

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола  
відділення комп'ютерних технологій  
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач відділенням  
комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / \_\_\_\_\_ /

підпис

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи  
освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»  
зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

на тему:

«Автоматизована система поливу рослин в приміщенні»

Студент групи КІ-41

Ярослав ПРИТОЛЮК \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи

Степан ІВАСЬЄВ \_\_\_\_\_

(підпис)

Консультанти:

з техніко-економічного

обґрунтування

Любов МЕЛЕНЧУК \_\_\_\_\_

(підпис)

Нормоконтролер

Наталія КУЛЬЧИНСЬКА \_\_\_\_\_

(підпис)

Тернопіль – 2024

Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола  
відділення комп'ютерних технологій  
циклова комісія інформатики та комп'ютерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділення

комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / \_\_\_\_\_ /

підпис

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу

на здобуття освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»

студенту Притолоку Ярославу Михайловичу

---

(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

1. Тема роботи *Автоматизована система поливу рослин в приміщенні* затверджено наказом по коледжу від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р., № \_\_\_\_;
2. Термін здачі студентом завершеної роботи “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_ р;
3. Вихідні дані до роботи: Автоматизована система поливу рослин в приміщенні;
4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в кваліфікаційній роботі;
  - а) основна частина: встановлення та формалізація вимог, проєктування інтерфейсу, програмна реалізація застосунку, тестування;
  - б) техніко-економічне обґрунтування: аналіз ринку збуту, обґрунтування витрат на проєктування, обґрунтування необхідності розробки;
5. Перелік графічного матеріалу: діаграма послідовностей, діаграма станів, діаграма варіантів використання;

6. Консультанти кваліфікаційної роботи: Меленчук Л.І., Кульчинська Н.З.

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
з техніко-економічного обґрунтування			
	(вчена ступінь, звання П.І.Б. консультанта)		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

виконання кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Терміни	
		початку	завершення
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи.	23.11.2023	01.12.2023
2.	Детальне ознайомлення з предметною областю. Аналіз наявних рішень.	02.12.2023	05.02.2024
3.	Опрацювання теоретичних матеріалів, написання розділу роботи.	29.01.2024	07.02.2024
4.	Формалізація вимог. Аналіз технологій реалізації. Написання розділу роботи.	08.02.2024	01.03.2024
5.	Проектування системи поливу. Аналіз функціональних вимог.	03.03.2024	05.04.2024
6.	Виготовлення макету системи автоматизованого поливу рослин в приміщенні	18.03.2024	08.04.2024
7.	Створення відповідного розділу роботи	09.04.2024	09.05.2024
8.	Обґрунтування вартості кваліфікаційної роботи.	10.05.2024	16.05.2024
9.	Оформлення пояснювальної записки.	11.03.2024	03.05.2024
10.	Попередній захист кваліфікаційної роботи.	18.06.2024	18.06.2024
11.	Підготовка до захисту та виправлення помилок.	19.06.2024	28.06.2024
12.	Захист кваліфікаційної роботи.	29.06.2024	29.06.2024

Дата видачі завдання “\_\_” \_\_\_\_\_ 202\_ р. Керівник \_\_\_\_\_/

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_/

## Реферат

Кваліфікаційна робота. Автоматизована система поливу рослин в приміщенні. 63с., 32 рисунків, 4 додатки, 7 джерел.

Об'єкт дослідження – системи автоматизованого поливу рослин в приміщенні.

Метою роботи є розробка програмного забезпечення для автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні, яка базується на сучасних технологіях.

Програмний засіб повинен забезпечувати зручний спосіб взаємодії для користувача, а також оптимізований і точний процес моніторингу вологості ґрунту та автоматичного поливу рослин.

Крім того, необхідно запроектувати та реалізувати можливість налаштування параметрів поливу залежно від типу рослин та умов утримання, що повинно забезпечити зручність для користувачів.

Для досягнення поставленої мети використано різноманітні технології та інструменти для взаємодії з сенсорами та системами автоматизації.

Після завершення процесу розробки було отримано функціональний та готовий до використання програмний засіб.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, ESP8266, ДАТЧИКИ, BLYNK.IO.

## Abstract

Qualification work. Automated system for watering plants indoors. 63 p., 32 figures, 4 appendices, 7 sources. The object of research is automated indoor plant irrigation systems.

The purpose of the work is to develop software for an automated indoor plant irrigation system based on modern technologies and sensors.

The software should provide a convenient way of interaction for the user, as well as an optimized and accurate process of monitoring soil moisture and automatic plant irrigation.

In addition, it is necessary to design and implement the ability to customize irrigation parameters depending on the type of plants and conditions, which should provide convenience for users.

To achieve this goal, various technologies and tools were used to interact with sensors and automation systems.

Upon completion of the development process, a functional and ready-to-use software tool was obtained.

AUTOMATED SYSTEM, ESP8266, SENSORS, BLYNK.IO.

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки	6
Вступ	7
1 Аналіз предметної області	8
1.1 Типова схема автоматизованої системи поливу	8
1.2 Сучасні рішення автоматизованого поливу	12
1.3 Аналіз контролерів керування для систем автоматизованого поливу	17
1.4 Постановка завдання	21
2 Проєктування системи поливу	25
2.1 Проєктування функціональних вимог	25
2.2 Компоненти автоматизованої системи поливу	28
2.3 Алгоритм роботи автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні	36
3 Виготовлення макету системи автоматизованого поливу рослин в приміщенні	42
3.1 Макетна модель системи поливу	42
3.2 Демонстрація функцій системи	44
3.3 Тестування програмного засобу	46
4 Техніко-економічне обґрунтування	53
4.1 Аналіз ринку	53
4.2 Розрахунок витрат на розробку проєкту	53
4.3 Обґрунтування необхідності та розробки	56
Висновки	57
Перелік використаних джерел	58
Додатки	59

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Притолок Я.М.			Автоматизована система поливу рослин в приміщенні	Літ.	Арк.
Перев.		Івасьєв С.В.					5
Рецензент.		Павлюк В.П.				Аркуші	
Н. Контр.		Гавришків Н.Г.				63	
Зав. від.		Стефурак Н.А.				ГФК.ВКТ.КІ-41	

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

- AS (Automated System) – Автоматизована система;
- APWS (Automated Plant Watering System) – Автоматизована система поливу рослин;
- UPS (Uninterruptible Power Supply) – Джерело безперебійного живлення;
- MIC (Microcontroller) – Мікроконтролер;
- PC (Personal Computer) – Персональний комп'ютер;
- SOFT (Software) – Програмне забезпечення;
- IC (Irrigation Control) – Регулювання поливу;
- SP (Sensor Protection) – Сенсорний захист;
- TS (Technical Specification) – Технічне завдання;
- IM (Irrigation Management) – Управління поливом;
- UI (User Interface) – Інтерфейс користувача;
- DB (Database) – База даних;
- IoT (Internet of Things) – Інтернет речей;
- GUI (Graphical User Interface) – Графічний інтерфейс користувача.

## ВСТУП

Метою кваліфікаційної роботи є створення автоматизованої системи поливу рослин у приміщенні, яка зможе забезпечити оптимальний режим поливу та зменшити витрати на воду та електроенергію. Ця система буде автоматизовано контролювати рівень вологості ґрунту та вмикати або вимикати полив у залежності від потреб рослин.

У наш час автоматизовані системи поливу рослин у приміщенні є дуже важливими та навіть необхідними. Вода та живильні речовини є критично важливими ресурсами для рослин. Після появи автоматизованих технологій у сфері сільського господарства та озеленення, обсяг застосування цих технологій істотно збільшився. Сьогодні, для того щоб забезпечити рослинам належний догляд та оптимальний режим поливу, необхідно використовувати автоматизовані системи, які забезпечують високий рівень точності та ефективності.

Обмін інформацією між різними компонентами системи, яка включає датчики, контролери та програмне забезпечення, ускладнює процес управління поливом. Використання таких систем дозволяє контролювати всі процеси, пов'язані з поливом, забезпечуючи оптимальні умови для росту рослин.

На сьогоднішній день для автоматизованих систем поливу широко використовуються різні типи датчиків вологості ґрунту, мікроконтролери та насосні системи, які базуються на сучасних технологіях збору та обробки даних. Ці технології дозволяють ефективно контролювати процеси поливу.

Завданням кваліфікаційної роботи є розробка програмного забезпечення для керування автоматизованою системою поливу рослин у приміщенні. Це програмне забезпечення буде виводити дані з датчиків вологості ґрунту на LCD екран та на програмне середовище Blynk.io.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Типова схема автоматизованої системи поливу

Автоматизоване обладнання працює при мінімальній участі користувача. Системи автоматизованого поливу можуть працювати за встановленим графіком протягом декількох тижнів і навіть місяців.

До методів поливу відносяться:

- Поверхневий полив (вода розподіляється по поверхні ґрунту окремими струменями або суцільним шаром);
- По проточним борознам (воду в борозни подають невеликими струменями. У міру просування основна маса води вбирається в стінки і дно борозни);
- Затопленням (при цьому вода напускається шаром до 25 см і більше на горизонтальні ділянки, які обмежені з усіх боків високими валиками для затримання вологи);
- Напуском по смугах (вода рухається по смугах, які розбивають із застосуванням спеціальної техніки. Висота валів, що обмежують смуги, становить 15-20 см);
- Внутрішньо ґрунтовий полив (вода подається по прокладених в ґрунті трубках з отворами безпосередньо до кожної рослини, рівномірно розподіляється і не зволожує ґрунт між рядами, як буває при застосуванні інших методів поливу);
- Дощування (вода розбризкується над ґрунтом і рослинами за допомогою спеціальних дощувальних апаратів).

Однією з найвідоміших систем крапельного поливу є «Аквадім», що підключається до центрального водопроводу або будь-якої ємності з водою достатнього обсягу. Полив здійснюється кожні 40 хвилин, кількість кущів, які охоплюються системою – не більше 50 штук[1].

Система автоматизованого поливу Hunter це система трубопроводів і форсунок, функцією якої є своєчасний, безперебійний та рівномірний полив заданих ландшафтних площ в автоматизованому режимі. Система поливу

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

розроблена спеціально для того, щоб вода, кисень і поживні речовини проникали всередину навіть щільного ґрунту і забезпечували здоровий ріст коренів, як у поверхні, так і глибоко під землею. Особливістю даної системи є те, що пристрій може подавати воду цілеспрямовано.

Доставка води в зону поливу регулюється електромагнітними клапанами, розміщеними в спеціальних конструкціях різного виду, включаючи систему крапельного поливу. Їх об'єднують по робочим зонам. Кожна зона створюється для роботи однотипних груп розпилювачів, які ідеально підходять для розвитку певних видів рослин і включається в роботу від контролера по черзі. В систему крапельного поливу встановлюють редуктор. Він підтримує оптимальний допустимий тиск води в системі для утворення крапель.

Зливні автоматичні клапани в кінці магістралей запобігають утворенню підвищеної вологості ґрунту та сприяють осушенню при роботі системи.

Місце для розташування контролера вибирають з урахуванням зручності обслуговування, доступу, захищеності від впливу навколишнього середовища.

Його з'єднують з електричною мережею живлення і електромагнітними клапанами, датчиками дощу спеціальними стійкими до вологи кабелями і проводами.

Електропостачання контролера зазвичай здійснюють від побутової мережі 220 Вольт через вбудований блок живлення. Для невеликих систем допустимо використовувати батарейки або акумулятори [2].

Завданням такої системи є забезпечення рослин необхідною їм кількістю води з урахуванням реальних атмосферних опадів. Зображення типової системи автоматичного поливу відображено на рисунку 1.1.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

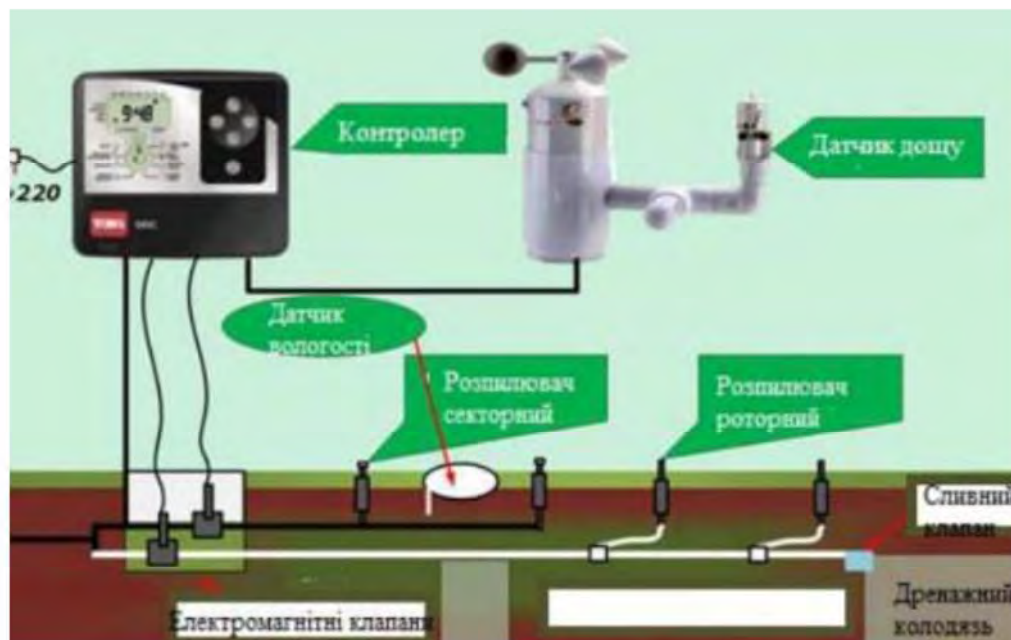


Рисунок 1.1 – Типова схема автоматичного поливу

Вже було проведено багато наукових дослідження, що надають інформацію про кількість вологи для гарного росту рослин в залежності від сезону. Наприклад, для росту газонної трави потрібно близько 120 - 150 мл води протягом літнього місяця. При перерахунку на добову норму потреба складе 4 - 5 мл[3].

