

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗАТВЕРДЖУЮ»
завідувач кафедри
комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки
/ Касаткін Д.Ю., к.пед.н., доц. /
_____ (ПБ, вчене звання і ступінь)
(підпис) «__» _____ 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ БАКАЛАВРСЬКОЇ СТУДЕНТУ**

Гойда Іван Сергійович
_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність (напрямок підготовки): комп'ютерна інженерія

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи: «_____»

затверджена наказом ректора НУБіП України від "26" 02 _____ 2025р. № 157 «З»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

Вихідні дані до кваліфікаційної бакалаврської роботи комп'ютерна система автоматичного поливу кімнатних рослин

Перелік питань, що підлягають розробці:

1. Аналіз існуючих систем контролю мікроклімату в приміщенні

2. Вибір мікроконтролерів та датчиків для розробки системи контролю температури

3. Розробка програмного забезпечення

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання " _____ " _____ 2025 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Нікітенко Є.В.
_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

_____ (прізвище та ініціали студента)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз вимог до системи	20. 03. 2025	Виконано
2	Проектування системи	01. 04. 2025	Виконано
3	Реалізація системи	12. 04. 2025	Виконано
4	Тестування системи	14. 04. 2025	Виконано
5	Оформлення пояснювальної записки	18. 05. 2025	Виконано
6	Оформлення графічного матеріалу	19. 05. 2025	Виконано

С

Т
У
Кд
е е
рН
і Т
В
Н
И_
К_

(
п
і
д
п
и
с

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Гойда І.С.

Нікітенко Є.В.

(ініціали та прізвище)

П
р
о
е
к
т
у

(
р
о
б
о
т
и
—

Реферат

Пояснювальна записка : 64 сторінок, 35 рисунки, 10 таблиць, 1 додаток, джерел.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА, АВТОМАТИЧНИЙ ПОЛИВ, ESP-32

Об'єкт розробки – Процес розробки комп'ютерної системи автоматичного поливу кімнатних рослин із використання власного сервера.

Мета роботи – Розробка та реалізація системи автоматичного поливу кімнатних рослин.

Дипломна робота складається з 4 розділів:

Перший розділ ми аналізуємо вимоги до системи та чи є наша тема актуальною.

Другий розділ ми здійснюємо проектування системи та розглядаємо вибір компонентів.

У третьому розділі ми реалізуємо та тестуємо систему.

У четвертому розділі ми тестували нашу готову систему у реальному часі.

Результатом виконання дипломної роботи є створена комп'ютерна система автоматичного поливу кімнатних рослин.

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб		Гойда І. С.			<<Комп'ютерна система автоматичного поливу кімнатних рослин>>	Літ	Арк.	Аркушів
Перевір		Нікітенко Є. В.						
Затверд		Касаткін Д. Ю.						
						-21012Б		

Зміст

Р

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

С

А

К

Т

У

О

С

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

В

1

М

У

С

М

С

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

М

						Арк
Змн.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

Скорочення та умовні позначки

- UPS – *Uninterruptible Power Supply* – джерело безперебійного живлення
- OLED – *Organic Light-Emitting Diode* – органічний світлодіодний дисплей
- Wi-Fi – *Wireless Fidelity* – бездротовий зв’язок за стандартом IEEE 802. 11
- ESP32 – мікроконтролер з вбудованими модулями Wi-Fi та Bluetooth, розроблений компанією Espressif Systems
- Bluetooth – бездротовий зв’язок короткого радіуса дії
- MP3 – *MPEG-1 Audio Layer III* – формат стисненого аудіо
- SD-картка – *Secure Digital* – носій даних малого формату
- AD – *Analog to Digital* (конверсія сигналу з аналогового у цифровий)
- STA – *Station Mode* – режим клієнта у Wi-Fi
- ADC – *Analog-to-Digital Converter* – аналогово-цифровий перетворювач
- Arduino Uno – плата розробника на базі мікроконтролера ATmega328
- STM32 – серія 32-бітних мікроконтролерів на базі ARM Cortex-M, від компанії STMicroelectronics
- VCC – *Voltage Common Collector* – лінія живлення (позитивний полюс)
- GND – *Ground* – загальна "земля" або негативний полюс живлення
- HTTP – *HyperText Transfer Protocol* – протокол передачі гіпертексту

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вступ

Ми живемо в сучасному світі, де все більше переходить у сферу технологій задля нашої зручності. Завдяки цьому з'явилася можливість створення систем, які допомагають полегшити які допомагають полегшити догляд за рослинами та не забувати про нього.

Для власників кімнатної рослин, які часто забувають полити їх або тривалий час відсутні вдома, для них така система є особливо актуальною. Вона дозволяє уникнути загибелі рослини та сприяє економії води.

Метою цієї роботи є розробка системи автоматичного поливу кімнатної рослини, яка, по-перше буде включати в себе здатність контролювати рівень вологості , а по-друге — автоматично запускати полив у разі недостатньої вологості.

Методи дослідження включають у себе аналіз існуючих рішень у галузі автоматичного поливу, програмування та тестування апаратних засобів для збору даних.

Практична цінність роботи полягає в отриманому результаті, що має потенціал для подальшого використання в підприємствах, де застосовуються технології автоматичного поливу для підтримки оптимальних умов для рослин.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ

Актуальність теми на сьогоднішній день

У сучасному світі інформаційні технології стрімко проникають у повсякденному життя людей, щоб полегшити життя людям. Сучасні люди живуть в постійних зайнятості, і не мають часу доглядати за кімнатною рослиною. Це все часто призводить до загибелі рослини. Водночас багато хто хоче мати рослини вдома для створення затишної атмосфери, але не має ані часу, ані можливості для регулярного догляду.

Вирішенням цієї проблеми є автоматизація процесу поливу кімнатних рослин є дуже актуальною. Яка дозволяє нам не лише врятувати рослину від загибелі, а й суттєво зекономити час. Комп'ютерна система, здатна самостійно визначає вологість ґрунту та подає самостійно воду.

Такі системи можуть стати не лише корисними у побуті, але й знайти застосування у офісах, навчальних закладах, а особливо корисно буде в теплицях та квіткових магазинах.

Таким чином, тема розробки комп'ютерної системи автоматичного поливу кімнатних рослин є актуальною як з технічної, так і з практичної точки зору. Вона спрямована на покращення якості життя, та допомога людям

Отже, розробка комп'ютерної системи автоматичного поливу кімнатних рослин є важливим і перспективним напрямом, що поєднує сучасні технології з турботою про довкілля.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Основні задачі роботи

Розробка комп'ютерної системи автоматичного поливу кімнатних рослин дозволяє ефективно та без участі людини підтримання оптимального рівня вологості ґрунту, забезпечують догляд за рослинами.

Для досягнення цієї мети є такі наступні завдання:

По–перше це **аналіз предметної області** на цьому етапі ми досліджуємо інші існуючі рішення з автоматизації поливу рослин, ми аналізуємо в цій системі як плюси так мінуси. що дає змогу сформулювати вимоги до майбутньої розробки.

По–друге це **проектування апаратної частини** після аналізу ми обираємо наші мікроконтролери, датчики вологості, насос або трубки. Важливо розробити принципову електричну схему системи, враховуючи вимоги до безпеки, стабільності та довговічності.

По–третє це **розробка програмного забезпечення для керування пристроєм** створюється прошивка для мікроконтролера, яка зчитує дані з датчиків та ухвалює рішення щодо необхідності поливу. Реалізується система обміну даними з сервером, яка забезпечує підтримку як ручного, так і автоматичного режимів поливу..

Потім **створення веб–інтерфейсу** потрібно створити додаток, щоб дозволяє користувачу переглядати поточні параметри системи, встановлювати пороги вологості, активувати або деактивувати полив.

І останє це **тестування та перевірка працездатності системи** після закінчення розробки всіх компонентів необхідно провести перевірку чи функціонують система правильно, чи показує правильні результати.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таким чином, дослідження охоплює як технічні аспекти побудови системи поливу, так і розробку програмної складової, взаємодію між користувачем та пристроєм, а також всебічне тестування для досягнення високої ефективності, надійності та зручності використання. Наприклад (Рисунок 1.1)

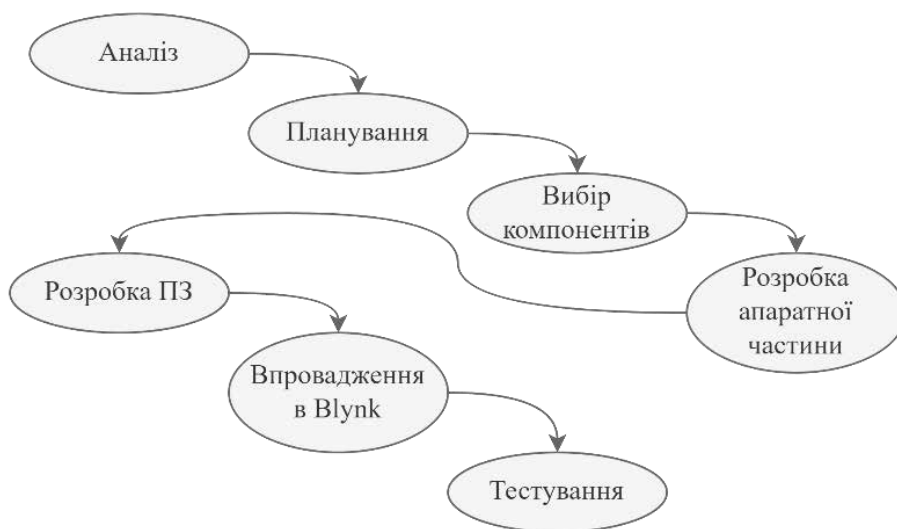


Рисунок 1.1 – Основні задачі роботи

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Визначення об'єктів

У ході дослідження було визначено основні об'єкти, що мають ключові значення для побудови комп'ютерних систем автоматичного поливу кімнатних рослин.

У системі автоматичного поливу кімнатних рослин об'єкти можна класифікувати на **фізичні (апаратні)** та **логічні (програмні)** компоненти (Таблиця 1.1).

