

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
«____» _____ 2024р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»
на тему:
«Система контролю мікрокліматом теплиці»

Студент групи КІ-41	Максим САРАБ	_____ (підпис)
Керівник роботи	Василь КУЗИК	_____ (підпис)
Консультанти:		
з техніко-економічного обґрунтування	Любов МЕЛЕНЧУК	_____ (підпис)
Нормоконтролер	Надія ГАВРИШКІВ	_____ (підпис)

Тернопіль – 2024

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач відділенням
комп'ютерних технологій

Наталія СТЕФУРАК / _____ /

підпис

«___» _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «фаховий молодший бакалавр»
студенту Сарабу Максиму Володимировичу

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

1. Тема роботи «Система контролю мікрокліматом теплиці»

затверджено наказом по коледжу

від «___» _____ 202_ р., №___

2. Термін здачі студентом завершеної роботи «___» _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Перелік питань, які повинні бути розроблені в роботі:

а) основна частина _____

б) техніко-економічне обґрунтування _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти роботи _____

Розділ	Консультанти	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання прийнято
3 Техніко-економічного обґрунтування	Меленчук Л.І.		
	(вчена ступінь, звання		
	П.І.П. консультанта)		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

виконання кваліфікаційної роботи

№ п/п	Найменування етапу	Терміни	
		початку	завершення
1	Аналіз вимог та дослідження.	24.11.2023	29.11.2023
2	Розробка концептуальної схеми.	30.11.2023	07.12.2023
3	Вибір компонентів системи.	08.12.2023	15.12.2023
4	Закупівля необхідних компонентів.	16.12.2023	23.12.2023
5	Розробка механічної структури.	24.12.2023	30.01.2024
6	Розробка електричної схеми системи.	04.02.2024	11.02.2024
7	Розробка програмного забезпечення.	12.02.2024	19.02.2024
8	Збирання прототипу системи.	20.03.2024	27.03.2024
9	Тестування прототипу.	28.03.2024	04.04.2024
10	Виправлення помилок та оптимізація.	05.04.2024	12.04.2024
11	Фінальне тестування системи.	13.04.2024	20.05.2024
12	Документування результатів.	21.05.2024	30.05.2024
13	Підготовка презентації.	01.06.2024	08.06.2024
14	Захист кваліфікаційної роботи.	28.06.2024	28.06.2024

Дата видачі “27” листопада 2023 р. Керівник _____ / Василь КУЗИК

Завдання прийняв до виконання _____ / Максим САРАБ

Реферат

Кваліфікаційна робота. Система контролю мікрокліматом теплиці.

61 сторінки, 28 рисунків, 1 додаток, 9 джерел.

Об'єкт розробки – система контролю мікроклімату теплиці.

Метою роботи є створення автоматизованої системи контролю та підтримки оптимальних умов для вирощування рослин у теплиці, що дозволить підвищити ефективність вирощування та зменшити витрати ресурсів.

Систему було реалізовано таким чином, щоб вона автоматично контролювала температуру та вологість ґрунту, а також управляла кулером для охолодження та насосом для підкачки води в залежності від зчитаних показників датчиків. Важливою складовою системи є її здатність передавати дані на платформу Blynk для моніторингу та віддаленого керування.

Найважливішими аспектами роботи системи є автоматичний контроль та регулювання мікроклімату в теплиці на основі даних з датчиків, зручний моніторинг та керування системою через мобільний додаток на платформі Blynk, надійність та точність роботи всіх компонентів системи, включаючи мікроконтролер, датчики, кулер та насос, а також енергоефективність системи, що дозволяє знизити витрати на експлуатацію теплиці.

В процесі роботи були проведені такі етапи як вибір та обґрунтування використання основних компонентів системи, розробка електричної схеми системи, що включає підключення всіх компонентів, програмування мікроконтролера для зчитування даних з датчиків, обробки цих даних та керування кулером і насосом, тестування системи на коректність роботи та відповідність поставленим цілям роботи, а також інтеграція системи з платформою для забезпечення можливості віддаленого моніторингу та керування.

Abstract

Qualification work Greenhouse microclimate control system.

GC, 2024. Pages 61, figures 28, appendices 1, source 9.

The object of development is a greenhouse microclimate control system.

The aim of the project is to create an automated system for monitoring and maintaining optimal conditions for growing plants in a greenhouse, which will increase the efficiency of cultivation and reduce resource consumption.

The system needs to be implemented in such a way that it automatically monitors the temperature and humidity of the soil, as well as controls the cooler for cooling and the pump for water pumping, depending on the readings of the sensors. An important component of the system is its ability to transmit data to the Blynk platform for monitoring and remote control.

The most important aspects of the system are automatic control and regulation of the microclimate in the greenhouse based on sensor data, convenient monitoring and control of the system through a mobile application on the Blynk platform, reliability and accuracy of all system components, including the microcontroller, sensors, cooler, and pump, as well as energy efficiency of the system, which reduces the cost of operating the greenhouse.

The project included the selection and justification of the main components of the system, the development of the system's electrical circuit, including the connection of all components.

ЗМІСТ

Скорочення і умовні позначки	7
Вступ	8
1 Аналіз існуючих рішень та постановка завдання	9
1.1 Аналіз предметної області	9
1.2 Аналіз існуючих рішень	9
1.3 Постановка завдання	19
2 Проєктування системи	20
2.1 Аналіз компонентів	20
2.2 Принцип роботи системи	25
3 Розробка системи	27
3.1 Вибір засобів розробки	27
3.2 Розробка механічної структури системи	37
3.3 Розробка електричної схеми системи	44
3.4 Розробка програмного забезпечення	48
3.5 Тестування роботи системи	51
4 Техніко економічне обґрунтування	53
4.1 Аналіз ринку	53
4.2 Розрахунок витрат на проєктування	55
4.3 Обґрунтування необхідності розробки	57
Висновки	58
Перелік джерел посилання	59
Додатки	60

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сараб М.В.			Система контролю мікрокліматом теплиці	Літ.	Арк.
Перевір.		Кузик В.М.					5
Реценз.		Посвятовська О.Б.				Акрушів	
Н. Контр.		Гавришків Н.Г.				61	
Зав. відділ.		Стефурак Н.А.				ГФК. ВКТ. КІ-41	

СКОРОЧЕННЯ І УМОВНІ ПОЗНАКИ

IDE - Integrated Drive Electronics

IOT - Internet of Things

BTU - Британська теплова одиниця

дБ- Децибели

Вт- Вати

RPM – Частота обертів на хвилину

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сьогоднішній світ стикається з безпрецедентними викликами в галузі сільського господарства, де технології стають ключовим фактором для досягнення високої ефективності та стійкості у вирощуванні рослин. Одним із таких інноваційних підходів є впровадження систем контролю мікроклімату у теплицях.

Теплиці відіграють критичну роль у забезпеченні стабільного вирощування рослин протягом усього року, незалежно від сезону чи кліматичних умов. Однак, управління мікрокліматом у теплиці може бути складним завданням, особливо у вимогливих умовах, де температура, вологість та освітлення мають значний вплив на здоров'я та розвиток рослин.

Ця робота присвячена розробці та впровадженню системи контролю мікроклімату в теплиці, яка має на меті оптимізувати умови вирощування рослин шляхом автоматизованого контролю та регулювання температури, вологості та освітлення. Розроблена система дозволить забезпечити оптимальне середовище для росту та розвитку рослин, що в свою чергу призведе до підвищення врожайності та якості продукції.

У рамках цієї кваліфікаційної роботи буде проведено аналіз сучасних методів та технологій управління мікрокліматом, розроблена та реалізована система контролю, проведено експериментальні дослідження її ефективності та надійності, а також розглянуто можливості подальшого розвитку та вдосконалення системи.

В результаті цієї роботи очікується створення системи, яка забезпечить оптимальні умови для росту рослин у теплиці, сприяючи підвищенню продуктивності сільського господарства та збереженню ресурсів.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

У цьому розділі буде проведений аналіз основних аспектів, пов'язаних з системами контролю мікроклімату для теплиць.

Першим кроком буде дослідження існуючих методів та технологій контролю мікроклімату в теплицях. Це охоплює системи автоматизованого контролю температури, вологості, охолодження. Потрібно виявити переваги та недоліки кожного з цих методів.

Далі буде проведено дослідження технологічних інновацій в галузі сільськогосподарського виробництва, зокрема щодо контролю мікроклімату в теплицях.

Останнім кроком, буде проведено аналіз економічного аспекту впровадження систем контролю мікроклімату для теплиць. Це включає в себе оцінку витрат на встановлення та обслуговування таких систем, порівняння збитків від втрат урожаю без контролю мікроклімату з витратами на впровадження систем контролю.

1.2 Аналіз існуючих рішень

Парники та системи контролю мікроклімату відіграють важливу роль у сільському господарстві.

Вони забезпечують продовольчу безпеку, дозволяючи вирощувати овочі, фрукти та інші культури рослинництва протягом усього року, незалежно від сезону та кліматичних умов. Це допомагає знизити залежність від сезонних коливань у вирощуванні та забезпечує стабільне виробництво продуктів харчування.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, теплиці дозволяють збільшити врожайність та якість продуктів. Контроль мікроклімату у теплицях дозволяє оптимізувати умови вирощування, забезпечуючи оптимальні температури, вологість для культурних рослин. Це сприяє зростанню врожаю та отриманню продуктів вищої якості, з меншим впливом на навколишнє середовище.

Застосування теплиць та систем контролю мікроклімату є важливим елементом сталого розвитку та ефективного виробництва сільськогосподарської продукції. Вони дозволяють забезпечити населення стабільним доступом до якісної та свіжої продукції, сприяючи збереженню ресурсів та ефективному використанню землі та водних ресурсів.

При аналізі було розглянуто три компанії, які використовують автоматизовані теплиці.

Перша з них, GreenTech Agro LLC. Ця компанія спеціалізується на розробці та виробництві теплиць систем для сільськогосподарських потреб, що зображено на рисунку 1.1.