Встановлений в ґрунті датчик вологості постійно аналізує наявність вологи, та видає відповідну інформацію на контролер, який обробляє її, регулюючи тривалість і обсяг подачі води.

Вода для поливу береться з водопроводу, який може бути:

- Підключений до централізованої системи водопостачання;
- Використовуватися індивідуально.

Зображення принципової схеми підключення мікроконтролера відображено на рисунку 1.2.

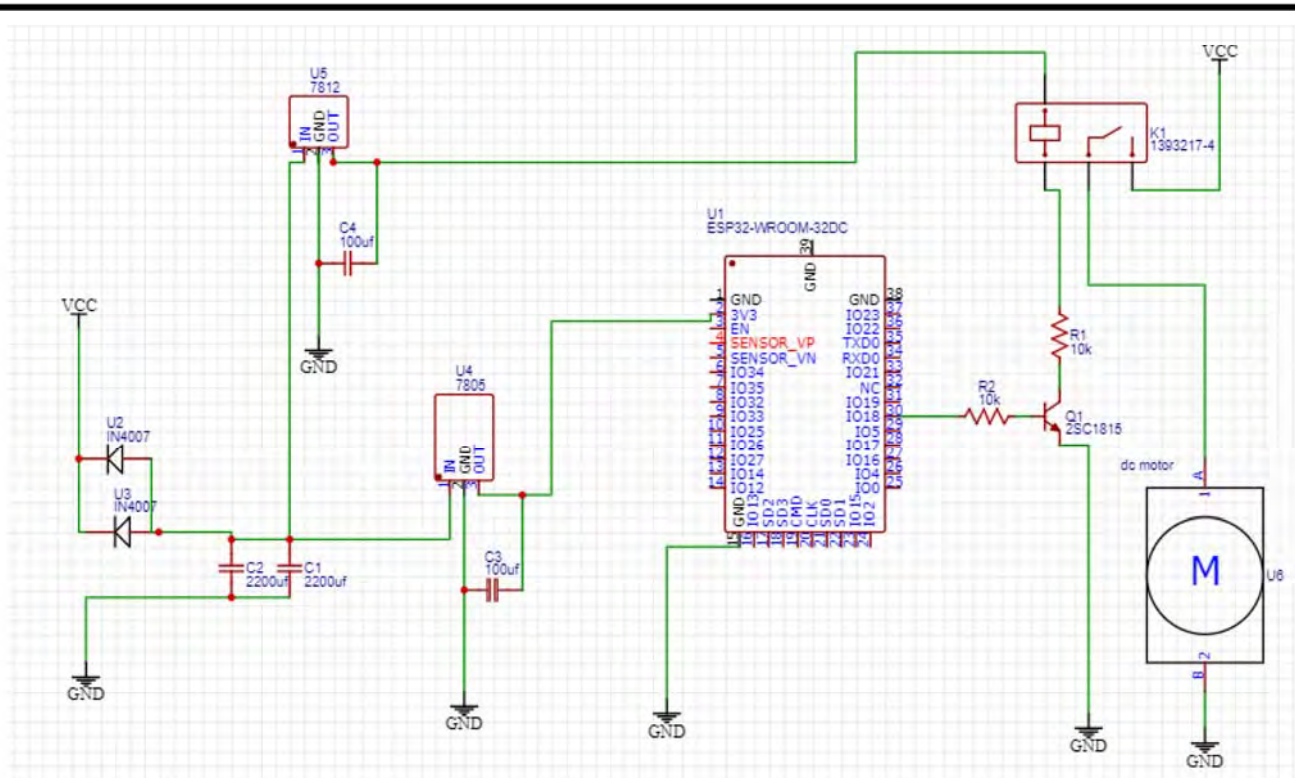


Рисунок 1.2 – Принципова схема підключення мікроконтролера

На вході в систему автоматизованого поливу встановлюють лічильник води і електричний насос в залежності від прийнятої гідравлічної схеми. Магістралі забезпечують зворотнім клапанам, які виключають можливість проникнення в систему забруднених ґрунтових вод.

Щоб перед настанням зимових морозів прибрати воду з системи монтують зливний кран. Фільтр видаляє можливі забруднення, що потрапляють в систему автоматизованого поливу до розподілу води. Він забезпечує нормальну роботу електромагнітних клапанів.

Керовані електромагнітні клапани монтують в пластикові корпуси всередині ґрунту по центру магістралей. Їх кількість залежить від розгалуженості структури, застосування її у конкретній території[4].

Усередині магістралей автоматизованої системи поливу завжди підтримується необхідний тиск води. Трубопроводи, перехідники, арматура, методи монтажу повинні його надійно витримувати. Тому для цього застосовують спеціальні конструкції з поліетиленових труб, що витримують тиск всередині них до 10 бар.

Розглянемо традиційні методи поливу. Одним з найпоширеніших методів поливу є ручний полив, де людина здійснює полив за допомогою поливального обладнання, наприклад, лейки або шлангу. Цей метод, хоча і є простий у використанні, але він має свої обмеження, такі як нестабільність у розподілі води та значні витрати людських ресурсів.

Окрім ручного поливу, існують і стаціонарні системи поливу, які можуть бути програмовані на певний час або запускатися вручну. Ці системи включають в себе спринклери, крапельниці, а також системи капілярного поливу. Вони забезпечують більш рівномірний розподіл води та можуть бути ефективними для поливу великих площ.

## 1.2 Сучасні рішення автоматизованого поливу

Сучасні тенденції в сільському господарстві включають в себе використання інтелектуальних систем автоматизованого поливу, які забезпечують точне та ефективне поливання рослин. Ці системи можуть включати в себе різноманітні сенсори для вимірювання вологості ґрунту, температури, освітлення та інших параметрів, що впливають на потреби рослин у воді.

Наприклад, деякі системи використовують інтелектуальні алгоритми для аналізу отриманих даних та автоматизованого регулювання рівня поливу відповідно до потреб рослин. Інші можуть бути інтегровані з мобільними додатками, що дозволяють користувачам віддалено контролювати полив та отримувати повідомлення про стан рослин.

Давайте проведемо порівняння різних систем. Полив-плюс пропонує системи поливу для газонів та присадибних ділянок з найменшими функціональними можливостями, що максимально непомітно для реалізації різноманітних ідей ландшафтного дизайну.

Полив-плюс призначена для догляду за газонами та невеликими садами. Неможливо автоматизовано налаштувати температуру поливу, налаштування потрібно проводити вручну та коригувати систему з урахуванням погодних умов. Також є потреба в окремому контролері для кожної зони поливу. Це робить

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

автоматизовану систему поливу від "Полив-плюс" менш вигідними для садів та городів з різними видами рослин;

Irritec пропонує системи автоматичного поливу для сільськогосподарських земель та фермерських теплиць. Ці системи призначені для великих територій та використовують воду із природних джерел.

Полив керується насосами, що дозволяє регулювати витрати води, а налаштування та керування системою здійснюється через програмне забезпечення комп'ютера, який під'єднаний до контролера за допомогою радіохвиль або дротів.

Таким чином, "Irritec" спрямований на те, щоб обробляти велику територію фермерських полів та садів. Оскільки ця система призначена для великих територій та вона потребує наявності насосів, вона не є практичним для використання на присадибних ділянках;

АкваБуд пропонує різні системи автоматичного поливу для садів та газонів з різними джерелами водопостачання, такими як ємності для збору води, свердловини або централізоване водопостачання.

Керування розподілом води здійснюється за допомогою електромагнітних клапанів або насосів, в залежності від обраного джерела води.

Для моніторингу погодних умов використовуються термометри, датчики світла та дощу. Один контролер керує декількома зонами поливу, що є достатнім для обробки газонів та садів. Управління контролером здійснюється за допомогою панелі керування на його корпусі, а всі з'єднання проводяться дротами[5].

Зображення Автоматичної системи поливу АкваБуд відображено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Автоматична система поливу АкваБуд

Отже, "АкваБуд" спеціалізується на системах автоматичного поливу для садів та газонів. Оскільки ці системи призначені для невеликої кількості зон поливу і використовують холодну воду із свердловини без нагрівача, вони не є підходящими для використання на городах або плодових садах.

Hunter пропонує автоматичні системи поливу для поливу прибудинкових, паркових та присадибних ділянок під час теплої пори року. На блоку управління можна налаштувати частоту та тривалість поливу.

Для керування потоками води використовуються електромагнітні клапани, які контролюються спеціальним контролером.

Для моніторингу погодних умов використовуються датчики дощу, температури, вітру або метеостанції.

Окрім того, управління системою доступне через комп'ютер за допомогою спеціально розробленої програми, яка дозволяє керувати усіма налаштуваннями контролера, переглядати вхідні дані, статус обладнання та зони поливу у вигляді схематичної карти місцевості. Зображення Автоматичної системи поливу Hunter відображено на рисунку 1.4.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ

Арк.  
14



Рисунок 1.4 – Автоматична система поливу Hunter

Отже, системи "Hunter" призначена для великих територій. Використання GPRS або GSM може бути зайвим для малих територій та вимагати значних витрат на обслуговування. Використання такої потужної системи не має сенсу в домашніх умовах[6].

Rain Bird виготовляє системи поливу для приватних ділянок, спортивних майданчиків та сільськогосподарських полів і пропонує великий асортимент контролерів і допоміжних систем.

Управління потоком води може здійснюватися за допомогою електромагнітних клапанів або насосів, залежно від обраного типу встановлення.

Для моніторингу погодних умов використовується метеостанція або датчик дощу з термометром, також можливе встановлення системи без цих датчиків. Всі датчики, клапани і насоси підключаються за допомогою дротів. Більшість систем можна налаштувати через панель керування на корпусі контролера, а найпотужніші моделі дозволяють під'єднати смартфон через wi-fi.

Здатність використовувати один контролер для кількох зон поливу робить систему корисною як для невеликих ділянок, так і для садів чи газонів.

Ці особливості свідчать про те, що автоматизована система поливу "Rain Bird" найбільше підходить для невеликих ділянок з обмеженим різноманіттям рослин.

Зображення Автоматизованої системи поливу Rain Bird відображено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Автоматизована система поливу Rain Bird

Можна зробити висновок, що найбільші з розглянутих компаній це "Hunter" та "Irritec" вони спеціалізуються на великих площах поливу, таких як парки та поля. Це виправдовує використання технологій GSM та GPRS, які є дорогими та надмірними для присадибних ділянок.

Усі інші розглянуті компанії виробляють системи поливу для менших ділянок. Більшість з них спрямовані на обробку газонів і не плодкових садів, тому пропонують висувні зрошувачі для збереження ландшафтного дизайну

(наприклад, "Полив-плюс") та можливість використання холодної води зі свердловини (наприклад, "АкваБуд").

Серед проаналізованих систем поливу виявлено такі недоліки: недостатня кількість датчиків погоди (наприклад, "Полив-плюс", "Rain Bird"), висока вартість обладнання керування (всі компанії), необхідність оператора (наприклад, "Hunter", "Irritec").

Порівняльний аналіз традиційних та сучасних систем автоматизованого поливу включає в себе оцінку їхньої ефективності, економічної доцільності та зручності у використанні. При цьому необхідно враховувати різноманітність умов, в яких можуть використовуватися ці системи, а також індивідуальні потреби користувачів.

### 1.3 Аналіз контролерів керування для систем автоматизованого поливу

При проектуванні систем автоматизованого поливу важливим елементом є контролер керування поливальною зоною. Проаналізуємо електронний контролер WHITE LINE, WL-3130 для керування однією зоною поливальної системи.