Комп'ютерна система автоматичного поливу кімнатних рослин є інтегрованим рішенням, яке поєднує збір даних про стан ґрунту, керування та передачу даних та взаємодіяти з користувачом визначення всіх об'єктів дозволяє сформувати ефективну архітектуру систему, підвищити її надійність, зменшити людський фактор і забезпечити максимально зручне користування. Надалі ці об'єкти будуть детально розглянуті на етапах проєктування, реалізації та тестування системи.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Фізичні та Програмні компоненти

Фізичні	Програмні
Мікроконтролер–головний керуючий елемент системи, який отримує дані з датчиків, обробляє їх та приймає рішення щодо поливу	Програмне забезпечення мікроконтролера – алгоритм, що реалізує логіку прийняття рішень щодо зрошення на основі даних з датчиків
Датчики вологості ґрунту– вимірює вологість ґрунту та передає данні на смартфон	Мобільний застосунок (опційно) – альтернатива веб–інтерфейсу, яка дозволяє здійснювати ті ж функції через смартфон.
Ємність для води– резервує воду при необхідності здійснює подачу води.	
Насос – вона забезпечує подачу води	
Система живлення – забезпечує електроенергією всі компоненти системи.	
Модуль зв'язку – дозволяє обмінюватися даними між системою та користувачем або сервером.	

					<i>Арк</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

Використані методи та їх практична цінність

У процесі розробки комп'ютерних систем автоматичного поливу кімнатної рослини були застосовані різні наукові та технічні методи, відіграє важливу роль у реалізації проєкту.

Методи системного аналізу

Метод системного аналізу був використаний на етапі поставлених задач до її реалізації та оцінення ефективності. Цей метод ми передбачаємо вивчення повністю об'єкта та цілісної системи.

На цьому етапі ми аналізуємо ми формуємо основні вимоги та функціональні системи. Були визначені основні підсистеми – сенсорна (збір даних), керуюча (обробка інформації та прийняття рішень), виконавча (насос і подача води), а також блок живлення та інтерфейс взаємодії з користувачем.

Наступними крокі стали побудову логічної структури взаємодії між компонентами, що дало змогу проаналізувати вплив кожного модуля на роботу всієї системи. Наприклад було враховано можливі затримки у зчитуванні показників вологості або збої у живленні, і відповідно внесено зміни до алгоритму управління для підвищення стійкості.

Кінцевим етапом системного аналізу стала оцінка результатів робіт створення системи та її оптимізації.

Методи моделювання

Метод моделювання відіграє в нашому проєкті важливу роль ми перевіряємо працездатність нашої системи. Ми може моделювати віртуальних додатків, що дозволить нам створити віртуальну копію майбутньої системи.

Моделювання надало можливість змінювати входні параметри (наприклад, рівень вологості ґрунту) та спостерігати за реакцією системи в

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

реальному часі як змінюється логіка виконання алгоритму. Це нам допомогло запобігти помилок.

Метод проєктування схем

Метод був ключовим етапом створення електричної схеми. Він передбачав ретельно підбір компонентів та спосіб підключення їх між собою. Під час проєктування враховуються важливі чинники, такі як електрична безпека, стабільне живлення чи змінити елементи без необхідності переробки всієї схеми.

4 Метод алгоритмічного програмування

Цей метод алгоритмічного програмування використаний для розробки програмного забезпечення, що керує роботою системи автоматичного поливу. Основна увага приділялася створенню структурованих і логічно послідовних алгоритмів, які визначають поведінку пристрою. Це є зчитування даних з датчиків, аналіз отриманих значень та порівняння з данною програмою, рішення щодо активації та деактивації насоса та запобігання частого або надмірного поливу за допомогою таймера.

Програмування системи здійснювалася мовою C/C++ для платформи що дозволило нам ефективно використовувати обчислювальні ресурси мікроконтролера та забезпечити реакцію системи в реальному часі.

5 Метод тестування

На завершення системи пройшло багато практичних випробувань в різних умовах – це було змінення вологості, змінна температури зміна кількість подачі води. Було протестовано точність робот датчиків та реакція системи на різні випробування.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Аналіз існуючих систем

На етапі проєктування був аналіз рішень у цій темі. Було розглянено вже готові продукти на цю тему. Серед них найпоширеніших систем – Xiaomi –Fi Irrigation System та DIY–проєкти на базі Arduino та Raspberry Pi.

– універсальний аналізатор ґрунту, який допоможе вивести вирощування квітів на новий рівень і досягти кращих результатів. Компактний пристрій визначає освітленість і температуру навколишнього середовища, а також мінералізацію і вологість ґрунту. А зручний мобільний додаток підкаже, чи підходять дані показники для вибраного вами рослини. [1] Наприклад (Рисунок 1.2)



Рисунок 1.2 – Гігрометр для ґрунту

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

– цей професійний датчик вологості, який з високою точністю визначає рівень вологості ґрунту та за допомогою простого натискання кнопки показує, наскільки "спрагли" ваші рослини, лише натисненням однієї кнопки. Завдяки цьому чутливі рослини можуть отримувати саме ту кількість води, яка їм потрібна. Також пристрій корисний для успішної зимівлі кімнатних рослин у горщиках, адже в цей період вони потребують менше води, і Blumat Digital допомагає уникнути шкідливого надмірного поливу[11].

Наприклад(Рисунок 1.3)



Рисунок 1.3 – Blumat Digital

–Fi Irrigation System – цей іноваційною системою автоматичного поливу, яка ідеально підходить до користувача які хочуть оптимальні умови для рослин без усяких зусиль[2] Наприклад(Рисунок 1.4)

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4– RainPoint Wi-Fi

Компонеційні системи зазвичай мають гарний інтерфейс та мобільних додаткам але є дорогими.

Під час аналізу я виявив ключові особливості в цій системі :

- аявність датчику вологості ґрунту
- ожливість підключення до інтернету
- ростора обслуговування та доступ до деталей

В результаті аналізу дозволено нам обрати оптимальну архітектуру власної системи, яка поєднала переваги комерційних рішень з гнучкістю відкритих платформ.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Порівняння цих систем

Характеристика			–Fi	Моя система
Тип	Смарт– датчик	Цифрови й датчик вологості грунту	–Fi система поливу	Індивідуально налаштовуєтьс я
Вологість ґрунту				
Температура/Вологіст ь		–	–	
Автоматичний полив	–	–		
–Fi / Bluetooth		–	–Fi	
Управління зі смартфона	через	–	–Fi + моб. додаток	через веб або додаток
Живлення	CR2032 батарея к	AAA батарея к	USB або акумулято р	18650 UPS або USB живлення
Ціна	Середня (~20–	Низька	Вища (~50–60\$)	Гнучко (від 10–
Можливість розширення	–	–	–	

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Пункти які після аналізу створених систем я виділив для своєї системи:

Автоматичний полив на основі вологості ґрунту (з реле та помпою)

–Гі підключення через ESP32

Вимірювання вологості, температури

Живлення від акумулятора (UPS 18650) з можливістю зарядки

–дисплей 0. 96" для локального відображення показників

Веб–інтерфейс – віддаленого моніторингу/керування

Логування даних у пам'ять Blynk

Режим енергозбереження

Можливість ручного керування помпою через кнопку або застосунок

Безпечний захист від переливу (таймер або ліміти на час поливу)

						Арк
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

1 Вибір апаратних компонентів

Під час розробки системи нам важливо обрати компоненти, які будуть відповідати нашому проекту з погляду надійності та функціоналу. Розглянемо обрані датчики.

Плата розробника ESP побудована на базі сучасного компактного та високопродуктивного модуля **ESP-WROOM-32** від відомого виробника, який призначений для широкого спектра застосувань – від енергоефективних бездротових датчиків до складних задач, таких як обробка голосу, стримінг музики та кодування MP3.

Оснoву модуля становить потужний двоядерний процесор ESP32, який підтримує динамічну зміну тактової частоти в діапазоні від 80 до 240 МГц, забезпечуючи високу продуктивність при збереженні енергоефективності. Пристрій також підтримує індивідуальне керування живленням, що є важливим у проектах із живленням від акумулятора.

Розроблений для портативних і автономних пристроїв, а також для застосунків у сфері Інтернету речей (IoT), модуль має надзвичайно компактні розміри – лише $2,5 \times 1,8$ см.

Пристрій має широкий набір периферійних можливостей: підтримку різноманітних інтерфейсів, слот для SD-карт, інфрачервоний порт, а також можливість підключення ємнісної сенсорної панелі.

Однією з головних переваг є наднизьке енергоспоживання – у режимі глибокого сну (deep sleep mode) споживання може знижуватись до 20 мкА, що дозволяє використовувати його в автономних системах із живленням від батареї.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ESP-WROOM-32 підтримує три режими роботи: AP (точка доступу), STA (клієнт) та AP+STA (одночасна робота в обох режимах), що забезпечує гнучкість у побудові бездротових мереж. Наприклад(Рисунок 2.1)

Переваги:

Вбудовані Wi-Fi та Bluetooth – це дозволяє підключати систему до Інтернету щоб можна було керувати дистанційно через смартфон. Можливість реалізувати OTA

Низька енергоспоживання – він має режим сну, що дозволяє економити енергію, а особливо якщо він на акумуляторі або в автономному режимі

Велика кількість входів та вихідів – близько 30 пінів з яких багато можна використовувати як цифрові так і аналогові. Дозволя одразу підключати декілька датчиків.

Підтримка аналогових входів (ADC) – дуже важливо для зчитування значення вологісті

Потужний двоядерний процесор (240 МГц) – він дає змогу обробляти одразу декілька задач.

Доступна вартість – при таких даних від дешевше за інших.