Вони використовують різноманітні сучасні технології для забезпечення оптимального мікроклімату в теплицях, включаючи автоматизовані системи контролю температури, вологості та освітлення, використовуючи датчики світла, вологості ґрунту та інші.



Рисунок 1.1 – Теплиця GreenTech Agro LLC

Основою системи є мікроконтролер Raspberry PI, це досить хороше рішення для такої системи, що правда є більш затратним, тому що даний мікроконтролер не є бюджетним.

Компанія використовує систему вентиляції та опалення від «HVAC».

Датчики температури TOPW-1 та TOPWE-1 - це надійні пристрої для вимірювання температури в різних умовах. Вони мають широкий діапазон вимірювання температур, який становить від -50 до 400°C з підключеною головкою та від -50 до 250°C зі з'єднувальними проводами. Датчики оснащені одним або двома сенсорними елементами Pt100 та можуть працювати в режимі RTD або $4 \div 20$ mA.

Датчики мають клас захисту IP54 та можуть працювати в широкому діапазоні температур оточуючого середовища від -40 до 100°C.

Переваги датчиків TOPW-1 та TOPWE-1 полягають у їхній високій точності вимірювання температури, широкому діапазоні робочих умов, стійкості до зовнішніх впливів та можливості вибору різних варіантів підключення та монтажу. Однак, недоліком може бути висока ціна в порівнянні з аналогічними датчиками на ринку.

GreenTech Agro LLC використовує датчики вологості ґрунту Decagon Devices EC-5, що зображено на рисунку 1.2, для контролю вологості ґрунту в їхніх розумних теплицях та системах сільськогосподарського виробництва.

Технічні характеристики датчика EC-5 включають діапазон вимірювання від 0 до 100% вологості ґрунту, точність вимірювання $\pm 3\%$ при вологості до 50% та $\pm 4\%$ при вологості від 50% до 70%, і робочий діапазон температур від -40 до 50°C.

Хорошою стороною датчиків EC-5 є надійність, точність та стабільність у вимірюваннях, а також можливість використання в різних умовах. Однак, недоліком може бути висока ціна в порівнянні з іншими датчиками вологості ґрунту на ринку.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.2 - датчика EC-5

Переваги GreenTech Agro LLC:

- Інноваційні рішення для сільськогосподарського сектору.
- Використання передових технологій у розробці розумних теплиць.

Недоліки GreenTech Agro LLC:

- Висока вартість за впровадження і обслуговування технологій.
- Обмежена доступність продукції для дрібних фермерів та городників.
- Потреба у спеціалізованій експертній підтримці для належного використання продуктів.

Наступна компанія Priva - це провідний світовий постачальник інтелектуальних рішень для тепличного та сільськогосподарського секторів. Заснована в 1959 році у Нідерландах, компанія має більше 60 років досвіду у галузі тепличних технологій та управління кліматом. Вони розробляють інноваційні технології, що допомагають сільськогосподарським підприємствам ефективно керувати та автоматизувати свою продукцію.

Priva включає комплексні рішення для автоматизації тепличних та сільськогосподарських процесів, такі як системи управління кліматом, поливу, моніторингу та управління виробництвом.

Приватна компанія Priva використовує датчики вологості ґрунту Soil Moisture Sensor для своїх систем автоматизованого контролю вирощування рослин.

Діапазон вимірювання: 0 до 100% вологості ґрунту. Роздільна здатність: 0.1% вологості ґрунту. Точність: $\pm 3\%$ вологості ґрунту при вологості до 50%, $\pm 4\%$ при вологості від 50% до 70%. Висока стабільність у вимірюваннях протягом тривалого часу. Вимірювальний діапазон температури: -40 до 50°C . Компактний дизайн для легкого встановлення у ґрунті. Виготовлений з якісних та стійких матеріалів, що дозволяють пристрою працювати в різних умовах.

Пакет послуг Priva Connected — це повний набір рішень, розроблених, щоб допомогти вам досягти повного контролю врожаю — будь-коли та з будь-якого місця.



Рисунок 1.3 - Soil Moisture Sensor

Компанія використовує датчики від Honeywell, Siemens, Schneider Electric.

Переваги Priva:

- Висока ефективність, широкий вибір продуктів.
- Інтегрована система моніторингу та управління.

Недоліки Priva:

- Високі витрати.
- Потреба в професійній настройці та обслуговуванні.
- Обмежена сумісність.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.4 – Контроль доступу Priva теплиці

Настуним у світі автоматизованих теплиць є Hoogendoorn Growth Management.

Hoogendoorn Growth Management - це визнаний світовий лідер у сфері розробки і виробництва автоматизованих систем керування для вирощування рослин яка зображена на рисунку 1.3.

Siemens SIMATIC S7-1200 - це промисловий контролер, який використовується для автоматизації різноманітних процесів у промислових системах. Основні технічні характеристики включають:

- швидкість обробки даних: до 10,000 операцій за мілісекунду.
- Програмна пам'ять може бути розширена до 50 KB, що дозволяє розгортати складні програми для керування процесами.
- Вдований Ethernet порт для зручного з'єднання з іншими пристроями та мережами.
- Контролер підтримує різні модулі введення/виведення, які дозволяють підключати різноманітні сенсори та пристрої.

Продукція Hoogendoorn є високотехнологічною і передовою, вона базується на інноваційних рішеннях в галузі сенсорів, програмного забезпечення та штучного інтелекту як зображено на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Технології Hoogendoorn

Компанія Hoogendoorn виготовляє найкращі на ринку датчики які зображені на рисунку 1.6.

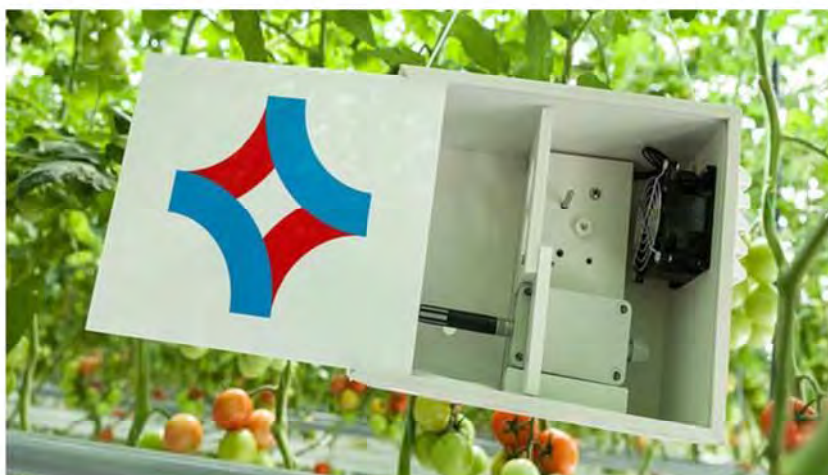


Рисунок 1.6 – Коробка датчиків Hoogendoorn

В компанії є власна система контролю моніторингу мікрокліматом теплиці під назвою “IIVO” яка зображена на рисунку 1.7.

IIVO пропонує інтелектуальні технології для тепличних виробників. Поєднання інтелектуального програмного забезпечення та сучасного обладнання.

Ця унікальна система здатна контролювати, керувати і обслуговувати будь-яку теплицю дозволяючи вирощувати більше, з більш високою якістю, використовуючи при цьому мінімальні ресурси.

Ця система не тільки високоефективна, але й надзвичайно стабільна та результативна, забезпечує максимальні результати.

Завдяки самонавчальним засобам управління та інтегрованої безпеки, ця система, безсумнівно, майбутнє захищеного ґрунту.



Рисунок 1.8 – IIVO

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

IIVO розроблено для того, щоб забезпечити подальше впровадження вирощування на основі аналізу даних.

Поєднання потужних алгоритмів, даних із середовища вирощування як зображено на рисунку 1.9, та фізіології рослин дозволяє отримувати оптимальні рішення для рослин.

Безперервний потік даних, зібраних у процесі вирощування, дозволяє отримувати інформацію про умови у теплиці та здоров'я рослин у реальному часі.

Отримані знання можна використовувати, щоб штучний інтелект і машинне навчання з часом ставали все розумнішими.

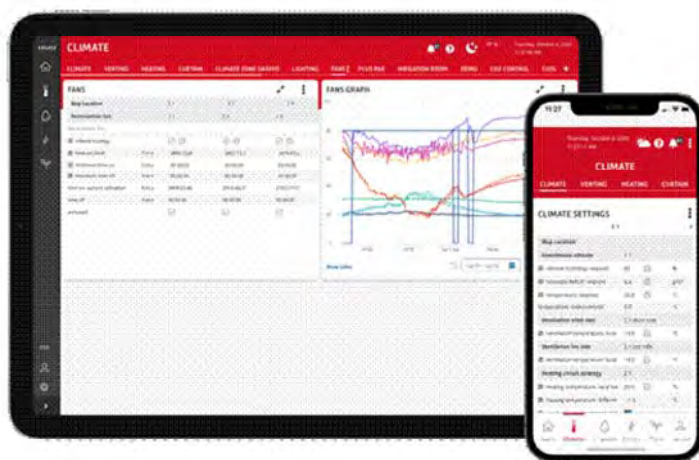


Рисунок 1.9 – Інтерфейс IIVO

Користувач має широкий спектр можливостей у програму IIVO, доступний календар який зображений на рисунку 1.10, за допомогою якого з'являється можливість слідкувати за рослинами більш детально та знати в який день був крайній полив, або ж обрати день збору врожаю.

