідомлення: перший байт містить 4-бітний код типу повідомлення та 4 біти прапорців, специфічних для кожного типу повідомлення. Другий байт визначає довжину повідомлення, яка включає розширений заголовок та корисне навантаження.

2.5 Висновки до розділу

У другому розділі було розглянуто методи та засоби контролю мікроклімату для вирощування кімнатних рослин. Запропоновано архітектуру системи дистанційного моніторингу параметрів мікроклімату на

основі технологій інтернету речей. Вона складається з набору давачів, керуючого модуля на базі мікроконтролера, WiFi модуля для передачі даних, серверної частини для їх обробки і зберігання та клієнтського застосунку для відображення інформації.

Детально розглянуто процес вимірювання показників мікроклімату, зокрема температури та вологості повітря, з використанням давача DHT22. Описано алгоритм взаємодії мікроконтролера з цим давачем та отримання даних.

Проаналізовано особливості застосування операційної системи реального часу FreeRTOS для забезпечення багатозадачності в системах на основі мікроконтролерів. Використання ОСРЧ дозволяє ефективно розподіляти обчислювальні ресурси між процесами збору даних, керування виконавчими модулями та обміну інформацією.

Для передачі даних моніторингу на сервер в умовах обмежених ресурсів мікроконтролера обґрунтовано вибір протоколу MQTT. Цей протокол має ряд переваг, зокрема компактний формат повідомлень, низькі накладні витрати, асинхронний обмін даними між пристроями та гнучкі механізми підписки на потрібну інформацію.

Таким чином, розглянуті методи та засоби дозволяють реалізувати систему моніторингу та контролю мікроклімату для кімнатних рослин. Використання сучасних технологій та протоколів обміну даними робить таку систему гнучкою, масштабованою та зручною у використанні.

3 ОПИС РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУНКУ

3.1 Вибір середовища та мови програмування

Схематичний вигляд (рис. 3.1) показує ключові складові елементи системи управління процесом догляду та їх взаємодію. Ця схема ілюструє процес, в якому інформація від датчиків обробляється мікроконтролером, який потім відправляє необхідні команди до виконавчих механізмів, забезпечуючи ідеальні умови для догляду за рослинами.

Складові системи управління процесом догляду за рослинами включають:

- мікроконтролер – основний елемент системи, який займається обробкою даних та вирішенням завдань щодо управління рослинами. Він повинен бути налаштованим на виконання множини завдань, включаючи прийом інформації від датчиків, управління виконавчими механізмами та взаємодію з користувацьким інтерфейсом;

- датчики, які збирають дані про різноманітні параметри довкілля, важливі для рослин, такі як вологість ґрунту, температура, освітленість. Ці дані передаються мікроконтролеру для подальшої обробки;

- виконавчі механізми, що здійснюють фізичні операції з догляду за рослинами, такі як зрошення, освітлення, температурний контроль тощо. Їхні дії контролюються мікроконтролером на основі аналізу даних від датчиків та команд користувача або згідно з планом, налаштованим через годинник реального часу;

- модуль WiFi для забезпечення можливості дистанційного управління.

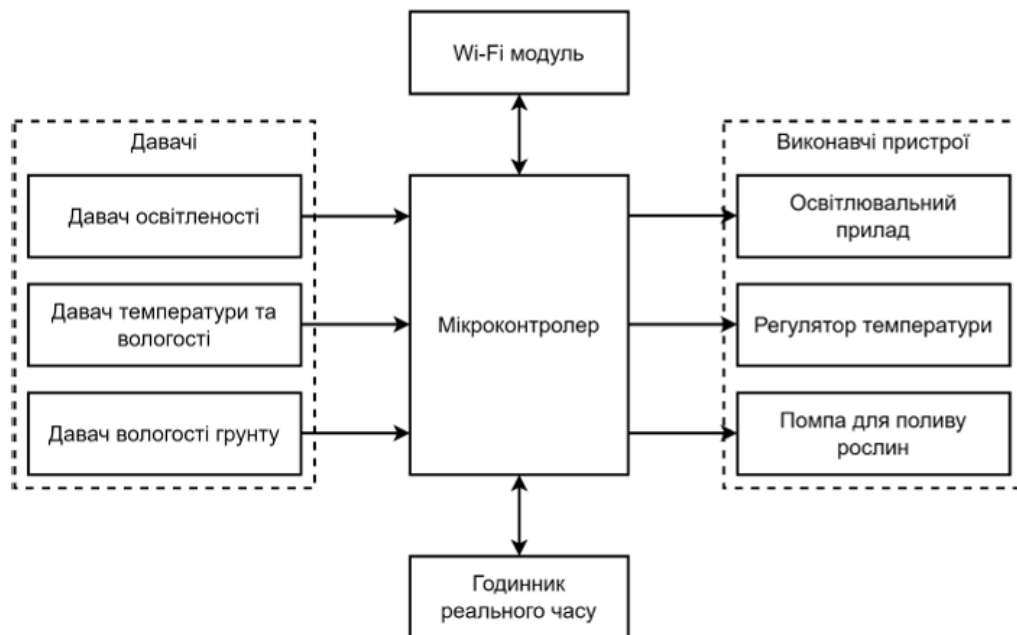


Рисунок 3.1 – Схема системи

Arduino IDE представляє собою ефективне середовище розробки, призначене для програмування мікроконтролерної плати Arduino Mega (рис. 3.2). Це середовище полегшує процес написання, компіляції та завантаження програм на плату, роблячи ці дії зрозумілими та доступними для розробників на будь-якому рівні досвіду. Arduino IDE підтримує мови програмування C/C++, які є фундаментальними для створення програм для плат Arduino.

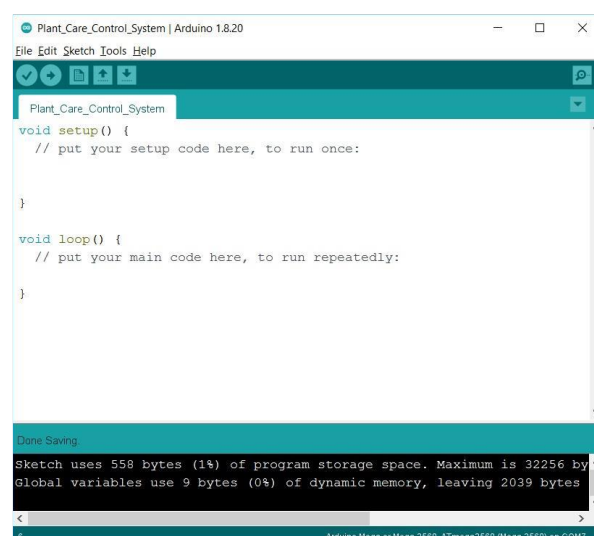


Рисунок 3.2 – Середовище Ардуіно

Різноманітність бібліотек у Arduino IDE значно спрощує процес програмування плати Arduino Mega. Ці бібліотеки включають готові рішення для виконання різних функцій, наприклад управління пінами, здійснення комунікації через різні протоколи та взаємодія з датчиками [15].

Arduino IDE забезпечує можливість завантаження скетчів на плату Arduino Mega через USB. Програма автоматично розпізнає підключену плату, дозволяючи завантажувати код легким натисканням на кнопку.

3.2 Алгоритм роботи

Розробка алгоритму керування системою для контролю мікроклімату кімнатних рослин передбачає збір, аналіз і оброблення інформації з сенсорів, а також виконання налаштувань і регуляцій мікроклімату для оптимального росту рослин. Система використовує наступні режими роботи:

- ініціація. Система активізується та проводить первинні налаштування, включаючи з'єднання з мережею, ініціацію датчиків, виконавчих механізмів, WiFi модуля і годинника реального часу;
- збір даних. Починається процес зчитування даних з датчиків, які фіксують температуру, вологість повітря, рівень CO₂ та інтенсивність світла;
- аналіз даних. Система аналізує отримані дані, враховуючи налаштовані параметри, щоб визначити потребу у коригуванні умов вирощування;
- прийняття рішень. На основі аналізу даних система приймає рішення про необхідність регулювання температури, вологості, рівня CO₂, або світла;
- виконання дій. Активуються відповідні механізми для регулювання мікроклімату, такі як обігрівачі, зволожувачі, системи вентиляції, або освітлення;
- моніторинг. Система продовжує збір даних для моніторингу змін у мікрокліматі і записує результати для подальшого аналізу;

- дистанційне керування. Користувачі можуть віддалено управляти системою через мобільний застосунок чи вебінтерфейс, налаштовувати параметри роботи або перевіряти поточний стан мікроклімату;
- автоматичні повідомлення. Система автоматично надсилає повідомлення про потребу у втручанні або виявлені зміни умов;
- запис даних. Інформація про стан мікроклімату, виявлені потреби та виконані дії зберігається для аналізу та оптимізації системи.