Гнучкість у програмуванні – Можна програмувати в Arduino IDE, PlatformIO або MicroPython[3]

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 –Порівняння з іншими системами

Плата	-Fi		Ціна		Низьке споживання	Переваги
						Найбільш універсальна
		+/-				Менше портів, 1 ядро
	-				-	Немає бездротових модулів
	-					Складніший в освоєнні
	-				-	Немає Wi-Fi

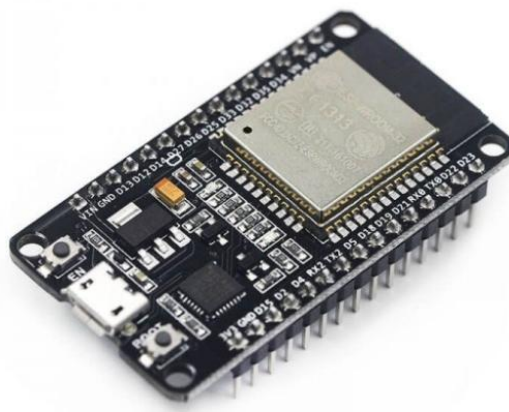


Рисунок 2.1 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

–390

–390 – це є сучасний сенср для визначення рівня вологості ґрунту, який працює за принципом зміни ємності залежності від вологості середовища. На відміно від традиційних резистивних датчиків, ємнісний метод менш чутливий до корозії, що значно підвищує його довговічність та точність у довгостроковій перспективі. Наприклад (Рисунок 2.2)

Переваги цього датчика:

Висока надійність – не піддається ржавіння на відміно від інших металів

Сумісність з ESP32 – видає аналогічні сигнали який можна зчитувати через

Точніші вимірювання – стабільна передача даних

Простота монтажу та використання.

Низька вартість – при хорошій якості[9]

Таблиця 2.2 – HM–390 vs. Резистивні датчики та інші

Характеристика	–390 (Ємнісний)	–69 / HW–390 (Резистивний)	0 (Ємнісний покращений)
Принцип дії	Ємнісний	Резистивний	Ємнісний
Стійкість до корозії		–	
Тип виходу	Аналоговий	Аналоговий + цифровий	Аналоговий
Точність	+ Середня/висока	–Низька	+Висока

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – HM-390 vs. Резистивні датчики та інші

Сумісність з ESP32/Arduino	Повна	Повна	Повна
Ціна	Низька (~1–3	Дуже низька 5–1 \$)	Вища (~5–10 \$)
Споживання енергії	Низьке	Низьке	Низьке
Розмір	Компактний	Компактний	Трохи більший
Ресурс служби	Тривалий (~6 міс – 2 роки)	Короткий (~1–3 міс)	Дуже тривалий



Рисунок 2.2–Датчик

– це модель мініатюрного реле (модуль реле), яке часто використовується в електронних проектах для керування навантаженням змінного або постійного струму (наприклад, помпою, освітленням, клапанами). Наприклад(Рисунок 2.3)

Переваги:

Надійність роботи – це забезпечує стабільність вмикання та вимикання насосів.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Оптоізоляція – захищає наш мікроконтролер ESP32 від перенапруги.

Підтримка високих навантажень – може перемикає струм

Світлодіодна індикація – дає змогу легко визначати чи включене реле

Простота підключення – має стандартні входи IN, VCC та GND та легко інтегрується макет

Сумісність – працює з більшістю мікроконтролерів

Компактний розмір – зручно використовувати навіть в невеликих системах[10]

Таблиця 2.3 – Порівняльна таблиця реле: CJWP08 vs SRD-05V vs твердотільне реле (SSR)

Характеристика	CJWP08	SRD-05V (Relay Module)	SSR (Solid State Relay)
Тип реле	Електро механічне (SPDT/SPST)	Електро механічне (SPDT)	Твердотільне
Оптоізоляція	+	-	+
Макс. струм навантаження	10 А	10 А	2-5 А (залежно від моделі)
Макс. напруга навантаження	250 В АС / 30 В DC	250 В АС / 30 В DC	100-240 В АС
Швидкість перемикаччя	Середня	Середня	Висока
Світлодіод індикації	+	+	+
Рівень шуму	Чути клацання	Чути клацання	Безшумне
Тепловиділення	Низьке	Низьке	Високе при великих струмах
Ціна	Доступна	Дуже дешева	Дорожча (~в 2-3 рази)

									Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

Таблиця 2.3 – Порівняльна таблиця реле: CJWP08 vs SRD–05V vs твердотільне реле (SSR)

Надійність	Висока (з оптоізоляцією)	Середня (без захисту)	Висока, але залежить від охолодження
Застосування	Автоматичне керування, IoT	Побутові прості проекти	Промислові задачі, тиха робота



Рисунок 2.3 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Модуль датчика ВМЕ280 (температура, вологість) – це нове покоління датчиків тиску, які дозволяють вимірювати не лише атмосферний тиск, а й температуру та вологість. Датчик характеризується високою точністю вимірювань, швидкодією інтерфейсу та надзвичайно низьким енергоспоживанням. Для підключення використовується інтерфейс I2C. Наприклад(Рисунок 2.4)

Переваги:

Датчик 3 в 1 – це входить температура, вологість та тиск

Висока точність у вимірювання

Низьке енергозберігання ідеально підходять для автоматичного систем живлення.

Компактні розміри зручно розміщати в малих системах

Швидкий відгук забезпечує миттєві відновлення даних

Висока надійність: стабільна робота навіть в умовах довготривалого використання.

Датчик широко використовується в системах моніторингу клімату, «розумних» пристроях, а також у проектах автоматизації, таких як системи поливу, де важливо враховувати зміну мікроклімату. [4]

Таблиця 2.4 – Порівняльна таблиця датчика ВМЕ280

Характеристик а	ВМЕ280	DHT11	DHT22 (AM2302)	BMP180
Параметри вимірювання	Температура, вологість, тиск	Температура, вологість	Температура, вологість	Температура, тиск
Точність температури	±1.0 °C	±2.0 °C	±0.5 °C	±1.0 °C
Точність вологості	±3% RH	±5% RH	±2–5% RH	–

									Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

Таблиця 2.4 – Порівняльна таблиця датчика ВМЕ280

Точність тиску	±1 гПа	–	–	±1 гПа
Інтерфейс підключення	I2C / SPI	1– провідний	1– провідний	I2C
Діапазон температур	–40 ... +85 °С	0 ... +50 °С	–40 ... +80 °С	–40 ... +85 °С
Діапазон вологості	0 ... 100% RH	20 ... 80% RH	0 ... 100% RH	–
Діапазон тиску	300 ... 1100 гПа	–	–	300 ... 1100 гПа
Частота оновлення даних	до 1 Гц	~1 Гц	~0.5–1 Гц	до 25 Гц
Споживання енергії	Дуже низьке	Низьке	Низьке	Низьке
Ціна (орієнтовна)	Середня	Низька	Середня	Середня
Розмір	Компактний	Трохи більший	Більший	Компактний

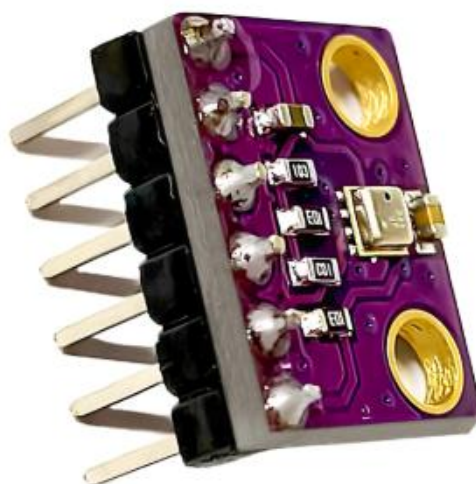


Рисунок 2.4 – Датчик

Модуль PLR DD4012SA – це компактний і універсальний DC–DC понижуючий перетворювач напруги, який дозволяє знижувати вхідну напругу

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

в діапазоні від 5 до 40 В до одного з фіксованих вихідних значень: 3 В, становить 1 А, а ефективність перетворення – до 90% Наприклад(Рисунок 2.5)

Переваги:

Універсальність – є підтримка широкого діапазону вхідних напруг дозволяє з різними джерелами живленн.

Висока ефективність – Зменшує втрати енергії

Компактність – зручний для використання в обмеженому просторі.

Простота підключення – зручний для підключення до мікроконтролерам [5]

Таблиця 2.5 – Порівняння з іншими DC–DC перетворювачами:

Модель	Вхідна напруга	Вихідна напруга	Макс. струм	Регульована напруга	Особливості
PLR DD4012SA	5–40 В	Фіксована	1 А	–	Компактний, високоефективний
LM2596	4–40 В	Регульована	2 А	+	Популярний, недорогий
XL4015	4–38 В	Регульована	5 А	+	Висока потужність
MP1584EN	4.5–28 В	Регульована	3 А	+	Дуже компактний

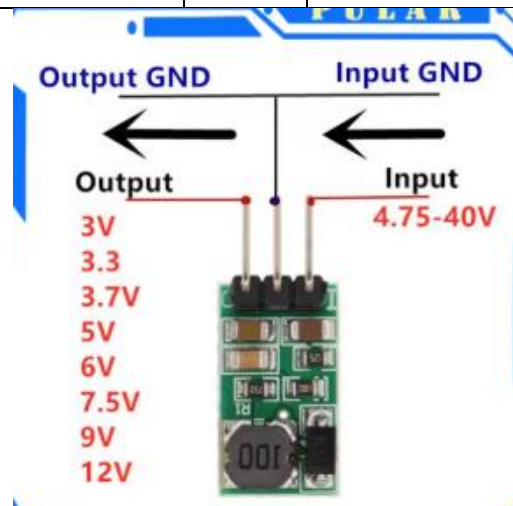


Рисунок 2.5 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

6 OLED дисплей 0.96" I2C 128x64

OLED дисплей 0.96" I2C 128x64—це є популярний модуль для виведення текстів та графічних інформацій. Його легко підключати до мікроконтролерів. Наприклад(Рисунок 2.6)

Переваги:

Компактний, що зручно для розташування в малих системах.

Низьке енергоспоживання

Висока контрастність –добре видно дані навіть якщо яскраве світло

Простота підключення через I2C– економить пін на мікроконтролері.

Підтримка великої кількості бібліотек[6]

Таблиця 2.6 – Порівняння з іншими дисплеями:

Модель	Тип	Інтерфейс	Роздільність	Розмір	Переваги
OLED 0.96" 128x64	OLED	I2C	128x64	0.96"	Висока контрастність, енергоефективність
LCD1602	LCD	I2C/Паралельний	16x2 символів	2.0"	Легкий для тексту, більший розмір
TFT 1.8"	TFT	SPI	128x160	1.8"	Кольоровий дисплей, більше графіки
OLED 1.3"	OLED	I2C/SPI	128x64	1.3"	Більший розмір при тій же роздільній здатності



Рисунок 2.6 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

– це простий і надійний модуль для вимірювання напруги постійного струму.