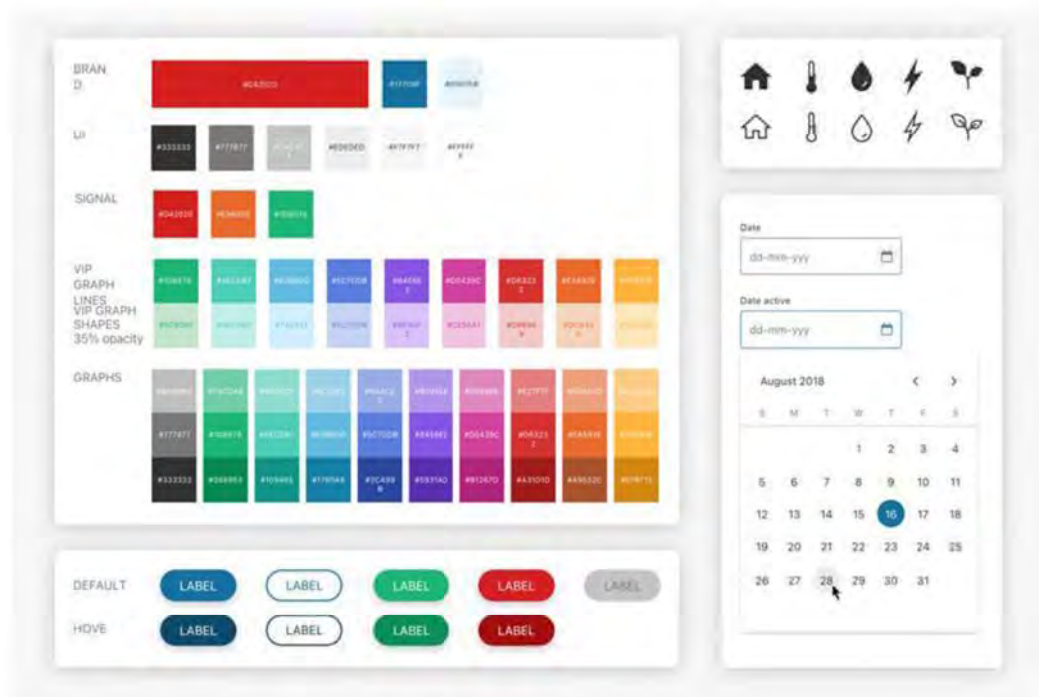


Рисунок 1.10 – Календар IVVO

Підсумовуючи можна виділити переваги:

- в компанії її технології, які забезпечують хорошу якість та надійність.
- Автоматизованість, і програму IVVO, яка на ринку смарт теплиць займає перше місце.

Недоліком є неможливість підключення до малих систем, що робить її обмеженою в кількості користувачів.

1.3 Постановка завдання

Основні функції системи є наступні:

- збір даних про температуру та вологість за допомогою дешевих та легких у встановленні датчиків.
- Передача зібраних даних до центрального контролера або хмарного сервера за допомогою простого та економічного протоколу зв'язку.
- Передача даних до мікроконтролера та взаємозв'язок з іншими компонентами.

Головною метою проєкту є повна автоматизація системи, автоматизований збір даних, охолодження за допомогою кулера, крапельний полив за допомогою міні насосу.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум	Підпис	Дата		18

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ

Проектування системи мікроклімату теплиці є важливим етапом для забезпечення ефективного та стабільного функціонування всієї системи.

Основною метою проектування є створення детального плану, який включає вибір компонентів, визначення їх взаємодії та розробку алгоритмів керування.

Це дозволяє заздалегідь передбачити можливі проблеми та забезпечити оптимальні умови для вирощування рослин.

2.1 Аналіз компонентів

Проектування системи мікроклімату теплиці передбачає використання мікроконтролера, датчика температури та вологості повітря, датчика вологості ґрунту та кулера для охолодження, що зображено на рисунку 2.1.

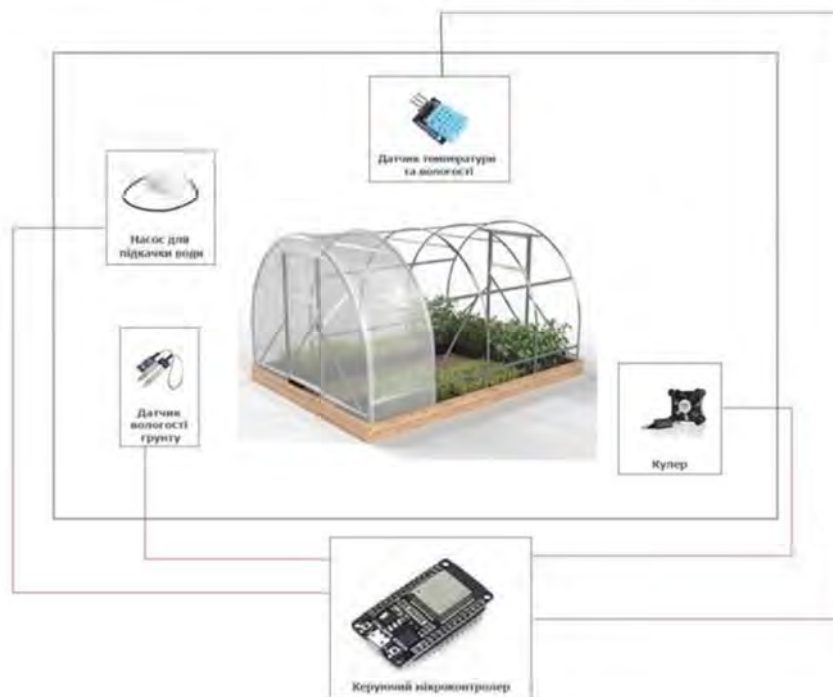


Рисунок 2.1 – Структурна схема теплиці

Центральним компонентом системи є мікроконтролер, який відповідає за збір даних з датчиків, обробку цих даних та керування іншими пристроями системи.

Мікроконтролер є мозком системи і виконує кілька важливих функцій.

Він забезпечує обробку сигналів з датчиків температури та вологості ґрунту, приймає рішення щодо вмикання або вимикання кулера для підтримання оптимальних умов у теплиці.

Основними вимогами до мікроконтролера є наявність достатньої кількості аналогових і цифрових входів/виходів для підключення всіх необхідних датчиків і виконавчих пристроїв, а також підтримка протоколів зв'язку, які дозволяють інтеграцію з іншими системами та можливість бездротового з'єднання для віддаленого моніторингу та керування.

Важливими характеристиками мікроконтролера є його обчислювальна потужність, яка визначає швидкість обробки даних, і енергоефективність, яка впливає на загальне енергоспоживання системи.

Крім того, мікроконтролер повинен підтримувати можливість програмування для створення гнучких алгоритмів керування, які можна легко адаптувати до змінних умов та вимог системи.

Наявність розширених можливостей підключення, таких як

Wi-Fi або Bluetooth, дозволяє інтегрувати систему мікроклімату теплиці з іншими пристроями та системами, такими як смартфони або хмарні сервіси, що забезпечує додатковий комфорт у керуванні та моніторингу системи.

Додатково, мікроконтролер повинен мати захист від електричних перешкод та зовнішніх впливів, що забезпечує надійну та стабільну роботу системи в умовах теплиці.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це включає захист від перевантажень, коротких замикань та захист від вологи, що є критично важливим у середовищах з високою вологістю.

Важливо також, щоб мікроконтролер мав достатню пам'ять для зберігання необхідних програмних алгоритмів та даних, отриманих від датчиків, а також можливість розширення пам'яті при потребі.

Сучасні мікроконтролери зазвичай мають високу інтеграцію компонентів, що дозволяє зменшити розмір системи та підвищити її надійність, що є важливим для застосування в компактних теплицях.

Наступним важливим компонентом є датчик температури та вологості повітря.

Датчик температури є одним з ключових компонентів системи мікроклімату теплиці, забезпечуючи точний моніторинг температурних умов всередині теплиці.

Цей датчик дозволяє вимірювати поточну температуру повітря, що є критично важливим для підтримання оптимальних умов для росту рослин.

Датчик температури працює шляхом перетворення температурних змін у електричні сигнали, які потім обробляються мікроконтролером для прийняття відповідних рішень щодо керування іншими компонентами системи, такими як кулер для охолодження.

Основними вимогами до датчика температури є висока точність вимірювань, стабільність та швидка реакція на зміни температури.

Точність датчика є критично важливою, оскільки навіть незначні відхилення від оптимальної температури можуть впливати на ріст і здоров'я рослин.

Тому датчик повинен мати низьку похибку вимірювання, зазвичай в межах $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ або навіть менше.

Стабільність датчика гарантує, що він буде давати точні показання протягом тривалого часу без значних дрейфів, що особливо важливо для безперервного моніторингу в теплиці.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатково, датчик температури повинен бути компактним та легко встановлюваним, що полегшує його інтеграцію в систему теплиці.

Його розмір та конструкція повинні дозволяти зручне розміщення у різних частинах теплиці для отримання найбільш точних даних про мікроклімат.

Енергоефективність датчика також є важливим фактором, оскільки це впливає на загальне енергоспоживання системи мікроклімату.

Датчик з низьким енергоспоживанням дозволяє зменшити витрати на електроенергію та підвищити автономність системи при використанні акумуляторних джерел живлення.

Таким чином, вибір датчика температури для системи мікроклімату теплиці має базуватися на його точності, стабільності, швидкості реакції, робочому діапазоні температур, рівні захисту, компактності та енергоефективності.

Всі ці характеристики забезпечують ефективний моніторинг та підтримання оптимальних умов для росту рослин у теплиці.

Також у системі розумної теплиці використовується датчик вологості ґрунту.

Датчик вологості ґрунту є важливим компонентом системи мікроклімату теплиці, який забезпечує точний моніторинг рівня вологості ґрунту.

Це дозволяє оптимізувати зрошення та підтримувати необхідний рівень вологості для здорового росту рослин.

Датчик вологості ґрунту працює за принципом вимірювання електричного опору або ємності ґрунту, який змінюється в залежності від вмісту води.

Ці зміни перетворюються в електричні сигнали, які обробляються мікроконтролером для прийняття відповідних рішень щодо керування системою зрошення.

Кулер є важливими компонентами системи мікроклімату теплиці, який забезпечує підтримання оптимальних температурних умов для росту рослин. Він призначений для охолодження повітря в теплиці під час спекотних днів. Цей компонент створює збалансовану систему, яка підтримує необхідний температурний режим у теплиці протягом усього року.

Кулер, забезпечує охолодження повітря в теплиці під час високих температур.

Він може бути у вигляді вентиляторів або кондиціонерів. Основними характеристиками кулера є потужність охолодження, повітряний потік, рівень шуму і енергоефективність.