Детальний опис алгоритмів роботи програмного забезпечення для системи контролю мікроклімату охоплює кілька ключових етапів. Початковий етап включає ініціацію компонентів, де відбувається налаштування з'єднань для датчиків, виконавчих механізмів та модулів, а також запуск бібліотек для датчиків температури, вологості, CO₂, освітленості, реле, годинника реального часу і WiFi модуля. Далі слідує конфігурація таймерів і сповіщень, що включає створення таймерів для періодичної перевірки стану мікроклімату і регулювання умов, а також налаштування сповіщень для інформування про стан системи.

Основний цикл програми включає збір даних з датчиків, аналіз отриманих даних і прийняття рішень для регулювань. Це супроводжується взаємодією з вебплатформою через WiFi для отримання команд і відправлення інформації та оновленням годинника реального часу для перевірки графіків виконання дій. Щодо обробки помилок і виняткових ситуацій, програма враховує можливі технічні проблеми і виправляє помилки, а також інформує про проблеми через серійний порт або сповіщення.

Заключний етап полягає у неперервній роботі та моніторингу, де програма безперервно працює, оновлюючи дані та виконуючи необхідні дії. Взаємодія з вебсервером забезпечує зовнішнє керування і моніторинг системи.

Алгоритм роботи системи контролю мікроклімату представлений на рисунку 3.3.

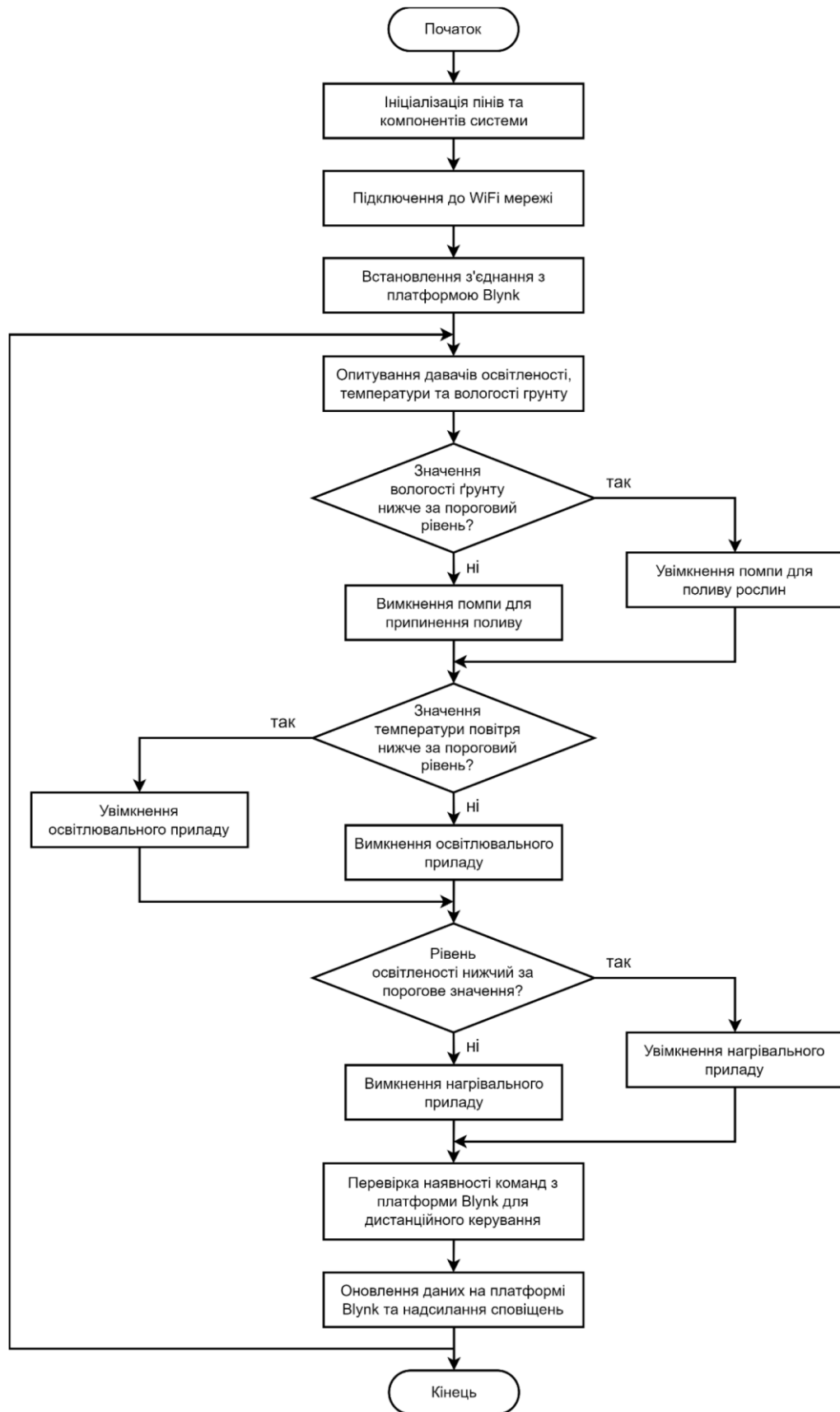


Рисунок 3.3 – Алгоритм роботи програмного забезпечення

3.3 Інтеграція з датчиками температури, вологості та освітлення

У рамках розробки кваліфікаційної роботи планується використання датчиків для температури, вологості ґрунту та освітлення. Залучення зовнішніх бібліотек для управління периферійними пристроями значно підвищує ефективність їх використання при створенні програмного забезпечення, забезпечуючи комфорт у процесі розробки. Ці бібліотеки надають можливість використовувати готові функції та класи, уникаючи необхідності вручну програмувати взаємодію з обладнанням, що сприяє економії часу та зусиль, а також пришвидшує розробку функціонального програмного забезпечення [16].

Іншою значною перевагою є використання зовнішніх бібліотек для датчиків, які дозволяють впроваджувати оптимізовані алгоритми і методи для точного зчитування даних. Завдяки цьому, можливе калібрування датчиків, коригування помилок та забезпечення більш точних результатів вимірювань.

Інсталяція бібліотек була здійснена через інтерфейс «Library Manager», де шляхом введення в пошукове поле назви датчика вибиралися найбільш підходящі версії бібліотек, засновані на їх описах та характеристиках. Так, наприклад, було встановлено бібліотеку DHT.h для зчитування даних з датчика температури та бібліотеки для реалізації дистанційного керування за допомогою WiFi технологій [17].

Arduino Mega - це одна з розробницьких плат, спеціально призначена для проєктів, що потребують великої кількості портів введення/виведення (I/O) та розширених обчислювальних можливостей, використовуючи мікроконтролер ATmega2560 від Microchip Technology (рис. 3.4). Arduino Mega відіграє ключову роль у підключенні численних датчиків, пристроїв введення/виведення та розширювальних модулів, необхідних для створення системи контролю мікроклімату рослин. Підтримка середовища Arduino IDE дозволяє легко програмувати та завантажувати код на плату [18].