Усі електронні елементи контролера надійно захищені у герметичному корпусі. Кнопки керування часом поливу, а також рідкокристалічний дисплей розташовуються під прозорою кришкою, що запобігає потраплянню води та бруду. Для роботи контролера потрібні 2 батареї АА. Спеціальна функція сигналізує про низький рівень заряду батареї. Зображення Електронного контролера поливу WL-3130 відображено на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Електронний контролер поливу WL-3130

Технічні характеристики:

- Внутрішня різьба 1" з редукцією 3/4" для підключення до крана водопостачання;
- Ніпель під стандартний швидко знімний конектор;
- Просте керування п'ятьма кнопками;
- Чіткий рідкокристалічний дисплей;
- 11 налаштувань частоти роботи;
- Тривалість роботи 1-240 хв;
- Індикатор рівня заряду батареї;
- Можливість ручного запуску;
- Робочий тиск від 0,5 до 8,25 Bar;

Також багато систем автоматизованого поливу використовують електронний контролер BLACK LINE, ECO-3137.

Цей пристрій призначений для автоматизованого керування системами поливу на вашій ділянці. Він може використовуватися для поливу саду, городу, газону, клумби та інших зелених зон. Зображення Електронного контролера поливу ECO-3137 відображено на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Електронний контролер поливу ECO-3137

Особливості:

- Пристрій має електронне керування, що робить його точним і надійним;
- На дисплеї відображається вся необхідна інформація про роботу контролера, час, тривалість і частоту поливу[7];
- Можна задати час, коли контролер почне полив;
- Можна задати тривалість поливу від 1 хвилини до 24 години;
- Можна задати періодичність поливу.

Переваги:

- Не потрібно вручну поливати ваш сад, город або газон;
- Можна заощадити час, який ви витрачали на ручний полив;
- Контролер поливу дозволяє економити воду, поливаючи ваш сад або город тільки тоді, коли це дійсно потрібно.

Технічні характеристики:

- Автоматичний або ручний режим роботи;
- LCD дисплей;
- 3 незалежні програми поливу;
- Встановлення часу запуску поливу;
- Встановлення тривалості поливу;
- Встановлення періодичності поливу;
- Внутрішня різьба 3/4";
- Індикатор заряду батареї (2x AA);
- LCD дисплей з регульованим кутом нахилу від 0 до 45 градусів.

Наступний електронний контролер на 11 секцій має назву WHITE LINE, WL-31S11.

Дана модель контролера поливу застосовується для керування як у великих системах автоматизованого поливу, так і на невеликих ділянках.

Дозволяє підключати до 11 незалежних секцій поливу. Контролер підключається до мережі AC 220В[2].

Має вбудований блок живлення та керує електроклапанами, розрахованими на напругу AC 24В. Зображення Електронного контролера на 11 секцій WL-31S11 відображено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Електронний контролер на 11 секцій WL-31S11

Технічні характеристики:

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

- Налаштування незалежних програм для 11 секцій;
- 6 незалежних програм для кожної секції;
- Широкий вибір частотності поливу;
- Режим ручного підливу;
- Можливість підключення датчика дощу;
- Функція водного бюджету;
- Синхронізація водяного насоса та секції;
- Робоча напруга контролера АС 220В / керування;
- Має електроклапан АС 24В.

Контролер має інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс, легко та швидко програмується для завдання необхідних режимів та інтервалів поливу. Можливість підключення зовнішнього датчика дощу дозволяє примусово включати полив на закритих ділянках, незалежно від інших зон поливу, що знаходяться на відкритих ділянках. Для правильної роботи контролера необхідно встановити алкалінову батарею 9В тип 6L61 “Крона”.

#### 1.4 Постановка завдання

На основі розглянутих автоматизованих систем поливу з урахуванням їх переваг та недоліків було запропоновано власну кваліфікаційну роботу - Автоматизовану систему поливу рослин в приміщенні. Оскільки використання лише статичного пульта або комп'ютера не є зручним у такому випадку, необхідна можливість керування системою з переносного пристрою, такого як смартфон. Доцільним буде використання технології Wi-Fi.

Додаток для смартфона повинен забезпечити повне налаштування системи та її керування.

У запропонованій системі поливу буде використаний LCD екран для виводу інформації про вологість ґрунту та самий датчик вологості ґрунту. Інформація, отримана з них, буде достатньою для визначення необхідних погодних умов. Управління струменями води буде здійснюватися за допомогою

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насоса та шлангу. Під час налаштування системи буде враховано дані вологості ґрунту.

Питання автоматизації систем поливу рослин набуває все більшої актуальності у зв'язку з постійним розвитком сільськогосподарських технологій та прагненням оптимізувати витрати часу та ресурсів.

Актуальність проблеми ефективного використання водних ресурсів та підтримки оптимального рівня вологості ґрунту для рослин у приміщенні стає все більшою у зв'язку з розвитком сучасних технологій. У зв'язку з цим, метою даної кваліфікаційної роботи є розробка та реалізація автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні з метою забезпечення їхнього оптимального зростання та розвитку.

В результаті аналізу існуючих рішень виконано постановку завдань кваліфікаційної роботи:

- Провести аналіз існуючих методів поливу рослин у приміщенні з метою виявлення їх переваг та недоліків;
- Визначити вимоги до автоматизованої системи поливу, зокрема, щодо рівня точності, надійності та енергоефективності;
- Розробити архітектуру та функціональні вимоги до автоматизованої системи поливу рослин;
- Реалізувати апаратно-програмний комплекс для забезпечення автоматичного поливу рослин у приміщенні;
- Провести випробування та налаштування розробленої системи на різних видах рослин з метою оцінки ефективності та надійності;
- Проаналізувати отримані результати та сформулювати рекомендації щодо подальшого вдосконалення системи.

Ці завдання дозволять реалізувати поставлену мету та забезпечити розробку ефективної та екологічно-дружньої автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні.

Використання комп'ютерних моделей для аналізу та оптимізації роботи системи поливу важливий етап проєктування. Моделювання дозволяє

передбачити поведінку системи у різних ситуаціях, враховуючи різні параметри та умови довкілля.

Моделювання виконує ключову роль у дослідженні автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні. Використання комп'ютерних моделей дозволяє аналізувати та оптимізувати роботу автоматизованої системи поливу, шляхом відтворення різних сценаріїв та умов експлуатації.

Під час моделювання будуть враховані різні параметри, такі як вологість ґрунту, освітленість, а також інші фактори, які можуть впливати на ефективність поливу. Аналізуючи ці параметри у різних комбінаціях, ми зможемо передбачити, як система поведе себе в різних ситуаціях та ми зможемо зробити необхідні корективи для оптимізації роботи автоматизованої системи поливу.

Такий підхід дозволить нам не лише ефективно налаштувати систему поливу для конкретних умов, але й забезпечує її стабільну та надійну роботу в різних умовах експлуатації. Також моделювання сприятиме економії часу та ресурсів під час експериментів, дозволяючи проводити широкий спектр аналізів та тестів без необхідності фізичного втручання у систему.

Тестування на практиці відіграє важливу роль у процесі впровадження автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні. Проведення досліджень у реальних умовах експлуатації дозволить нам отримати об'єктивні дані щодо роботи системи та її впливу на різноманітні види рослин.

Під час дослідження буде здійснено систематичне спостереження за роботою автоматизованої системи поливу в різних умовах експлуатації, включаючи різні типи рослин, різні погодні умови та варіанти встановлення параметрів системи. Результати цих досліджень допоможуть нам зрозуміти, наскільки ефективно система пристосовується до різноманітних умов та як вона впливає на ріст та розвиток рослин.

Тестування на практиці є важливим етапом у впровадженні системи поливу, оскільки воно дозволяє перевірити реальність роботи системи та виявити можливі проблеми або несподівані ситуації, які можуть виникнути під час експлуатації. На основі отриманих результатів ми зможемо внести необхідні

корективи для забезпечення оптимальної та надійної роботи автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні.

Формулювання рекомендацій щодо подальшого вдосконалення розробленої системи та її використання в практичних цілях є ключовим завданням для забезпечення успішної реалізації кваліфікаційної роботи.

На основі отриманих результатів дослідження та експериментальних даних можна запропонувати наступні рекомендації:

- Вдосконалення алгоритмів управління: Провести додаткові дослідження з метою оптимізації алгоритмів управління автоматизованою системою поливу, щоб забезпечити їхню точність та ефективність у різних умовах експлуатації;

- Розширення функціональності системи: Враховуючи потреби користувачів та вимоги практики, розглянути можливості розширення функціональності системи, наприклад, додавання модулів моніторингу та управління, підтримки різних мов інтерфейсу тощо;

- Удосконалення матеріалів та компонентів: Провести оновлення матеріалів та компонентів, що використовуються у системі, з метою підвищення її надійності та тривалості служб;

- Навчання та підтримка користувачів: Розробити програми навчання та підтримки для користувачів системи, щоб забезпечити їхню ефективну роботу з продуктом та використання його потенціалу в повному обсязі;

- Дослідження можливостей застосування у різних галузях: Розширити область застосування системи поливу, досліджуючи її можливості в різних галузях, таких як сільське господарство, офісні приміщення, громадські заклади тощо;

Ці рекомендації мають на меті сприяти подальшому вдосконаленню розробленої системи поливу рослин в приміщенні та забезпечити її успішне використання в практичних умовах.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЛИВУ

### 2.1 Проектування функціональних вимог

При проектуванні автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні було спроектовано діаграму послідовності взаємодії користувача та вузлів системи.

Зображення Діаграми послідовності автоматизованої системи поливу відображено на рисунку 2.1.

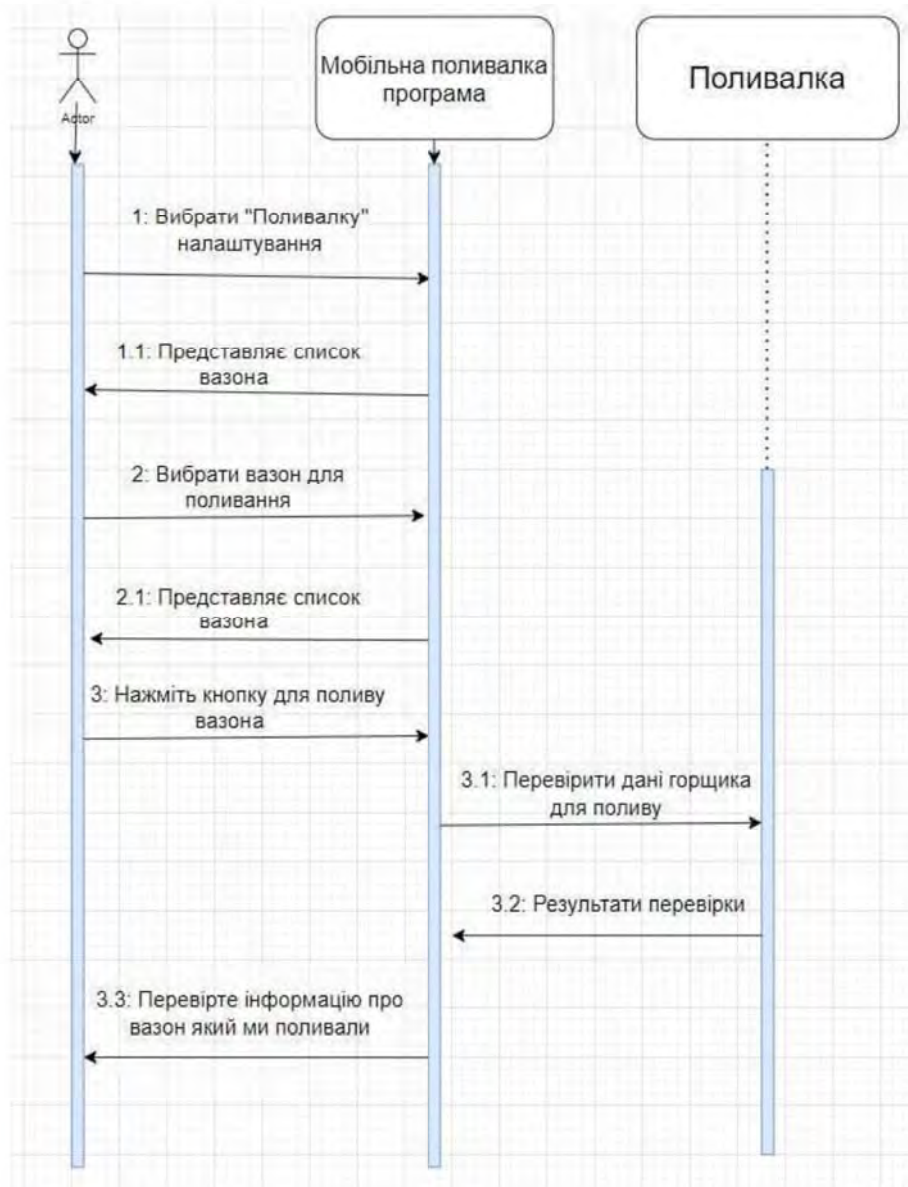


Рисунок 2.1 – Діаграма послідовності автоматизованої системи поливу

Зображення Логічної схеми автоматизованої системи поливу відображено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Схема автоматизованої системи поливу

Ця схема відображає процес взаємодії користувача з додатком для поливу рослин. Користувач спочатку відкриває додаток, після чого переглядає доступну інформацію про горщики з рослинами. Після ознайомлення з інформацією користувач обирає конкретний горщик для подальших дій. Після вибору горщика користувач натискає кнопку "Полив" для здійснення поливу вибраної рослини. Після поливу рослини проводиться перевірка інформації про неї, і якщо все в порядку, користувач може повернутися назад, натиснувши кнопку "Назад". Після завершення всіх дій користувач закриває додаток і отримує кінцевий результат або інформацію.