Потужність охолодження визначає, наскільки ефективно кулер може знижувати температуру повітря в теплиці, і вимірюється в британських теплових одиницях (BTU) або ватах (Вт).

Повітряний потік вимірюється в кубічних метрах за годину (м³/год) і визначає об'єм повітря, який кулер може обробити за певний час.

Рівень шуму вимірюється в децибелах (дБ) і визначає комфорт використання кулера в теплиці.

Енергоефективність кулера також важлива для зниження витрат на електроенергію.

Загалом, кулер відіграє критичну роль у підтриманні стабільного мікроклімату в теплиці, забезпечуючи необхідний температурний режим незалежно від зовнішніх погодних умов.

2.2 Принцип роботи системи

Система мікроклімату теплиці працює на основі збору даних від різних датчиків, аналізу цих даних мікроконтролером та відповідного керування кулером для підтримання оптимальних умов.

Датчик температури та вологості повітря розміщується у теплиці для вимірювання поточних значень температури та вологості.

Датчик вологості ґрунту встановлюється у ґрунті біля кореневої зони рослин для вимірювання вологості ґрунту.

Мікроконтролер отримує дані від датчиків і обробляє їх.

На основі встановлених порогових значень для температури та вологості мікроконтролер приймає рішення щодо ввімкнення або вимкнення кулера.

Кулер для охолодження використовується у теплі періоди для зниження температури та забезпечення циркуляції повітря.

Коли температура перевищує встановлений поріг, мікроконтролер подає сигнал на ввімкнення кулера.

Насос для поливу керується мікроконтролером на основі даних від датчика вологості ґрунту.

Коли вологість ґрунту знижується нижче встановленого рівня, мікроконтролер активує насос, забезпечуючи автоматичний полив рослин.

Для проектування системи були обрані компоненти, які забезпечують надійність та ефективність роботи системи, а також є доступними за ціною.

Мікроконтролер обраний за його потужність та можливість бездротового зв'язку, датчики – за точність та надійність вимірювань, кулер за ефективність підтримання необхідних температурних умов, насос за здатність забезпечувати автоматичний полив.

Проектування системи мікроклімату теплиці передбачає інтеграцію мікроконтролера, датчиків температури та вологості повітря, датчика вологості ґрунту, кулера для охолодження.

Система працює на основі збору даних від датчиків, аналізу цих даних мікроконтролером та відповідного керування кулером і насосом для забезпечення оптимальних умов вирощування рослин у теплиці.

Компоненти системи з'єднуються так, що датчик температури та вологості повітря підключається до мікроконтролера через цифровий або аналоговий порт для передачі даних, датчик вологості ґрунту підключається до мікроконтролера через аналоговий порт для передачі даних про вологість ґрунту, кулер для охолодження також підключається до мікроконтролера через реле або транзистор для керування його роботою, насос для поливу підключається до мікроконтролера через реле для керування його живленням.

Процес роботи теплиці поданно в блок-схемі (Додаток Б).

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ

Розробка системи мікроклімату теплиці є комплексним процесом, який включає в себе проектування та реалізацію апаратної і програмної частин.

Цей розділ присвячений детальному опису кожного етапу розробки системи, яка складається з мікроконтролера, датчика температури, датчика вологості ґрунту, кулера для охолодження.

Основною метою є створення ефективної автоматизованої системи, яка забезпечить оптимальні умови для росту рослин у теплиці, мінімізуючи людське втручання та максимізуючи продуктивність.

3.1 Вибір засобів розробки

Вибір засобів розробки є важливим етапом у створенні системи мікроклімату теплиці, оскільки від цього залежить надійність, ефективність та зручність подальшої реалізації проекту.

Для розробки системи автоматизації мікроклімату теплиці було обрано такі апаратні та програмні засоби:

- Мікроконтролер ESP32.
- Датчик температури та вологості DHT-11.
- Датчик вологості ґрунту FC-28.
- Кулер Merlion EZF12025.
- Міні насос-помпа.

Ці компоненти є найкращим варіантом оскільки вони доступні на ринку та забезпечують найкращий результат.

Правильно підібрані компоненти забезпечують оптимальне виконання завдань і мінімізують ризики виходу з ладу. Кожен компонент має відповідати конкретним вимогам проекту, таким як сумісність, технічні характеристики, споживання енергії, вартість і доступність.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, вибір мікроконтролера з достатньою кількістю портів та обчислювальною потужністю забезпечить ефективне керування всіма підключеними датчиками.

Датчики повинні мати необхідну точність та діапазон вимірювань для коректного збирання даних.

Компоненти, які використовуються для керування елементами, такими як насоси мають бути здатні витримувати необхідні струми та напруги.

Використання надійних і якісних компонентів знижує ризик помилок і збоїв у роботі системи, що особливо важливо для автоматизованих систем, які повинні працювати безперервно і без втручання людини.

Правильний вибір компонентів також дозволяє оптимізувати вартість проекту, оскільки не завжди потрібно використовувати найдорожчі або найбільш функціонально насичені компоненти, якщо завдання можна вирішити простішими і дешевшими засобами.

Після аналізу мікроконтролерів на ринку, по ціні і якості найкраще підходить мікроконтролер ESP8266, який зображено на рисунку 3.1, для використання в розумній теплиці.



Рисунок 3.1 – Мікроконтролер ESP8266.

ESP8266 є найкращим варіантом для системи контролю мікроклімату парника з ряду причин:

- вбудований Wi-Fi та Bluetooth, ESP8266 має вбудовану підтримку Wi-Fi та Bluetooth, що дозволяє підключати систему до мережі Інтернет або забезпечити бездротовий обмін даними з іншими пристроями.
- Великий потенціал обробки даних, завдяки потужному процесору та можливості працювати на великих частотах, ESP8266 може ефективно обробляти великі обсяги даних в реальному часі.
- Низька вартість, ESP8266 є відносно дешевим мікроконтролером порівняно з його функціональністю, що робить його вигідним вибором для проектів з обмеженим бюджетом.
- Широкі можливості розширення, ESP8266 має велику кількість вбудованих портів та можливість розширення функціональності за допомогою різноманітних периферійних пристроїв та датчиків.
- Підтримка великої спільноти розробників, ESP8266 є популярним мікроконтролером з великою активною спільнотою розробників, що забезпечує наявність різноманітних документацій, прикладів та підтримки для вирішення можливих проблем.

Цей мікроконтролер також має різноманітні порти введення-виведення для підключення різноманітних датчиків та пристроїв, що робить його ідеальним вибором для реалізації проектів з обробки даних у реальному часі. Завдяки широкій підтримці та активній спільноті розробників, ESP8266 є надійним та ефективним рішенням для різноманітних проектів IoT.

Переваги ESP8266, висока продуктивність, розширені можливості підключення (Wi-Fi та Bluetooth), гнучкість у програмуванні, низька вартість.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролер ESP8266 володіє вражаючою продуктивністю завдяки своїм характеристикам які зображені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 –Характеристики ESP8266

Характеристика	ESP8266
Процесор	Двоядерний процесор до 240 МГц
Пам'ять	Вбудована Flash пам'ять до 4MB
Бездротові зв'язки	Wi-Fi, Bluetooth
Вхід/вихід	Багато цифрових та аналогових портів
Інтерфейси	I2C, SPI, UART
Робоча температура	-40°C до +125°C
Архітектура	Xtensa LX6

В системі контролю мікроклімату теплиці надзвичайно важливо вимірювати як температуру, так і вологість повітря. Температура впливає на здоров'я та ріст рослин, визначаючи оптимальні умови для їхнього процвітання, тоді як вологість регулює вологість ґрунту, що є ключовим фактором для забезпечення здоров'я рослин.

Датчик DHT-11, який зображено на рисунку 3.2, був обраний для системи контролю мікроклімату парника через свою високу надійність, простоту використання та доступність на ринку.



Рисунок 3.2 – Датчик вологості та температури DHT-11

Цей датчик забезпечує точне вимірювання температури та вологості повітря, що дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту рослин.

Крім того, DHT-11 має компактний розмір та невибагливий у використанні, що робить його ідеальним вибором для вбудованих систем контролю мікроклімату.

Датчик DHT11 забезпечує точне вимірювання та стабільну роботу завдяки своїм характеристикам які зображені на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики DHT-11

Характеристика	DHT-11
Точність температури	$\pm 2^{\circ}\text{C}$
Діапазон вологості	20% до 90%
Точність вологості	$\pm 5\%$
Інтерфейс зв'язку	Цифровий одножильний
Напруга живлення	3.3V або 5V
Час реакції	До 2 секунд

У системі контролю мікроклімату теплиці важливо не лише враховувати вологість повітря, але й вологість ґрунту, оскільки це впливає на здоров'я та розвиток рослин.

Датчик вологості ґрунту FC-28 який зображено на рисунку 3.3, відіграє ключову роль у забезпеченні оптимальних умов для росту рослин шляхом вимірювання вологості ґрунту і надання відповідної інформації для вирішення питань поливу та догляду за рослинами.

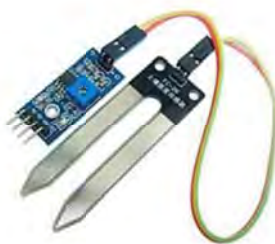


Рисунок 3.3 – Датчик вологості ґрунту FC-28

Датчики вологості ґрунту відіграють ключову роль у розробці розумної теплиці з кількох причин:

– Датчики вологості ґрунту дозволяє точно виміряти рівень вологості у ґрунті. Це дозволяє точно контролювати процес зрошення рослин, що сприяє ефективному використанню води і забезпечує оптимальні умови для росту.

– З використанням датчиків вологості ґрунту можна налаштувати автоматичну систему поливу. Коли рівень вологості в ґрунті опускається нижче заданого рівня, система може автоматично включати полив для забезпечення оптимального зрошення.

– Вологість ґрунту є важливим фактором для здоров'я рослин. Недостатня або надмірна волога може призвести до захворювань рослин або навіть їх загибелі. Завдяки датчикам вологості можна вчасно виявити проблеми з вологістю ґрунту і вжити заходи для їх вирішення.

