

Хмельницький національний університет  
Факультет програмування  
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Назва теми

КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI-18-1

П.Р. Кухар

Підпис

Ініціал, прізвище

Керівник

Підпис, дата

О. С. Засорнов

Ініціал, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

С.М. Лисенко

Ініціал, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри комп'ютерної  
інженерії та інформаційних  
систем

Підпис, дата

Т.О. Говорущенко

Ініціал, прізвище

« 16 » червня 2022 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма освітня програма «комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Кухара Павла Романовича

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проєкту (роботи) Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Керівник проєкту (роботи) Засорнов О.С., к.т.н., доц.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 06.01.2022 р. № 1

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру 12.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Завдання на дипломне проєктування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Дослідження предметної області та постановка задачі

Вибір та обґрунтування програмних та апаратних засобів для робототехнічної системи віддаленого керування теплицею

Реалізація програмно-апаратних технічних засобів для системи віддаленого керування теплиці




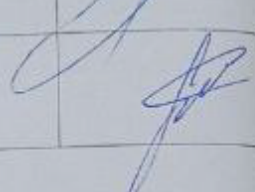
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схеми підключення систем та приводів теплиці

Креслень експериментальної теплиці та її механізмів

Інтерфейс користувача в різних застосуваннях

6. Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагиат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання « 06 » 09 2021 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту (роботи)	Примітки
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2022	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір та обґрунтування програмних та апаратних засобів для робототехнічної системи віддаленого керування теплицею	01.04.2022	виконано
5	Робота над розділом 3 – реалізація програмно-апаратних технічних засобів для системи віддаленого керування теплиць	30.04.2022	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2022	виконано
7	Попередній захист ВКР	02.06.2022	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року	

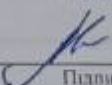
Студент

  
Підпис

П.Р. Кухар

Ініціали, прізвище

Керівник проєкту (роботи)

  
Підпис

О.С. Засорнов

Ініціали, прізвище

№ рядка

1

2

3

4

Зв

Рс





Пе

Н.

Зп

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1		<u>КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ</u>	Пояснювальна записка	62		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2		<u>КвРКІ. 180109.18.01.14 E2</u>	Схеми підключення	1		
3		<u>КвРКІ. 180109.18.01.14 E8</u>	Креслення	1		
			Експериментальної теплиці			
			Та її механізмів			
4		<u>КвРКІ. 180109.18.01.14 E8</u>	Інтерфейс користувача	1		

КвРКІ. 180109.18.01.14 ВП

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Відомість проєкту	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Кухар				У	1	1
Перевір.		Засорнов				ХНУ, КІ-18-1		
Н. контр.		Лисенко						
Затв.		Говорушенко						

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM».

Автор роботи: Кухар Павло Романович.

Керівник роботи: Засорнов Олександр Сергійович.

Пояснювальна записка: 62 с., 69 рис., 1 табл., 3 дод., 59 джерел.

Графічна частина: - презентаційних слайдів.

РОБОТОТЕХНІКА, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ВІДАЛЕНЕ КЕРУВАННЯ, ТЕПЛИЦЯ.


В кваліфікаційній роботі розроблено робототехнічну систему віддаленого керування для моніторингу даних з датчиків та управління обладнанням догляду за рослинами.

Результатом проекту є створений макет робототехнічної системи віддаленого керування теплицею з мікроконтролером ESP32-CAM.

В результаті аналізу літературних джерел, визначено характеристики пристроїв-аналогів, обґрунтовано вибір датчиків обрані складові макету. Була розроблена структура, та спроектована функціональна схема системи.

Для розробки конструкції та програмного забезпечення пристрою, а також перевірки роботи були використано сучасні програмне забезпечення.





Практична цінність роботи полягає в спроектованих та реалізованих підсистемах керування електроживленням та відслідковування енергоспоживання в режимі реального часу на платформі ESP32, які можуть бути застосовані як складова частина в робототехнічній системі віддаленого керування.

  
Підпис студента

15.06.22  
Дата

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	7
1.1 Аналіз предметної області та теоретичні основи функціонування теплиць...	7
1.1.1 Сонячна радіація та інтенсивність світла .....	7
1.1.2 Тепло та температура.....	8
1.1.3 Відносна вологість .....	8
1.1.4 Вологість ґрунту.....	9
1.1.5 Вуглекислий газ.....	9
1.1.6 Рівень кислотності ґрунту .....	9
1.1.7 Рівень кислотності ґрунту .....	10
1.2 Системи регулювання змінних параметрів теплиці .....	10
1.2.1 Системи освітлення та затінення.....	12
1.2.2 Система опалення.....	14
1.2.3 Система вентиляції.....	16
1.2.4 Система охолодження.....	17
1.2.5 Системи зволоження та осушення повітря.....	18
1.2.6 Системи зрошення та фертигації.....	19
1.2.7 Система збагачення вуглекислим газ.....	20
1.3 Висновки. Постановка задачі.....	22
2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ та апаратних засобів ДЛЯ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЦЕЮ..	23
2.1 Вибір та обґрунтування апаратних складових для робототехнічної телиці ..	23
2.1.1 Обладнання на базі Nobolink .....	23
2.1.2 Обладнання на базі Meazon.....	34
2.1.3 Обладнання на базі Agenso .....	38
2.1.4 Обладнання бази ESP-32 .....	39
2.2 Програмного та технічного забезпечення для системи.....	45
2.3 Висновок .....	45

КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ				
Зм	Арк	Лексикон	Підпис	Дата
Разроб.		Кухар		
Перев.		Засорнов		
Н.контр.		Лисенко		
Затв.		Говорущенко		
Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM Пояснювальна записка				
		Літера	Аркуш	Аркушив
		У	2 62	
ХНУ КІ-18-1				

3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЦЬ.....	48
3.1. Реалізація теплиці .....	48
3.1.1 Схеми електричних ланцюгів .....	48
3.1.2 Проектування моделі теплиці .....	52
3.1.3 Встановлення обладнання .....	54
3.2. Програмне забезпечення інтерфейсу користувача для дистанційного моніторингу та управління.....	60
3.4 Висновки .....	64
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	68
ДОДАТОК А Копія схем «Схеми підключення систем та приводів теплиці».....	74
ДОДАТОК Б Копія креслення «Експериментальної теплиці та механізмів».....	75
ДОДАТОК В Копія інтерфейсу «Інтерфейс користувача в різних застосунках»..	76
ДОДАТОК Д Програмний код робототехнічної системи.....	77

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ОС – Операційна система  
ПЗ – Програмне забезпечення  
ВЧ – Високочастотний  
PIC – Peripheral Interface Controller  
GSM – Global System for Mobile Communications  
MCE – Міжнародний союз електрозв'язку  
IOT – Internet of things  
LAN – Local Area Network  
USB – Universal Serial Bus  
ШИМ – Широтно-імпульсна модуляція  
UART – Universal asynchronous receiver/transmitter  
SPI – Serial Peripheral Interface  
IRQ – Interrupt request  
BSD – Berkeley Software Distribution  
MQTT – Message Queue Telemetry Transport  
REST – Representational State Transfer  
API – Application programming interface  
SPDT – Single Pole, Double Throw  
GND – Ground  
TVOC – Індекс наявності летючих органічних сполук  
PAR – Фотосинтетично активне випромінювання  
ОТР – Пароль дійсний тільки для одного сеансу автентифікації.  
C++ – Мова програмування загального призначення

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Прямим наслідком постійного зростання населення на планеті є зростаюча та гостра потреба в ресурсах. Одним із таких ключових ресурсів є їжа. Для покращення життєдіяльності людини необхідно досягти максимально можливої ефективності вирощування рослин. Для того щоб підвищити ефективність в секторі сільськогосподарських культур, потрібно стежити за тим, щоб всі параметри навколишнього середовища, включаючи температуру, вологість, концентрацію CO<sub>2</sub>, повинні досягати свого оптимального рівня для рослин.

Для підтримання клімату використовують закриті зони. Які створюють за допомогою дерев'яних або металевих каркасів, покритими прозорими матеріалами (пластик або скло), які називають теплицями.

Основне призначення теплиці – вловлювати короткохвильове сонячне випромінювання та накопичувати довгохвильове теплове випромінювання, вона також захищає культури від зовнішніх погодних умов (надлишку холоду та тепла, тощо). Крім того, рух повітря всередині теплиці зменшується або й зовсім зникає, що запобігає поширенню хвороб рослин, та дозволяє ізолювати їх від інших. Деякі інші переваги теплиць включають в себе можливість висаджувати рослини поза сільськогосподарським сезоном протягом усього року з оптимізацією простору, для прикладу, по вертикалі. Нарешті, закрита структура зменшує випаровування, після втрати енергії, і фільтрує шкідливі ультрафіолетові промені.

Теплиці включають різні системи моніторингу і контролю всіх факторів, що формують довкілля. Постійний збір даних та інтерпретація взаємопов'язаних параметрів – трудомісткий та складний процес. Нові методи автоматизації "Точне землеробство" та "Розумне сільське господарство" допомагають фермерам збільшити виробництво за одночасної мінімізації людської праці та ресурсів. Крім того, робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM дозволяє віддалено спостерігати за рослинами через Інтернет у режимі реального часу.

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однією з найважливіших причин встановлення автоматизованої системи є автоматизація процесів, та вартість обладнання. Оскільки користувач може заощадити гроші за рахунок дешевизни обладнання, а також економити свій час за допомогою автоматизації.

Отже метою роботи є проектування та реалізація систем для теплиці, для догляду та вирощуванням рослин, та автоматизацію усього процесу, з можливістю віддаленого керування.

Об'єктом дослідження є програмно-технічний (апаратний) засіб - системи керування теплицею та моніторингу умов в режимі реального часу на платформі ESP32-CAM в робототехнічній системи віддаленого керування теплицею.