Наприклад(Рисунок 2.7)

Переваги:

Зручне в використанні

Доступно не дорого

Сумісність – працює з більшістю популярних контролерів

Широкий діапазон – може вимірювати до 25 В, що достатньо для багатьох застосувань у побутових та DIY-проектах. [7]

Таблиця 2.7 – Порівняння з іншими модулями:

Назва	Діапазон вимірювання	Інтерфейс	Особливості
U25V	0–25 В	Аналоговий	Простий подільник
INA219	до 26 В / 3.2 А	I2C	Вимірювання струму та напруги, висока точність
ZMPT101B	0–250 В AC	Аналоговий	Вимірювання змінної напруги (AC)
ADS1115 + подільник	до 25 В (з подільником)	I2C	Високоточний АЦП для вимірювання малих напруг

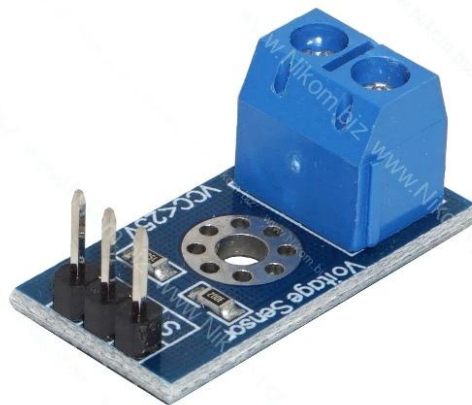


Рисунок 2.7 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Модуль живлення UPS на акумуляторах 18650 – це універсальний модуль безперебійного живлення, який дозволяє жити електронні пристрої навіть якщо джерело буде виконання. Наприклад(Рисунок 2.8)

Переваги:

Забезпечує без перебійне живлення

Зручно бо має стандарне підключення USB-роз'єм

Дуже багато де застосовується

Захист мають вбудовану безпеку

Можно перезаряджати[8]

Таблиця 2. 8 – Порівняння з іншими модулями живлення:

Модуль	Джерело живлення	Особливість	Призначення
UPS 18650	1-2×18650	Безперебійне живлення, портативність	IoT, ESP, датчики
TP4056	1×18650	Зарядка та захист батареї	Простий проєкт
Power Bank 5V	Вбудований акумулятор	Готове рішення з USB	Живлення мобільних пристроїв
Блок живлення 5V 2A	Мережа 220V	Постійне живлення, без акумулятора	Стационарні проєкти



Рисунок 2.8 – Датчик

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вибір мови програмування серверної частини мова

Для розробки програмного забезпечення моєї системи я обрав мову програмування C/C++. Чому сама ця мова бо висока продуктивність яка забезпечує низькорівневий контроль над ресурсами та оперативну обробку даних, що дуже особливо в нас час. Друге, що зручно це можливість роботи з апаратним забезпеченням що широко використовуються для програмування мікроконтролерів.

Мінімальне витрачання ресурсів завдяки статичній типізації, компіляції в машинний код і відсутності надлишкового середовища виконання, програми на C/C++ працюють швидко й ефективно навіть на пристроях з обмеженою пам'яттю

Портативність та кросплатформність – це написаний на C/C++, можна скомпілювати для різних платформ навіть можна Linux-сервери.

Широка підтримка бібліотек – існує багато бібліотек для роботи з датчиками, з'єднанням по Wi-Fi, обробки HTTP-запитів, MQTT, JSON.

Приклад(Рисунок 2.9)

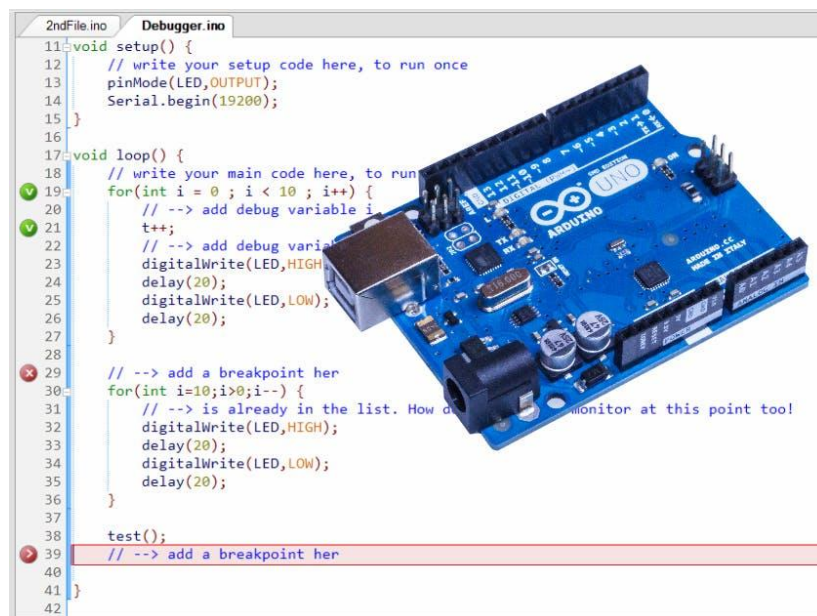


Рисунок 2.9 – C/C++.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3 Принципи функціонування пристрою

На початку програми підключаються необхідні бібліотеки, задаються значення змінних, таких як інтервал оновлення даних, порогові значення для температури та вологості, а також налаштовуються параметри для підключення до Wi-Fi та інші конфігурації, які визначають функціонування системи.

Функція `setup()` ініціалізує підключення до Blynk, налаштовує годинник та датчики, очищує екран OLED дисплея та встановлює інтервали для виклику функцій `readInfo()` та `updateOLED()`.

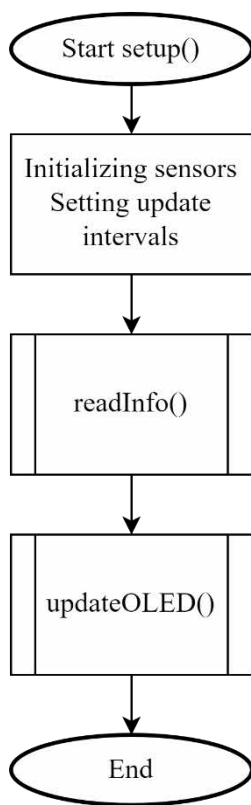


Рисунок 2.10 – Блок-схема роботи функції Start setup

Функція `loop()` постійно викликає функцію таймеру для виконання запланованих завдань та забезпечує безперервний зв'язок з сервером Blynk

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

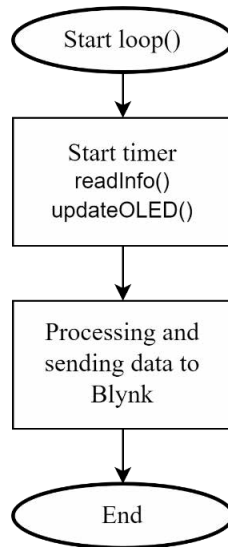


Рисунок 2.11 – Блок–схема роботи функції Start loop

Функція readInfo() зчитує значення з датчиків:

- отримує значення температури, вологості навколишнього середовища та тиску.
- зчитує значення вологості ґрунту, яке перетворюється в відсотки.
- вимірює рівень заряду акумулятора та конвертує його в відсотки.

Після цього функція визначає, наскільки комфортно рослині в поточних умовах, використовуючи смайлики для позначення рівня комфорту (на основі температури та вологості). Також викликаються функції Watering() та sendBlynkData() для перевірки необхідності автоматичного поливу та оновлення даних на сервері Blynk.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

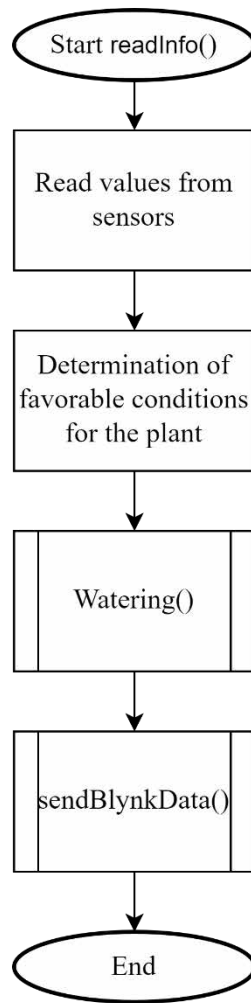


Рисунок 2.12 – Блок–схема роботи функції Start readInfo

Функція Watering() виконує перевірку, чи є ґрунт сухим (за допомогою значення вологості ґрунту) та чи не відбувається зараз полив, якщо ґрунт сухий і полив не активний, викликаються функції updateOLED() для оновлення інформації на дисплеї та startWatering() для запуску поливу.

Якщо полив вже триває, перевіряється, чи вичерпаний час поливу. Якщо час закінчився, викликається функція stopWatering(), щоб припинити полив.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

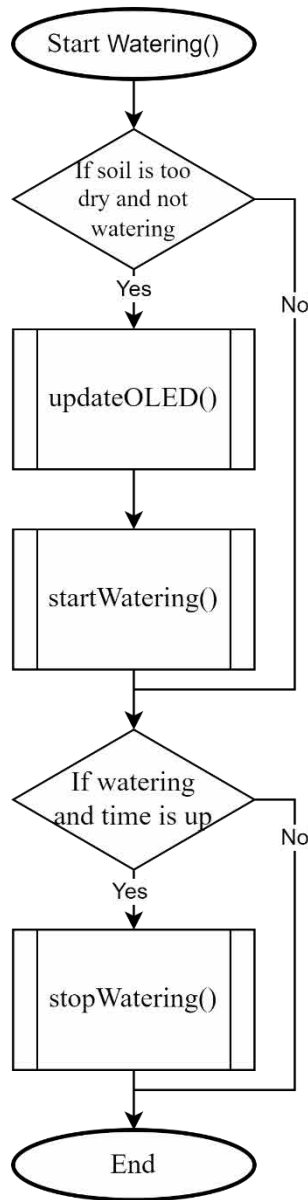


Рисунок 2.13 – Блок-схема роботи функції Start Watering

Функція startWatering() вмикає реле, яке керує насосом води, записується час початку поливу та встановлюється прапорець, що полив наразі в процесі.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

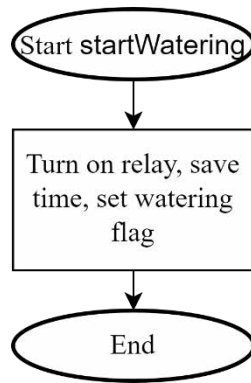


Рисунок 2.14 – Блок–схема роботи функції Start startWatering

Функція stopWatering() вимикає реле, яке керує насосом води, і встановлюється прапорець, що полив наразі не проводиться.