– Контроль вологості ґрунту дозволяє ефективно використовувати ресурси, такі як вода та енергія. Це допомагає зменшити витрати на полив і енергію, а також зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Отже, датчики вологості ґрунту є важливою складовою розумної теплиці, допомагаючи оптимізувати полив, забезпечувати здоров'я рослин і ефективно використовувати ресурси для досягнення найкращих результатів у вирощуванні рослин.

Найкращою стороною даного датчика є його характеристики, які зображені на таблиці 3.3.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Характеристики FC-28

Характеристика	FC-28
Вихідний сигнал	Аналоговий
Діапазон вимірювань	Від 0 до 100% вологості
Температурний діапазон	Від -10°C до +70°C
Точність вимірювання	Залежить від умов експлуатації, зазвичай до $\pm 5\%$
Напруга живлення	3.3V або 5V

Крім того, він має компактні розміри, надійний корпус та може бути інтегрований у системи автоматизації для ефективного використання ресурсів і забезпеченню здоров'я рослин.

У підсумку, датчик вологості ґрунту FC-28 є невід'ємною частиною розумної теплиці, допомагаючи забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Наступним компонентом, що варто розглянути, є кулер.

Кулер - це важлива складова системи контролю мікроклімату парника, яка відповідає за забезпечення оптимальних температурних умов усередині парника.

Використання кулера дозволяє регулювати температуру, запобігаючи перегріву рослин та забезпечуючи комфортні умови для їхнього росту та розвитку.

Кулер Merlion EZF12025 який зображений на рисунку 3.4, має кілька переваг, які роблять його привабливим вибором для використання в різних пристроях, включаючи розумну теплицю:

– Ефективність охолодження, кулер Merlion EZF12025 забезпечує високу продуктивність у видаленні тепла з системи, що дозволяє підтримувати оптимальну температуру в теплиці. Велика швидкість обертання і високий об'єм вентиляційного потоку забезпечують швидке охолодження приміщення.

– Низький рівень шуму, кулер Merlion EZF12025 зазвичай має низький рівень шуму, що робить його ідеальним вибором для застосувань, де важлива тихість роботи, наприклад, у внутрішніх приміщеннях або для спокійного середовища росту рослин у теплиці.

– Довгий термін служби, кулери Merlion EZF12025 зазвичай мають довгий термін служби, що означає, що вони можуть працювати без збоїв протягом тривалого часу без потреби у заміні або обслуговуванні. Це робить їх надійним вибором для довготривалих проектів, таких як розумні теплиці.

– Компактні розміри і легка вага, завдяки своїм компактным розмірам і невеликій вазі, кулер Merlion EZF12025 легко інтегрується в різноманітні пристрої та системи без надмірного обсягу або ваги.

– Різнорозмірність моделей і опцій, кулери Merlion EZF12025 доступні у різних варіантах, зокрема з різними швидкостями обертання, типами підшипників та роз'ємами для живлення, що дозволяє вибрати модель, яка найкращим чином відповідає конкретним потребам і вимогам проекту.

Загалом, кулер Merlion EZF12025 є відмінним вибором для застосувань, де потрібно ефективне охолодження при низькому рівні шуму та довгому терміні служби, що робить його одним з кращих варіантів для використання у розумній теплиці.



Рисунок 3.4 – Кулер Merlion EZF12025.

Даний кулер володіє чудовими характеристиками які написані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики Merlion EZF12025.

Характеристика	Merlion EZF12025
Споживана потужність	Зазвичай в діапазоні 2-5 Вт
Швидкість обертання	Від 800 до 2000 обертів за хвилину (RPM)
Рівень шуму	Від 20 до 30 дБА
Вентиляційний потік	Від 40 до 70 кубічних метрів за годину (CFM)
Кількість лопаток	Зазвичай 7 або 9
Ресурс роботи	Приблизно 50 000 - 100 000 годин
Напруга живлення	12V

Завдяки своїм характеристикам та низькій вартості, цей вентилятор є ефективним і економічним рішенням для охолодження теплиць та інших малих приміщень.

Наступний компонент який використовується в теплиці для автоматизації поливу це міні насос-помпа.

DC 3-6 В, який зображено на рисунку 3.5, міні насос без щітки використовується для перекачування води з резервуара в системі автоматичного поливу.



Рисунок 3.5 – Міні насос-помпа DC 3-6 В

Ця модель насосу чудово підходить для реалізації проекту з ряду причин:

- завдяки своїм невеликим розмірам і вазі, міні насос-помпа легко інтегрується в систему автоматизації поливу без зайвого навантаження на конструкцію.
- Висока продуктивність при низькому енергоспоживанні робить цю помпу ефективною для використання в розумних теплицях, де важливо підтримувати оптимальні умови з мінімальними витратами енергії.
- Міні насос-помпа працює досить тихо, що важливо для створення комфортного середовища в теплиці, де шум може бути небажаним фактором.
- Насос-помпа легко підключається і налаштовується, що спрощує її інтеграцію в систему управління поливом. Зазвичай використовується зі стандартними трубками діаметром 4-6 мм.

– Завдяки своїй популярності і поширеності, міні насос-помпа DC 3-6 В доступна за відносно низькою ціною, що робить її економічно вигідним рішенням для автоматизації поливу в теплиці.

DC 3-6 В володіє досить оптимальними характеристиками які зображено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристики DC 3-6 В

Характеристика	DC 3-6 В.
Струм споживання	130-220 мА
Максимальна висота підйому води	Приблизно 40-110 см
Продуктивність	Приблизно 80-120 л/год
Діаметр вхідного/вихідного патрубку	4-6 мм
Робоча напруга	3-6 В постійного струму (DC)

3.2 Розробка механічної структури системи

Розробка механічної структури системи є важливою складовою для забезпечення надійного розміщення всіх компонентів та їх ефективного функціонування.

Каркас системи буде виготовлений з крафтової коробки як зображено на рисунку 3.6, що дозволить знизити витрати на матеріали та забезпечить легкість конструкції.



Рисунок 3.6 – Виготовлення каркасу

Крафтова коробка є екологічно чистим та доступним матеріалом, що також сприяє зниженню ваги системи, полегшуючи її транспортування та монтаж.

Коробка має бути достатньо великою, щоб вмістити всі основні компоненти, включаючи мікроконтролер, датчики, кулер та насос для підкачки води.

Мікроконтролер розміщується збоку коробки, щоб забезпечити зручний доступ до всіх підключених компонентів та спростити їх обслуговування.

Для цього можна використовувати спеціальні кріплення або розділювачі всередині коробки, що дозволить уникнути переміщення мікроконтролера під час роботи системи. В даному випадку були пророблені спеціальні отвори для забезпечення стійкості для мікроконтролера.

Наступним кроком буде правильне розміщення усіх датчиків в середині теплиці.

Правильне розміщення всіх датчиків в системі мікроклімату теплиці є критично важливим з кількох причин.

Це забезпечує ефективну роботу всієї системи, оскільки кожен компонент виконує свою функцію в оптимальних умовах.

Наприклад, датчики повинні бути розміщені таким чином, щоб вони могли точно вимірювати температуру та вологість у потрібних зонах, а кулер повинен бути встановлений так, щоб забезпечити рівномірний розподіл охолодження по всій теплиці.

Правильне розміщення компонентів сприяє безпеці системи. Неправильне розміщення може призвести до перегріву або короткого замикання, що може пошкодити компоненти або спричинити пожежу. Це полегшує обслуговування та ремонт системи.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після проведення аналізу розміщень усіх компонентів в системі контролю мікрокліматом теплиці було розроблено рисунок 3.7, який схематично зображує де буде розміщено кожен компонент.

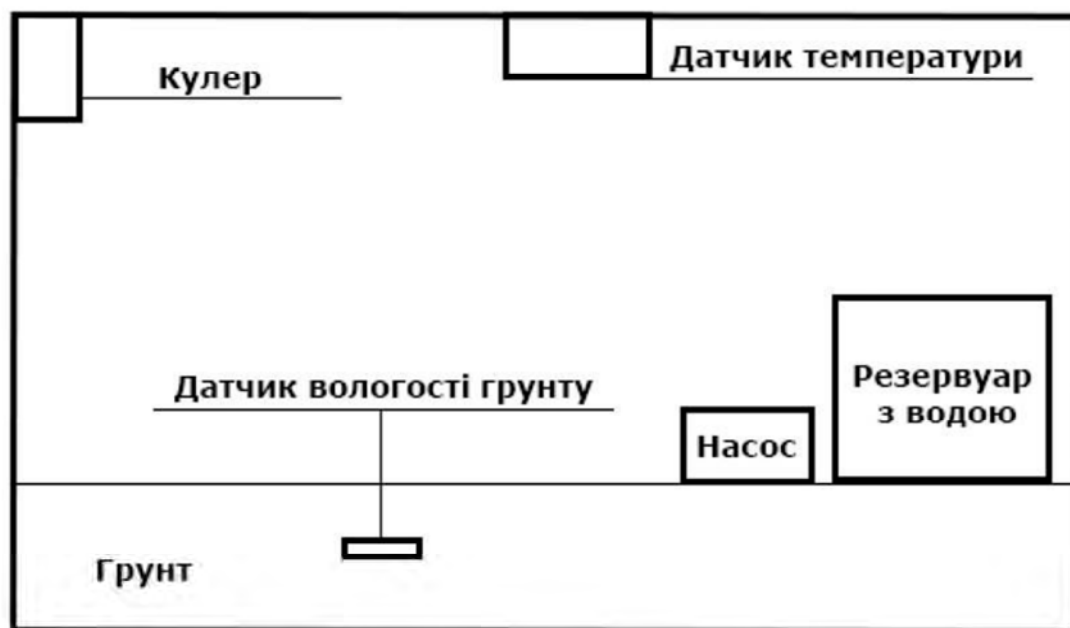


Рисунок 3.7 – Схематичне розміщення компонентів

Коли всі компоненти розміщені логічно і зручно, технічне обслуговування можна проводити швидше і ефективніше, зменшуючи час простою системи.