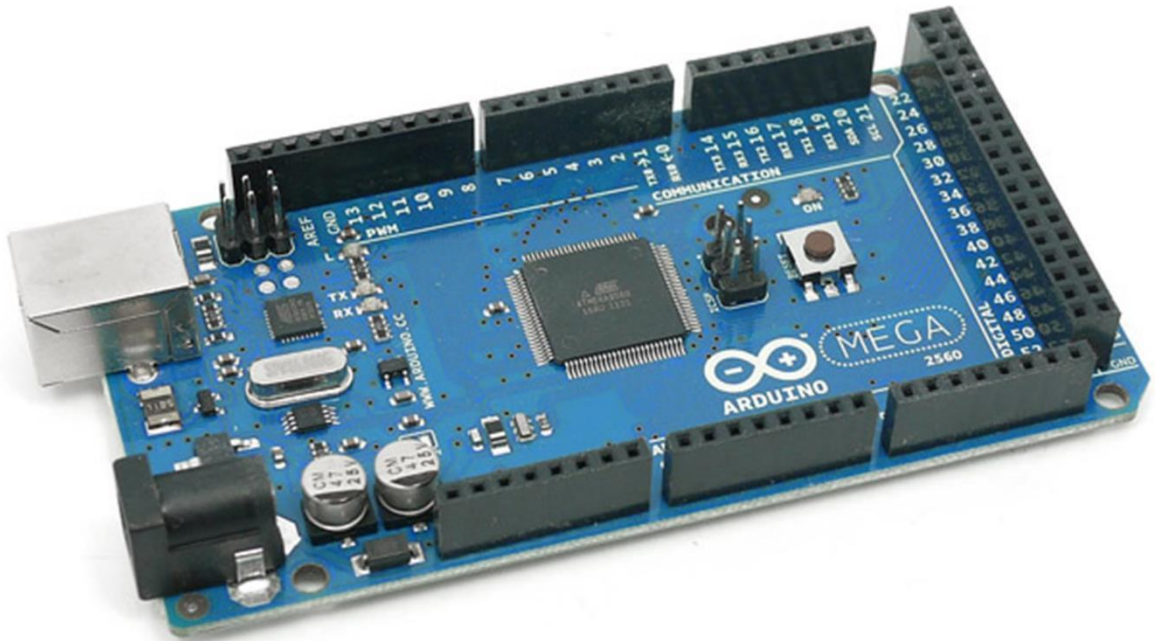


Рисунок 3.4 – Центральна плата

Arduino Mega широко використовується у багатьох проєктах, де потрібно багато портів I/O і обчислювальна потужність. Ця плата є надійним і зручним інструментом для розробки і прототипування різних інтерактивних систем. Велика спільнота користувачів та розробників сприяє обміну знаннями та досвідом, що полегшує розробку і впровадження проєктів завдяки доступу до численних бібліотек та прикладів коду. Завдяки своїм властивостям, Arduino Mega було обрано як центральний елемент у системі для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Для здійснення дистанційного керування процесом догляду за кімнатними рослинами застосовується модуль ESP-01S (рис. 3.5), який можна інтегрувати з платою Arduino Mega для бездротового зв'язку з сервером на відстані.

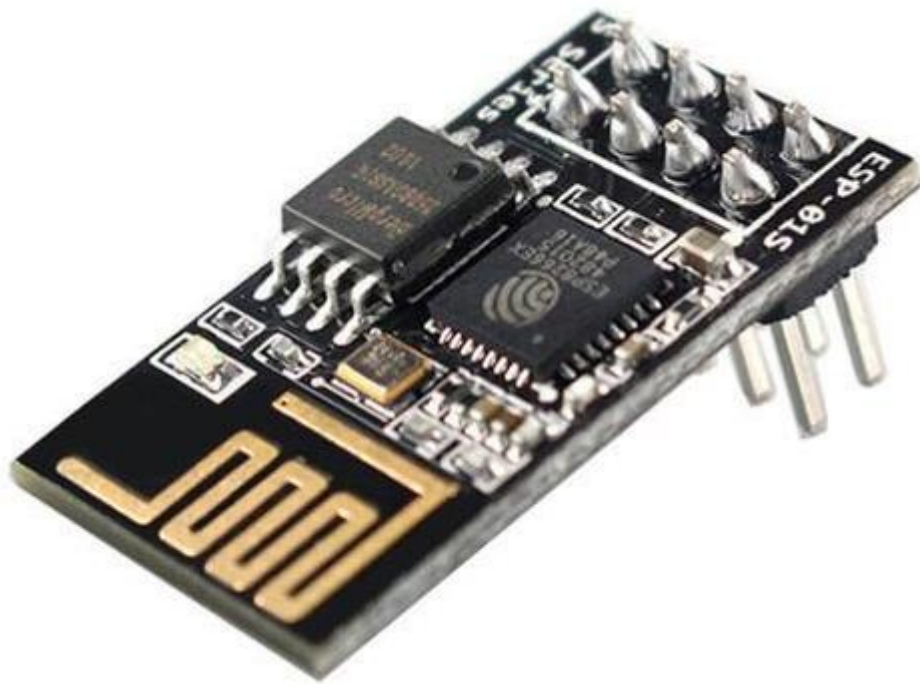


Рисунок 3.5 – Модуль мережі

Цифровий датчик DHT22, призначений для вимірювання вологості та температури повітря, має високу точність ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ для температури та $\pm 2\%$ для вологості) та широкий діапазон вимірювань від -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$. Екстер'єр та підключення датчика DHT22 представлені на рисунок 3.6.

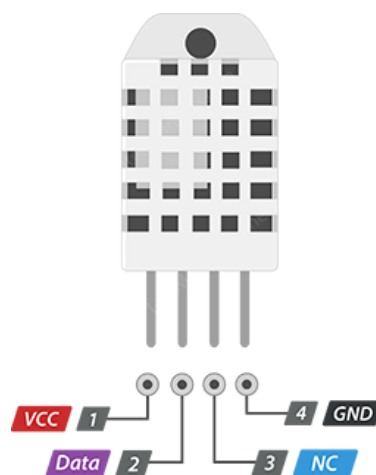


Рисунок 3.6 – Датчик параметрів повітря

Гігрометр - датчик вологості ґрунту (рис. 3.7) відіграє критичну роль у системі контролю мікроклімату рослин, вимірюючи один із ключових

параметрів процесу. Цей датчик працює на основі вимірювання резистивності між двома електродами, що змінюється в залежності від вологості ґрунту.



Рисунок 3.7 – Датчик параметрів ґрунту

Модуль датчика RCK205502, який вимірює рівень освітленості в приміщенні, використовує фоторезистор GL5528. Фоторезистор змінює свій опір залежно від інтенсивності світлового потоку, з яким він стикається. Зовнішній вигляд та характеристики модуля освітленості RCK205502 зображено на рис. 3.8.

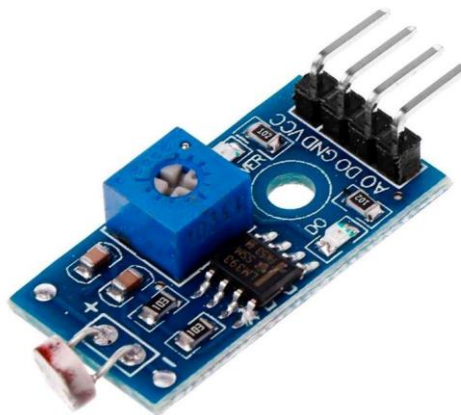


Рисунок 3.8 – Датчик параметрів освітлення

У початковій фазі розробки програмного забезпечення інтегруються бібліотеки, які розширюють можливості Arduino IDE, забезпечуючи доступ до готових класів, функцій та методів для взаємодії з периферійними пристроями (рис. 3.9). Це значно спрощує процес створення програмного забезпечення.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_DHT.h>
#include <WiFiEsp.h>
#include <WiFiEspClient.h>
#include <WiFiEspUdp.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "BlynkSimpleEsp8266.h"
#include <TimeLib.h>
#include <TimeAlarms.h>
```

Рисунок 3.9 – Бібліотеки

Для зручності програмування використовуються символічні константи для управління пінами, що дозволяє уникати прямого використання числових значень виводів і спрощує майбутнє модифікування коду та сумісність з різними моделями мікроконтролерів (рис. 3.10).