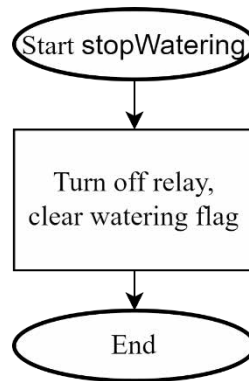


Рисунок 2.15 – Блок–схема роботи функції Start stopWatering

Функція updateOLED() спочатку перевіряє, чи ввімкнене підсвічування дисплея. Якщо підсвічування вимкнене – дисплей очищується, оновлюється та функція завершується. Якщо ж підсвічування увімкнене, дисплей очищується, визначається "настрій" рослини залежно від навколишніх умов (температури та вологості), і відповідно відображається смайлик: щасливий, нейтральний або сумний. Далі на дисплей виводиться рівень заряду батареї та поточний час. Наприкінці показуються значення температури повітря, вологості повітря та вологості ґрунту, після чого дисплей оновлюється

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

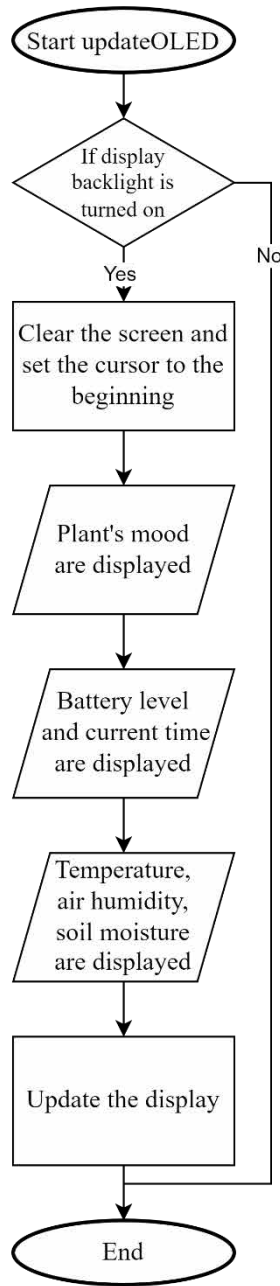


Рисунок 2.16 – Блок–схема роботи функції Start updateOLED

Функція `sendBlynkData()` перевіряє, чи змінилися значення температури, вологості повітря, вологості ґрунту та заряду батареї. Якщо є будь–які зміни, нові дані відправляються на сервер Blynk для відображення в застосунку.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

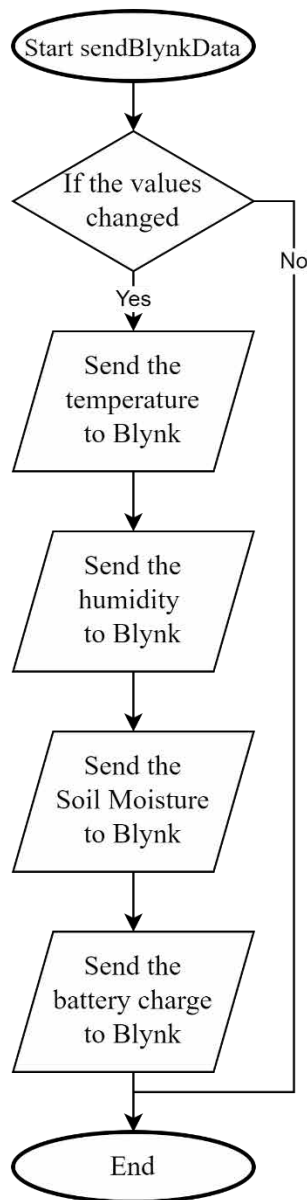


Рисунок 2.17 – Блок–схема роботи функції sendBlynkData()

Функція BLYNK_WRITE(V0) перевіряє, чи натиснута кнопка в додатку починає полив. Потім система чекає 12 секунд (що відповідає 5 мл води), після чого викликається функція stopWatering(), що припиняє полив.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

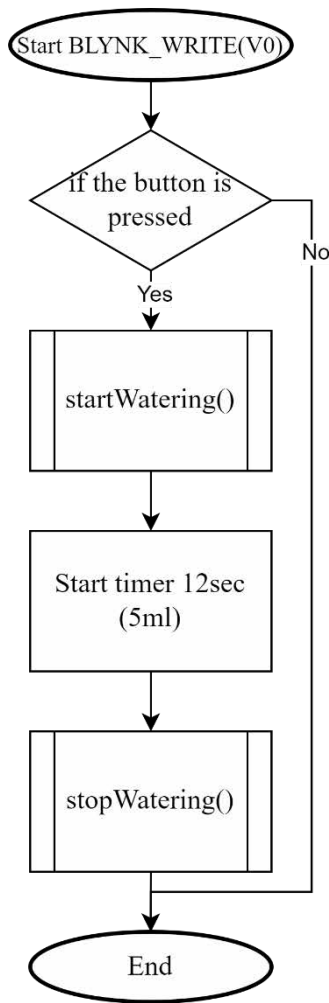


Рисунок 2.18 – Блок–схема роботи функції BLYNK_WRITE(V0)

Функція BLYNK_WRITE(V4) перевіряє положення перемикача в застосунку Blynk. Якщо перемикач увімкнений, змінна набуває значення, яке активує підсвітку дисплею. Якщо перемикач вимкнений, дисплей очищається та вимикається.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

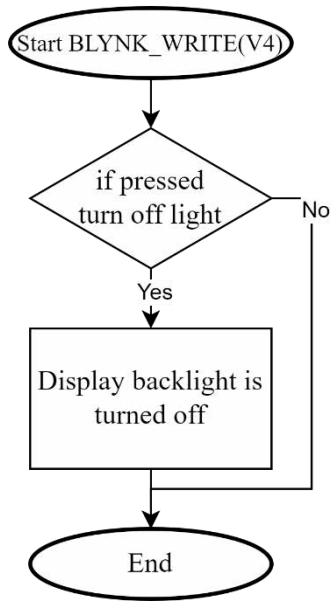


Рисунок 2.19 – Блок–схема роботи функції BLYNK_WRITE(V4)

Функція BLYNK_WRITE(V7) перевіряє, чи не змінилося значення, що було введене користувачем у застосунку Blynk. Якщо значення змінилося, вона оновлює бажану вологість рослини.

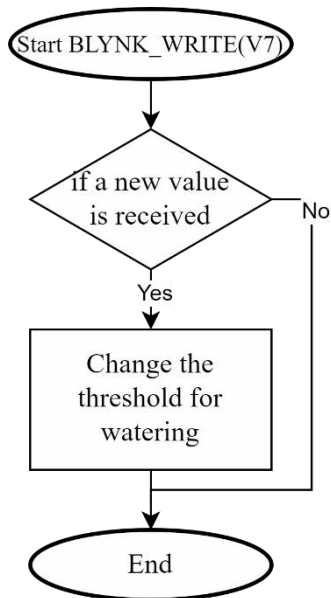


Рисунок 2.20 – Блок–схема роботи функції BLYNK_WRITE(V7)

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 – РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

1 Розробка пристрою

1 Збірка пристрою

Процес розробки пристрою передбачає поетапне створення фізичного прототипу на основі попередньо обраних компонентів. До ключових елементів розробки належать мікроконтролер, реле, джерело безперебійного живлення –DC перетворювач, водяний насос, дисплей, а також комплекс датчиків для моніторингу напруги, вологості ґрунту, температури та вологості повітря.

Етап складання включатиме монтаж компонентів та їхнє електричне з'єднання відповідно до розробленої схеми. Подальшим кроком стане програмування мікроконтролера для забезпечення функціональності пристрою та обробки даних з датчиків.

У рамках процесу розробки також буде приділено увагу ідентифікації потенційних технічних складностей та розробці стратегій їхнього ефективного вирішення для забезпечення стабільної роботи пристрою.

Для початку потрібно спроектувати схему з'єднання компонентів.