Правильне розміщення сприяє економії простору та матеріалів. Це дозволяє створити компактну і естетично привабливу конструкцію, яка займає мінімум місця і використовує мінімум матеріалів, що знижує загальні витрати на побудову системи. Це допомагає уникнути взаємного впливу компонентів, що може погіршити їхню продуктивність. Наприклад, якщо кулер розміщений занадто близько до датчика температури, це може призвести до неточних вимірювань.

Нарешті, правильне розміщення компонентів сприяє кращому керуванню кабелями та з'єднаннями, що допомагає уникнути плутанини та забезпечує надійність.

Датчики температури і вологості ґрунту закріплюються на відповідних місцях у теплиці, щоб забезпечити точні вимірювання.

Наприклад, датчик температури можна розмістити на висоті, що відповідає середньому рівню рослин як зображено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Розміщення датчика температури та вологості

Розміщення на висоті дозволяє отримувати точніші показники температури, які відображають середнє значення в теплиці, а не локальні коливання біля землі або джерел тепла.

Температура повітря змінюється з висотою, і встановлення датчика на певній висоті допомагає уникнути впливу температурного градієнта. Крім того, це запобігає пошкодженню датчика від випадкового контакту з водою під час поливу чи вологістю ґрунту.

Розміщення датчика на висоті також дозволяє зменшити вплив теплових випромінювань від обладнання та сонячних променів, які можуть спотворювати показники. Це забезпечує більш стабільні та надійні дані для керування мікрокліматом теплиці, що є критичним для оптимального росту рослин.

Датчик вологості ґрунту повинен бути встановлений на глибині, що відповідає кореневій зоні рослин, оскільки саме там найважливіше вимірювати рівень вологи для оптимального росту.

Важливо уникати зон з надмірною вологістю або сухістю, щоб уникнути спотворення даних.

Розміщення датчика має бути таким, щоб він не був під прямим впливом поливної системи як зображено на рисунку 3.9, оскільки це може призвести до занадто високих показників вологості безпосередньо після поливу.

Датчик має бути захищений від механічних пошкоджень та забруднення, наприклад, від мулу або інших частинок, які можуть знизити його точність.



Рисунок 3.9 – Розміщення датчика вологості ґрунту

Крім того, важливо враховувати тип ґрунту при виборі місця розташування датчика. Датчики можуть по-різному реагувати на різні типи ґрунту (піщаний, глинистий, суглинистий), тому необхідно знайти оптимальну глибину і місце, де ґрунт є найбільш однорідним.

Відстань між декількома датчиками, якщо вони використовуються, повинна бути достатньою для покриття всіх важливих зон теплиці, але не настільки великою, щоб пропустити ділянки з різко відмінною вологістю.

Також важливо забезпечити добрий контакт датчика з ґрунтом, без повітряних зазорів, що можуть призвести до помилкових показників. Для цього, датчик повинен бути щільно вставлений у ґрунт.

Кулер встановлюється на боковій стінці коробки для ефективного охолодження повітря, як зображено на рисунку 3.10.

Важливо розмістити кулер таким чином, щоб він міг створювати потік повітря, який буде рівномірно охолоджувати всю теплицю.

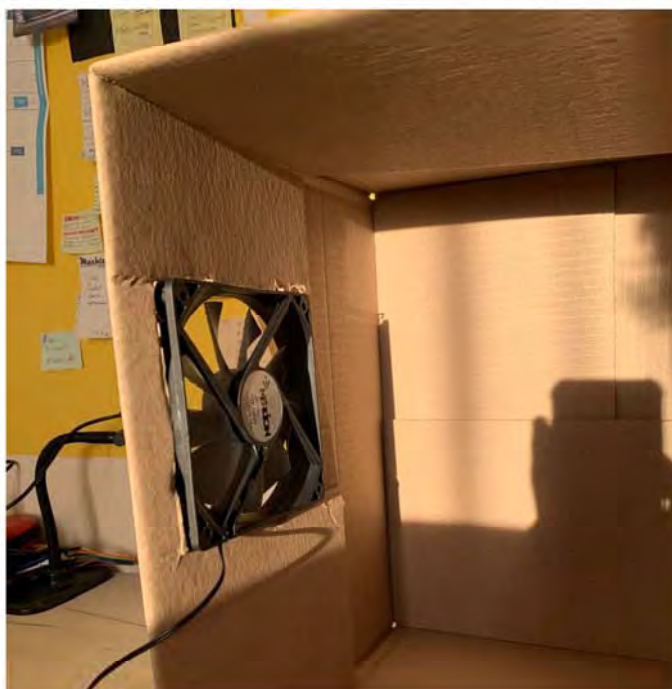


Рисунок 3.10 – Розташування кулера

Насос для підкачки води закріплюється біля нижньої частини коробки для забезпечення стабільного водопостачання до системи крапельного поливу як зображено на рисунку 3.11.

Насос повинен бути розміщений таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність подачі води до кожної рослини.



Рисунок 3.11 – Розташування насоса

Всі компоненти повинні бути надійно закріплені за допомогою двостороннього скотчу або стяжок, щоб уникнути їх переміщення під час роботи системи. Для забезпечення безпеки всі електричні з'єднання мають бути ізольовані, а дроти акуратно укладені всередині коробки. Це допоможе уникнути коротких замикань та інших електричних проблем.

Додатково можна передбачити використання захисних кожухів або додаткових відділень для розміщення компонентів, що працюють під напругою. Це забезпечить додатковий захист і безпеку системи.

Така конструкція забезпечить компактність та зручність у використанні, а також захистить компоненти від зовнішніх впливів, таких як пил, волога та механічні пошкодження.

3.3 Розробка електричної схеми системи

Розробка електричної схеми системи є важливим етапом, що забезпечує правильне з'єднання та функціонування всіх електронних компонентів.

Електрична схема описує, як компоненти системи пов'язані між собою, які джерела живлення використовуються, а також передбачає захист від можливих неполадок.

Основні елементи електричної схеми включають мікроконтролер, датчики температури та вологості ґрунту, кулер та насос для підкачки води.

Також в розробку системи входять такі компоненти як мосфет irf3205, резистори, діод та макетна плата.

Розробка електричної схеми системи розпочинається з підключення основних компонентів до макетної плати які зображені на рисунку 3.11. Макетна плата є центральним елементом, на який встановлюються всі інші компоненти для зручного підключення та тестування.

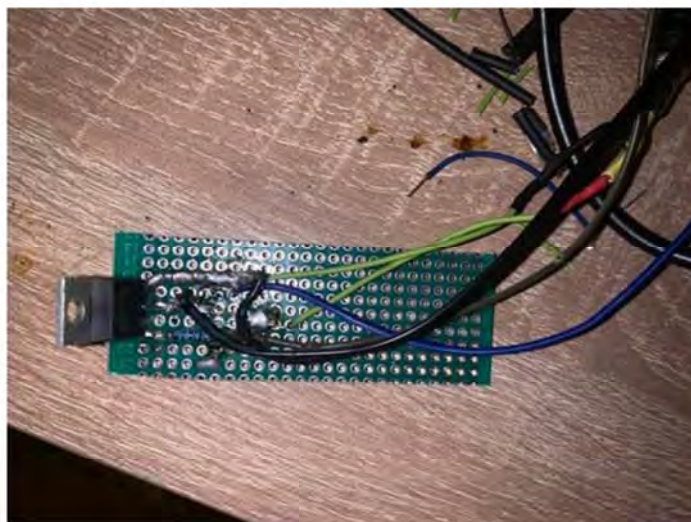


Рисунок 3.11 – Макетна плата

В першу чергу на макетну плату встановлюються MOSFET IRF3205, резистори та діоди. MOSFET IRF3205 використовується для керування високопотужними компонентами, такими як кулер Merlion EZF12025 та насос для підкачки води DC 3-6 В.

Затвор MOSFET підключається до одного з цифрових виходів ESP8266 через резистор, що обмежує струм, який проходить через затвор. Джерело MOSFET підключається до землі, а стік - до навантаження, яке потребує керування.

Діоди встановлюються паралельно індуктивним навантаженням, таким як кулер та насос, для захисту від зворотних струмів, що виникають при вимиканні цих навантажень.

Мікроконтролер ESP8266 є центральним обчислювальним елементом системи. Він потребує прошивки спеціальною програмою Arduino IDE, що зображено на рисунку 3.12, яка контролює всі підключені компоненти та здійснює необхідні вимірювання і керування.

```

sketch_jun14a.ino
1  /**
2   * LED Blinking
3   * Code Written by TechMartian
4   */
5  const int ledPin = 5;
6  void setup() {
7      // setup pin 5 as a digital output pin
8      pinMode (ledPin, OUTPUT);
9  }
10 void loop() {
11     digitalWrite (ledPin, HIGH); // turn on the LED
12 }
13 }
14

```

Рисунок 3.12 – Код прошивки мікроконтролера

Прошивка ESP8266 включає в себе програмне забезпечення для зчитування даних з датчиків, обробки цих даних і надсилання відповідних команд на виходи для керування іншими компонентами. Після прошивки ESP8266 встановлюється на макетну плату і підключається до джерела живлення 3.3 В.

Для підключення кулера Merlion EZF12025 до електричної схеми, його живлення підключається до джерела постійного струму 12 В, а керування здійснюється через MOSFET IRF3205. Затвор MOSFET підключається до одного з цифрових виходів ESP8266 через резистор, джерело - до GND, а стік - до одного з проводів живлення кулера.

Діод встановлюється паралельно до кулера для захисту від зворотних струмів. Коли ESP8266 подає сигнал на затвор MOSFET, він відкривається і дозволяє струму проходити через кулер, включаючи його.

Датчик температури DHT11 підключається до одного з цифрових входів ESP8266 як зображено на рисунку 3.13. Живлення датчика здійснюється від того ж джерела, що і живлення ESP8266, тобто 3.3 В. Сигнальний вихід датчика підключається до одного з GPIO пінів ESP8266, а між живленням і сигнальним виходом встановлюється резистор на 10 кОм для стабільної роботи датчика. Датчик температури DHT11 зчитує показники температури та вологості повітря і передає ці дані на мікроконтролер.