```
#define DHTPIN 53
#define DHTTYPE DHT22
#define LIGHT_SENSOR A15
#define SOIL_MOISTURE_SENSOR 52
#define PUMP_RELAY 12
#define TEMPERATURE_CONTROLLER 11
#define LIGHT_CONTROLLER 10
#define WIFI_TX 14
#define WIFI_RX 15
```

Рисунок 3.10 – Символьні константи

Далі, наступає етап налаштування параметрів для підключення до WiFi-мережі, встановлення з'єднання з сервером Blynk і ініціалізації UDP-протоколу для подальшої взаємодії з системою мікроклімату (рис. 3.11).

```
char ssid[] = "Wi-FiSSID";
char password[] = "Wi-FiPassword";
char auth[] = "YdINhad2bPV3-VInmTYIgaERYBIrgidXR";
WiFiEspClient espClient;
WiFiEspUDP udp;
```

Рисунок 3.11 – Підключення до мережі

Збір даних з датчиків виконується за допомогою написаного коду, а передача цих даних на сервер здійснюється з використанням іншого коду.

Розроблена процедура, яка перевіряє рівень вологості ґрунту і, залежно від його значення, включає або вимикає помпу для поливу.

Також в роботі реалізовано процес отримання і виконання команд від сервера, код якого представлений на рис. 3.12.