Практична цінність роботи полягає в спроектованих та реалізованих підсистемах керування теплицею та моніторингу умов в режимі реального часу на платформі ESP32-CAM, які можуть бути застосовані як складова частина в системи віддаленого керування.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

## 1.1 Аналіз предметної області та теоретичні основи функціонування теплиць

На ефективність роботи теплиці впливає ціла низка факторів, починаючи від позитивних генетичних властивостей культур і закінчуючи якістю дорив. Тим не менш, необхідно пам'ятати про важливість постійного моніторингу параметрів внутрішнього та зовнішнього клімату: температуру повітря та ґрунту, вологості повітря, вологості ґрунту, інтенсивності світла, концентрації вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ), які сприяють пришвидшенню росту рослин [1, 3].

### 1.1.1 Сонячна радіація та інтенсивність світла

Сонячна енергія є основним природним джерелом світла та тепла всередині теплиці, де короткохвильове сонячне випромінювання затримується, а довгохвильове теплове випромінювання накопичується. Короткохвильове фотосинтетично активне випромінювання в діапазоні 0,4-0,7 мкм відповідає за фотосинтез, а решта спектра – за транспірацію рослин. У той же час світло при попаданні в теплицю розсіюється, створюючи однорідний профіль спектра навколо положу і посилюючи світлові процеси. Крім процесу фотосинтезу, під час якого вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) перетворюється на органічні речовини з допомогою світла, реакції рослин різні типи світла, звані морфогенезом, і різну довжину дня, звану періодичністю, також є важливими процесами зростання рослин. З цієї причини необхідно вимірювати освітленість, спектральну якість та тривалість світла [6, 7, 8].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.1.2 Тепло та температура

Теплова енергія всередині теплиці і, відповідно, температура значно впливають на хімічні реакції та фізичні властивості культур як на рослинному, так і на клітинному рівні. Причина цього полягає в тому, що вона регулює швидкість транспірації та водний статус під час фотосинтезу. Слід зазначити, кожен вид має унікальні вимоги, які змінюються у його розвитку. Більше того, вимірювання температури дуже важливо ретельно і постійно контролювати, оскільки вона відрізняється по висоті та довжині теплиці, між днем і вночі, по сезонах, а також залежить від інтенсивності світла, вологості та концентрації CO<sub>2</sub>. Крім того, температура ґрунту та рослин надає важливу інформацію про екосистему ґрунту та здоров'я рослин, відповідно. Тому численні температурні датчики для моніторингу температури повітря, ґрунту та рослин мають однаково високу важливість [6, 8, 10].

### 1.1.3 Відносна вологість

Одним із найбільш значущих факторів навколишнього середовища також є вологість. Вологість впливає всі процеси, пов'язані з транспірацією, фотосинтезом, швидкістю запилення і, зрештою, на врожайність. Відносна вологість і температура тісно взаємопов'язані, тому що відносна вологість показує відношення кількості розчиненої води у повітрі до максимальної кількості без конденсації за певної температури. Низькі відсотки відносної вологості, пов'язані з тривалим сухим і надзвичайно жарким середовищем, можуть призвести рослини до посухи. Навпаки, високий відсоток і низька температура роблять рослини схильними до грибкових захворювань та фізіологічних порушень. Отже, необхідно одночасно контролювати як температуру, і вологість [2, 6, 10, 11].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 1.1.4 Вологість ґрунту

Ще одним життєво важливим параметром навколишнього середовища для рослин є вологість ґрунту при ґрунтовому вирощуванні. У ґрунті повинен підтримуватися достатній рівень вологи, при якому рослини поглинають усі необхідні поживні речовини, використовуючи своє коріння. Контроль вологості ґрунту та подача води відповідно до потреб кожної рослини не тільки захищає рослини від в'янення при нестачі води та від різних захворювань при її надлишку, а й обмежує розтрату води [8].

#### 1.1.5 Вуглекислий газ

Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) є основним елементом фотосинтезу, який поглинають рослини. Незважаючи на те, що вуглекислий газ та вода є єдиними реагентами у хімічному рівнянні фотосинтезу, температура та вологість впливають на нього, регулюючи відкриття стом. Рівень концентрації  $\text{CO}_2$  може значно знизитися навіть у теплиці, що добре провітрюється, через щільне зростання культур. На жаль, збагачення  $\text{CO}_2$  не є поширеною практикою в країнах з помірним кліматом. У відкритому середовищі концентрація  $\text{CO}_2$  становить близько 400 ppm. Однак у великих теплицях, як правило, ідеальними є рівні 1000-2000 ppm, здатні забезпечити більш ніж 20% збільшення обсягів вирощування [6, 8].

#### 1.1.6 Рівень кислотності ґрунту

Ще однією хімічною змінною, що відповідає за зростання культур, є кислотності ґрунту або рН ґрунту, що визначає, чи може ґрунт отримувати поживні речовини. Він коливається від 0 до 14, вказуючи концентрацію іонів водню. Зазвичай рН ґрунту коливається від 4,0 до 8,5, але більш сприятливі значення – від 5,5 до 6,5. У лужному ґрунті (високі значення рН; вище 7) поживні речовини відокремлюються, позбавляючи рослини продовольства. З іншого боку, значно

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кислому ґрунті (низькі значення рН; нижче 7) поживні речовини концентруються більш щільно, стаючи шкідливими для рослини. В цілому, рівень рН повинен відповідати вимогам кожної рослини для її зростання та процвітання. Характеристики рН ґрунту можуть бути змінені за допомогою спеціально розроблених добрив [12, 14, 15].

### 1.1.7 Рівень кислотності ґрунту

Незважаючи на те, що теплиці є автономними спорудами зі своїм штучним середовищем, вони значною мірою піддаються впливу зовнішніх погодних умов. Зовнішня температура та відносна вологість впливають на параметри всередині приміщення та загальну енергію теплиці через повітрообмін та теплообмін. Крім того, швидкість вітру, напрям вітру та кількість опадів можуть впливати на швидкість цих обмінів [6].

### 1.2 Системи регулювання змінних параметрів теплиці

Системи регулювання змінних параметрів теплиці.

У теплиці встановлені різні системи для контролю параметрів внутрішнього середовища, регулювання та підтримки їх на оптимальному рівні для кожного виду та стану культури. Як уже згадувалося вище, всі параметри всередині та зовні теплиці взаємопов'язані. Отже, щоразу потрібне різне поєднання систем (див. таблицю 1.1).

Збір даних із датчиків відіграє важливу роль для систем, оскільки забезпечує зворотний зв'язок та контролює їх необхідну активацію та ефективну роботу [16].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Вплив сонячної радіації, випарного охолодження та вентиляції на змінні теплиці

Співвідношення систем та змінних	Температура повітря	Відносна вологість	VPD	Потреби у зрошенні	Евапотранспірація
Сонячна радіація	посилити	послабити	посилити	посилити	посилити
Випарне охолодження	послабити	посилити	послабити	послабити	послабити
Вентиляція	послабити	послабити	посилити	посилити	посилити

У більшості теплиць як джерело світла використовується тільки сонячна енергія. Однак, коли природне світло відсутнє або недостатнє для задоволення потреб рослин, потрібне допоміжне освітлення, щоб допомогти рослинам продовжувати процес фотосинтезу без зупинки. Навіть коли природного світла багато і достатньо, штучне освітлення у певних діапазонах довело свою ефективність для росту рослин, (рис. 1.1, 1.2). Більшість систем освітлення включають світлодіодні лампи, лампи люмінесцентні, лампові лампи, металогалогенні лампи або теплові лампи [6].

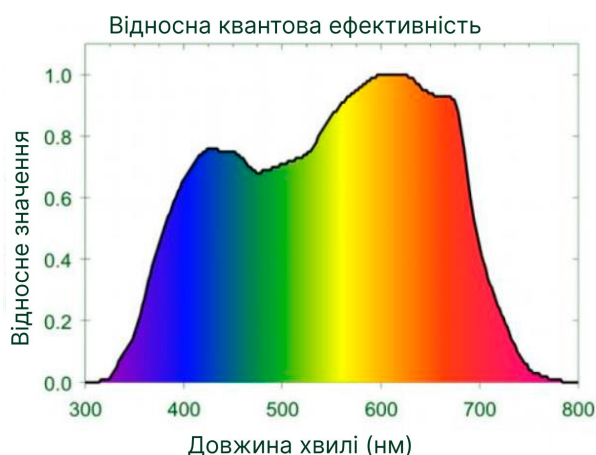


Рисунок 1.1 - Крива відносної квантової ефективності [18].



Рисунок 1.2 - Система штучного освітлення теплиці, яка використовує найефективніші довжини хвиль для фотосинтезу

### 1.2.1 Системи освітлення та затінення

В іншому сценарії, коли сонячна радіація та інтенсивність світла перевищують оптимальні рівні, що призводить до надмірно високих температур та низьких значень відносної вологості (див. таблицю 1.1), єдиним рішенням є системи затінювання.

Найбільш прості методи затінення складаються з внутрішніх або зовнішніх тінювих екранів, фарб та сіток-тканин з різними рівнями непрозорості [6, 20,21].

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

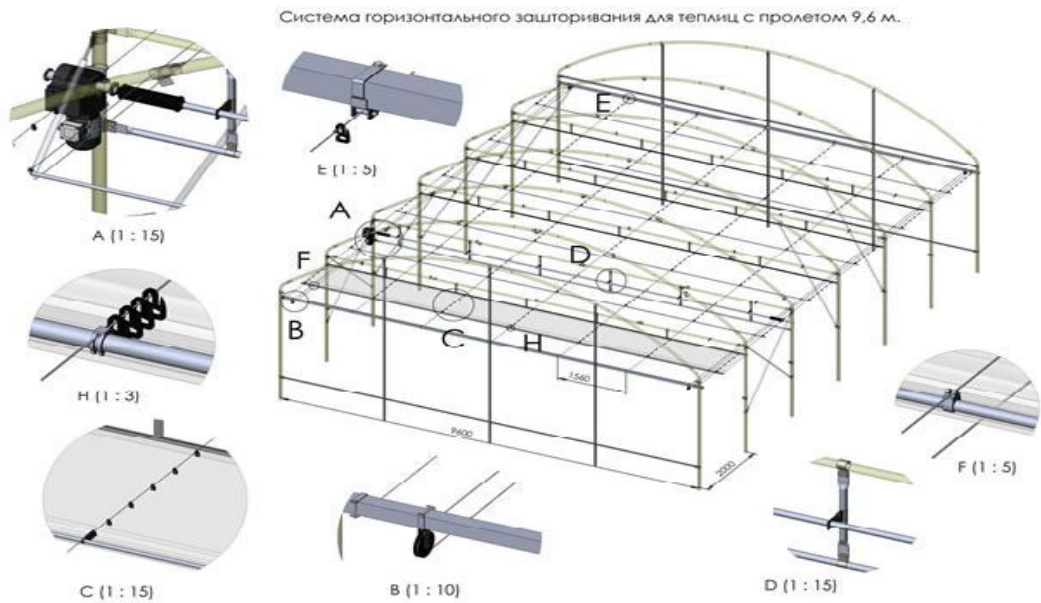


Рисунок 1.3 - Механізм внутрішнього тінювого екрана.