Зображення Логічної схеми автоматизованої системи поливу відображено на рисунку 2.3.

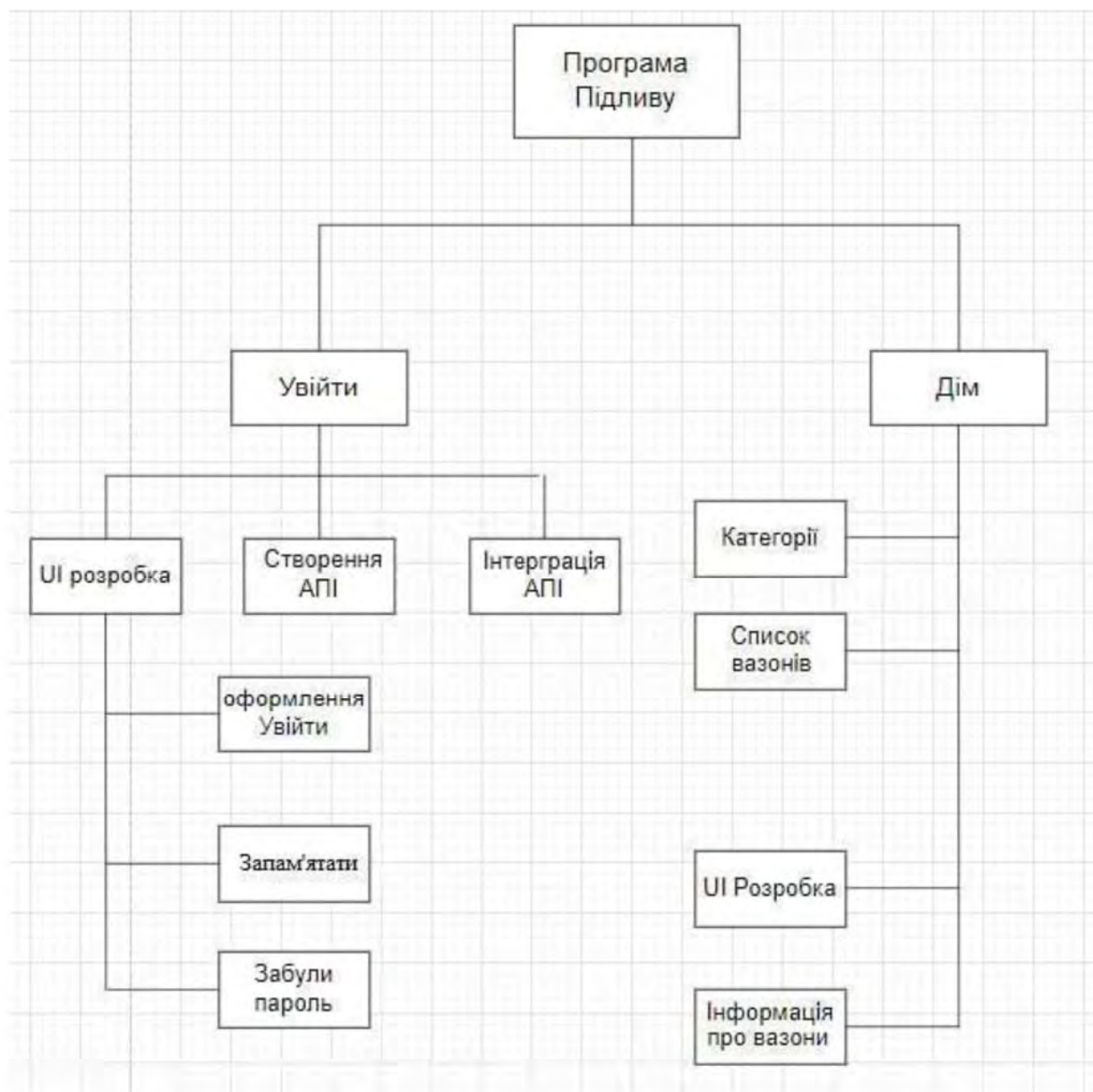


Рисунок 2.3 – Схема автоматизованої системи поливу

В даній схемі продемонстровано структуру програми, але зверніть увагу на гілку “Увійти”, в даній гілці продемонстровано покрокове створення і функціонування “Увійти” в даній гілці присутні такі елементи як “Увійти з” “Запам'ятати” і “Забув пароль”, як і в кожній програмі потрібно зайти в свій обліковий запис і побачити як красиво оформлена програма, від тепер це теж невід'ємний етап при створенні мобільного додатку.

Зображення Принципу взаємодії автоматизованої системи поливу відображено на рисунку 2.4.

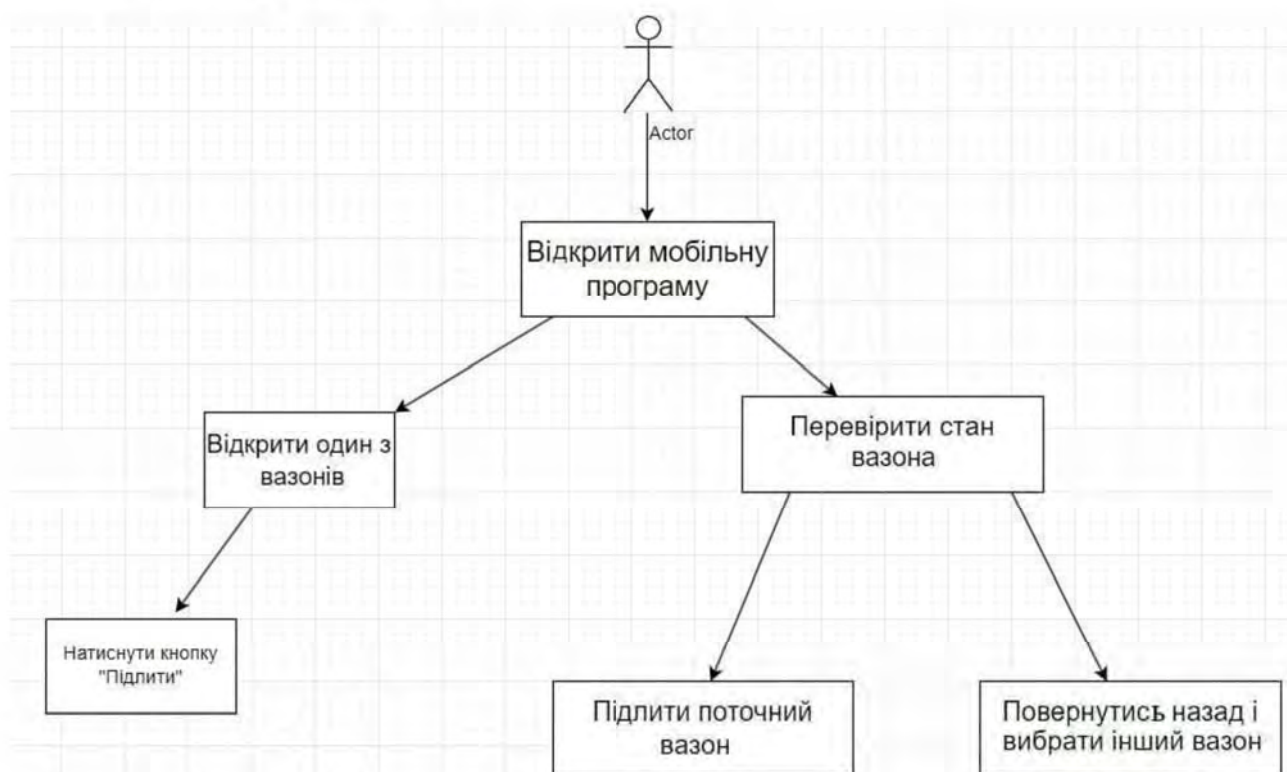


Рисунок 2.4 – Схема взаємодії автоматизованої системи поливу

Дана схема показує як користувач може взаємодіяти з програмою і які функції можна задати програмі, наглядно продемонстровано що коли користувач відкриває програму перед ним є вибір якщо він вибере “Відкрити один з вазонів” то він зможе полити тільки поточну рослину, а якщо вибере “Перевірити стан вазона” то він зможе вияснити які саме рослини потрібно буде полити і налаштувати через який період часу і в якій кількості води полити.

## 2.2 Компоненти автоматизованої системи поливу

Було проведено аналіз на вибір мікроконтролера для побудови системи автоматизованого поливу.

Із вбудованим на плату модулем зв’язку є плати компанії Espressif. Досить популярна модель ESP8266, але модель ESP32 перевершує свого попередника по багатьом характеристикам, тому було розглянуто саме цю модель.

Контролер від компанії Espressif заходиться приблизно в одному ціновому діапазоні з Arduino, але значно перевершує по технічним характеристикам. Також ESP32 має можливість програмуватися в оболонці Arduino IDE.

Порівняно із STM32, ESP32 значно дешевше, а також перевершує STM32 по технічним характеристикам. Вбудований модуль Wi-Fi також є перевагою над іншими варіантами. ESP32 розроблений на базі процесора Tensilica Xtensa LX6, здатний надійно функціонувати в промислових умовах з робочою температурою від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ .

Працюючи розширеними схемами калібрування, ESP32 може динамічно видаляти недоліки зовнішніх ланцюгів і пристосовуватися до змін навколишнього середовища. Зображення ESP32 відображено на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Мікроконтролер ESP 32

ESP32 має такі технічні характеристики:

- Tensilica Xtensa LX6 двоядерний 32-розрядний процесор, із тактовою частотою 240 МГц та продуктивністю до 600 DMIPS;
- Wi-Fi: 802.11 b / g / N;
- 12-ти розрядний АЦП до 18 каналів;
- 2 x 8 біт ЦАП;
- Робоча напруга 3,3 В;
- Напруга живлення 5-14 В;
- 15 аналогових входів (12 біт);

– 2 аналогових виходу (8 біт).

А також для автоматизованої системи поливу рослин потрібен датчик вологості. Після проведення ретельного аналізу всіх датчиків вологості для автоматизованого поливу, було обрано датчик вологості Moisture Sensor v1.2.

Для більш точного налаштування міри поливу рослин було вирішено використовувати датчики вологості ґрунту: вони дешевші і дозволяють більш точно визначати вологість, необхідну для рослин. Також використання таких датчиків дає можливість рівномірно поливати території із нерівним ландшафтом. У продажу було знайдено лише один датчик для підключення до мікроконтролера. Зображення Moisture Sensor v1.2 відображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Датчик вологості Moisture Sensor v1.2

Він спроектований на базі двох датчиків, які забезпечують вимірювання вологості ґрунту. Визначається вологість за допомогою двох зондів, які дозволяють струму проходити крізь ґрунт. При проходженні струму датчик вимірює опір і в результаті визначає кількість води у ґрунті. Чим більше води, тим менший опір, відповідно якщо ґрунт сухий, тоді опір буде великий. Датчик має 4 виходи (GND, VCC, D0 і A0). GND і VCC використовуються для подачі живлення на плату номіналом 3,3 – 5 В. A0 – аналоговий вихід, який приймає аналогові значення 0 – 1023. D0 використовується як цифровий вихід для підключення до плати із мікроконтролером.

Також потрібен міні насос щоб можна було перекачувати воду. Після пошуку найкращого насоса для перекачування води, було обрано найкращий

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

варіант на ринку.

Пристрої для збору води та її перекачування необхідні для будь якої дачної ділянки або приватних будинків де облаштована автономна система водопостачання. Погружний насос має кращі технічні характеристики ніж поверхневий, так як в плані потужності і напору вони краще справляються з поставленою роботою, це пояснюється тим, що погружний агрегат працює на великій глибині і для виштовхування води йому необхідно мати потужний двигун.