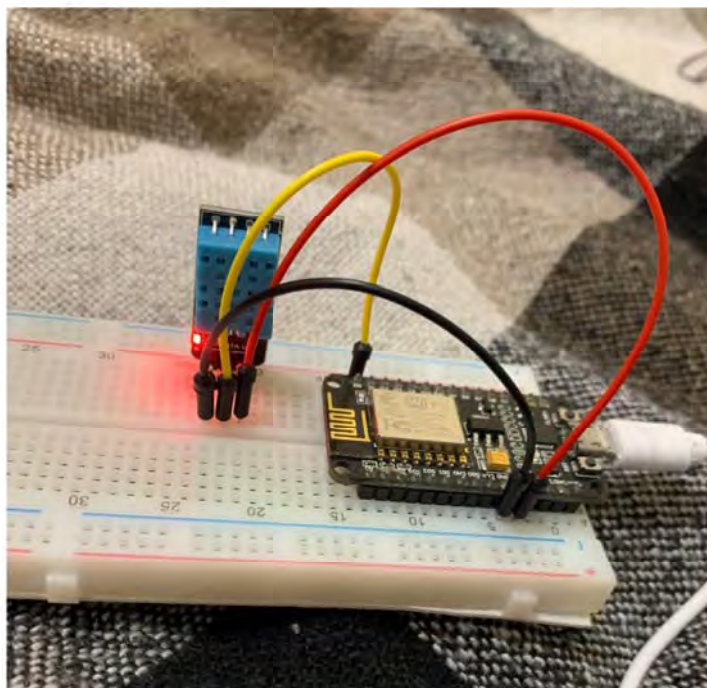


Рисунок 3.13 – Підключення датчика температури та вологості DHT11

Датчик вологості ґрунту FC-28 підключається до аналогового входу ESP8266 для точного вимірювання рівня вологості ґрунту як зображено на рисунку 3.14.

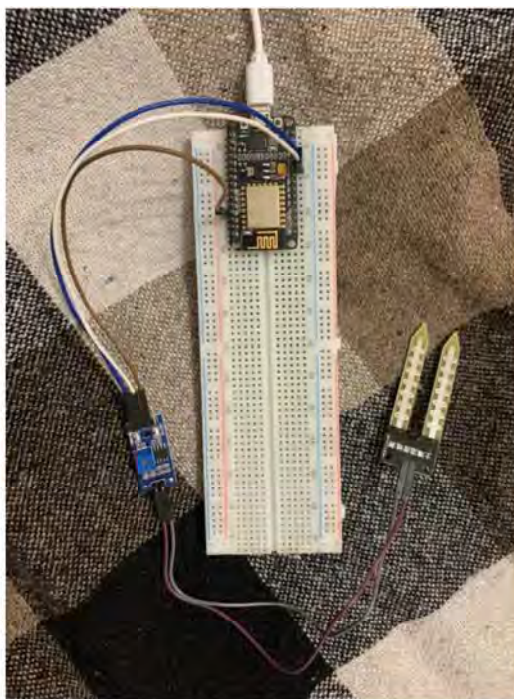


Рисунок 3.14 – Підключення датчика вологості ґрунту

Живлення датчика здійснюється від джерела постійного струму 3.3 В. Сигнальний вихід датчика підключається до одного з аналогових входів ESP8266, що дозволяє зчитувати аналогові значення вологості ґрунту і перетворювати їх у цифрові дані для обробки мікроконтролером.

Датчик складається з двох частин: зонду, що встановлюється у ґрунт, і модуля, що підключається до мікроконтролера.

Міні насос для підкачки води DC 3-6 В підключається до системи через MOSFET IRF3205 для керування його роботою.

Живлення насоса здійснюється від джерела постійного струму 3-6 В. Один провід живлення насоса підключається до стоку MOSFET, а інший до позитивного полюса джерела живлення. Джерело MOSFET підключається до землі. Його реалізація зображена на рисунку 3.15.



Рисунок 3.15 – Реалізація підключення крапельного поливу

Затвор MOSFET підключається до одного з цифрових виходів ESP8266 через резистор, що обмежує струм. Діод встановлюється паралельно насосові для захисту від зворотних струмів. Коли ESP8266 подає сигнал на затвор MOSFET, він відкривається і дозволяє струму проходити через насос, включаючи його.

Таким чином, ESP8266 може автоматично керувати поливом ґрунту, активуючи насос при низькому рівні вологості, зчитаному з датчика вологості ґрунту FC-28. Це дозволяє забезпечити оптимальні умови для росту рослин, автоматизуючи процес поливу.

3.3 Розробка програмного забезпечення

Розробка програмного забезпечення для системи автоматизованого контролю мікроклімату теплиці включає створення коду, який забезпечує взаємодію між усіма компонентами, моніторинг їх стану та автоматичне управління мікрокліматом теплиці.

Програмне забезпечення яке зображено на рисунку 3.16, розроблялося з використанням середовища розробки Arduino IDE, що дозволяє легко і швидко писати, компілювати і завантажувати коди на ESP8266.

```

sketch_jun16a.ino
1  void setup() {
2      // put your setup code here, to run once:
3
4  }
5
6  void loop() {
7      // put your main code here, to run repeatedly:
8
9  }
10

```

Рисунок 3.16 – Програмне середовище Arduino IDE

На початку реалізації програми потрібно підключити декілька необхідних бібліотек які зазначені у лістингу 3.1.

Лістинг 3.1 – Підключення бібліотек

```

#include <WiFi.h>
#include <DHT.h>
#include <BlynkSimpleESP8266.h>

```

Далі визначаються піни для підключення датчика DHT11, датчика вологості ґрунту FC-28, кулера Merlion EZF12025 та насосу для підкачки води DC 3-6 В

Лістинг 3.2 – Визначення пінів

```

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11
#define SOIL_MOISTURE_PIN 34
#define FAN_PIN 12
#define PUMP_PIN 13

```

Наступним етапом буде ініціалізація датчика DHT11 та введення аутентифікаційного токена для Blynk.

Лістинг 3.3 – Початок роботи з Blynk

```

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
char auth[] = " ";
const char* ssid = " ";
const char* password = " ";

```


Налаштування серійного зв'язку, ініціалізуємо Blynk та встановлення пінів як входів або виходів.

Лістинг 3.4 - Функція setup ()

```
void setup() {  
  Serial.begin(115200);  
  dht.begin();  
  pinMode(SOIL_MOISTURE_PIN, INPUT);  
  pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);  
  pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT); }
```

Запускаємо Blynk зчитування даних з датчика DHT11 та з датчика вологості ґрунту FC-28, перевіряємо, чи зчитані дані не є NAN (not a number) та виводимо дані у серійний монітор.

Лістинг 3.5 - Функція loop ()

```
void loop() {  
  Blynk.run();  
  float temperature = dht.readTemperature();  
  float humidity = dht.readHumidity();  
  int soilMoisture = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);  
  if (!isnan(temperature) && !isnan(humidity)) {  
    Serial.print("Temperature: ");  
    Serial.print(temperature);  
    Serial.print(" *C, Humidity: ");  
    Serial.print(humidity);  
    Serial.print(" %, Soil Moisture: ");  
    Serial.println(soilMoisture); }  
  else {  
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!"); }  
  Відправка даних до Blynk.
```

Лістинг 3.6 – Дані Blynk

```
Blynk.virtualWrite(V1, temperature);  
Blynk.virtualWrite(V2, humidity);  
Blynk.virtualWrite(V3, soilMoisture);
```

Управління кулером на основі температури та насосом на основі вологості ґрунту.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лістинг 3.7 – Управління компонентами

```
if (temperature > tempThreshold) {  
  digitalWrite(FAN_PIN, HIGH);  
} else {  
  digitalWrite(FAN_PIN, LOW);  
}  
if (soilMoisture < soilMoistureThreshold)  
{  
  digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH); }  
else {  
  digitalWrite(PUMP_PIN, LOW);  
}  
}
```

Повну версію коду подано у додатку А.

3.4 Тестування роботи системи

Основні кроки тестування включають перевірку кожного окремого компоненту, взаємодії між компонентами та загальної працездатності системи в різних умовах.

Перед початком тестування необхідно переконатися, що мікроконтролер правильно запрограмований і підключений до живлення. Після цього перевірити, чи встановлено з'єднання з WiFi мережею та Blynk.

Тепер потрібно провести тестування датчика температури, зчитуючи показання температури та вологості, і перевірити їх відображення в серійному моніторі. Порівняти отримані значення з реальними умовами, також зчитати показання вологості ґрунту в різних умовах вологості (сухий, вологий ґрунт) та перевірити відповідність результатів.

Наступним кроком буде переконатися, що кулер правильно підключений та працює. Перевіряємо роботу насоса, забезпечивши його включення при низькому рівні вологості ґрунту та виключення при достатній вологості.

Насамперед переконуємось, що мікроконтролер правильно зчитує

дані з датчиків і відправляє їх до Blynk також, потрібно переконатись що мікроконтролер правильно керує кулером та насосом на основі отриманих показань датчиків.

Останнім кроком є перевірка загальної працездатності системи.

Під час тестування всі компоненти були перевірені на працездатність і функціональність. Виявлені несправності та помилки були виправлені.

Мікроконтролер ESP8266 успішно зчитував дані з датчиків і керував виконавчими механізмами.

Дані коректно відображалися в Blynk, як зображено на рисунках 3.17 та 3.18, що дозволяло здійснювати віддалений моніторинг. Система показала стабільну роботу в різних умовах, що підтверджує її надійність та ефективність.



Рисунок 3.17 – Результат роботи Blynk



Рисунок 3.18 – Виведення даних у Blynk

4 ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1 Аналіз ринку

Основні техніко-економічні та експлуатаційні характеристики нового виробу детально розкривають його можливості і переваги. Автоматичне управління мікрокліматом у теплиці дозволяє точно регулювати параметри середовища для оптимального росту рослин. Сюди входить контроль температури, вологості, освітлення та інших факторів, що впливають на вирощування. Енергоефективність є ключовим аспектом, оскільки вона дозволяє значно зменшити споживання електроенергії порівняно з традиційними системами, що призвело до зниження експлуатаційних витрат і підвищення економічної вигідності використання виробу.