Більш просунуте, інноваційне та екологічне рішення пропонується на рівні прототипу, що використовує відновлювані джерела енергії та забезпечує стійкість. Ця система затінення містить напівпрозорі фотоелектричні (PV) модулі, які орієнтовані паралельно поверхні даху (рис 1.4 а) для забезпечення затінення та виробництва електроенергії, або вертикально (рис 1.4 б) для забезпечення сонячного опромінення та надходження сонячного світла [9,22].



Рисунок 1.4 - Напівпрозорі фотоелектричні модулі, розташовані паралельно (А) або перпендикулярно (В) до поверхні даху [23]

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 1.2.2 Система опалення

Як уже згадувалося, основне завдання теплиці – утримувати тепло та підтримувати високий рівень температури. Однак сонячне теплове випромінювання може бути обмежене через погодні умови на вулиці або конструкції теплиці. Одночасно теплова енергія втрачається за рахунок теплопровідності із землею та конвекції із зовнішньою стороною теплиці, коли повітря виходить через вікна, двері, вентиляцію або недостатньо ізольовані матеріали покриття. Оскільки системи опалення дуже впливають на рентабельність теплиці, все втрачене тепло має бути заповнене ефективно і точно.

Блокові нагрівачі та конвектори використовуються для нагрівання повітря, яке рівномірно розподіляється у теплиці через систему вентиляції (рис. 1.5) [6, 11].

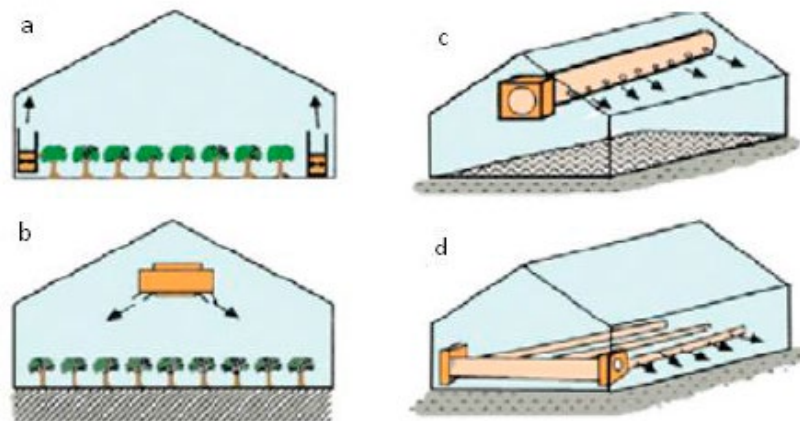


Рисунок 1.5 - Система опалення теплиці з використанням конвекторів (а), тепловентиляторів з повітряною вставкою (b), повітряних каналів з високою вставкою (с) та повітряних каналів з низькою вставкою (d) [24].

Центральні нагрівачі - це більш досконалі системи, що використовують різні джерела (електрика, викопне паливо, геотермальні джерела) для нагрівання води в котлах та її циркуляції по настінних трубах змієвиків, підвісних труб, труб-лежаків та трубних рейок. Таким чином, регулюється температура ґрунту, рослин та повітря (рис. 1.6).

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 1.2.3 Система вентиляції

Циркуляція повітря в основному контролюється системою вентиляції, яка впливає на температуру повітря, відносну вологість, концентрацію CO<sub>2</sub> та забезпечує рівномірний розподіл цих характеристик по всій теплиці. Вентиляція поділяється на дві категорії: природна та динамічна.

Природна вентиляція заснована на двох фізичних явищах: різниці температур та тиску всередині та зовні теплиці. Перше, також відоме як "теплова плавучість", призводить до того, що тепле повітря піднімається вгору через свою меншу щільність. Інше, що називається "ефектом вітру", змушує зовнішній вітер низького тиску переміщатися з навітряного боку теплиці на підвітряну. Для створення відповідних отворів та пропускання повітряного потоку зазвичай використовуються бічні кватирки та вікна (рис. 1.8) [28].

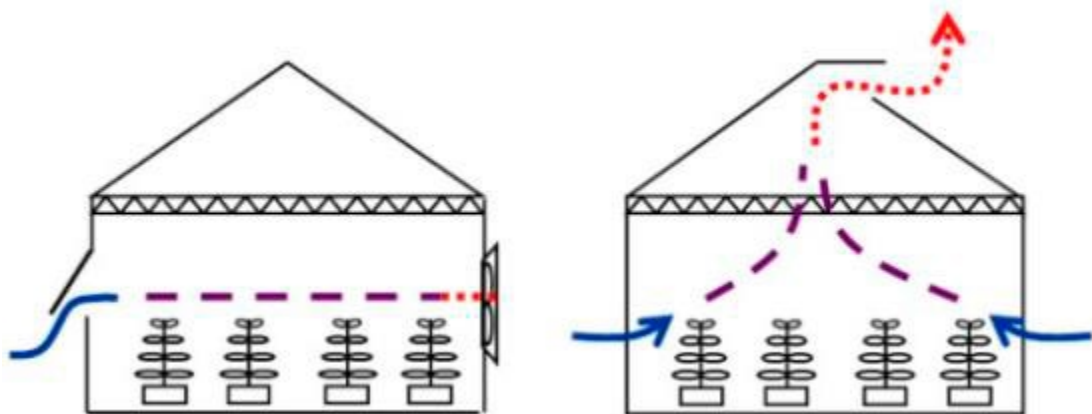


Рисунок 1.8 - Активна та пасивна циркуляція повітря через бічні кватирки, вентилятори та мансардні вікна

Динамічна вентиляція неминуча для великих теплиць, оскільки зовнішній вітер нестабільний, його неможливо контролювати, а внутрішнє повітря має бути рівномірно розподілене по довжині та висоті. Великі масиви вентиляторів встановлюються з боків і всередині теплиці для активного забору свіжого повітря, його циркуляції, розподілу та відведення (рис. 1.9). Активні системи вентиляції

більш ефективні, ніж пасивні, але вони споживають електроенергію та вимагають більш дорогого обладнання. Використання динамічних систем вентиляції є неминучим для промислового використання, оскільки є інтегрованою частиною систем охолодження, які докладно описані нижче [2, 6, 28].



Рисунок 1.9 - Масиви вентиляторів динамічної системи вентиляції теплиці

#### 1.2.4 Система охолодження

Крім систем опалення, системи охолодження також потрібні для контролю температури та підтримки її в оптимальних межах. Системи затінення та вентиляції також є частиною системи охолодження, обмежуючи сонячну радіацію та обмінюючи гаряче повітря у приміщенні з холоднішим ззовні.

Найбільш ефективним методом охолодження для контролю температури та вологості всередині теплиці є випарне охолодження, яке перетворює розумне тепло на поховане за допомогою спринклерів (містерів або туманоутворювачів) або випарних подушок та вентиляторів.

Спринклери досягають цієї мети, розпорошуючи крихітні краплі води у повітрі, що збільшує поверхню води, що стикається з повітрям. Їхня низька швидкість вільного падіння допомагає розподілити їх по всій теплиці. Цей метод

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також використовується для створення високої відносної вологості повітря, поряд з охолодженням усередині теплиці (рис. 1.10) [30].



Рисунок 1.10 - Спринклерна система охолодження

### 1.2.5 Системи зволоження та осушення повітря

Система випарних подушок складається з вологої подушки та вентилятора, які поглинають тепло з повітря, тоді як вода стікає по подушці. Прокладки виготовляються з дерева, шерсті, набухають глинистих мінералів або просоченого целюлозного паперу і вимагають якомога більшої поверхні (рис. 1.11) [31].

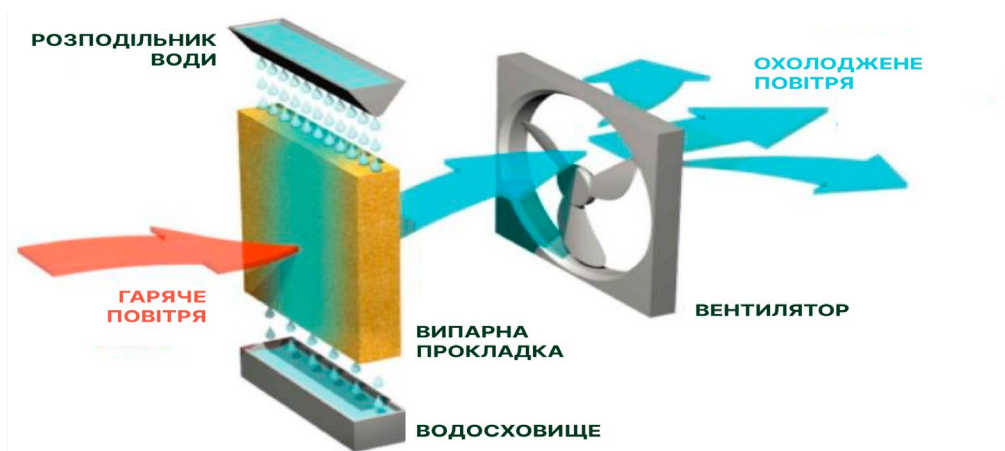


Рисунок 1.11 - Випарне охолодження за допомогою вологих подушок

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Основним перевагою спринклерів перед випарними системами є відсутність необхідності у примусовій вентиляції та герметичній огорожі завдяки однорідності умов по всій теплиці, яку вони забезпечують. Хоча спринклери вимагають більш дорогої установки з найвищими витратами на експлуатацію та обслуговування.