```
int packetSize = udp.parsePacket();
if (packetSize) {
    char command = udp.read();
    // Обробка команди
    if (command == 'W') {
        // Виконати дії для поливу
        // Увімкнути насос
        digitalWrite(PUMP_RELAY, HIGH);
        // Запустити таймер поливу
        Alarm.timerOnce(10, StopPump);
    } else if (command == 'L') {
        // Виконати дії для освітлення
        // Увімкнути освітлювальний прилад
        digitalWrite(LIGHT_CONTROLLER, HIGH);
        // Запустити таймер освітлення
        Alarm.timerOnce(8, StopLight);
    }
}
```

Рисунок 3.12 – Зв'язок із сервером

3.4 Реалізація клієнтської частини

Вебплатформа Blynk надає інструменти для дистанційного керування та моніторингу систем, включаючи системи контролю мікроклімату рослин через Інтернет (рис. 3.13). Ця платформа пропонує широкий асортимент функцій, які полегшують управління з'єднаними пристроями, як-от системи для регулювання вологості, температури та освітлення у приміщенні. Blynk забезпечує зручний доступ до цих функцій через вебінтерфейс та мобільний застосунок, дозволяючи користувачам віддалено моніторити та керувати умовами утримання рослин [19].

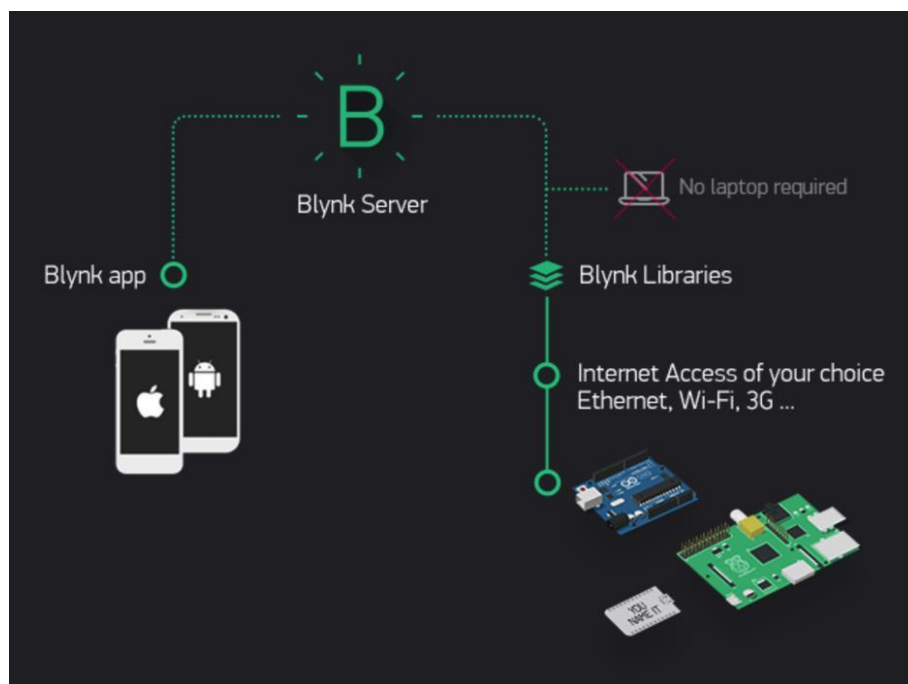


Рисунок 3.13 – Blynk

За допомогою Blynk можна створювати візуалізації, які показують динаміку змін мікроклімату, такі як вологість, освітленість чи температура. Платформа також дозволяє налаштовувати сповіщення, що надсилаються на електронну пошту або мобільні пристрої, інформуючи користувачів про критичні зміни у системі або виконання автоматизованих дій. Крім того, Blynk дозволяє налаштовувати розклади для автоматичного регулювання

умов, таких як полив чи освітлення, що сприяє оптимальному догляду за рослинами згідно з встановленими параметрами.

Загалом, платформа Blynk стає ефективним засобом для реалізації дистанційного керування системою контролю мікроклімату рослин. Вона надає гнучкість, зручність у використанні та можливості автоматизації, що дозволяють користувачам ефективно управляти мікрокліматом з будь-якого місця.

Щодо налаштувань на платформі Blynk, процес починається з реєстрації облікового запису, за якою слідує створення нового проєкту для системи контролю мікроклімату (рис. 3.14). У цьому проєкті розроблено візуальний інтерфейс з елементами керування, які інтегровані з платою Arduino Mega через WiFi модуль ESP-01S для управління різними пристроями.



Рисунок 3.14 – Приклад показників

Рисунок 3.15 представляє собою інтерфейс користувача системи контролю мікроклімату, спроектований для моніторингу та регулювання температури в умовах, де утримуються рослини. На графіку відображені дві криві, які показують максимальні та мінімальні температурні показники

протягом певного часового періоду, що дозволяє зрозуміти температурні коливання в приміщенні. Зліва під графіком показано середню температуру повітря, яка в даний момент становить 22.438°C.

В нижній частині інтерфейсу розміщені елементи керування, що включають регулятори для налаштування максимальної та мінімальної температур («MAX TEMP SETPOINT» і «MIN TEMP SETPOINT») з можливістю збільшення чи зменшення налаштувань. Ці налаштування дозволяють користувачеві встановити бажані температурні пороги.

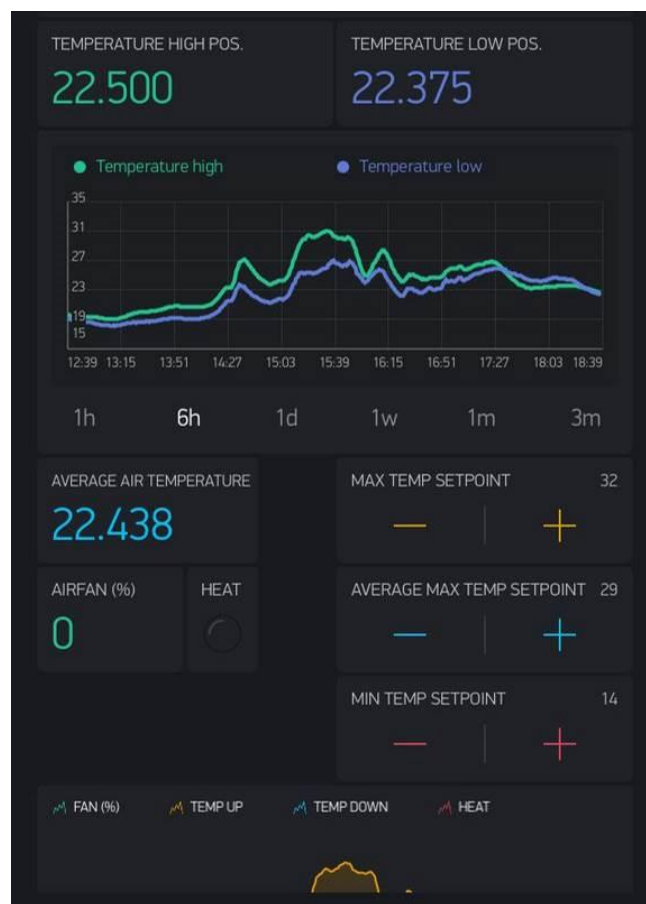


Рисунок 3.15 – Контроль температури

Рисунок 3.16 відображає інтерфейс користувача для системи керування кліматом, зокрема для модуля насоса "Pump 2". Інтерфейс містить елементи керування та моніторингу різних аспектів системи, що дозволяє користувачу ефективно управляти операціями насоса і пов'язаними з ним функціями.

В верхній частині інтерфейсу є випадаюче меню з назвою "Pump 2" та кнопки для запуску насоса на визначений час (у даному випадку 10 секунд), відображена також кнопка для вмикання насоса та час 18:41, який може вказувати поточний час або час запуску насоса.

Посередині інтерфейсу вказано час роботи насосів у автоматичному режимі ("Running time water motors in automatic"), який становить 121 секунду, із візуальним індикатором прогресу.

У нижній частині інтерфейсу є термінал, що показує лог дій системи або статус насоса "Pump 2", з повторюваними записами щодо налаштувань ідентифікатора насоса (PUMPTID SATT: 121), що може вказувати на параметри налаштування або статус коду насоса.

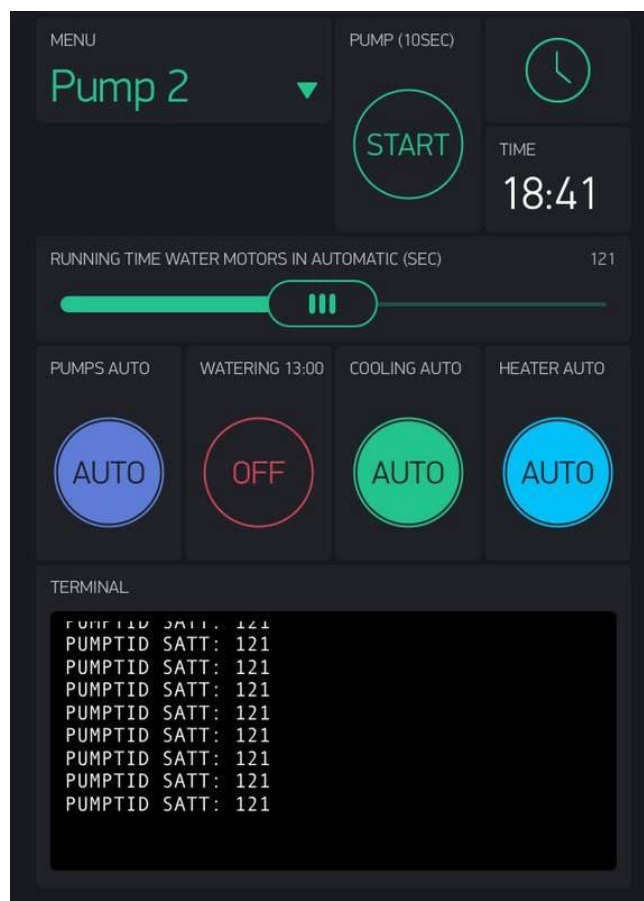


Рисунок 3.16 – Керування насосом

Загалом, цей інтерфейс дає користувачеві гнучкі можливості для моніторингу та керування насосом і пов'язаними системами в контексті

управління мікрокліматом для рослин, дозволяючи легко налаштовувати та контролювати різні елементи системи з одного централізованого інтерфейсу.

Код для Arduino Mega включає бібліотеку для зв'язку з Blynk, де зазначені дані для доступу до платформи. У проєкті визначені команди, які дозволяють дистанційно керувати активацією систем поливу, регулювання освітлення та інших функцій для оптимізації умов для рослин.

3.5 Висновки до розділу

У третьому розділі було детально описано процес розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Для реалізації системи було обрано середовище Arduino IDE та мову програмування C++, що дозволило ефективно працювати з мікроконтролерною платою Arduino Mega2560. Використання зовнішніх бібліотек для роботи з датчиками температури, вологості та освітлення значно спростило процес інтеграції апаратної частини з програмним забезпеченням.

Розроблено детальний алгоритм роботи системи, який включає етапи ініціалізації, збору та аналізу даних, прийняття рішень щодо регулювання мікроклімату, виконання керуючих впливів, моніторингу та віддаленого управління через вебплатформу. Це забезпечує автоматизований контроль за ключовими параметрами середовища для оптимального росту рослин.

Для реалізації віддаленого моніторингу та управління системою було використано платформу Blynk. Розроблено зручний і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, який дозволяє відслідковувати поточний стан мікроклімату, встановлювати цільові значення параметрів та віддалено керувати виконавчими пристроями, такими як системи поливу та освітлення.

4 ТЕСТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ

4.1 Розробка тестових сценаріїв

Для забезпечення надійної та безвідмовної роботи розробленого програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин необхідно провести ретельне тестування всіх його компонентів та функцій. З цією метою було розроблено набір тестових сценаріїв, які охоплюють різні аспекти роботи системи.

Першим етапом тестування є перевірка коректності зчитування даних з датчиків температури, вологості та освітленості. Для цього створено сценарії, які імітують різні умови середовища та передбачають порівняння показів датчиків з еталонними значеннями. Це дозволяє виявити можливі неточності або збої у роботі сенсорів та забезпечити достовірність отриманих даних.

Наступним кроком є тестування алгоритмів аналізу зібраних даних та прийняття рішень щодо регулювання мікроклімату. Розроблено сценарії, які перевіряють здатність системи коректно визначати відхилення параметрів від заданих меж та генерувати відповідні керуючі сигнали для виконавчих пристроїв. Це гарантує, що система зможе підтримувати оптимальні умови для росту рослин.

Окрема увага приділяється тестуванню роботи виконавчих механізмів, таких як системи поливу та освітлення. Створено сценарії, які перевіряють коректність вмикання та вимикання цих пристроїв у відповідь на команди від системи управління. Це дозволяє переконатися, що виконавчі модулі функціонують належним чином та забезпечують необхідний вплив на мікроклімат.

Важливим аспектом тестування є перевірка коректності передачі даних та команд між мікроконтролерним блоком та вебплатформою Blynk. Розроблено сценарії, які імітують різні режими роботи системи та перевіряють стабільність і надійність обміну інформацією через Wi-Fi

модуль. Це гарантує, що користувачі зможуть отримувати актуальні дані про стан мікроклімату та віддалено керувати роботою системи.

Також передбачено тестування інтерфейсу користувача на вебплатформі Blynk. Створено сценарії, які перевіряють зручність та інтуїтивність взаємодії з елементами управління, коректність відображення даних та стабільність роботи платформи при різних режимах використання.

Розроблені тестові сценарії охоплюють всі ключові аспекти функціонування системи контролю мікроклімату та дозволяють провести комплексну перевірку її працездатності. Результати тестування використовуються для виявлення та усунення можливих недоліків, а також для оптимізації роботи програмного застосунку перед його впровадженням у реальних умовах.

4.2 Результати тестування

Після розробки тестових сценаріїв було проведено ретельне тестування програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин. Тестування включало модульне, інтеграційне та системне тестування, що дозволило перевірити працездатність окремих компонентів, їх взаємодію та загальну функціональність системи.

Під час модульного тестування кожен компонент системи був перевірений окремо, щоб переконатися в коректності його роботи. Були протестовані функції зчитування даних з датчиків температури, вологості та освітленості. Результати показали, що датчики надають точні показники з допустимою похибкою. Також були перевірені алгоритми аналізу даних та прийняття рішень щодо регулювання мікроклімату. Тести підтвердили, що система коректно визначає відхилення параметрів від заданих меж і генерує відповідні керуючі сигнали.

Інтеграційне тестування було проведено для перевірки взаємодії між різними модулями системи. Були протестовані сценарії, що імітують реальні

умови роботи, такі як зміна температури, вологості та освітленості. Результати показали, що система коректно обробляє дані з датчиків, приймає рішення та надсилає команди виконавчим пристроям. Тести підтвердили, що система поливу вмикається та вимикається відповідно до заданих параметрів вологості ґрунту, а система освітлення реагує на команди користувача через вебінтерфейс Blynk.

Системне тестування було проведено для оцінки загальної функціональності та продуктивності програмного застосунку в реальних умовах. Система була налаштована для роботи в автоматичному режимі з типовими параметрами та залишена працювати безперервно протягом 72 годин. Протягом цього періоду система демонструвала стабільну та надійну роботу, без втрати даних, збоїв або помилок. Вебінтерфейс Blynk залишався доступним та коректно відображав інформацію про стан мікроклімату. Тести підтвердили, що система здатна підтримувати оптимальні умови для росту рослин протягом тривалого часу.