						Арк
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

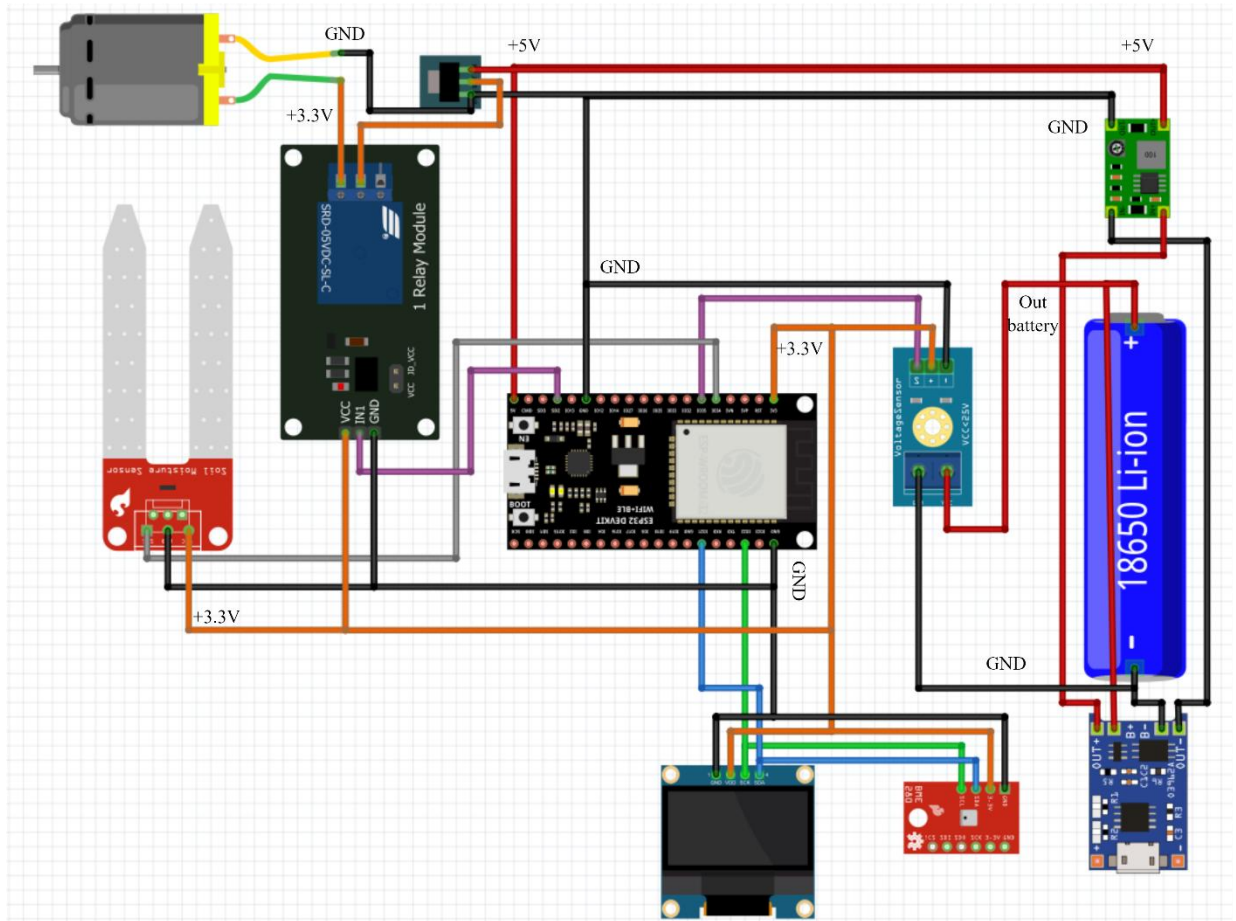


Рисунок 3.1 – Схема пристрою

Вибір пластикових боксів для корпусу прототипу нашого розумного горщика для рослин є цілком обґрунтованим. Як показано на (Рисунок 3.2), ці бокси мають оптимальні габарити, що дає змогу зручно розмістити всі необхідні внутрішні компоненти пристрою, включно з резервуаром для води, розрахованим на тривалу експлуатацію. Внутрішній об'єм корпусу забезпечує достатньо простору для встановлення електронних плат, що гарантує повноцінну роботу прототипу.

Крім того, ці бокси вирізняються високою міцністю та стійкістю до зовнішніх впливів. Пластик, з якого вони виготовлені, легко піддається обробці, що значно спрощує монтажні роботи – зокрема, створення отворів для роз'єму, кнопок управління та дисплея.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таким чином, застосування саме цих пластикових корпусів дозволяє зосередитися на функціональності та ефективності пристрою, одночасно полегшуючи процес складання та подальшого використання прототипу.



Рисунок 3.2 – Бокс для прототипу

Для забезпечення стабільного живлення пристрою використовується джерело безперебійного живлення (UPS), що дозволяє зберігати працездатність системи під час тимчасового переміщення або короткочасного відключення електроенергії. Такий підхід гарантує безперервну роботу усіх функціональних модулів розумного горщика та захищає електроніку від раптових збоїв.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



Рисунок 3.3 – Безперебійний модуль живлення

Після розміщення компонентів у корпусі розпочинається фізичне складання пристрою. На основі схеми підключення (Рисунок. 3.1) готуються та з'єднуються кабелі для основних елементів: мікроконтролера, реле, UPS, –DC перетворювача, водяного насоса, дисплея та датчиків (напруги, вологості ґрунту, температури й вологості повітря).

Для надійної фіксації використовується термоклеї і герметик – задля стійкого закріплення компонентів у корпусі та герметизації отворів і з'єднань.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

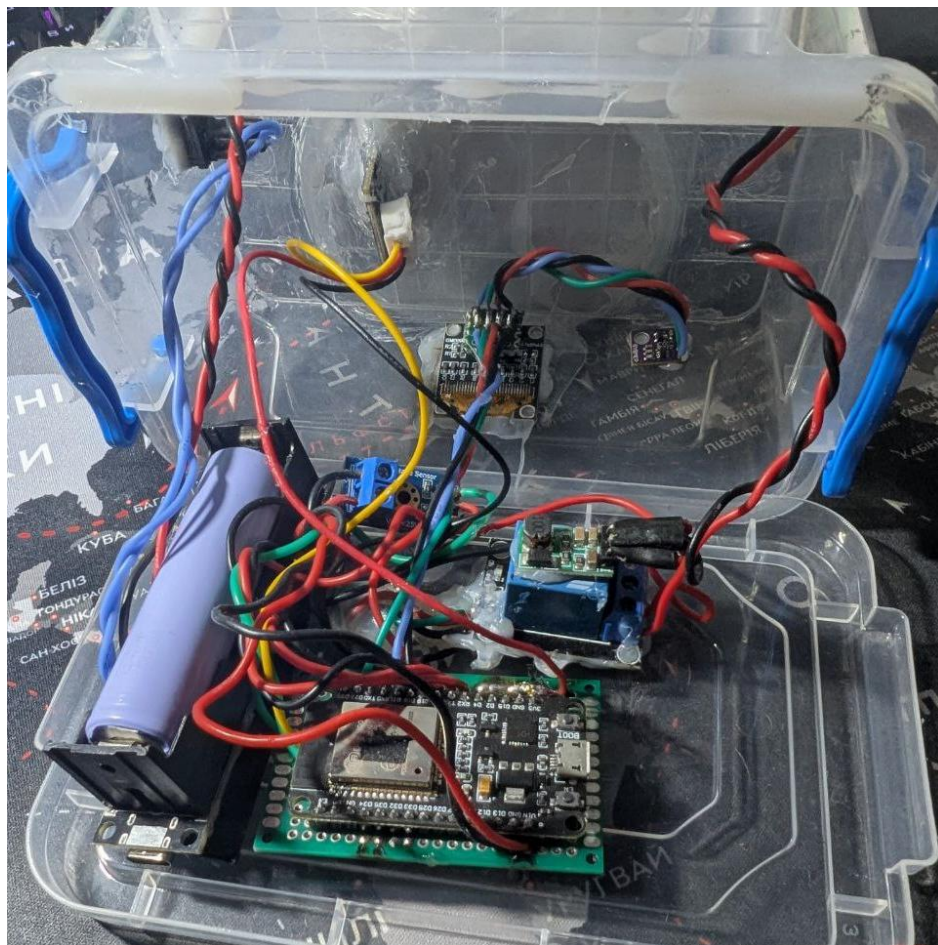


Рисунок 3.4 – З'єднання та фіксація компонентів

Після виконання вищезазначених етапів пристрій готовий до налаштування мікроконтролера та подальшого тестування.

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		



Рисунок 3.5 – Зібраний пристрій

						Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2 Програмування мікроконтролера

Переходячи до етапу програмування, орієнтуємося на блок–схеми, наведені в розділі 2 (Рисунок 2.10 – 2.20).

Програмувати мікроконтролер будемо у середовищі Arduino IDE (Рисунок 3.6).

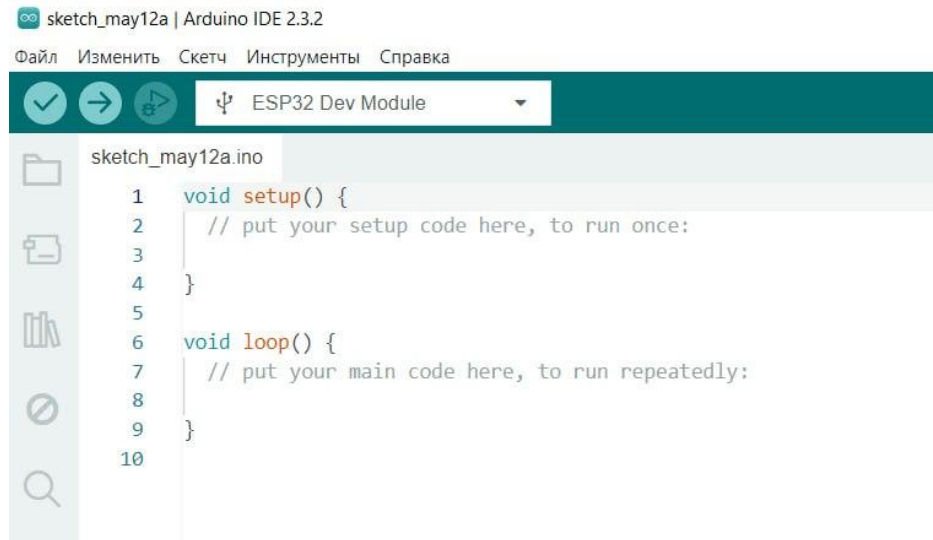


Рисунок 3.6 – Середовище для програмування

Підключення бібліотек:

: Це бібліотека для роботи з Wi-Fi на ESP32. Вона дозволяє мікроконтролеру підключатися до Wi-Fi мереж і здійснювати комунікацію через інтернет. Її використовуєш для налаштування підключення до мережі.

						Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

: Бібліотека для роботи з платформою Blynk, спеціально розроблена для ESP32. Вона дозволяє керувати пристроєм і отримувати дані на відстані через мобільний додаток Blynk.

: Бібліотека для роботи з датчиком BME280, який вимірює температуру, вологість і атмосферний тиск.

: Бібліотека для керування OLED дисплеєм, використовуючи модуль на основі контролера. Вона дозволяє відображати текст і графіку на дисплеї, що зручно для виведення інформації про стан проекту.

: Бібліотека для роботи з часом. Вона дозволяє використовувати функції для відображення та керування часом (година, хвилина, секунда).