Зволоження повітря в основному контролюється системами затінення та охолодження, які знижують освітленість, температуру та збільшують поверхню води, що контактує з повітрям. Крім того, відносна вологість повітря зазвичай підтримується на високому рівні під час росту рослин – транспірації – і внаслідок випаровування води із ґрунту. Поєднання цих двох природних явищ, що є сумою води, що переміщується з ґрунту в повітря, називається евапотранспірацією.

Тим не менш, існують системи, спеціально призначені для зволоження повітря з вищими показниками, які не впливають на інші параметри теплиці. Парові котли та нагрівачі створюють і подають у теплицю насичену пару. Зволожувачі високого тиску стискають повітря, розбивають воду на краплі та фільтрують сухе повітря. Коли відносна вологість перевищує оптимальний діапазон, для її зниження та регулювання застосовуються різні методи осушення. Відкриття вікон та вентиляційних отворів на даху - найпростіший метод, що дозволяє випустити гаряче повітря з водяною парою. Іншим простим і недорогим рішенням є покриття внутрішньої частини теплиці проти краплинними плівками, які усувають краплі та утворюють замість них тонкі кулі води, що стікають з боків. Більш складні способи осушення - конденсація на холодній поверхні, примусова вентиляція з теплообмінником та поглинання гігроскопічного осушувача [2, 6, 30].

### 1.2.6 Системи зрошення та фертигації

Система зрошення відповідає за подачу води до рослин та контроль вологості ґрунту. Залежно від потреб теплиці система зрошення складається з крапельних трубок, підвісних спринклери, контейнерів для зрошення або комбінації цих методів (рис. 1.12).

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система зрошення також взаємодіє із системою фертигації, щоб задовольнити потреби культур у харчуванні, регулювати рН ґрунту та гарантувати максимальне зростання [2, 6, 12, 32].

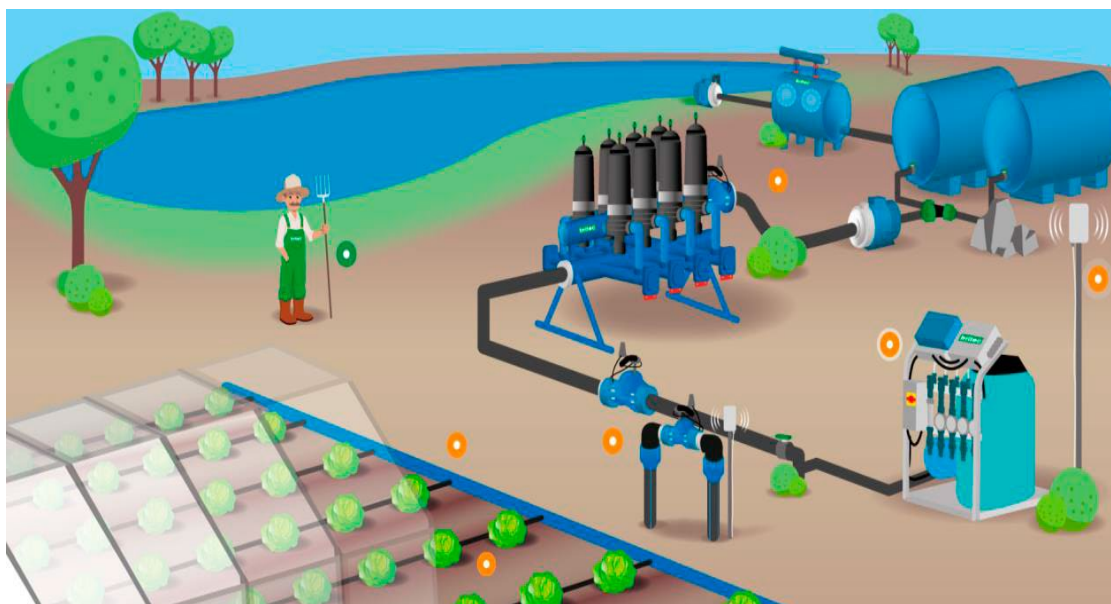


Рисунок 1.12 - Система зрошення та фертигації [33]

### 1.2.7 Система збагачення вуглекислим газом

Вуглекислий газ необхідний для процесу фотосинтезу і, отже, виживання та розвитку рослин. Коли система вентиляції повітря не може достатньо заповнити втрачений  $\text{CO}_2$  і підтримувати його рівень вище 400 ppm, або на промисловому рівні, де рекомендована концентрація  $\text{CO}_2$  становить від 1,000 ppm до 2,000 ppm, застосовуються більш прогресивні системи [12].

Прогресивна технологія збагачення вуглекислим газом полягає у закачуванні рідкого  $\text{CO}_2$  із контейнерів у теплицю (рис. 1.13).

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

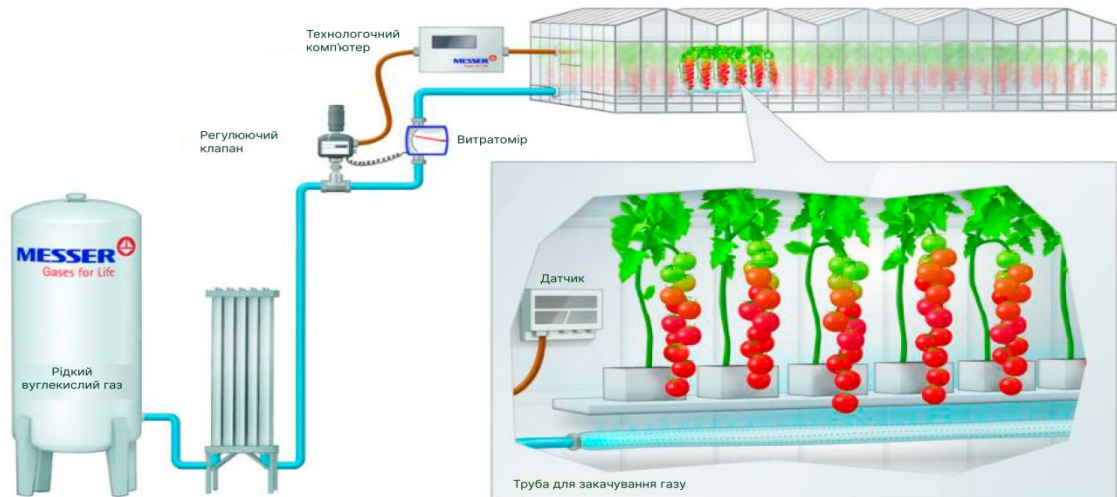


Рисунок 1.13 - Система збагачення CO<sub>2</sub> рідким діоксидом вуглецю[34]

Інший спосіб збагачення CO<sub>2</sub> досягається у складі газових викидів через пальники. Одночасно при спалюванні або підпалюванні викопного палива виділяється тепло, яке часто є основною причиною для такої установки. Таким чином, CO<sub>2</sub> може бути отриманий лише тоді, коли потрібне тепло (рис. 1.14) [6, 9].

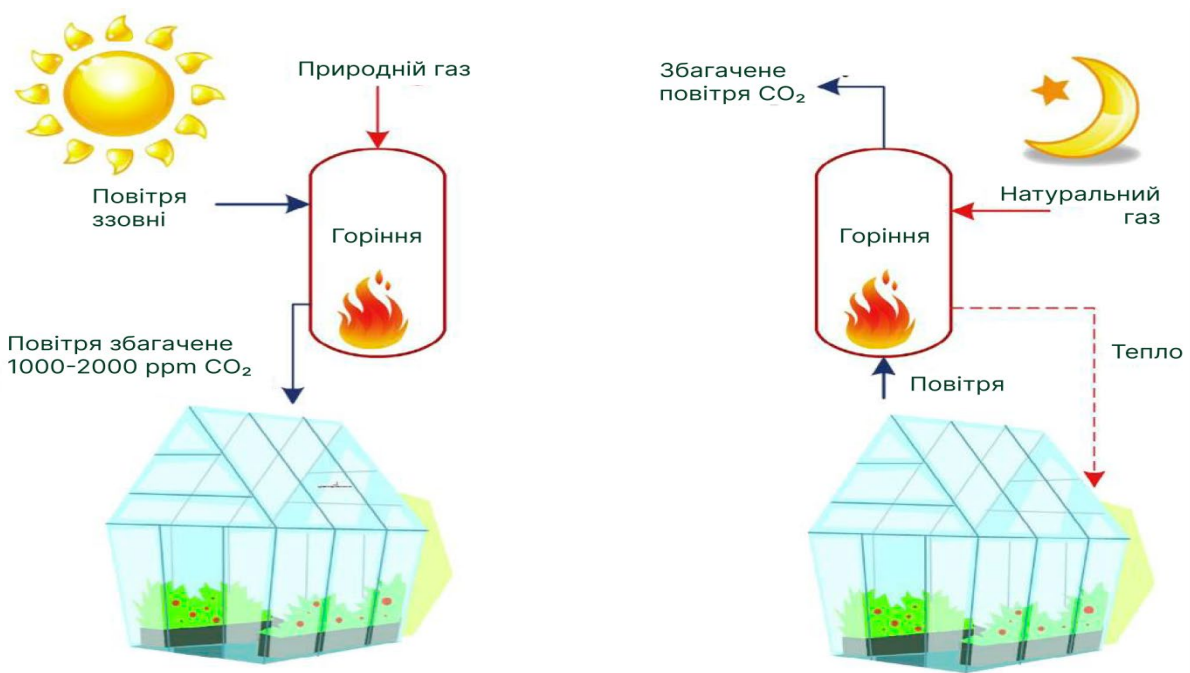


Рисунок 1.14 - Схема традиційного процесу на природному газі, що забезпечує CO<sub>2</sub> та тепло в теплиці

### 1.3 Висновки. Постановка задачі

Дослідження предметної області віддаленого керуванням теплиці виконано шляхом послідовного огляду уже існуючих рішень задач, методів та технологій. Аналіз витоків дозволив виявити шляхи підвищення продуктивності роботи робототехнічних систем та проаналізувавши особливості розвитку робототехніки для віддаленого керування. При поведені аналізу визначені всі сучасні вимоги стосовно робототехнічних систем віддаленого керування теплицею.