Результати тестування:

- датчики температури, вологості та освітленості надають точні показники з допустимою похибкою⁴
- алгоритми аналізу даних та прийняття рішень працюють коректно, забезпечуючи своєчасне регулювання мікроклімату;
- система поливу вмикається та вимикається відповідно до заданих параметрів вологості ґрунту;
- користувач може віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система реагує на команди в режимі реального часу;
- програмний застосунок демонструє стабільну та надійну роботу при тривалому безперервному використанні.

Виявлені недоліки та рекомендації:

- під час тестування було виявлено, що при різкому перепаді температури в приміщенні система не завжди встигає швидко відреагувати..

Рекомендовано оптимізувати алгоритм регулювання температури для більш швидкої адаптації до змін;

- інтерфейс користувача на вебплатформі Blynk може бути вдосконалений шляхом додавання більш інформативних графіків та статистики про стан мікроклімату.

Таблиця 4.1 – Результати тестування

Сценарій тестування	Очікуваний результат	Фактичний результат	Статус
Перевірка точності вимірювання температури	Показники датчика температури повинні відповідати еталонним значенням з допустимою похибкою $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.	Датчик температури надає точні показники з допустимою похибкою $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$.	Пройдено
Перевірка роботи системи поливу	Система поливу повинна автоматично вмикатися при низькій вологості ґрунту та вимикатися після досягнення заданого рівня зволоження.	Система поливу коректно вмикається та вимикається відповідно до заданих параметрів вологості ґрунту.	Пройдено
Перевірка віддаленого управління освітленням	Користувач повинен мати можливість віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система повинна реагувати на команди в режимі реального часу.	Користувач може віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система реагує на команди в режимі реального часу.	Пройдено
Перевірка стабільності роботи при тривалому використанні	Система повинна безперебійно працювати протягом 72 годин без втрати даних, збоїв або помилок. Вебінтерфейс повинен залишатися доступним та коректно відображати інформацію.	Програмний застосунок демонструє стабільну та надійну роботу при безперервному використанні протягом 72 годин. Вебінтерфейс залишається доступним та коректно відображає дані.	Пройдено з зауваженнями

Загалом, результати тестування показали, що розроблений програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин функціонує належним чином та відповідає заданим вимогам. Система забезпечує точний моніторинг параметрів середовища, своєчасне

регулювання мікроклімату та зручне віддалене управління через вебінтерфейс. Виявлені недоліки не є критичними та можуть бути усунені в майбутніх версіях програмного застосунку.

4.3 Висновки до розділу

У четвертому розділі було детально описано процес тестування та впровадження розробленого програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Для забезпечення надійності та безвідмовності роботи системи було розроблено набір тестових сценаріїв, які охоплюють різні аспекти функціонування програмного застосунку. Сценарії включають перевірку точності вимірювання параметрів мікроклімату датчиками, тестування алгоритмів аналізу даних та прийняття рішень, перевірку роботи виконавчих механізмів, тестування коректності передачі даних між компонентами системи та взаємодії з вебплатформою Blynk.

Проведено ретельне тестування програмного застосунку, яке включало модульне, інтеграційне та системне тестування. Результати модульного тестування підтвердили коректність роботи окремих компонентів системи, таких як датчики та алгоритми обробки даних. Інтеграційне тестування показало, що система правильно взаємодіє з виконавчими пристроями та реагує на зміни параметрів середовища. Системне тестування продемонструвало стабільну та надійну роботу програмного застосунку протягом тривалого часу в автоматичному режимі.

Результати тестування підтвердили, що розроблений програмний застосунок відповідає заданим вимогам та забезпечує точний моніторинг мікроклімату, своєчасне регулювання параметрів середовища та зручне віддалене управління через вебінтерфейс. Виявлені під час тестування недоліки, такі як недостатньо швидка реакція системи на різкі зміни температури та потреба в удосконаленні інтерфейсу користувача, не є

критичними та можуть бути усунені в майбутніх версіях програмного застосунку.

Таким чином, проведене тестування та аналіз його результатів дозволяють зробити висновок, що розроблений програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин є функціональним, надійним та готовим до впровадження. Система відповідає поставленим вимогам і здатна ефективно підтримувати оптимальні умови для вирощування рослин у домашніх умовах. Подальший розвиток програмного застосунку може бути спрямований на розширення функціональності, оптимізацію алгоритмів управління та вдосконалення користувацького інтерфейсу на основі зворотного зв'язку від користувачів.

ВИСНОВКИ

У дипломній кваліфікаційній роботі бакалавра розглянуто актуальну проблему розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин. Проведений аналіз предметної області показав, що існуючі рішення на ринку переважно орієнтовані на промислове тепличне господарство і не враховують специфіку догляду за рослинами в домашніх умовах. Це обумовлює потребу в створенні спеціалізованого програмного забезпечення, яке б дозволило автоматизувати процес моніторингу та регулювання параметрів мікроклімату для забезпечення оптимальних умов вирощування кімнатних рослин.

У роботі запропоновано архітектуру системи контролю мікроклімату на основі технологій інтернету речей, яка включає набір датчиків, керуючий модуль на базі мікроконтролера Arduino Mega, WiFi модуль для передачі даних, серверну частину для їх обробки і зберігання та клієнтський застосунок для відображення інформації та управління системою. Розроблено детальний алгоритм роботи системи, який забезпечує автоматизований збір даних з датчиків, їх аналіз, прийняття рішень щодо регулювання мікроклімату та виконання керуючих впливів на виконавчі пристрої.

Для реалізації програмного застосунку обрано середовище розробки Arduino IDE та мову програмування C++. Використано зовнішні бібліотеки для роботи з датчиками температури, вологості та освітлення, що спростило процес інтеграції апаратної та програмної частин системи. Розроблено зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача на базі вебплатформи Blynk, який дозволяє віддалено моніторити стан мікроклімату, встановлювати цільові значення параметрів та керувати виконавчими пристроями.

Проведено ретельне тестування розробленого програмного застосунку, яке включало модульне, інтеграційне та системне тестування.

Результати тестування підтвердили відповідність застосунку заданим вимогам та його здатність забезпечувати точний моніторинг мікроклімату, своєчасне регулювання параметрів середовища та стабільну роботу протягом тривалого часу. Виявлені недоліки не є критичними та можуть бути усунені в майбутніх версіях програмного застосунку.

Таким чином, у результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було розроблено функціональний та надійний програмний застосунок для контролю мікроклімату кімнатних рослин. Система відповідає поставленим вимогам і здатна ефективно підтримувати оптимальні умови для вирощування рослин у домашніх умовах. Впровадження розробленого застосунку дозволить любителям кімнатних рослин автоматизувати процес догляду за ними, забезпечуючи здоровий ріст та розвиток рослин.

Подальші напрямки розвитку проєкту можуть включати розширення функціональних можливостей системи, вдосконалення алгоритмів управління мікрокліматом, оптимізацію користувацького інтерфейсу та адаптацію програмного застосунку для різних платформ та пристроїв. Крім того, перспективним є інтеграція розробленої системи з іншими рішеннями для догляду за рослинами, такими як системи автоматичного поливу та внесення добрив.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Вольфсон Б. Гібридні хмари. Київ: Форс Україна, 2019. 232 с.
2. Дудник А. О. Методи побудови ресурсоефективних систем керування тепличними комплексами. Київ: Вид-во НУБіП України, 2018. 120 с.
3. UkraineFlora [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://ukraineflora.com/uk>
4. Don Pion [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://donpion.ua>
5. Агромакет [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://agro-market.net/ua>
6. Plant [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=uk>
7. PlantNe [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=uk>
8. Plant Shop [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=cn.danatech.xingseus&hl=uk>
9. Іванов А. О. Програмування мікроконтролерних систем: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 156 с.
10. Bar H. Raspberry Pi IoT Projects: Prototyping Experiments for Makers. New York: Apress, 2021. 224 p.
11. Kurniawan A. Internet of Things Projects with ESP32. Birmingham: Packt Publishing, 2023. 510 p.
12. Liberg O., Sundberg M., Wang E., Bergman J., Sachs J. Cellular Internet of Things: Technologies, Standards, and Performance. London: Academic Press, 2021. 498 p.
13. Schwartz M. Internet of Things with ESP8266. Birmingham: Packt Publishing, 2020. 378 p.
14. Waher P. Learning Internet of Things: Build Exciting IoT Projects. Birmingham: Packt Publishing, 2018. 498 p.

15. Гайдай Д. Д., Матвієнко М. П. Безпроводні сенсорні мережі: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 248 с.
16. Швачич Г.Г., Ткач М.О., Ткач О.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: навч. посіб. Дніпро: НМетАУ, 2020. 208 с.
17. Olifer N., Olifer V. Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design. Hoboken: Wiley, 2021. 1040 p.
18. Pflanzner T., Kertesz A. A survey of IoT cloud providers. Budapest: IEEE, 2019. P. 202-209.
19. Blynk [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <https://blynk.io/>

ДОДАТОК А
Текст програми