Перевага даного насоса полягає в розмірі і не великій вазі, що дозволяє його використовувати без проблем встановивши його на дно свердловин. Так, як наш насос буде перекачувати зовсім мало води, і буде використовуватися лише для поливу кімнатних рослин та використовуватися в роботі декілька секунд на день, то ми вибираємо маленький насос з мінімальною напругою живлення від 3 до 6 Вольт. Він повністю задовольняє наші потреби, так як він маленьких розмірів, і зможе житись від акумуляторної батареї типу 18650. Зображення Міні насоса відображено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Погружний міні насос (помпа)

Було важко знайти релейний модуль, тому що на ринку їх є дуже багато, але можна зупинитися на моделі яка продемонстрована нижче, тому що це бюджетний варіант і він дуже добре підходить для виконання завдань в автоматизованій системі поливу.

Релейний модуль – це електронний пристрій, що використовується для керування вимикачами, живленням електричних пристроїв або системами. В контексті системи автоматизованого поливу рослин, релейний модуль може

використовуватися для управління насосами, клапанами, електромагнітними витратними клапанами та іншими електричними пристроями, що використовуються у системі поливу.

Це електромагнітний перемикач, який може включати або вимикати електричне коло.

Зазвичай має два незалежні контакти - Normally Open (Нормально відкритий) та Normally Closed (Нормально закритий).

Релейний модуль працює на основі електромагнітного принципу.

Електричний сигнал від мікроконтролера (наприклад, ESP32) активує електромагніт, який змушує перемикач реле перейти в інший стан (відкритий або закритий). Коли реле активується, це змінює положення його контактів, включаючи або вимикаючи електричне коло, що дає можливість керувати живленням або пристроями, підключеними до реле. Зображення Реле відображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 – Релейний модуль

У системі автоматизованого поливу релейний модуль може бути використаний для керування насосами, клапанами, світловими чи звуковими сигналами, які показують стан системи тощо. Наприклад, через ESP32 можна відправляти сигнали до релейного модуля для включення/вимикання насосу або відкриття/закриття клапанів поливу відповідно до програми поливу або датчиків вологості ґрунту.

Також потрібен LCD екран для того щоб вологість ґрунту виводилася не

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

тільки в додатку на телефоні, а й виводилася на самий екран. Після ретельного вивчення характеристик та порівняння різних моделей LCD-екранів, було обрано LCD1602 як оптимальний варіант для автоматизованої системи поливу.

LCD1602 – це тип рідкокристалічного дисплею, який має 16 символів у 2 рядках (отже, "1602"). Він досить популярний у проєктах, що використовують мікроконтролери, такі як Arduino чи ESP32, для відображення інформації.

Екран: Має два рядки, кожен з яких містить по 16 символів (загально 32 символи). Також має контролер.

Контролер: Зазвичай використовується контроллер HD44780, який керує виведенням символів на дисплей.

Підключається до джерела живлення (+5V та GND) та мікроконтролера для обміну даними. Контролер керує кожним символом, виводячи їх на екран. Це зазвичай відбувається через зміну напруги на окремих пікселях, які утворюють символи. Зображення LCD1602 відображено на рисунку 2.9.



Рисунок 2.9 – LCD1602 (екран)

LCD1602 може використовуватись для відображення різних параметрів та даних, пов'язаних із автоматизованою системою поливу рослин.

І ще потрібен батарейний відсік для того щоб з нього подавалася напруга. Після ретельного аналізу потреб автоматизованої системи поливу, було обрано оптимальний батарейний відсік для забезпечення безперебійного живлення

насоса.

Батарейний відсік у системі автоматизованого поливу є ключовою складовою, оскільки він відповідає за живлення системи.

Батарейний відсік повинен бути розрахований на роботу в умовах, що можуть включати вологість, температурні коливання та інші фактори. Зображення Батарейного відсіка відображено на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Батарейний відсік

Важливо, щоб батарейний відсік забезпечував стабільне та безперебійне живлення. Це гарантує постійну роботу системи.

Батарейний відсік використовується для розміщення акумулятора або батарей, які живлять електроніку автоматизованої системи поливу. Це дозволяє системі працювати автономно, незалежно від електромережі.

Нижче продемонстровано таблицю мінімального набору компонентів які використовуються в автоматизованій системі поливу. Нижче продемонстровано таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Набір компонентів

№	Назва	Кількість	Характеристика
1	Мікроконтролер ESP 32	1	Модуль розробника DEV KIT V1 30-pin побудований на мікромодулі ESP-WROOM-32 новому мініатюрному високопродуктивному поєднанні Wi-Fi модулем від компанії Espressif, призначеним для широкого спектра застосувань.
2	Датчик вологості Moisture Sensor v1.2	2	Датчики вологості Moisture Sensor v1.2 дешеві і дозволяють дуже точно визначати, необхідну вологість для рослин.
3	Погружний міні насос (помпа)	2	Компактний погужний міні насос для перекачування води в різні ємності. Дозволяє перекачувати рідину з не дуже високою швидкістю. Використовуючи цей насос спільно з різними датчиками можна створити систему автоматизованого поливу і яка може підтримувати життєдіяльності рослин. Завдяки низької напруги живлення, помпу можна жити від сонячних батарей.
4	Релейний модуль	1	Має 4 комутуючих реле і керує сигналами з опторозв'язкою. Може керуватися безпосередньо з виводів мікроконтролера. Максимальний струм навантаження 10A при напрузі 250В.
5	LCD1602 (екран)	1	LCD - дисплей 1602 + модуль шини I2C/ІІС - ідеальне рішення для проєктів, які розробляються за допомогою родини мікроконтролера Ардуїно. Дисплей Arduino 1602 може показувати інформацію в 16 символах, які розміщуються на два рядки.
6	Батарейний відсік на 4 батарейки	1	Батарейний відсік 4 елементів АА. Розміри: 63х58х16 мм.

Врахування цих аспектів дозволяє створювати ефективну систему автоматизованого поливу рослин з надійним живленням, яке гарантує безперебійну та ефективну роботу у будь-який час.

### 2.3 Алгоритм роботи автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні

Алгоритм роботи програмного коду зображено на блок схемі яка продемонстрована нижче. Дані які вказані передаються на контролер, після чого контролер дає команду клапанам. У режимі реального часу на роутер через модуль зв'язку передається інформація з датчиків та активних клапанів.

Зображення блок схеми автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні відображено на рисунку 2.11. Дана схема відрізняється тим що тут продемонстровано принцип роботи коду і більш легше поняття принципу роботи нашого проекту, в даному коді присутня така річ як switch яка нам допомагає вибирати яку саме рослину нам потрібно поливати і в якій кількості і далі ми слідуємо на головній сторінці характеристики наших рослин.

Програмний код використовується для керування насосом поливу за допомогою плати ESP32 та сервісу Blynk. Він дозволяє:

- Відображати рівень вологості ґрунту на LCD-дисплеї;
- Вмикати та вимикати насос поливу за допомогою кнопки на сервері Blynk;
- Оновлювати дані про рівень вологості щосекунди.

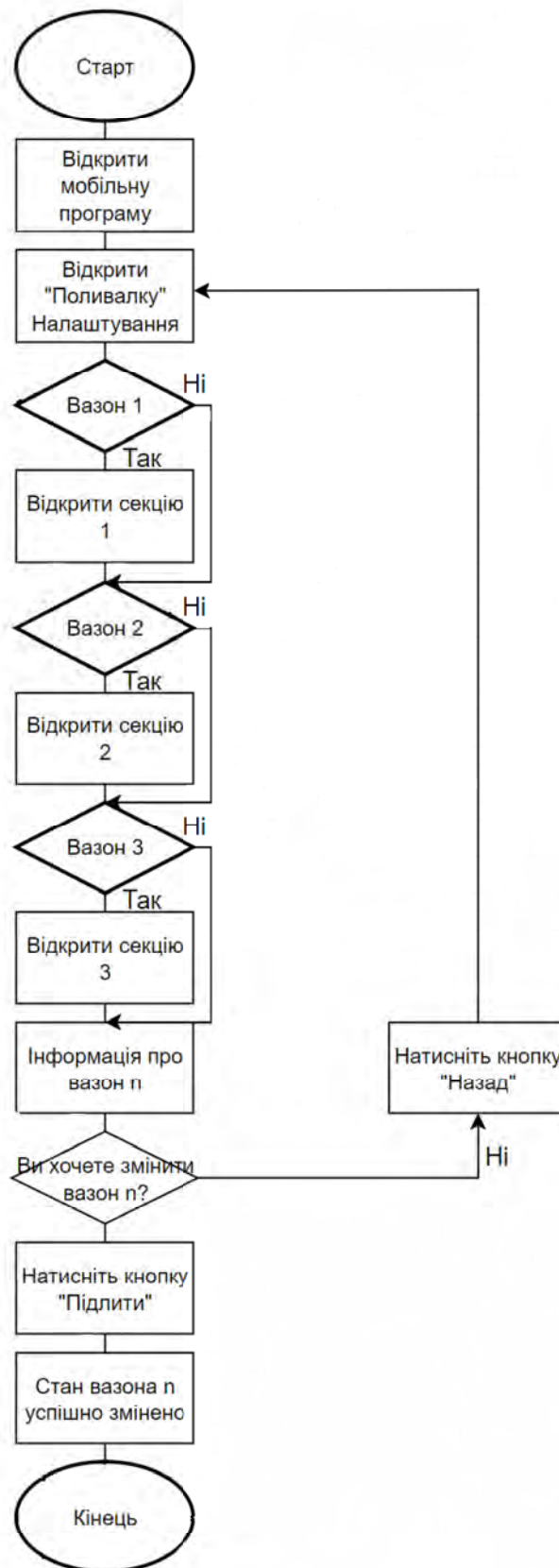


Рисунок 2.11 – Блок схема автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні

Стрічка програмного коду для реалізації алгоритму роботи автоматизованої системи поливу рослин в приміщенні продемонстрована нижче.

Спочатку потрібно підключити всі бібліотки які нам потрібні. Зображення програмного коду який підключає Blynk.io до сервера відображено на рисунку 2.12.

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //LiquidCrystal_I2C

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL4BZtn2-Ew"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Plnaty Water Pump"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "YEEUVcdxca-rCo0GHgRf1C_bEw15SqZ3"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <Wire.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h> //Blynk by Volodymyr Shymansky

#define ADC_PIN 33
#define RELAY_PIN 4
```

Рисунок 2.12 – Програмний код який підключає Blynk.io до сервера

Нижче наведено стрічку коду яка містить дві змінні типу char, ssid і pass, які представляють ім'я мережі WiFi (SSID) та пароль відповідно. Зображення програмного коду зі змінними які є підготовчими для основної функціональності пристрою відображено на рисунку 2.13.

```
char ssid[] = "Redmi Note 10 Pro";
char pass[] = "Slavik1337228!";

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
BlynkTimer timer; // Creating a timer object
```

Рисунок 2.13 – Програмний код зі змінними які є підготовчими для основної функціональності пристрою

Наступні стрічки коду є частиною функції setup(), яка викликається один раз при запуску програми на платформі Arduino або сумісній платформі. Зображення програмного коду з частиною функції setup() відображено на рисунку 2.14.

```

void setup() {

  Serial.begin(115200); //дебагер
  Serial.println("Serial INIT");//перевірка підключення esp32

  pinMode(ADC_PIN, ANALOG);//
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);//

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

  lcd.setCursor(9, 1);//
  lcd.print("REL:");

  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);//
  timer.setInterval(1000L, myTimerEvent); // щосекунди буде оновляти дачик
}

```

Рисунок 2.14 – Програмний код з частиною функції setup()

Наступні стрічки коду представляють функцію зворотнього виклику (callback) для обробки події BLYNK\_WRITE на платформі Blynk.io для Arduino або подібних мікроконтролерів. Зображення програмного коду з функцією зворотнього виклику відображено на рисунку 2.15.

```

BLYNK_WRITE(V1)
{
  int RelayState = param.asInt();
  Serial.printf("BLYNK_WRITE BEGIN\r\n");
  Serial.printf("RelayState: %02d\r\n", RelayState);
  lcd.setCursor(14, 1);

  if(RelayState == 1) // якщо наша кнопка має 1, тоді вона включена
  {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);    // моторчик включений
  }
  else
  {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // моторчик виключений
  }
  lcd.printf("%02d", RelayState);
  Serial.printf("BLYNK_WRITE END\r\n");
}

//функція яка викликається щосекунди
void myTimerEvent()
{
  int value = analogRead(ADC_PIN); //вчитуємо дані з ADC(з аналого-цифрового перетворювача)
}

```

Рисунок 2.15 – Програмний код з функцією зворотнього виклику

Наступні стрічки коду виконують наступні дії: якщо значення вологості перевищує 100%, то значення value встановлюється на 100, щоб уникнути виходу за межі допустимого діапазону. Зображення фінальної частини програмного коду забезпечує відображення та відправку даних з датчика вологості на сервер відображено на рисунку 2.16.