Аналіз дозволив визначити мету та сформулювати задачу моїх досліджень. Метою роботи є робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

Задачею проекту є проектування та реалізація робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Для досягнення мети необхідно вирішити задачу яка розподілена на кілька менших завдань, а саме: контроль усіх можливих змінних для теплиці, забезпечення оптимальних значень для максимально ефективного росту рослин, можливість віддаленого керування системою.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ТА АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЦЕЮ

### 2.1 Вибір та обґрунтування апаратних складових для робототехнічної теплиці

Обладнання для робототехнічної системи віддаленого керування теплиці доволі складне і має дуже велику кількість різновидів. Тому доволі важко зробити вибір та обґрунтування програмних та апаратних засобів для робототехнічної системи віддаленого керування теплицею. Тому огляд обладнання виконуємо використовуючи найбільш перспективні розробки у цій сфері. Розглянуто обладнання для теплиць та його технічних характеристик, включаючи Hobolink, Meazon, Agenso, пропонували датчики та запропоновані виконавчі механізми. Електричні схеми можливих датчиків та приводів пояснюються більш детально.

#### 2.1.1 Обладнання на базі Hobolink

Станція Hobolink. RX3002 Wi-Fi Remote Monitoring Recorder є основною складовою економічної та масштабованої системи моніторингу поля Hobonet для сільськогосподарських культур, екологічних досліджень та парникових операцій. Він забезпечує постійну реєстрацію даних для широкого спектру застосувань енергетичного та погоди, використовуючи до десяти інтелектуальних датчиків, додаткових аналогових датчиків, датчиків рівня води, реле модулів та бездротових сенсорних двигунів. Дані зі станції RX3002 передаються через регулярні проміжки часу до веб-програми Hobolink через Wi-Fi, де ви можете перевірити останні умови, переглянути графіки, налаштувати датчики та тривоги, створити приладну панель, завантажувати дані або доставку даних планом шляхом пошта або ftp. В середині стійкого до погодного випадку цього сильної станції є вбудований РК-екран, який дозволяє перевірити поточну конфігурацію та стан системи, запустити та зупинити реєстрацію, додавати та видаляти інтелектуальні датчики, а також підключатися до

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Hobolink на вимогу. У додатковому модулі реле ви можете активувати до трьох окремих реле, а додатковий аналоговий модуль має чотири аналогові входи, які підтримують вимірювання потужності збудження, масштабування та статистики. Додатковий модуль менеджера RXW також доступний для станції для налаштування бездротової сенсорної мережі Hobonet, яка може підтримувати до 50 ТО. Усі легко встановлені модулі можна налаштувати за допомогою Hobolink (рис. 2.1) [43].



Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд RX3002 Wi-Fi віддаленої станції моніторингу

Модуль реле Нобо RXMOD-R1 дозволяє активувати до трьох окремих реле або давати імпульси у відповідь на тривожні сигнали. Кожен контакт реле може бути налаштований як зазвичай відкритий або зазвичай закритий через Hobolink (рис. 2.2) [43].



Рисунок 2.2 - Модуль реле Нобо RXMOD-R1

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль Manager RXW передає дані з сенсорних двигунів через бездротову мережу до станції RX3002, а потім завантажує їх у веб-програму Nobolink. Nobolink можна використовувати для моніторингу мережі, перегляду графіків, встановлення сигналів тривоги, завантаження даних тощо (рис. 2.3) [43].



Рисунок 2.3 - Модуль Manager RXW

Бездротовий датчик Nobonet PAR RXW-LIA-868 передають дані безпосередньо до Ново RX3002, а потім завантажують їх у веб-програму Nobolink. Кожен датчик попередньо налаштований та готовий до розгортання, а дані отримують через Nobolink, інноваційну хмарну платформу для хмарного програмного забезпечення. Щоб приєднатися до бездротової мережі Nobonet, вам просто потрібно натиснути кнопку. Нарешті, кожен бездротовий датчик оснащений побудованою пам'яттю для усунення втрати даних, а фотоелектричні модулі сонячних батарей для підзарядних акумуляторів.

Бездротовий датчик фотосинтетичного активного випромінювання (PAR) Nobonet вимірює інтенсивність світла на частотах, пов'язаних з фотосинтезом (рис. 2.4) [43].



Рисунок 2.4 - Датчик PAR RXW-LIA-868

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Силіконовий піранометричний датчик RXW (RXW-LIB-868). Посмішка випромінювання бездротового датчика (кремнієвий піранометр) Hobonet калібрується для вимірювання інтенсивності світла на частотах, пов'язаних із сонячним випромінюванням.

Цей датчик використовує кремній фотодіод для вимірювання сонячної енергії на одиницю площі (ват на квадратний метр). Силіконові фотодіоди не ідеальні для використання сонячного випромінювання як датчиків, а фотодіод у цьому піранометрі кремнію не є винятком (рис. 2.5). Ідеальний піранометр має однакову спектральну реакцію від 280 до 2800 нм. Однак при відповідному калібруванні та належному використанні датчик кремнію піранометра повинен добре працювати в більшості ситуацій (рис. 2.5) [43].



Рисунок 2.5 - Кремнієвий піранометр RXW-LIB-868

Датчик калібрується для використання при сонячному світлі (спектральний піранометр одного використовується як стандарт). Відповідно, якщо датчик використовується при природних сонячних променях, помилки вимірювання будуть невеликими. Треба звернути увагу, що значні помилки можуть виникати при використанні датчика в штучному освітленні, під рослинними навісами, в теплицях або в інших умовах, коли спектральний вміст відрізняється від сонячного світла (рис. 2.6) [43].

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносна інтенсивність Сонця та типова відносна реакція кремнієвого піранометра від довжини хвилі

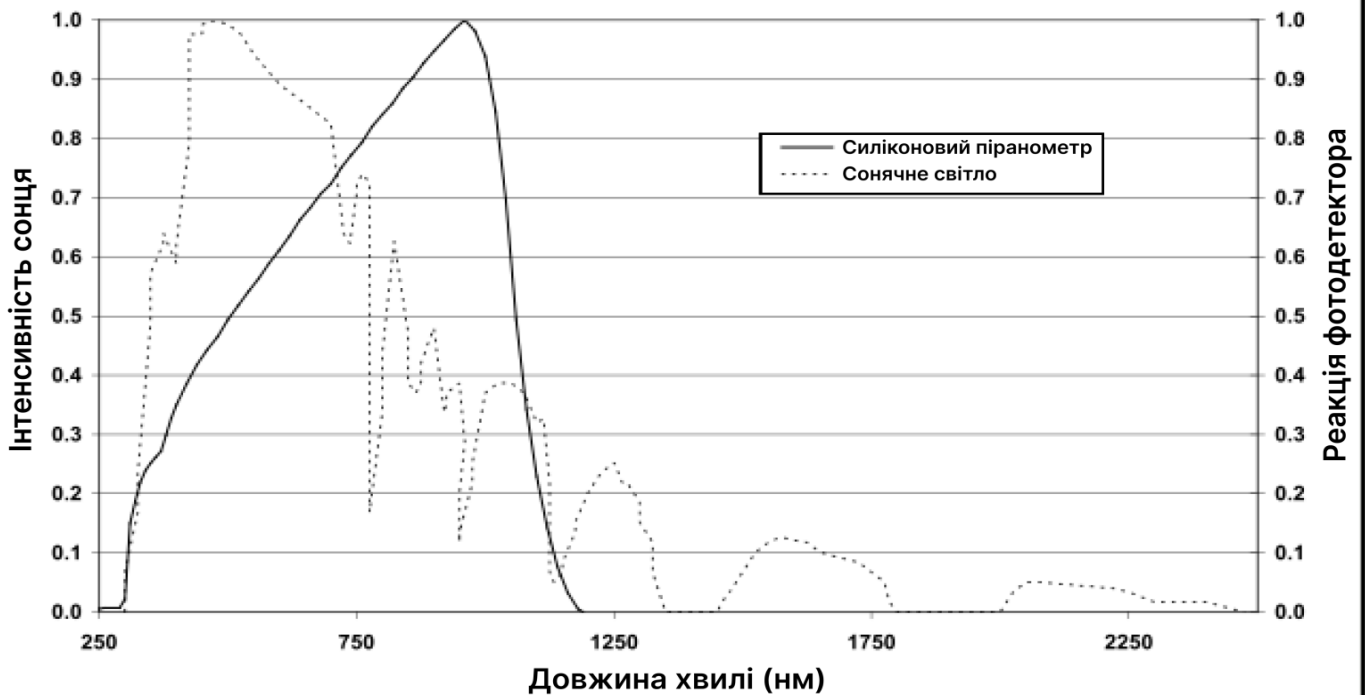


Рисунок 2.6 - Крива відповіді датчика кремнію Піранометра [43]

Сонячне випромінювання (кремній Піранометр) Інтелектуальний датчик НОВО S-LIA-M003.

Силіконовий піранометр Ново S-LIA-M003 вимірює інтенсивність світла на частотах, пов'язаних з фотосинтезом (PAR). Він має той самий датчик, що і RXW-LIA-868, але не вмикає бездротовий МОТ і підключається провідним методом до станції RX3002 (рис. 2.7) [43].



Рисунок 2.7 - Силіконовий піранометр Ново S-Lia-M003

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтелектуальний датчик НОВО S-LIB-M003 використовують для сонячного випромінювання (кремній піранометр).

Силіконовий піранометр Novo S-LIB-M003 вимірює рівень освітлення. Він має той самий датчик, що і RXW-LIB-868, але не вмикає бездротовий МОТ і підключається безпосередньо до станції RX3002 (рис. 2.8) [43].



Рисунок 2.8 - Силіконовий піанометровий Novo S-LIB-M003

RK200-07 Датчик ультрафіолетового випромінювання-це точний інструмент, що використовується для вимірювання атмосфери ультрафіолетового випромінювання сонця (УФА та УФБ), підтримки придбання використання інструменту може забезпечити публічну проблему: УФ-індекс, вимірювання УФ.