Надійність є ще однією важливою характеристикою. Високий рівень надійності забезпечує безперебійну роботу системи протягом тривалого періоду без потреби в частому технічному обслуговуванні. Це особливо важливо для малих підприємств та приватних користувачів, які мають обмежені ресурси на технічну підтримку.

Виріб, який пропонується, не є новинкою на більшому ринку, але представляє собою просту та доступну існуючу версію системи управління мікрокліматом для теплиці. Він є модифікацією існуючих технологій, спрощеною у використанні та меншою витратою, що робить його привабливим варіантом для малих сільськогосподарських підприємств, теплиць приватних власників та для використання в особистих цілях.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Оскільки багато людей займається вирощуванням рослин, та далеко не кожен має змогу доглядати за ними на постійній основі, даний пристрій буде користуватись великим попитом завдяки низькій вартості та легким доглядом, а також можливістю дистанційно дивитись на показники.

Також варто зазначити що як і влюбій іншій системі, існує потреба у технічній підтримці. Сервісний центр компанії, яка буде виготовляти дану модель зможе надавати послуги по встановленню та обслуговуванню системи.

Головними конкурентами на ринку аналогічної продукції є компанії, що спеціалізуються на виробництві автоматизованих систем управління для сільського господарства, як Priva та Hoogendoorn. Продукція конкурентів характеризується високою технічною якістю, надійністю, сучасним дизайном та зручною упаковкою, що правда не є фінансово доступним для купівлі та встановлення такої системи.

Рівень ціни на продукцію конкурентів змінюється у залежності від функціональності та комплектації системи, але, як правило, вони знаходяться у вищому ціновому сегменті.

Систему конкурентів часто важко замовити через значні терміни доставки та обробки замовлень, що може змінити думку у прийнятті рішення покупців. На відміну від цього, дану систему можна придбати в онлайн-магазині або в магазинах садівництва, що дозволяє клієнтам отримати товар швидко і без зайвих очікувань. Такий підхід не лише забезпечує зручність для покупців, але й сприяє швидкому початку використання системи без зайвих затримок.

Крім того, доступність продукції в магазинах садівництва робить її більш доступною для тих, хто віддає перевагу традиційному способу покупки та дає можливість отримати консультацію від фахівців на місці. Підхід дозволяє привернути широкий спектр клієнтів і забезпечити їм високий рівень обслуговування та підтримки після продажу.

4.2 Розрахунок витрат на проектування

Відповідно до Закону України "Про оплату праці", з 1 січня 2024 року розмір заробітної плати за повністю виконану місячну (річну) норму праці не може бути меншим за мінімальну заробітну плату, яка становить не менше 8000 гривень. Погодинний розмір зарплати становить 48 гривень.

Прожитковий мінімум для працездатних осіб на 1 січня 2024 року становить 3028 гривень.

Згідно з новими законами України на 2024 рік, податкова соціальна пільга не використовується до заробітної плати, яка перевищує граничний розмір доходу, що дає право на цю пільгу, яка становить 2500 гривень.

Розробка системи контролю мікрокліматом теплиці, передбачає такий склад розробників: проєктувальник, він же програміст, інженер з налаштування.

Здійснимо розрахунок заробітної плати:

- Проєктувальник - програміст 43 000 грн/міс.
- Інженер з налаштування: 26 000 грн/міс.

Тривалість проєкту 3 місяці.

Таблиця 4.1 – Розрахунок кошторису витрат на проектування

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1. Зарплата проєктувальників	207 000	Середня зарплата для 2 осіб
2. Соціальні потреби (відрахування)	45 540	22% від зарплати проєктувальників
3. Контрагентські роботи і послуги	31 050	15% від зарплати проєктувальників
4. Оплата відряджень	20 000	Прямий підрахунок на основі кількості відряджень
5. Додаткові прямі витрати	103 500	50% від суми зарплати проєктувальників

Загальна сума відрахувань складає: 7 740 грн (податок на доходи фізичних осіб) + 645 грн (військовий збір) = 8 385 грн.

Після відрахування зарплати працівника після відрахувань становить: 43,000 грн (зарплата) – 8 385 грн (відрахування) = 34 615 грн.

Витрати на соціальні потреби, послуги контрагентів, витрати на відрядження, інші прямі витрати, накладні витрати та планові накопичення розраховуються на основі зазначених у таблиці нормативів і відсоткових співвідношень.

Загальна кошторисна вартість проекту включає суму прямих та накладних витрат разом із плановими накопиченнями.

Таблиця 4.2 – Вартість компонентів системи

Компонент	Кількість	Ціна за одиницю
Мікроконтролер ESP8266	1	300
Датчик температури та вологості DHT11	1	100
Датчик вологості ґрунту FC-28	1	80
Кулер Merlion EZF12025	1	200
Міні насос-помпа DC 3-6 В	1	150
Додаткові компоненти та матеріальні потреби	1	350

Загальна вартість компонентів становить 1 180 гривень.

З урахуванням роботи працівників 825 536 гривень.

4.3 Обґрунтування необхідності розробки

Розробка системи контролю мікроклімату для теплиці здійснює ключову роль у покращенні фінансових показників сільськогосподарських підприємств. Інвестиції в цю технологію здійснюються через підвищення врожаю та підвищення якості продукції, що призводить до зростання прибутковості сільськогосподарської діяльності.

За допомогою систем контролю мікроклімату ефективно використовуються енергетичні ресурси та вода, що сприяє зниженню витрат на енергоносії та інші виробничі ресурси. Це дозволяє значно знизити операційні витрати сільськогосподарського підприємства та підвищити його фінансову стійкість.

Збільшення врожаю через оптимальні умови управління теплицею до зростання обсягів продажу сільськогосподарської продукції. Вищий додатковий врожай забезпечує не лише до прибутків, але й збільшує конкурентоспроможність на ринку підприємства.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розроблено і реалізовано систему автоматизованого контролю мікроклімату теплиці. Було обрано і інтегровано компоненти: мікроконтролер ESP8266, датчик температури DHT11, датчик вологості ґрунту FC-28, кулер Merlion EZF12025 і міні насос для підкачки води DC 3-6 В. Кожен компонент детально описано, визначено їх функціональні можливості та особливості підключення.

Підключення мікроконтролера ESP8266 виконано з прошивкою спеціального ПЗ для ефективного управління компонентами. Датчик температури DHT11 зчитує температуру і вологість повітря, контролюючи мікроклімат теплиці. Датчик вологості ґрунту FC-28 моніторить рівень вологості ґрунту, автоматизуючи процес поливу за допомогою міні насосу. Кулер Merlion EZF12025 забезпечує вентиляцію, підтримуючи оптимальний температурний режим.

Правильне розміщення компонентів забезпечує їхню ефективну роботу і довговічність. Автоматизація процесів контролю мікроклімату підвищує ефективність вирощування рослин, знижує витрати на обслуговування і покращує якість продукції.

Створена система є економічно вигідною, легкою у використанні і здатною забезпечити оптимальні умови для росту рослин, що підтверджує її актуальність і ефективність для приватних і промислових теплиць.

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ESP32 Technical Reference Manual. Espressif Systems: веб-сайт: URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (дата звернення: 12.03.2024)
2. ESP32 Technical Reference Manual. Espressif Systems: веб-сайт: URL: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (дата звернення: 12.03.2024)
3. Soil Moisture Sensor (FC-28). SparkFun Electronics: веб-сайт: URL: <https://www.sparkfun.com/products/13322> (дата звернення: 20.03.2024)
4. Merlion EZF12025 Cooling Fan. Merlion: веб-сайт: URL: <https://www.merlion.com/en/ezf12025> (дата звернення: 25.03.2024)
5. How to Interface Soil Moisture Sensor with ESP32. Electronics Hub: веб-сайт: URL: <https://www.electronicshub.org/interface-soil-moisture-sensor-esp32/> (дата звернення: 30.03.2024)
6. ESP32 with DHT11/DHT22 Temperature and Humidity Sensor using Arduino IDE. Random Nerd Tutorials: веб-сайт: URL: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-dht11-dht22-temperature-humidity-sensor-arduino-ide/> (дата звернення: 05.04.2024)
7. MOSFET IRF3205. Robo India: веб-сайт: URL: <https://roboindia.com/tutorials/irf3205> (дата звернення: 10.04.2024)
8. Automatic Plant Watering System Using ESP32. Instructables: веб-сайт: URL: <https://www.instructables.com/Automatic-Plant-Watering-System-Using-ESP32/> (дата звернення: 15.04.2024)
9. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи/ Павлюс В.П., Посвятовська О.Б., Кульчинська Н.З. – Галицький фаховий коледж імені В'ячеслава Чорновола, Тернопіль, 2023. 52с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Лістинг програмного коду

```
#include <DHT.h>
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11
#define SOIL_MOISTURE_PIN 34
#define FAN_PIN 27
#define PUMP_PIN 26
#define BLYNK_TEMPLATE_ID ""
#define BLYNK_DEVICE_NAME ""
#define BLYNK_AUTH_TOKEN ""
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
char ssid[] = "";
char pass[] = "";
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    dht.begin();
    pinMode(SOIL_MOISTURE_PIN, INPUT);
    pinMode(FAN_PIN, OUTPUT);
    pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT);
    Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}
void loop() {
    Blynk.run();
    float temperature = dht.readTemperature();
    float humidity = dht.readHumidity();
    int soilMoisture = analogRead(SOIL_MOISTURE_PIN);
```

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    if (temperature > 25) {
        digitalWrite(FAN_PIN, HIGH);
    } else {
        digitalWrite(FAN_PIN, LOW);
    }
    if (soilMoisture < 500) {
        digitalWrite(PUMP_PIN, HIGH);
    } else {
        digitalWrite(PUMP_PIN, LOW);
    }

    Blynk.virtualWrite(V1, temperature);
    Blynk.virtualWrite(V2, humidity);
    Blynk.virtualWrite(V3, soilMoisture);
    delay(2000);
}

```

					КР.КІ 24.540.13.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б Блок-схема принципу роботи системи