```
Serial.println(value);
value = map(value, 2000, 4095, 0, 100); //приведення сирих даних в діапазон від 0 до 100
value = (value - 100) * -1;
Blynk.virtualWrite(V0, value); // дані вчитані з дачика вологості відправляються на сервер

//перевірка чи не перетнули більше 100 процентів
if(value >= 100)
{
    value = 100;
}

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.printf("Moisture: %03d", value); //виведення на lcd дисплей дані вологості
}

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

Рисунок 2.16 – Фінальна частина програмного коду забезпечує відображення та відправку даних з датчика вологості на сервер

lcd.setCursor(0, 0); lcd.printf("Moisture: %03d", value);: Виводить значення вологості на LCD-дисплей. %03d форматує значення value у трьох знаків, додаючи ведучі нулі, якщо потрібно.

Функції програмного коду:

- setup(): Ініціалізує послідовний порт для налагодження. Встановлює піни для ADC та реле. Ініціалізує LCD-дисплей. Підключається до Blynk. Запускає таймер для оновлення даних про рівень вологості;
- BLYNK\_WRITE(V1): Отримує стан кнопки з сервера Blynk. Вмикає або вимикає насос поливу залежно від стану кнопки. Оновлює дисплей LCD;
- myTimerEvent(): Зчитує значення з ADC. Перетворює значення ADC на рівень вологості у відсотках. Відправляє дані про рівень вологості на сервер

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Blynk. Оновлює дисплей LCD;

- loop(): Обробляє запити Blynk. Запускає таймер.
- ssid: SSID вашої мережі Wi-Fi;
- pass: Пароль вашої мережі Wi-Fi;
- ADC\_PIN: Номер піна, до якого підключений датчик вологості;
- RELAY\_PIN: Номер піна, до якого підключено реле насоса;
- lcd: Об'єкт класу LiquidCrystal\_I2C для керування LCD-дисплеєм;
- timer: Об'єкт класу BlynkTimer його потрібно для оновлення даних про рівень вологості;

- value: Змінна для зберігання значення ADC;
- moisture: Змінна для зберігання рівня вологості у відсотках.

Схема підключення виглядає наступним чином;

- Підключіть датчик вологості до аналогового входу ADC\_PIN;
- Підключіть реле насоса до цифрового виходу RELAY\_PIN;
- Підключіть LCD-дисплей до I2C-шини;
- Завантажте код на плату Arduino ESP32;
- Підключіть плату ESP32 до вашої мережі Wi-Fi;
- Відкрийте додаток Blynk на вашому смартфоні;
- Створіть новий проект, використовуючи шаблон "Plnaty Water Pump";
- Введіть токен автентифікації Blynk;
- Виберіть плату Arduino ESP32;
- Налаштуйте параметри віртуальних датчиків V0 та V1;
- Запустіть проєкт.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

### 3 ВИГОТОВЛЕННЯ МАКЕТУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОЛИВУ РОСЛИН В ПРИМІЩЕННІ

#### 3.1 Макетна модель системи поливу

Макетна модель системи відображає структуру майбутньої системи та її функціонування для кращого уявлення загальної концепції. Особливо це стосується:

- Зображення зв'язків між частинами системи як апаратної, так і хмарної, які взаємодіють через мережу Інтернет;
- Відображення взаємодії між складовими: передача та збереження даних;
- Визначення компонентів, що відповідають за зберігання та відображення отриманих даних;
- У фізичній частині системи, мікроконтролер приймає та обробляє дані з датчика вологості ґрунту;
- Оброблені дані завантажуються до хмарного сервісу, де вони одразу відображаються візуально на інформаційній панелі.

Модель системи відображає загальний принцип роботи системи автоматизованого поливу рослин, що інтегрується в Blynk для зручного керування та моніторингу через мобільний пристрій та застосунок. Зображення модель системи відображено на рисунку 3.1.

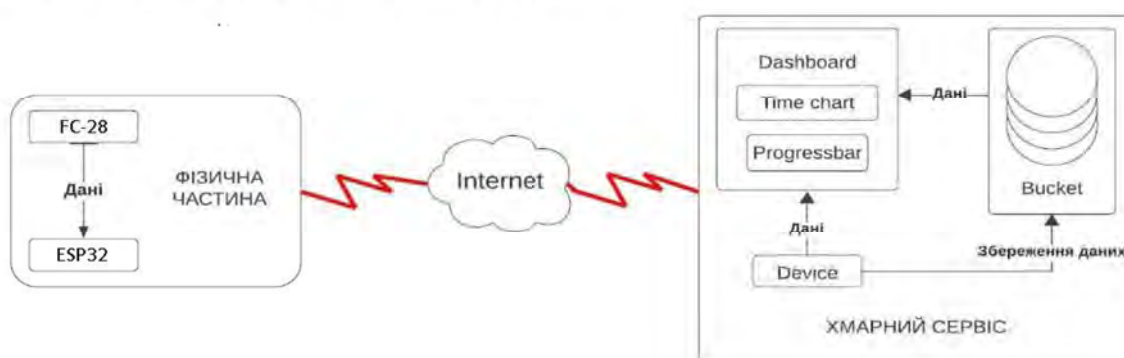


Рисунок 3.1 – Модель системи

Також дуже важливою схемою є візуальна схема системи вона показує як реалізується з'єднання всіх компонентів автоматизованої системи поливу, але для кращого розуміння того, як реалізуються з'єднання апаратної частини роботи її було спроектовано. Зображення візуальної схеми системи відображено на рисунку 3.2.

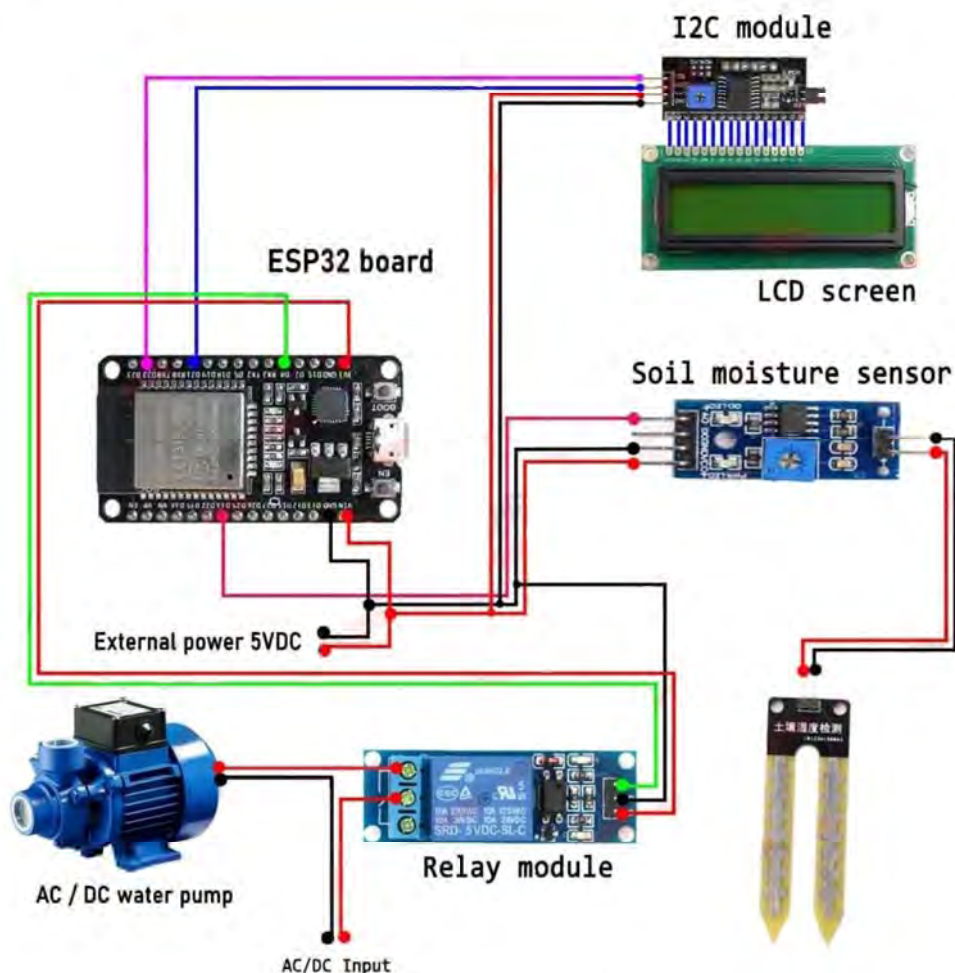


Рисунок 3.2 – Візуальна схема системи

Розроблена візуальна схема системи автоматизованого поливу рослин є ключовим етапом кваліфікаційної роботи. Її створення дозволяє відобразити всі компоненти системи, їх взаємодію та функціональні можливості. Ця схема стала важливим інструментом для розуміння принципу роботи системи як цілісного блоку, а також відокремлених компонентів. Вона послужить основою для подальшого відлагодження системи, а також відображає глибоке розуміння усіх необхідних підключених елементів для досягнення успішного функціонування системи автоматизованого поливу рослин.

Перед створенням програмного забезпечення для кваліфікаційної роботи було проведено аналіз вимог до системи, що визначило ключову роль алгоритму роботи. Цей аналіз дозволяє виокремити основні вимоги:

- Запуск мікроконтролера та підключення до мережі Wi-Fi;
- Підключення до серверів Blynk.io;
- Опускання датчика вологості ґрунту у воду і зчитування даних з датчика;
- Виведення даних на сервер Blynk.io;
- Натискання на кнопку поливу;
- Відправлення сигналу до реле та насоса для запуску поливу;
- Система оновлює інформацію про статус поливу (увімкнено або вимкнено) в мобільному додатку Blynk для відображення користувачу;
- Оновлення даних про вологість ґрунту;
- Після завершення циклу поливу система повертається до початкового кроку, знову зчитуючі дані від сенсорів і очікуючи необхідності наступного поливу.

Загалом, проєктування є ключовим етапом у процесі роботи над роботами у різних сферах. Його важливість полягає у можливості глибокого теоретичного вивчення майбутньої кваліфікаційної роботи та в суттєвому зниженні ризику помилок – як у фізичній роботі обладнання, так і в програмній частині – до створення першого прототипу.

### 3.2 Демонстрація функцій системи

Розробка системи вимагає відповідального підходу через три основні складові: Апаратна частина - об'єднання всіх фізичних компонентів системи. Програмна частина - написання програмного коду відповідно до розробленого алгоритму та його завантаження на плату мікроконтролера. Хмарна частина - Забезпечення зв'язку пристрою з хмарним сервісом для передачі даних для подальшого збереження, візуального представлення та аналізу. Детальний опис

роботи над кожним з цих пунктів буде представлений у наступних розділах. Зображення схеми монтажу елементів системи відображено на рисунку 3.3.

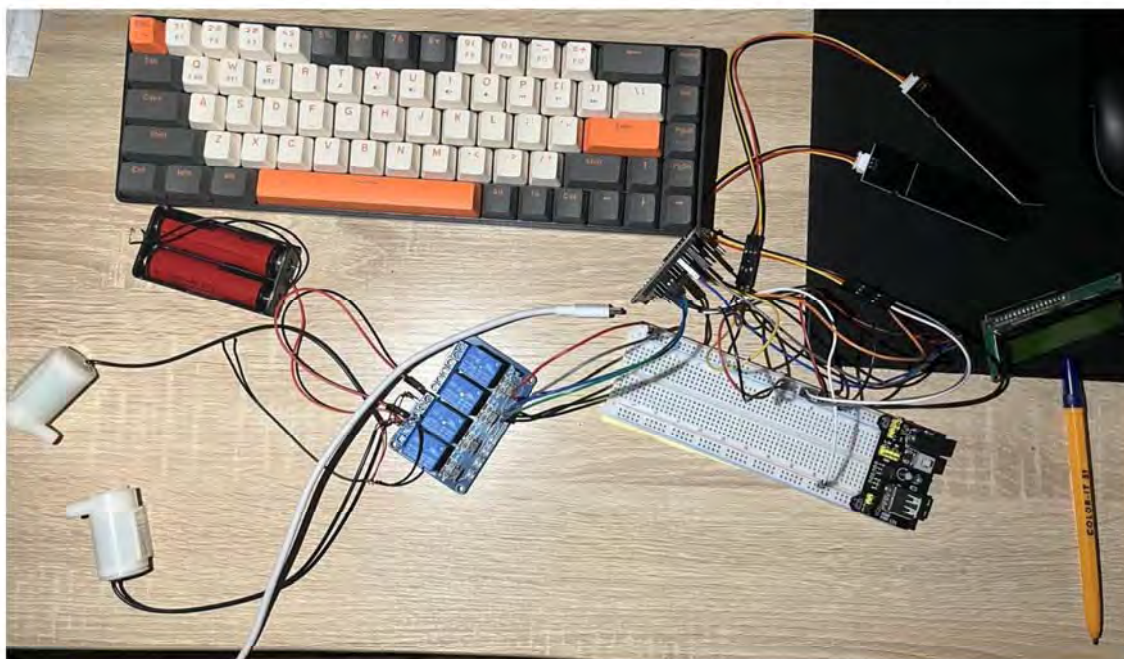


Рисунок 3.3 – Схема монтажу елементів системи

З використанням матеріалів, що стосуються апаратної частини кваліфікаційної роботи, монтаж елементів системи виявляється досить простим процесом.