На здоров'я, наслідки УФ спеціальної біології та хімії, дуже метеорологія, промисловість, будівництво, медична допомога, широко застосовуються в експозиціях, спричинених еритемою дози, складного екологічного ефекту навколишнього середовища, вивчення зміни клімату та ультрафіолетового випромінювання та прогнозу випромінювання (рис. 2.9) [44].

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.9 - Датчик ультрафіолетового випромінювання RK200-07

RXW-SMD-868 / RXW Датчик вологості ґрунту 10HS. Бездротовий сенсор ґрунту Nobonet інтегрує датчик ECH2O™ 10HS, доведений у цій галузі та дає читання безпосередньо у вмісті об'єму води. 10-центметр зондів вимірює вологість ґрунту для більшого об'єму ґрунту, допомагаючи усереднити будь-які коливання ґрунту. Високочастотна конструкція датчика мінімізує чутливість до солоності та текстури та забезпечує широкий спектр вимірювань (рис. 2.10) [43].



Рисунок 2.10 - Датчик вологості ґрунту 10HS RXW-SMD-868

НОВО RXW-SMC-868 NOBONET EC-5 Датчик вологості ґрунту. Бездротовий датчик ґрунтового ґрунту Nobonet поєднує датчик ґрунтового ґрунту датчик ECH2O EC5, що перевірений у цій галузі, і забезпечує читання безпосередньо у вмісті об'єму води. Високочастотна конструкція датчика мінімізує чутливість до солоності та текстури та забезпечує широкий спектр вимірювань (рис. 2.11) [43].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.11 - Датчик вологи ґрунту EC-5 RXW-SMC-868

Датчики RXW-SMC та RXW-SMD зважаючи на характер робочої частоти датчиків, вони мають сприйнятливість до радіочастотних сигналів. Наприклад, піддаючись певній радіочастотній інтерференції, наприклад, у IЕС 61000-4-3 та IЕС 61000-4-6, специфікація точності зменшується до 0,061 м /м. Точність на рівні системи особливо погіршується, коли 3 В/м або вище в діапазоні 70 МГц знаходиться в електричному полі. Практика зменшення радіоінтенсури та фізичних змін у розміщенні може знизити сприйнятливість системи.

НОВО RXW-T12-868 датчик датчика, температура та електрична провідність датчик-це бездротовий сенсор, який працює з системою Nobonet для забезпечення розширеної вологості ґрунту (об'ємна вода) з підвищеною точністю та точності, а також вимірюванням температури ґрунту та електропровідністю. Розроблені для роботи в суворих екологічних умовах, ці міцні датчики тривають до 10 років. Вказані кінчики зонда з нержавіючої сталі полегшують установку навіть у твердій ґрунті, а великий об'єм впливу дає більш точні результати. Брендуювана технологія ємнісної частоти 70 МГц мінімізує ефекти солоності та текстури. Крім того, тестовий затискач пропонує зручний спосіб підтвердження роботи та точності ґрунту датчиків Nobonet T12. Прикріплення цього затискача до датчика забезпечує певний рівень вологості ґрунту для перевірки точності вимірювань, не випробовуючи датчик на реальному ґрунті, який зазвичай вимагає зважування зразків ґрунту та їх сушіння в печі (рис. 2.12) [43].

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.12 - Датчик Novo RXW-T12-868

Датчик НОВО RXW -GP3-868 -датчик вологості ґрунту багатогранного ґрунту -це бездротовий сенсор, який працює з системою Hobonet для вимірювання вологості та температури ґрунту на декількох глибинах, використовуючи один зонд для швидкої та простої установки.

Завдяки технології TDT5, маючи на увазі запатентовану конструкцію антени, цей датчик вимірює вологу ґрунту по всій довжині сегмента зонда, що забезпечує величезний об'єм впливу кожної секції вимірювання (2 літри впливу до сегмента 15 см). Висока частота імпульсу (400 000 імпульсів на розмір) забезпечує точні, послідовні та відтворювані дані про вологу ґрунту, усуваючи відхилення показань (рис. 2.13) [43].



Рисунок 2.13 - Датчик для визначення вологості та температури ґрунту  
RXW-GP3-868

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подвійний газовий передавач E2660-CO<sub>2</sub> належить до сімейства багатофункціональних вимірювальних інструментів Plurasens. Пристрій призначений для одночасно визначення вуглекислого газу -CO<sub>2</sub> та окису вуглецю -CO. Пристрій використовує електрохімічні датчики газу з відмінним відтворенням, стабільністю та тривалим терміном обслуговування. Два аналогові виходи (4-20 мА та 0-10 В) та цифровий інтерфейс RS485 з промисловим стандартом протоколу Modbus RTU дозволяють підключити датчик до систем безпеки або автоматизації будівель. Настінне кріплення IP65 забезпечує захищений корпус (рис. 2.14) [43].



Рисунок 2.14 - Датчик газів E2660 CO<sub>2</sub>

Денсор Davis 0,2 мм дощового датчика / HOBO S-RGF-M002 датчик. Davis Rain Gauge Smart Smart оснащений новою конструкцією Aerosone для підвищення точності вимірювання в умовах сильного вітру. Цей седиментометр виготовлений із стабілізованого УФ-пластику ABS і є економічним датчиком для вимірювання опадів, сумісним згідно з принципом вилку та гри з усіма погодними станціями Novo. Його спрощений дизайн зменшує кількість опадів, пропущених у вітряну погоду, що дозволяє отримати більш точні дані про опади. Крім того, вдосконалений екран сміття фіксується на місці, щоб залишатися на місці під час сильного вітру 16,5 см. Колекторний отвір відповідає рекомендаціям Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) (рис. 2.15) [43].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.15 - Інтелектуальний датчик дощу Novo S-RGF-M002

12-бітний інтелектуальний температура та відносна датчик вологості (2 м кабель) / НОВО S-ТНВ-М002 призначений для роботи з усіма датчиками даних, які приймають розумні датчики. Усі параметри датчика зберігаються всередині інтелектуального датчика, який автоматично передає інформацію про конфігурацію даних реєстратору без будь-яких програмування, калібрування або обширного налаштування користувача. Цей продукт відповідає специфікаціям критерію С СЕ EN61326 С для ESD, критерію С для радіаційної шумозбрусті, критерію С для швидких перехідних процесів, критерію В для провідної шумоздатності, критерію А для магнітних полів частот потужності та випромінювання емісії 1, Клас В. Щоб мінімізувати помилки вимірювання через навколишні радіочастоти, рекомендується використовувати кабель зонда мінімально можливої довжини та розміщувати кабель зонда якомога далі від інших кабелів (рис. 2.16) [43].



Рисунок 2.16 - Датчик температури та відносна вологість Novo S-ТНВ-М002

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Примітка. Датчик вимагає захисту від дощу або прямого спрею; Для використання при сонячному світлі настійно рекомендується використовувати радіаційний захист (rs3); Датчики можуть використовуватися в умовах переривчастої конденсації до 30 ° C і не -сертифікації вище 30 ° C.

Захисний екран Нобо RS3-В від сонячного випромінювання покращує вимірювання температури та вологості із зовнішніми датчиками Нобо в місцях, що піддаються сонячному світлу. Невеликий розмір цього екрану та безперешкодний потік повітря забезпечують швидшу реакцію на зміни умов порівняно з великими радіаційними екранами (рис. 2.17) [43].



Рисунок 2.17 - Екрана сонячного випромінювання НОВО RS3-В

### 2.1.2 Обладнання на базі Meazon

Meazon веде в галузі енергетичного контролю IoT, використовуючи технологію як важіль для випуску інвестицій в енергоефективність. Забезпечує енергетичну платформу IoT, яка може взаємодіяти майже з усіма доступними електричними навантаженнями на рівні поля (комерційні, промислові, побутові, електромобілі, вуличне освітлення), збиратимуть дані про енергетику, використовуючи існуючі та нові широко доступні мережі, такі як NB-IOT, WI -Fi та Zigbee, і направляють їх економічно ефективним та безпечним способом до

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хмари для підключення та транспортування. Meazon повністю зобов'язаний створити цінності для своїх клієнтів та внести внесок у ландшафт планети, використовуючи їх технології, екологічну політику та політику якості. Meazon пропонує послуги для підключення та сукупних транспортних даних у державному або приватному секторі з такими характеристиками, як: розподілений збір та контроль даних про енергію в режимі реального часу для різних джерел (фотоелектричні акумулятори, електромобілі, акумулятори) та навантаження (будинки, будівлі, опалення системи, вентиляція та кондиціонер, освітлення тощо). Крім того, Meazon пропонує гнучкі можливості для забезпечення та управління субметрами енергії, прозорого підключення до хмари та протокольного мосту для систем прийняття рішень та аналітичних платформ. Нарешті, забезпечена безпека пристроїв та користувачів, а також глибокий аналіз та візуалізація даних (рис. 2.18) [45].