```

void setup() {
  // Debug console
  Serial.begin(9600);

  // Initialize DHT sensor
  dht.begin();

  // Initialize Blynk
  Blynk.begin(auth, ssid, password);

  // Initialize relay pin
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Turn relay off

  // Initialize soil moisture sensor
  pinMode(SOIL_MOISTURE_PIN, INPUT);

  // Initialize light sensor
  pinMode(LIGHT_SENSOR_PIN, INPUT);
}

void loop() {
  // Run Blynk
  Blynk.run();

  // Read DHT22 sensor
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();

  // Read soil moisture sensor
  soilMoistureValue =
analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);

  // Read light sensor
  lightValue = analogRead(LIGHT_SENSOR_PIN);

  // Print values to serial monitor (for
debugging)
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %\t");
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C\t");
  Serial.print("Soil Moisture: ");

```

```

Serial.print(soilMoistureValue);
Serial.print("\t");
Serial.print("Light: ");
Serial.print(lightValue);
Serial.println();

// Send values to Blynk
Blynk.virtualWrite(V1, h);
Blynk.virtualWrite(V2, t);
Blynk.virtualWrite(V3, soilMoistureValue);
Blynk.virtualWrite(V4, lightValue);

// Control water pump based on soil moisture
if (soilMoistureValue < 600) {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Turn relay on
} else {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Turn relay
off
    }