: Це бібліотека для роботи з віджетами часу на платформі Blynk. Вона дозволяє синхронізувати час і дату між ESP32 і платформою Blynk, що корисно для роботи з автоматизацією на основі часу.

Оголошення змінних:

Різні змінні для зберігання значень з датчиків (температура, вологість, рівень батареї) та контролю стану поливу.

						Арк
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Параметри для Blynk для підключення до мобільного додатку та відправки даних на сервер.

Глобальні об'єкти для роботи з Blynk, датчиком BME280, OLED дисплеєм та годинником.

Функції:

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

```
timer.setInterval(INFO_INTERVAL, readInfo);
```

```
timer.setInterval(OLED_UPDATE_INTERVAL, updateOLED);
```

```
Blynk.syncVirtual(V0, V6, V7);}
```

setup() – ініціалізація ESP32, підключення до Wi-Fi та Blynk, налаштування дисплея та датчиків.

```
}
```

loop() – головний цикл програми, що постійно оновлює дані та обробляє запити від Blynk.

```
Watering();
```

```
sendBlynkData();
```

```
}
```

						Арк
						51
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

readInfo() – зчитує дані з датчиків (температура, вологість, вологість ґрунту, тиск) та обчислює відсоток заряду батареї.

```
- 5 && !isWatering) {  
  
- wateringStartTime >= WATERING_DELAY) {stopWatering();}  
}
```

watering() – функція для автоматичного поливу рослини при низькому рівні вологості ґрунту.

```
d  
i  
g  
d  
t  
g  
i  
W  
a  
i  
W  
e  
i  
E  
E  
L  
led. update();  
A  
N  
/  
updateOLED() – оновлює відображення на OLED дисплеї, показуючи  
температуру, вологість, вологість ґрунту, рівень батареї та стан щастя рослини.
```

startWatering() та stopWatering() – функції для управління реле поливу.

```
L  
led. update();
```

updateOLED() – оновлює відображення на OLED дисплеї, показуючи температуру, вологість, вологість ґрунту, рівень батареї та стан щастя рослини.

```
I  
G  
H  
D  
W  
}
```

						Арк
						52
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

```

Blynk. virtualWrite (V1, temperature);
Blynk. virtualWrite (V3, groundhum_percent);
Blynk. virtualWrite (V8, batteryPercentage);
}

```

sendBlynkData() – надсилає зібрані дані на Blynk для відображення на мобільному додатку.

Взаємодія з Blynk:

```

startWatering();
timer. setTimeout(12000, stopWatering);
}

```

BLYNK_WRITE(V0) – керування поливом за допомогою кнопки в мобільному додатку Blynk.

```
4
```

```
i
```

```
f
```

BLYNK_WRITE(V4) – перемикає дисплей OLED (ввімкнення/вимкнення).

```
(
```

```
l
```

```
ī
```

```
q
```

BLYNK_WRITE(V7) – змінює поріг вологості ґрунту для початку поливу.

```
t
```

```
)
```

```
{
```

```
} else {oled. clear();oled. update();}}
```

						Арк
						53
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Оновлення даних:

Дані з датчиків (температура, вологість, рівень батареї) періодично оновлюються та відправляються на платформу Blynk, щоб користувач міг відстежувати стан квітки в реальному часі через мобільний додаток.

						<i>Арк</i>
						<i>54</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.2 Налаштування мобільного додатку Blynk

Розробка інтерфейсу та реалізація підключення до смартфона була реалізована за допомогою мобільного застосунка та вебсайту "Blynk IoT".



Рисунок 3.7 – Логотип програми

Для того, щоб створити власний проект необхідно створити або увійти в акаунт(Рисунок. 3. 8).



Рисунок 3.8 – Головна сторінка

Після входу ви потрапите в Blynk Console – це веб-інтерфейс для керування пристроями.

Наступним кроком треба створити новий пристрій:

У Blynk Console натисніть + New Template.

Необхідно заповнити ім'я ("IoT flowerpot"), мікроконтролер – ESP32, тип підключення – WiFi та натиснути кнопку створити (Рисунок. 3.9).

						Арк
						55
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

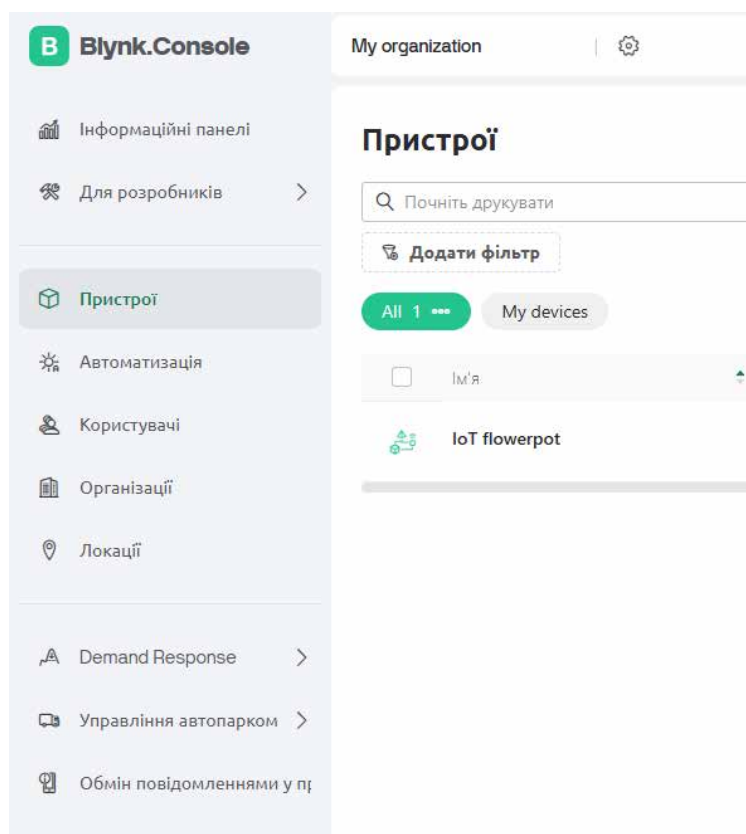


Рисунок 3.9 – Новий проект

Після цього необхідно додати віртуальні змінні, які передаються між ESP32 і Blynk. Необхідно перейти до шаблонів, натиснути потік даних та створити їх додаючи номер віртуального піна. (Рисунок 3. 10).

V1 – температура

V2 – вологість повітря

V3 – вологість ґрунту

V4 – OLED вкл/викл

V6 – статус

V7 – поріг вологості ґрунту

V8 – батарея

V0 – ручний полив (Кнопка)

V5 – автоматичний полив (Перемикач)

						Арк
						56
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

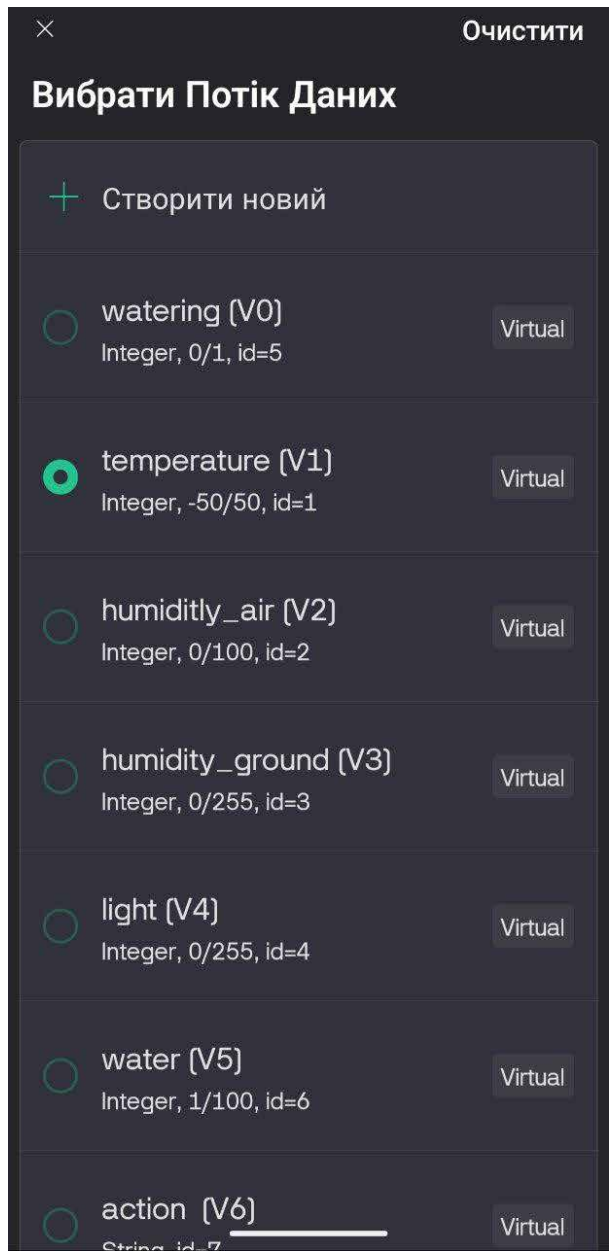


Рисунок 3.10 – Створенні потоки даних

Далі додається пристрій, який автоматично генерує Device Name, Device ID та Auth Token – ці параметри необхідні для підключення в коді. Після цього завантажуюмо мобільний застосунок Blynk, входимо до нього під тим самим обліковим записом і бачимо створений проєкт (Рисунок. 3.11). Натискаємо на нього для налаштування інтерфейсу (Рисунок. 3.12 – 3.13).