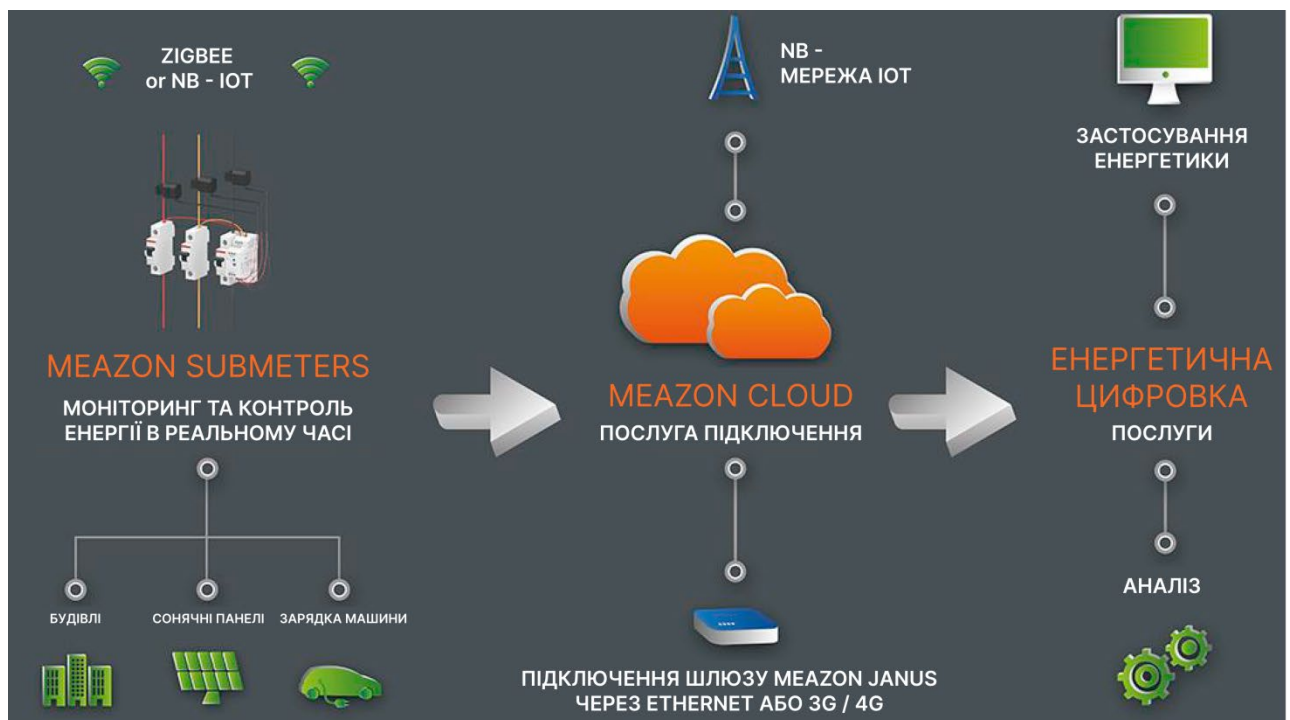


Рисунок 2.18 - Блок -схема з'єднання та агрегація даних Meazon

Шлюз – Janus пристрій невеликого форм-фактора, заснованого на Linux для забезпечення, агрегації та передачі даних з вимірювальних та сенсорних пристроїв

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Meazon до аналітичних онлайн-служб (або Meazon Analytics, або бажане альтернативне рішення) через Ethernet або 3G/4G. Завдяки зручному інтерфейсу користувача веб-програма для ініціалізації вимагає мінімум налаштувань для конфігурації навіть при масштабному розгортанні. Шлюз може передавати керовані повідомлення та дані по всій мережі Zigbee (рис. 2.19) [46].



Рисунок 2.19 - Шлюз "Janus"

Meazon Vizu використовується для управління електроенергією (увімкнення/вимкнення/планування) та вимірювання споживання енергії та потужності електричних приладів. Вона підключає електричний прилад до домашньої мережі через бездротову мережу. Він може вимірювати I, V, активну та реактивну потужність та енергію, а також частоту мережі. Нарешті, він може локально зберігати вимикачі/вимикання, а також непрочитані вимірювання, що робить його стійким до відключення Інтернету та електроенергії (рис. 2.20) [47].



Рисунок 2.20 - Вилки типу F

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бездротовий датчик вологості та температури / HMSZB-110 допомагає підтримувати ідеальний рівень комфорту, контролюючи температуру та відносну вологість та захист внутрішньої, електроніки, пристроїв та інших об'єктів, чутливих до вологості. Крім того, датчик є важливою частиною будь -якого рішення в галузі страхування, оскільки він попередить користувача про коливання вологості в приміщенні до небажаних рівнів. Показання з датчика передаються через бездротовий зв'язок через шлюз Януса до веб -платформи. Щоб знизити рівень конденсату, датчик вологості може бути налаштований для активації, наприклад, вентиляційної або термостата. Датчик характеризується тривалим терміном служби акумулятора (не підсилюється) та точним звітом про температуру та вологість на великій відстані. Комплект датчиків включає клейку стрічку та гвинти, що дозволяє легко фіксувати датчик на стіні або на землі, а також майже вразливі та цінні предмети (рис. 2.21) [48].



Рисунок 2.21 - Технічні характеристики датчика вологості та температури HMSZB-110

Бездротовий сенсор якості повітря, вологи та температури AQSZB-110 якості повітря легко інтегрується в рішення IoT. Він забезпечує далеке і точне визначення рівня (загального) летких органічних сполук (TVOC), температури та вологості для забезпечення найкращої якості повітря . На вигляд він в точності, як датчика вологості та температури HMSZB-110 (рис. 2.21) [49].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.1.3 Обладнання на базі Agenso

Експертиза Agenso (рішення для сільського господарства та навколишнього середовища) охоплює рішення IoT та послуги точного землеробства (РА). Agenso спеціалізується на просуванні досліджень та послуг у галузі стійкого сільськогосподарського виробництва, екологічної стійкості та передових технологій для сільського господарства та навколишнього середовища. Обидві компанії пропонують інтегровані рішення, що включають пристрої Інтернету речей для сільськогосподарських та екологічних цілей, збирання даних з польових датчиків та передові методи просторового картування для візуалізації даних. Їхня інтегрована система включає базову станцію, яка передає дані в хмару Agenso, метеостанцію з численними датчиками, два датчики вологості ґрунту та датчик температури ґрунту. Нижче наведено докладні характеристики всіх послуг та пристроїв Agenso.

Характеристики послуг Agenso включають:

- Постійне підключення через мобільну мережу;
- Доступ до даних через веб-програму;
- Прогноз погоди;
- Календар користувача;
- Протиугінна система;
- Зберігання історичних даних;
- Персоналізовані оповіщення;
- Експорт даних;
- 2 роки гарантії.

Базова станція Agenso є комплексним пристроєм (рис. 2.22)

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



Рисунок 2.22 - Базова станція Agenso2.1.4 Обладнання бази ESP-32

#### 2.1.4 Обладнання бази ESP-32

NodeMCU заснований на Wi-Fi System-On-Chip Espressif ESP8266-12E, завантаженому з відкритим вихідним кодом та прошивкою на основі Lua. Він має більш надійні характеристики, включаючи 32-бітний RISC-процесор, що працює на частоті 80 МГц, а також великий обсяг оперативної пам'яті та підтримку до 16 Мб зовнішнього флеш-накопичувача. Пристрій зручний для IoT-додатків, завдяки своїй мініатюрній площі та вбудованій підтримці Wi-Fi. Плата NodeMCU зчитуватиме дані з датчиків, управлятиме виконавчими механізмами та взаємодіятиме з платформою Cayenne (рис. 2.23) [50].

Esp32 Developer Kit v1 – це одна із плат розробки, створена для оцінки модуля ESP-WROOM-32. Він заснований на мікроконтролер ESP32, який може похвалитися підтримкою Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet і Low Power в одному чіпі.

У ESP32 вже інтегровані антена та радіочастотний балун, підсилювач потужності, малошумні підсилювачі, фільтри та модуль управління живленням. Усі рішення займає мінімальну площу друкованої плати. На цій платі використовуються дворежимні чіпи Wi-Fi та Bluetooth 2,4 ГГц, виготовлені за 40-нм технологією TSMC з низьким енергоспоживанням, з найкращими характеристиками за потужністю та РЧ, які є безпечними, надійними та масштабованими для різних додатків (рис. 2.24) [51, 52].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

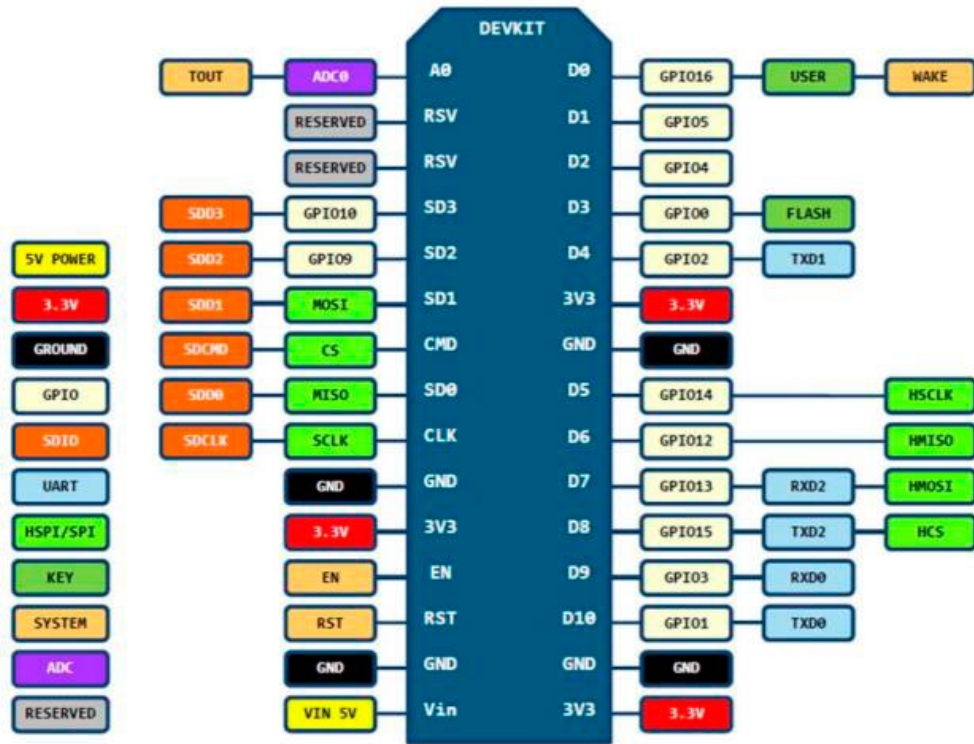


Рисунок 2.23 - Схема контактів мікроконтролера NodeMCU [50].