// Delay between readings
delay(2000);
}

```

ДОДАТОК Б
Сценарії тестування

Сценарій 1: Перевірка точності вимірювання температури

Мета: Переконатися, що датчик температури надає точні показники.

Кроки:

1. Розмістити датчик температури в приміщенні з відомою температурою (виміряною еталонним термометром).
2. Зчитати показники температури з датчика через програмний застосунок.
3. Порівняти отримані значення з еталонними показниками термометра.

Очікуваний результат: Показники датчика температури повинні відповідати еталонним значенням з допустимою похибкою $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Сценарій 2: Перевірка роботи системи поливу

Мета: Переконатися, що система поливу вмикається та вимикається відповідно до заданих параметрів вологості ґрунту.

Кроки:

1. Встановити поріг вологості ґрунту, при якому повинен вмикатися полив (наприклад, 30%).
2. Розмістити датчик вологості в ґрунті з низьким рівнем зволоження.
3. Спостерігати за показниками вологості в програмному застосунку.
4. Перевірити, чи вмикається система поливу при досягненні встановленого порогу вологості.
5. Спостерігати за зміною показників вологості після поливу.
6. Перевірити, чи вимикається система поливу при досягненні заданого рівня зволоження.

Очікуваний результат: Система поливу повинна автоматично вмикатися при низькій вологості ґрунту та вимикатися після досягнення заданого рівня зволоження.

Сценарій 3: Перевірка віддаленого управління освітленням

Мета: Переконатися, що користувач може віддалено вмикати та вимикати освітлення через вебінтерфейс Blynk.

Кроки:

1. Відкрити вебінтерфейс Blynk на комп'ютері або мобільному пристрої.
2. Перейти на сторінку управління освітленням.
3. Подати команду на вмикання освітлення через інтерфейс.
4. Перевірити, чи вмикається освітлення в реальному часі.
5. Подати команду на вимикання освітлення через інтерфейс.
6. Перевірити, чи вимикається освітлення в реальному часі.

Очікуваний результат: Користувач повинен мати можливість віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система повинна реагувати на команди в режимі реального часу.

Сценарій 4: Перевірка стабільності роботи при тривалому використанні

Мета: Переконатися, що система контролю мікроклімату залишається стабільною та надійною при тривалій безперервній роботі.

Кроки:

1. Налаштувати систему для роботи в автоматичному режимі з типовими параметрами.
2. Залишити систему працювати безперервно протягом 72 годин.
3. Періодично перевіряти показники датчиків та стан виконавчих пристроїв.
4. Моніторити вебінтерфейс Blynk на предмет коректності відображення даних та відгуку на команди.
5. Після завершення 72-годинного періоду оцінити загальну стабільність та продуктивність системи.

Очікуваний результат: Система повинна безперебійно працювати протягом 72 годин без втрати даних, збоїв або помилок. Вебінтерфейс повинен залишатися доступним та коректно відображати інформацію.

ДОДАТОК В
Слайди презентації

Національний університет «Запорізька політехніка»
Кафедра програмних засобів

Розробка програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин.

Виконав студент групи КНТ-220
Керівник, к.т.н, доцент

КУЛИК Є.С.
ЗЕЛЕНЬОВА І.Я.

Рисунок В.1 – Слайд 1

Мета та задачі

- ▶ Метою розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин є створення надійної, зручної у використанні та ефективної системи, яка дозволить автоматизувати процес моніторингу та регулювання умов проживання кімнатних рослин, підвищуючи їхні шанси на успішне вирощування та тривалість життя.
- ▶ Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:
 - аналіз існуючих рішень у сфері контролю мікроклімату для кімнатних рослин;
 - розробка технічного завдання та визначення функціональних вимог до програмного застосунку;
 - вибір інструментарію та платформ для реалізації застосунку;
 - проектування архітектури та розробка програмного застосунку;
 - інтеграція датчиків та актуаторів з програмним застосунком;
 - тестування системи та виявлення можливих проблем і недоліків у її роботі.

2

Рисунок В.2 – Слайд 2

Огляд існуючих рішень для контролю мікроклімату рослин

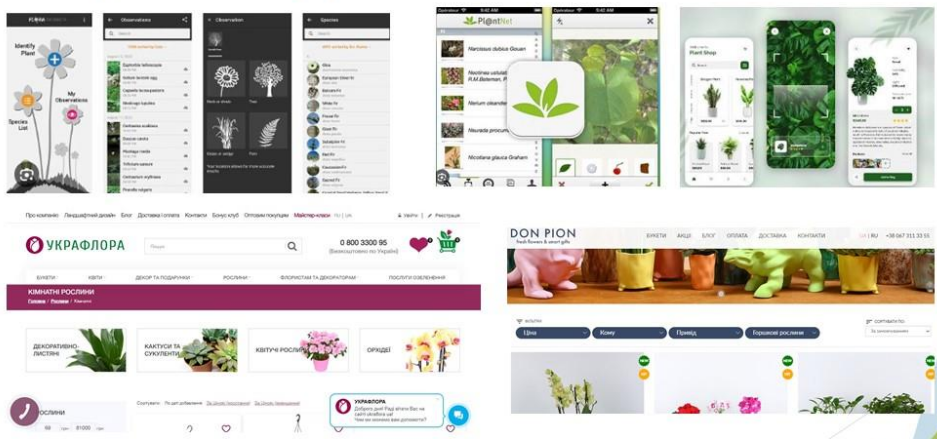


Рисунок В.3 – Слайд 3

Порівняння мобільних застосунків

Функція/Додаток	Плант	PlantNet	Plant Shop
Головна функція	Ідентифікація рослин	Ідентифікація рослин	Покупка рослин
Пошук за фото	Так	Так	Ні
Деталі рослин	Так (мінімальні)	Так (покращені)	Так (включаючи ціну і догляд)
Пошук за назвою	Так	Так	Так
Покупка через додаток	Ні	Ні	Так
Інтерактивність користувача	Середня	Висока	Висока
Спрямованість на освіту	Середня	Висока	Низька
Дизайн та інтерфейс	Простий	Функціональний	Візуально привабливий
Доступність інформації	Обмежена	Велика база даних	Орієнтовано на комерцію

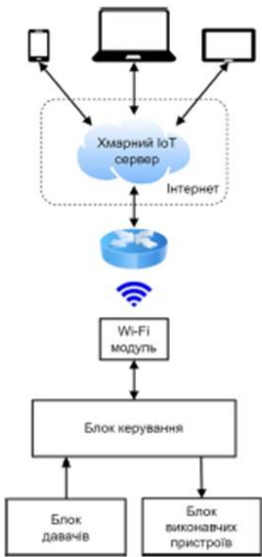
Рисунок В.4 – Слайд 4

Вимоги до системи

№	Вимога	Опис
1	Інтерфейс користувача	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що включає моніторинг параметрів мікроклімату, історію показників, налаштування оповіщень.
2	Функціональність	Збір даних про температуру, вологість та освітлення; налаштування параметрів за конкретними потребами рослин; сповіщення про відхилення від норми.
3	Платформи	Доступність застосунку Android.
4	Безпека	Захист даних користувачів і забезпечення конфіденційності інформації.
5	Масштабованість	Можливість додавання нових функцій та підтримка великої кількості користувачів.
6	Технічна підтримка	Регулярні оновлення програми та оперативна служба підтримки користувачів.
7	Інтеграція з мікроконтролерами	Сумісність із різними типами мікроконтролерів для збору даних з датчиків.
8	Тестування	Проведення комплексного тестування всіх компонентів системи

5

Рисунок В.5 – Слайд 5



Архітектура системи

6

Рисунок В.6 – Слайд 6

Схема системи

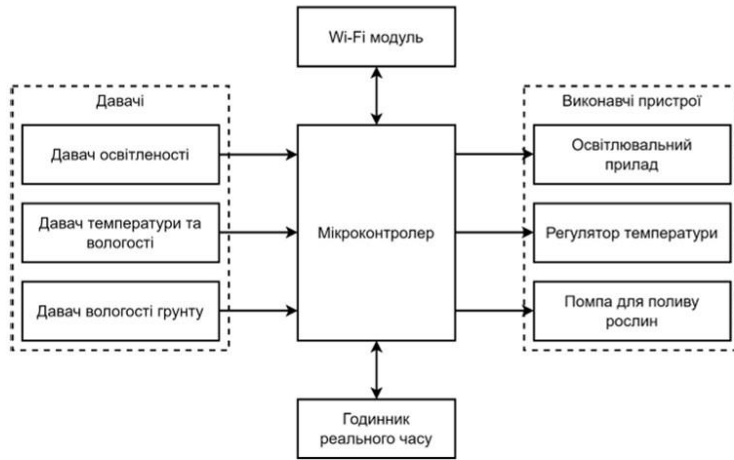


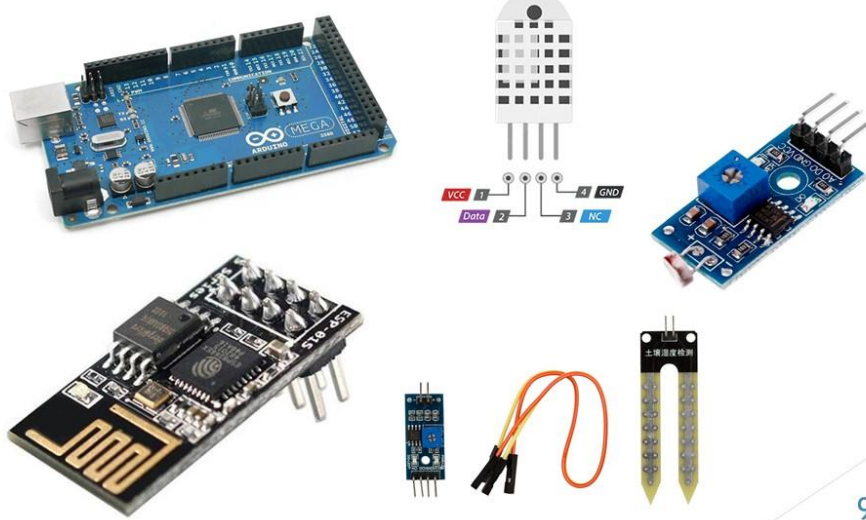
Рисунок В.7 – Слайд 7



Алгоритм роботи програмного забезпечення

Рисунок В.8 – Слайд 8

Апаратна частина



9

Рисунок В.9 – Слайд 9

Клієнтська частина



10

Рисунок В.10 – Слайд 10

Результати тестування

Сценарій тестування	Очікуваний результат	Фактичний результат	Статус
Перевірка точності вимірювання температури	Показники датчика температури повинні відповідати еталонним значенням з допустимою похибкою $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.	Датчик температури надає точні показники з допустимою похибкою $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$.	Пройдено
Перевірка роботи системи поливу	Система поливу повинна автоматично вмикатися при низькій вологості ґрунту та вимикатися після досягнення заданого рівня зволоження.	Система поливу коректно вмикається та вимикається відповідно до заданих параметрів вологості ґрунту.	Пройдено
Перевірка віддаленого управління освітленням	Користувач повинен мати можливість віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система повинна реагувати на команди в режимі реального часу.	Користувач може віддалено керувати освітленням через вебінтерфейс Blynk, а система реагує на команди в режимі реального часу.	Пройдено
Перевірка стабільності роботи при тривалому використанні	Система повинна безперервно працювати протягом 72 годин без втрати даних, збоїв або помилок. Вебінтерфейс повинен залишатися доступним та коректно відображати інформацію.	Програмний застосунок демонструє стабільну та надійну роботу при безперервному використанні протягом 72 годин. Вебінтерфейс залишається доступним та коректно відображає дані.	Пройдено з зауваженнями

11

Рисунок В.11 – Слайд 11

Висновки

1. У роботі розглянуто проблему розробки програмного застосунку для контролю мікроклімату кімнатних рослин, оскільки існуючі рішення не враховують специфіку догляду за рослинами в домашніх умовах.
2. Запропоновано архітектуру системи на основі технологій інтернету речей, яка включає давачі, керуючий модуль, WiFi модуль, серверну частину та клієнтський застосунок. Розроблено детальний алгоритм роботи системи.
3. Для реалізації застосунку використано середовище Arduino IDE та бібліотеки для роботи з давачами. Розроблено інтерфейс користувача на базі веб-платформи Blynk.
4. Тестування підтвердило відповідність застосунку заданим вимогам та його здатність забезпечувати точний моніторинг і регулювання параметрів мікроклімату.
5. Розроблений застосунок є функціональним та надійним, здатним ефективно підтримувати оптимальні умови для вирощування кімнатних рослин у домашніх умовах.
6. Подальші напрямки розвитку включають розширення функціональності, вдосконалення алгоритмів, оптимізацію інтерфейсу та інтеграцію з іншими рішеннями для догляду за рослинами.

12

Рисунок В.12 – Слайд 12