						Арк
						57
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

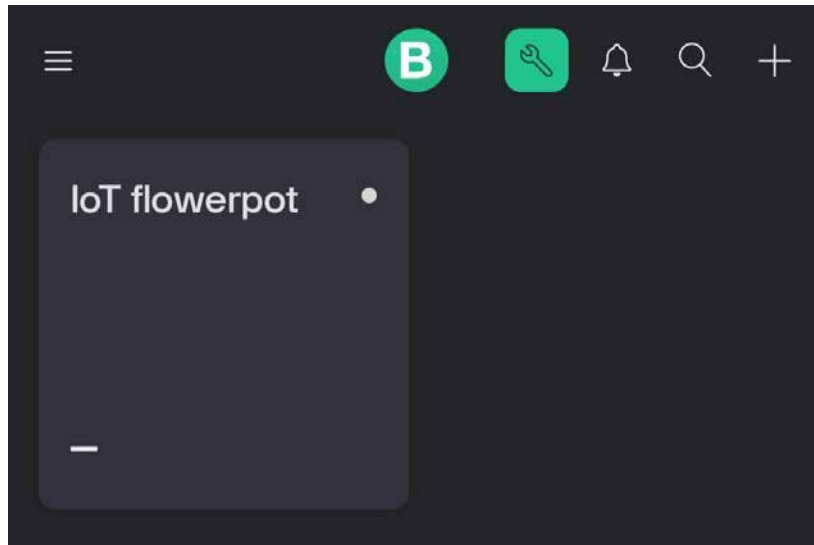


Рисунок 3.11 – Наш проект в мобільному застосунку

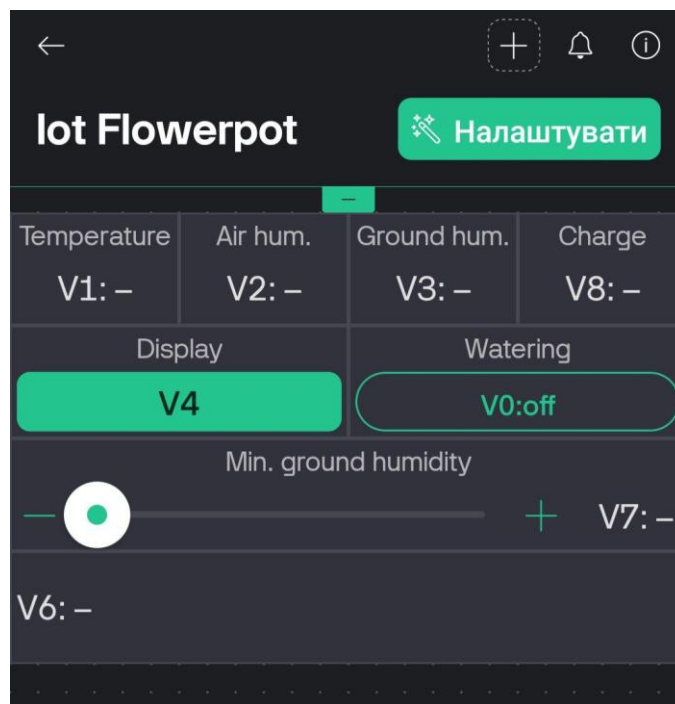


Рисунок 3.12 – Налаштований інтерфейс

						Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

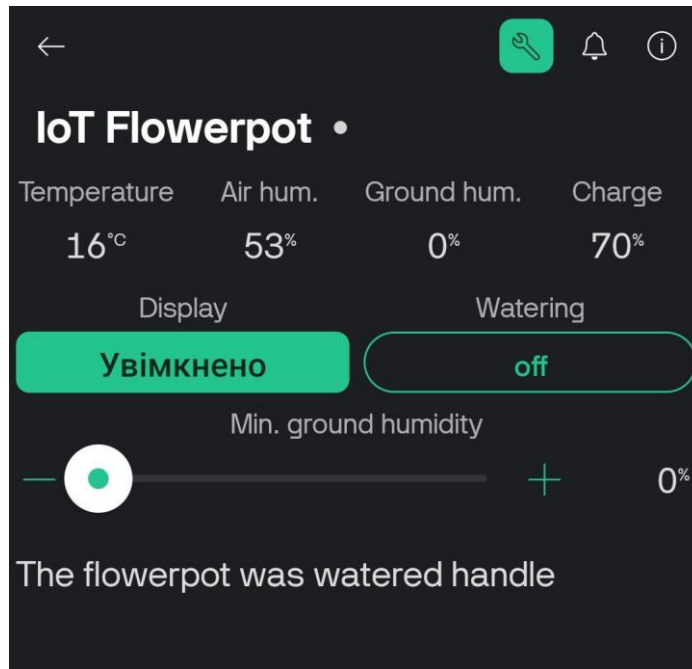


Рисунок 3.13 – Відображення системи автоматичного поливу на смартфоні

Згідно з рис. 3. 13 зверху відображаються показники з датчиків, можемо керувати підсвіткою дисплею за допомогою перемикача, включити ручний полив квітки або задати значення мінімальної вологи ґрунту для автоматичного поливу, знизу відображається остання дія, яку виконав наш проект.

						Арк
						59
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

У процесі розробки системи "розумного вазону" тестування проводилося за допомогою відладки у реальному часі. Для цього використовувалися такі інструменти, як послідовний монітор Arduino IDE, а також хмарна платформа Blynk, що дозволяла в режимі реального часу перевіряти надходження даних з датчиків та коректність реакції пристрою.

Окрему увагу було приділено тестуванню стабільності з'єднання з Wi-Fi та безперебійному живленню. Це критично важливо, адже втрата з'єднання призводить до втрати контролю з боку користувача через мобільний додаток. У коді реалізована логіка повторного підключення до мережі через Blynk, що блокує виконання loop() до моменту успішного з'єднання. Якщо Wi-Fi не доступний, пристрій залишиться в стані очікування, а інформація про проблеми виводиться через Serial Monitor. У випадку втрати живлення пристрій продовжує працювати певний час для підключення додаткових джерел або відновленню мережі.

Також було проведене тестування через тест-кейси, які імітували поведінку користувача з веб-інтерфейсом (Blynk) та датчиками.

						Арк
						60
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Тестування функціоналу пристрою "Розумний вазон"

№	Кроки тестування	Результат тестування
	Підключення до Blynk при наявному Wi-Fi	Підключення успішне, пристрій передає дані до застосунку
	Зміна вологості ґрунту нижче порогу	Вода автоматично подається, реле активується, на смартфон з'являється текст про автоматичне поливання
	Зміна температури або вологості повітря до критичних значень	Змінюється "емоція" на OLED, виводяться дані з відповідною індикацією
	Падіння/зростання напруги живлення	Відсоток заряду батареї оновлюється коректно, відображається на дисплеї
	Підняття вологості ґрунту до норми	Полив зупиняється, реле вимикається, пристрій продовжує роботу
	Користувач змінює режим підсвітки (вимкнення)	OLED дисплей вимикається, енергозбереження активоване
	Тривалий період роботи без перезавантаження	Дані стабільно передаються до Blynk, спрацьовує автоматичний полив
	Натиснути кнопку ручного поливу в Blynk	Насос активується на визначений час, після чого вимикається
	Перевірити, чи оновлюються дані на OLED дисплеї	Відображаються поточні температура, вологість повітря, вологість ґрунту, заряд батареї та час
	Від'єднати від мережі	Пристрій продовжує працювати
	Перевірити повідомлення в	Після кожної дії пристрою відображається повідомлення у смартфоні

У результаті виконання тест-кейсів жодних критичних помилок не було виявлено. Система працює стабільно, OLED-дисплей відображає інформацію коректно, а функції автоматичного поливу та відображення "настрою" рослини виконуються відповідно до заданої логіки.

Це підтверджує працездатність як апаратної, так і програмної частини розумного вазону.

						Арк
						61
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Висновок

Після виконання дипломної роботи було успішно створено комп'ютерну систему автоматичного поливу кімнатних рослин, яка поєднує в собі апаратні та програмні компоненти, що дозволяють автономно доглядати за рослинами. Під час реалізації проекту всі контролери були під'єднані таким чином, щоб система працювала без помилок і забезпечувала скоординований процес.

На етапі розробки системи застосовано різні методи. По-перше ми проаналізували схожі системи, визначили потенційні ризики системи, а також виявили їхні переваги і недоліки. Потім було проведено моделювання системи віртуально для перевірки її працездатності. Далі було розроблено алгоритм та написано програмний код. На завершальному етапі система багаторазово тестувалась у реальних умовах.

Після завершення система вийшла надійною та економною у використанні. Завдяки програмуванню мовою C/C++ для платформи Arduino ми досягли швидкої реакції пристрою на зміни вологості, а також отримали можливість розширення системи в майбутньому

Заголом проєкт продемонстрував, що реалізувати власні ідеї в системі з високим рівнем якості та функціональності можна досить просто, якщо підходити до задачі комплексно. Також було підтверджено важливість аналізу, моделювання та тестування системи. На мою думку, така система буде корисною не лише вдома, але й в університеті, а також у теплицях.

						Арк
						62
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Літературні джерела

Mi Flora Flower & Grass Monitor (ННССJCY01ННСС) купити в інтернет-магазині: ціни на гігрометр для ґрунту (аналізатор ґрунту) Mi Flora Flower & характеристики. Порівняти пропозиції в Україні: Київ, Харків, Одеса, Дніпро на Hotline. ua. *Hotline. ua.* URL:<https://hotline.ua/ua/tools-specializirovannyj->

=

=

=

Ц

Барометр BME280 5В I2C (датчик температури, вологості, тиску) купити в Києві та Україні. *Arduino в Україні.* URL:<https://arduino.ua/ru/prod1930-1Wwz982D3y8GEPGm34cp>

а

—

р

е

з

р

е

б

н

и

к

а

—

—

—

[board-esp-wroom-32-esp-32-wi-fi-bluetooth](#)

					Арк
					63
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	

Додаток А

-Fi and Blynk credentials

-qsV9kRsAi0wqeNkEc"

-FREE2024";

-FREE2024";

						Арк
						65
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

-100;

-100;

-100;

						<i>Арк</i>
						66
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

-1;

						<i>Арк</i>
						67
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

-watering

- ((groundhum - 900) * 100 / (2400 - 900));

						<i>Арк</i>
						68
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

```
- minVoltage) / (maxVoltage - minVoltage)) * 100;
```

```
- 5 && !isWatering) {
```

```
- wateringStartTime >= WATERING_DELAY) {
```

						<i>Арк</i>
						<i>69</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

						<i>Арк</i>
						<i>70</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

						<i>Арк</i>
						<i>71</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

						<i>Арк</i>
						72
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

						<i>Арк</i>
						<i>73</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

						<i>Арк</i>
						<i>74</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		