Головна частина втілення кваліфікаційної роботи - це програмний код, який є алгоритмом роботи всієї системи. Як і з апаратною частиною, він був розроблений відповідно до вимог, зазначених у попередньому розділі.

Програмний код був написаний у середовищі Arduino IDE і вивантажений на плату мікроконтролера ESP32 через це ж середовище.

Коротко підсумовуючи алгоритм роботи системи загалом, можна виділити наступні кроки:

Для підключення необхідних бібліотек до ESP32 було використано середовище Arduino IDE, а для підключення плати до хмарного середовища було використано програму Blynk.io.

- Підключення мікроконтролера до мережі інтернету;
- Збереження даних про вологість ґрунту;
- Отримання даних з плати на дисплей (LCD1602);

- Вивантаження готових даних до хмарного середовища.

Програмний код відповідає всім вимогам, сформульованим на етапі аналізу вимог.

### 3.3 Тестування програмного засобу

Тестування програмного засобу - це процес, під час якого перевіряється виконання певних умов внаслідок конкретних дій користувача.

Процедура тестування автоматизованої системи поливу рослин включає наступні кроки:

- Аналіз роботи системи для кращого розуміння того, де і за яких умов можуть виникати помилки. Цей етап можна вважати успішно пройденим, враховуючи аналіз вимог і проєктування кваліфікаційної роботи, проведених в попередніх розділах;

- Створення текстових сценаріїв тестування;
- Проведення тестування на підставі створених перевірок аналіз результатів та порівняння їх з очікуваними.

Проведено перевірку відповідності отриманих та відображених даних:

- Підключення датчика вологості ґрунту до мікроконтролера;
- Запуск мікроконтролера з програмним кодом;
- Відкриття веб-інтерфейсу Blynk.io;
- Порівняння значень вологості на веб-інтерфейсі з фактичною вологістю;
- Значення вологості на веб-інтерфейсі мають співпадати з фактичною вологістю.

Проведено перевірку безпечного зберігання даних про вологість:

- Перехід до меню "Web dashboard" в сервісі Blynk.io;
- Спроба отримати дані з таблиці за допомогою API;
- Неможливість отримання даних;

Проведено перевірку доступу до даних через REST API:

- Перехід до вкладки "API" робочого девайсу в Blynk.io;
- Використання скрипту для отримання інформації про денну вологість ґрунту;

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Успішне отримання даних.

В результаті виконання описаних вище тест-кейсів було отримано наступні результати:

- Проведено перевірку даних які відображаються на інформаційній панелі, збігаються з фактичними даними, отриманими від датчика. Це підтверджує правильність функціонування системи;
- Виявлено, що дані, збережені у хмарному сервісі, захищені. Неможливість отримання даних без використання Rest API та спеціального токена підтверджує безпеку зберігання в Blynk.io;
- Для перевірки третього тест-кейсу був написаний скрипт на Arduino IDE.

Тести пройшли успішно, а система виявилася функціональною та захищеною, що є дуже важливим.

Оглянувши проведені тести та завдання, можна виділити основні переваги та недоліки системи.

#### Переваги:

- Ефективність в збереженні часу: Автоматизована система поливу значно зменшує необхідність ручного поливу, дозволяючи сконцентруватися на інших аспектах догляду за садом або городом;
- Оптимізація використання води: Зазвичай такі системи здатні точно дозувати воду відповідно до потреб рослин, уникнувши перенасичення або недостатку підливу, що дозволяє зберегти водні ресурси;
- Автоматизація процесу: Забезпечує постійний та регулярний полив, навіть якщо ви відсутні або зайняті іншими справами;
- Підвищення врожайності: Достатній і регулярний полив сприяє кращому росту рослин і може позитивно позначитися на їхній врожайності.

#### Недоліки:

- Вартість встановлення: Початкова вартість купівлі та встановлення системи автоматизованого поливу може бути високою, але все залежить від обсягу та складності системи;
- Потреба у технічному обслуговуванні: Системи автоматизованого

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

поливу потребують певного рівня обслуговування, такого як періодична перевірка на прокладеність трубопроводів, ремонт системи, якщо вона вийшла з ладу тощо;

- Можливі проблеми з налаштуванням: Налаштування системи відповідно до потреб різних рослин може бути складним завданням. Неправильне налаштування може призвести до недостатнього чи зайвого поливу;

- Залежність від електроенергії: Більшість систем автоматизованого поливу працюють на електроенергії, тому вони можуть вимагати додаткового джерела живлення або можуть бути вразливими до перебоїв у живленні.

Виявлення можливості сповіщення користувача про обсяг спожитої води важливо для функціонування системи. Безкоштовний план в Blynk.io не має функції налаштування сповіщень. Однак, для реалізації цієї функції можна використати дані, отримані через Rest API, що описувалося раніше. На їх основі можна написати скрипт, який надсилатиме користувачеві повідомлення в зручний для нього спосіб – може бути електронна пошта або повідомлення в месенджері через бота.

У цьому розділі проведено детальний аналіз можливих проблем у роботі системи. Складання тест-кейсів та перевірка системи на їх основі дозволили закріпити знання, отримані під час створення системи автоматизованого поливу рослин в приміщенні.

Також, виокремлено основні переваги та недоліки системи, запропоновано можливі шляхи вирішення проблем та вдосконалення системи в майбутньому. Система має потенціал для розвитку, зокрема у плані реалізації функції сповіщення користувача та вдосконалення точності вимірювань, що може зробити її більш корисною та ефективною.

Забезпечення зв'язку системи з хмарним сервісом Blynk.IO

Blynk.io – це платформа для розробки IoT (Internet of Things), яка дозволяє створювати зручні мобільні додатки для керування різними пристроями та збору даних з них.

Основні компоненти Blynk:

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- Blynk надає зручний інтерфейс через мобільний додаток де ви можете створювати власні інтерфейси для керування вашими пристроями;
- Blynk пропонує хмарні сервіси для зберігання даних та управління пристроями;
- Blynk має готові шаблони проєктів, що дозволяють швидко створювати базові програми для контролю пристроїв;
- Blynk надає бібліотеки для популярних платформ, таких як Arduino, Raspberry Pi, ESP32 та інших;
- Blynk підтримує різноманітні пристрої, що дозволяє створювати складні системи з використанням різних датчиків та контролерів;
- В Blynk є можливість налаштування власного сервера Blynk для більшої гнучкості та контролю над вашими роботами.

Нижче продемонстровано, що потрібно для того, щоб почати користуватися Blynk і як почати створювати свої власні роботи. Щоб мікроконтролер мав можливість відправляти дані на сервер потрібно було створити новий девайс шляхом натискання кнопки «New device» в розділі «Devices» і дати йому назву. Зображення створення девайсу в Blynk.io відображено на рисунку 3.4. Код програмного засобу приведено в додатку А.

Рисунок 3.4 – Створення девайсу

З наявним девайсом з'являється можливість створення веб панелі управління всередині сховища. Створення такого сховища виконується в меню My templates шляхом натискання Developer Zone. Зображення вибору шаблону кваліфікаційної роботи відображено на рисунку 3.5.

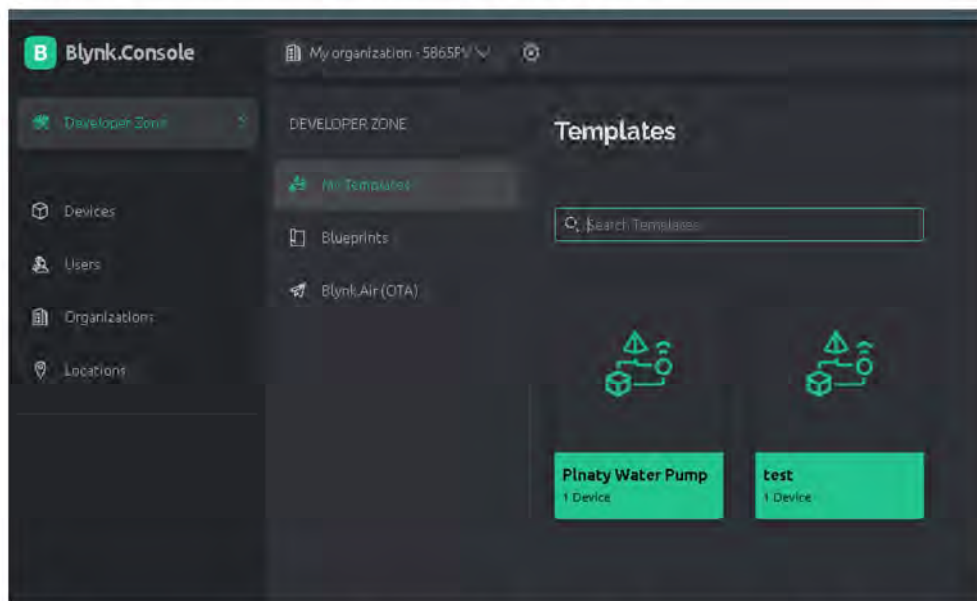


Рисунок 3.5 – Вибір шаблону кваліфікаційної роботи

Потрібно створити та налаштувати новий «Web Dashboard», який міститиме віджети для візуального відображення даних.

Для прототипу системи було створено два основних віджета.

Soll moisture value - для відображення вологості ґрунту. Зображення основних налаштування Soll moisture value відображено на рисунку 3.6.

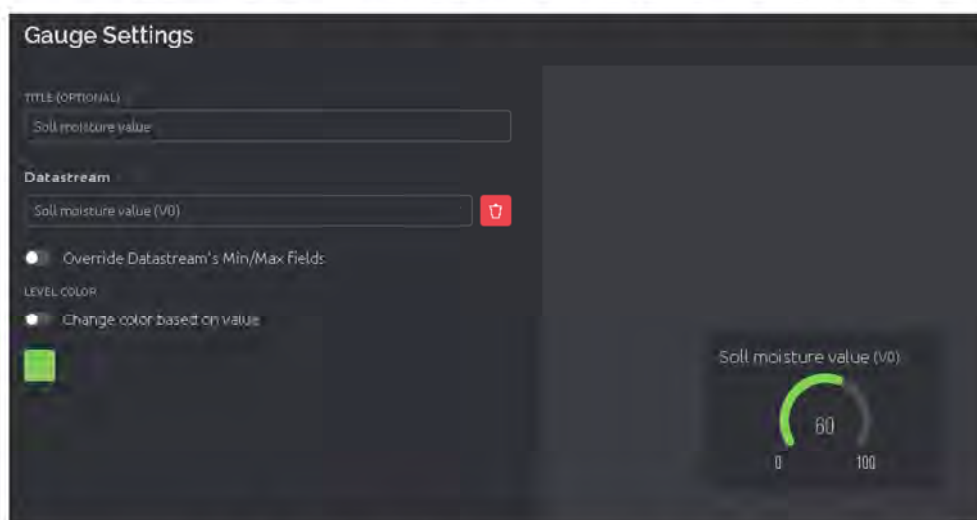


Рисунок 3.6 – Основні налаштування Soll moisture value

Нижче наведено віджет який дозволяє управляти ввімкненням та вимкненням напору насоса. Зображення основних налаштування Water pump відображено на рисунку 3.7.

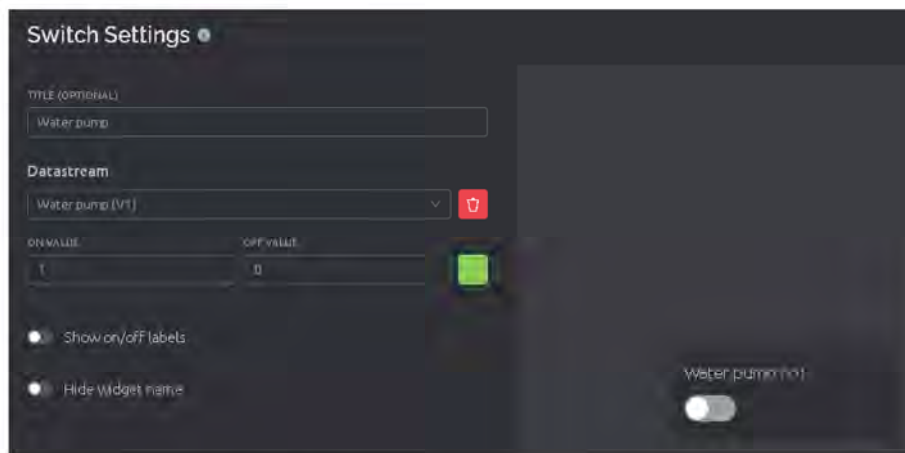


Рисунок 3.7 – Основні налаштування Water pump

В результаті додавання віджетів на Web dashboard було створено панель управлінням пристрою. Зображення веб панелі управління відображено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Веб панель управління

У цьому підрозділі було ретельно описано наступні процеси:

– Підключення мікроконтролера до хмарного сервісу «Blynk.io» через мережу Інтернету;

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Створення та налаштування веб-панелі управління для відображення отриманих даних і створення графіків на їх основі;

– У результаті дослідження цього сервісу стало зрозуміло, що він ідеально підходить для освоєння основ розробки систем. Він надає безкоштовні сервіси, що досить добре для простих робіт.

У цьому розділі було детально описано процес реалізації системи за обраним завданням, фокусуючись на трьох основних аспектах:

- Монтаж елементів системи;
- Програмна реалізація алгоритму роботи системи;
- З'єднання пристрою з хмарним сервісом на прикладі Blynk.io.

## 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 4.1 Аналіз ринку

Автоматизована система поливу рослин є комплексом технічних та програмних засобів, які забезпечують ефективний та автоматизований процес поливу рослин. Ця система включає в себе можливість моніторингу вологості ґрунту, автоматичне керування насосами та трубками для поливу, а також інтегроване програмне забезпечення для керування цим процесом.

Система була розроблена та спроектована з метою оптимізації процесу поливу рослин, забезпечуючи автоматизацію та точність. Сучасні технології автоматизації дозволяють значно покращити ефективність використання водних ресурсів, проте комерційні рішення часто є дорогими. Впровадження власної автоматизованої системи поливу рослин є економічно вигідним та обґрунтованим кроком.

Вода є критичним ресурсом для сільського господарства та декоративного озеленення. Без належного управління поливом рослини не можуть отримувати необхідну кількість вологи для свого розвитку.

Кожна розроблена система, будь то реальний чи віртуальний продукт, потребує постійного нагляду та оновлення. Це ж стосується і автоматизованих систем поливу. Якщо не здійснювати регулярний контроль та не впроваджувати нові оновлення, це може призвести до зниження ефективності системи та погіршення умов для рослин.

### 4.2 Розрахунок витрат на розробку проекту

Розробка та впровадження кваліфікацій автоматизованої системи поливу рослин є складним завданням, яке вимагає врахування всіх економічних аспектів. Проведення дослідження попиту, обсягу, динамічного розвитку ринку та наявності потреби в такій системі підтвердило важливість реалізації цієї кваліфікаційної роботи. Динамічне зростання ринку, вільна торгівля в цьому

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сегменті та наявність користувачів є ключовими критеріями для підготовки розрахунків витрат на проектування кваліфікаційної роботи.

Розрахунок витрат, які будуть необхідні для виконання цієї кваліфікаційної роботи, наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати на елементну базу для реалізації кваліфікаційної роботи

№	Компоненти	Кількість	Сума, грн
1	Мікроконтролер ESP 32	1	390
2	Датчик вологості Moisture Sensor v1.2	2	60
3	Погружний міні насос (помпа)	2	120
4	Релейний модуль	1	110
5	LCD1602 (екран)	1	160
6	Батарейний відсік на 4 батарейки	1	50

Заробітна плата робітникам нараховується після податків на доходи фізичних осіб, військових зборів та єдиний внесок. Нижче наведено формули при яких розраховується заробітна плата.

– Рахуємо податок на доходи фізичних осіб:  $10000 * 18\%$  (ставка податку на доходи фізичних осіб) = 1800 грн.

– Рахуємо військовий збір:  $10000 * 1,5\%$  (ставка військового збору) = 150 грн.

– Рахуємо єдиний внесок:  $10000 * 22\%$  (ставка ЄСВ) = 2200 грн.

Утримання – 1950 грн. (1800 грн. + 150 грн.) До виплати працівникові – 8050 грн. (10000 грн. – 1800 грн. – 150 грн.)

Інформація з зарплатнею працівникам наведено в таблиці 4.2.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 4.2 – Розрахунок заробітної плати

№	Посада	Оклад	Податок на доходи фізичних осіб	Податок на військовий збір	Кількість		Отрима на з/п
п/п	виконавця	грн/міс	грн/міс	грн/міс	Чол.	Місяців	з/п, грн
1	Програміст - Senior	17000	3060	255	1	1	13685
2	Програміст - Middle	15000	2700	225	1	1	12075
3	Програміст - Junior	13500	2430	202.5	1	1	10867.5
4	Тестувальник	12500	2250	187.5	1	1	10062.5

В процесі розробки та впровадження автоматизованої системи поливу рослин виникають різноманітні витрати, пов'язані з придбанням обладнання, розробкою програмного забезпечення, заробітна плата працівникам та налаштуванням системи.

Підсумовуючи всі зазначені витрати, загальна вартість створення та впровадження автоматизованої системи поливу рослин становить 14770 грн.

Такий розрахунок витрат дозволяє чітко оцінити фінансові ресурси, необхідні для успішного виконання кваліфікаційної роботи, та забезпечити ефективне планування бюджету.

#### 4.3 Обґрунтування необхідності та розробки

У сучасному світі розвиток інформаційних технологій відбувається дуже швидкими темпами, і з цим зростає потреба в автоматизованих системах управління різними процесами, зокрема системами поливу рослин. Автоматизовані системи поливу забезпечують ефективне та раціональне використання водних ресурсів, що є особливо важливим у сучасних умовах.

Мета створення цієї кваліфікаційної роботи – розробка автоматизованої системи поливу рослин, яка забезпечить оптимальний режим розвитку та значно спростить процес догляду за рослинами. Система складається з комплексу технічних і програмних засобів, які включають датчики вологості ґрунту, мікроконтролери, насоси для подачі води. Особливістю цієї системи є її простота у використанні та висока ефективність, що дозволяє користуватися нею навіть тим, хто не має спеціальних технічних знань.

Автоматизація процесу поливу є одним з найефективніших методів оптимізації використання водних ресурсів. Вода є специфічним ресурсом, і без належного управління її використанням сучасне сільське господарство та озеленення не можуть існувати. Забезпечення оптимального поливу рослин є критично важливим, оскільки недолік або надлишок води може призвести до погіршення стану рослин або їх загибелі.

Для того, щоб автоматизована система поливу рослин була конкурентоспроможною на ринку, вона повинна бути надійною, ефективною та простою у використанні. Це дозволить залучити більше користувачів, що в свою чергу забезпечує стабільний дохід та можливість подальшого розвитку і вдосконалення системи.

При правильній постановці завдання та ретельному підході до розробки автоматизована система поливу рослин матиме значний попит, забезпечуючи високий рівень захисту рослин та ефективне використання водних ресурсів.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було проаналізовано предметну область та поставлено завдання, а саме створення автоматизованої системи поливу рослин у приміщенні та розробка програмного забезпечення для забезпечення роботи цієї системи. При постановці завдання було визначено функціональні вимоги до програмного та апаратного забезпечення.

Було розглянуто різні аспекти автоматизованих систем поливу, включаючи необхідні технічні компоненти та програмне забезпечення. Описано принципи роботи датчиків вологості ґрунту та мікроконтролерів, які використовуються для збору даних та керування поливом. Також було досліджено методи оптимізації використання води для забезпечення ефективного поливу рослин.

Проведено розробку та тестування програмного забезпечення для керування системою поливу. Виконано проектування інтерфейсу користувача, розроблено основні функції програми та проведено тестування для перевірки її працездатності та коректності роботи. Проведено випробування системи в умовах реальної експлуатації для оцінки її ефективності та надійності.

Виконано техніко-економічне обґрунтування проекту, де було проведено аналіз ринку автоматизованих систем поливу та способів реалізації розробленої системи. Проведено розрахунок витрат на проектування та впровадження системи, а також обґрунтовано необхідність розробки даного проекту з економічної точки зору.

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що такс ESP32 і як з ним працювати. веб-сайт. URL:  
<https://itmaster.biz.ua/electronics/esp32/esp32-arduino.html> (дата звернення 10.05.2024)
2. Автоматичний полив ділянки і які є методи поливання. веб-сайт. URL:  
<https://greencrona.com.ua/posluhy/avtomatychnyi-polyv-dilianyky> (дата звернення 11.05.2024)
3. Соломаха І. В. Сучасні тенденції розвитку систем автоматизованого поливу рослин. Теорія і практика стратегічного управління розвитком галузевих і регіональних суспільних систем: Матер. VI Міжн. наук.-практ. конф., Івано-Франківськ, 11-13 жовтня 2017 р. Івано-Франківськ, 2017. С. 301-303.
4. Програмування C++ для початківців. веб-сайт. URL:  
<https://purecodecpp.com/uk/> (дата звернення : 13.05.2024)
5. . Пастухов В. І., Ящук Д. А. Проектування системи краплинного зрошення для вирощування сільськогосподарських культур. Навч. посіб. до виконання курсового проекту. Харків: ХНТУСГ, 2013. 25 с.
6. Технічні характеристики аналогового датчика вологості ґрунту. веб-сайт. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchikvlazhnosti-pochvy-arduino/> (дата звернення 28.05.2024)
7. Модуль живлення для макетної плати. веб-сайт. URL:  
[https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/5m47Rpa8\\_MB102-PS.pdf](https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/5m47Rpa8_MB102-PS.pdf) (дата звернення 30.05.2024)

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Лістинг програмного засобу

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL4e4spAoNX"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Plnaty Water Pump1"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "Zr-5vjNlXzb1lM4WD4xn-746A9MnuFp-"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h> //Blynk by Volodymyr Shymanskyy

#define ADC_PIN1 32
#define ADC_PIN2 33
#define RELAY_PIN1 16
#define RELAY_PIN2 17

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

//Введіть назву WIFI та пароль
char ssid[] = "Redmi Note 10 Pro";
char pass[] = "Slavik1337228!";

BlynkTimer timer; // Creating a timer object

// ініціалізація пінів та lcd дисплею
void setup() {

    Serial.begin(115200); //дебагер
```

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

```

Serial.println("Serial INIT");//перевірка підключення esp32
lcd.init();
lcd.backlight();

pinMode(ADC_PIN1, ANALOG);//
pinMode(RELAY_PIN1, OUTPUT);//
pinMode(ADC_PIN2, ANALOG);//
pinMode(RELAY_PIN2, OUTPUT);//

Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);//
timer.setInterval(1000L, myTimerEvent); //щосекунди буде оновляти
дачик
lcd.setCursor(1, 0);
lcd.print("System Loading");
lcd.clear();
}

//опрацювання натиску кнопки на сервері
BLYNK_WRITE(V1)
{
    int RelayStatel = param.asInt();
    Serial.printf("BLYNK_WRITE BEGIN\r\n");
    Serial.printf("RelayState: %02d\r\n", RelayStatel);

    if(RelayStatel == 1) //перевіряємо якщо наша кнопка має 1, то воно
ввімкнуте
    {
        digitalWrite(RELAY_PIN1, HIGH);    //моторчик ввімкнений
    }
    else
    {
        digitalWrite(RELAY_PIN1, LOW); //моторчик вимкнений
    }
}

```

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

```

    }

    Serial.printf("BLYNK_WRITE END\r\n");
}

BLYNK_WRITE(V4)
{
    int RelayState2 = param.asInt();
    Serial.printf("BLYNK_WRITE BEGIN\r\n");
    Serial.printf("RelayState: %02d\r\n", RelayState2);

    if(RelayState2 == 1) //перевіряємо якщо наша кнопка має 1, то воно
    ввімкнуте
    {
        digitalWrite(RELAY_PIN2, HIGH);    //моторчик ввімкнений
    }
    else
    {
        digitalWrite(RELAY_PIN2, LOW); //моторчик вимкнений
    }
    Serial.printf("BLYNK_WRITE END\r\n");
}

//функція яка викликається щосекунди
void myTimerEvent()
{
    int value1 = analogRead(ADC_PIN1); //вчитуємо дані з ADC(з
    аналого-цифрового перетворювача)
    int value2 = analogRead(ADC_PIN2); //вчитуємо дані з ADC(з
    аналого-цифрового перетворювача)
    Serial.println(value1);
    // Serial.println(value2);
    value1 = map(value1, 2000, 4095, 0, 100);
    value2 = map(value2, 2000, 4095, 0, 100);
}

```

					КР.КІ 24.027.11.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

```

    value1 = (value1 - 100) * -1;
    value2 = (value2 - 100) * -1;

    Blynk.virtualWrite(V0, value1); // дані вчитані з дачика вологості
    відправляються на сервер

    Blynk.virtualWrite(V2, value2); // дані вчитані з дачика вологості
    відправляються на сервер

    //перевірка чи не перетнули більше 100%
    if(value1 >= 100)
    {
        value1 = 100;
    }

    if(value2 >= 100)
    {
        value2 = 100;
    }

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.printf("Moisture1: %03d", value1); //виведення на lcd дисплей
дані вологості

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.printf("Moisture2: %03d", value2); //виведення на lcd дисплей
дані вологості
}

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

```