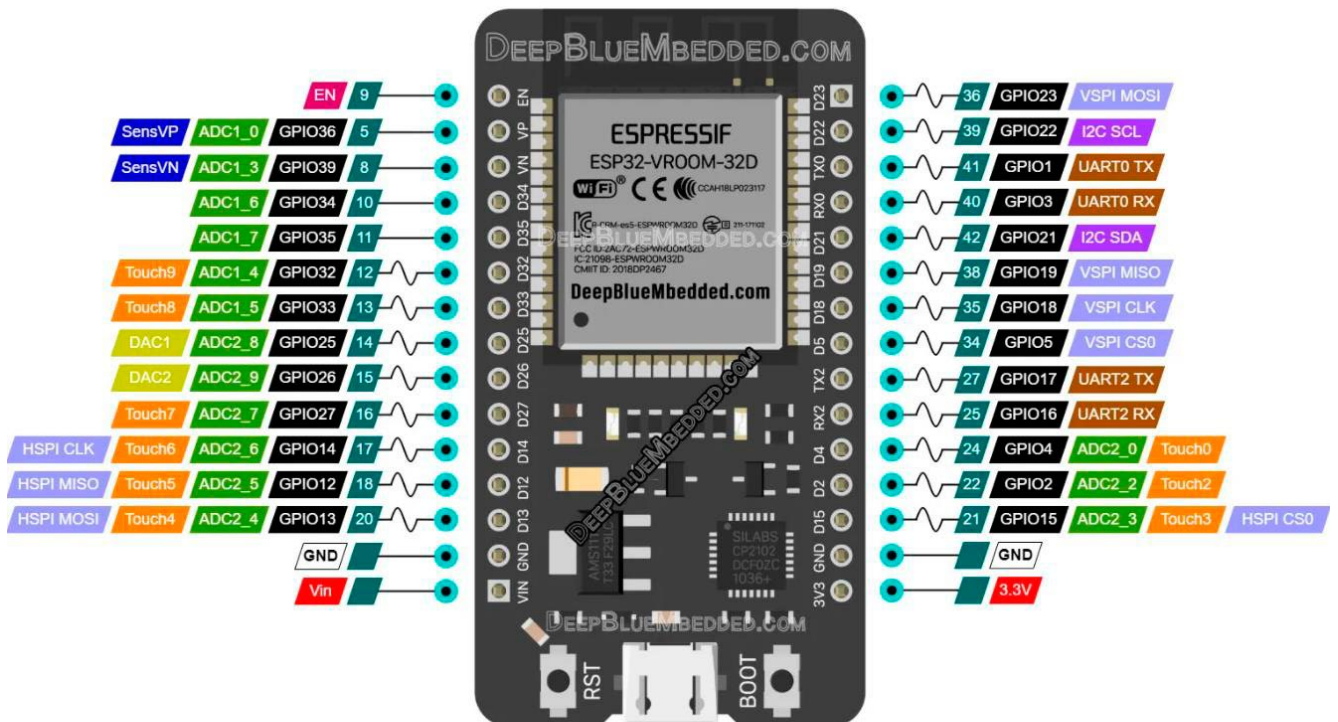


Рисунок 2.24 - Схема контактів плати мікроконтролера ESP32

DHT22 – це базовий, недорогий цифровий датчик температури та вологості повітря. У ньому використовується ексклюзивна технологія збору цифрових сигналів та технологія визначення вологості, що забезпечує його надійність та стабільність. Його чутливі елементи з'єднані з 8-бітним однокристальним комп'ютером, який використовує ємнісний датчик вологості та термістор для вимірювання температури навколишнього повітря. Єдиним недоліком цього датчика є можливість отримання нових даних кожні 2 секунди. Кожен датчик цієї моделі має температурну компенсацію та відкалібрований у точній калібрувальній камері. Коефіцієнт калібрування зберігається у пам'яті OTP. Невеликий розмір та низьке споживання дозволяють використовувати DHT22 у будь-яких жорстких умовах експлуатації. Крім того, однорядне впакування з чотирма контактами робить підключення дуже зручним. Для фільтрації хвиль між VDD та GND можна додати один конденсатор номіналом 100nF (рис. 2.25) [53].

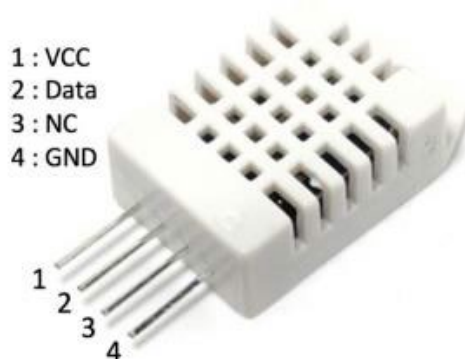


Рисунок 2.25 - Датчика DHT22

Цифровий термометр DS18B20 забезпечує вимірювання температури від -55 ° C до +125 ° C за 750 мс (максимум). Дозвіл DS18B20 налаштовується (9, 10, 11 або 12 біт), при цьому 12-бітові показання є заводським станом за замовчуванням. Це відповідає температурній роздільній здатності 0,5°C, 0,25°C, 0,125°C або 0,0625°C. DS18B20 обмінюється даними по шині 1-Wire, яка за визначенням вимагає лише одну лінію даних (і землю) для зв'язку із центральним мікропроцесором. Крім того, DS18B20 може отримувати живлення безпосередньо

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

від лінії даних (паразитне живлення), що усуває необхідність зовнішнього джерела живлення. Кожен DS18B20 має власний 64-бітний послідовний код, що дозволяє декільком DS18B20 працювати на одній шині 1-Wire (рис. 2.26). Таким чином, можна легко використовувати мікропроцесор для керування безліччю DS18B20, розподілених по великій території. Нарешті, головка датчика з нержавіючої сталі дозволяє використовувати його у будь-яких вологих та суворих умовах [54].



Рисунок 2.26 - Датчика DS18B20

Датчик вологості ґрунту SEN0193 (рис. 2.27) вимірює рівень вологості ґрунту за допомогою ємнісного, а не резистивного зчитування, як це роблять інші датчики. Він виготовлений з корозійностійкого матеріалу, що забезпечує відмінний термін служби. Він надає дані про вологість ґрунту в режимі реального часу шляхом введення його у ґрунт. Цей модуль включає в себе вбудований регулятор напруги, який забезпечує діапазон робочої напруги 3,3-5,5 В. Він сумісний з усіма низьковольтними мікроконтролерами, як 3,3, так і 5 В. Для сумісності з Raspberry Pi буде потрібний перетворювач АЦП. Цей датчик вологості ґрунту сумісний з 3-контактним інтерфейсом Gravity, який може бути безпосередньо підключений до шини розширення Gravity I/O [55].



Рисунок 2.27 - Датчика DHT22

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Це фотоелектричний датчик рівня рідини, який працює на традиційних оптичних принципах. Переваги цього датчика включають високу чутливість та відсутність необхідності в механічних деталях, що означає меншу кількість калібрування. Корозійностійкий датчик легко монтується і може працювати при високих температурах та високому тиску. Датчик має інтерфейсний адаптер для сумісності з інтерфейсом DFRobot "Gravity" (рис. 2.28) [56].



Рисунок 2.28 - Датчика води FS-IR02

Датчик температури, відносної вологості, CO<sub>2</sub>, TVOC, CCS811 & BME280 заснований на поєднанні CCS811 та чіпа BME280, цей модуль відрізняється високою точністю, інтерфейсом ІІС та швидкістю вимірювань. BME280 може забезпечити компенсацію температури та вологості для CCS811 для підвищення точності вимірювань загалом. Він може використовуватись для визначення температури, вологості, барометричного тиску, висоти над рівнем моря, рівнів TVOC та CO<sub>2</sub>.

Датчик якості повітря CCS811 використовує унікальну технологію мікрогарячої пластини AMS. Порівняно зі звичайними газовими датчиками, він має нижче енергоспоживання, менший час попереднього нагрівання та менший розмір. Вбудовані АЦП та MCU дозволяють йому збирати та обробляти дані та повертати їх через І2С.

BME280 – це датчик навколишнього середовища, що об'єднує в одній платі датчик температури, датчик вологості та барометр (рис. 2.28). Він має високу

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точність, безліч функцій і невеликий розмір. Датчик забезпечує температурну похибку  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  та похибку відносної вологості  $\pm 2\%$ . Він забезпечує дуже стабільну роботу у діапазоні температур виявлення. Крім того, температурний коефіцієнт зсуву становить  $\pm 1,5$  Па/К, що еквівалентно  $\pm 12,6$  см за зміни температури на  $1^{\circ}\text{C}$  [57].



Рисунок 2.29 - Модуля з датчиками CCS811 та BME280

MQ7 - це датчик чадного газу (CO), призначений визначення концентрації CO повітря. Він може визначати концентрацію газу CO у діапазоні від 20 до 2000ppm. Чутливість може бути відрегульована потенціометром (рис. 2.30).



Рисунок 2.30 - Датчик монооксиду вуглецю MQ-7

Датчик дверей МС-37 є магнітним перемикачем, що підключається до дверей або вікна для подачі сигналу тривоги при відкриванні. Зовнішнє джерело живлення не потрібне; для роботи достатньо підключитися безпосередньо до GND та цифрових портів GPIO (рис. 2.31) [59].

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.31 - Магнітний датчик дверей MC 37B

## 2.2 Програмного та технічного забезпечення для системи

Програмне та технічне забезпечення для створення та роботи робототехнічної системи віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM обрано шляхом обзору та аналізу сучасного програмного забезпечення. Представлені діаграми електричних ланцюгів робототехнічної системи були створені за допомогою програми Fritzing

Програми керування мікроконтролерами теплиць, розроблені в середовищі Arduino IDE, мова програмування в якому є подібною до C++.

Також було використано конструктор проєктів Cayenne IoT. Який дозволяє створити веб панелі інструментів до яких ми можемо отримати віддалений доступ з будь якого комп'ютера або ноутбука. Вибір Cayenne IoT обумовлено складністю системи контролю мікроклімату теплиці (рис. 2.32) [37].

## 2.3 Висновок

Отже в експериментальній моделі теплиці буде встановлено чотири інтегровані системи: Nobolink, Meazon, Agenso та запропонована система моніторингу тепличного мікроклімату. Усі чотири системи детально описані вище.

Система Nobolink включає реєстратор даних, три реле модулі, менеджер бездротового сенсора, екран сонячного випромінювання та датчики сонячного

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання, ПА випромінювання, УФ, волога ґрунту, температура, волога ґрунту, глибина, CO<sub>2</sub>-CO, опади. Відносна вологість.

Система Meazon складається з шлюзу, трьох дистанційно керованих пробки, температурної датчика, що проходить вологість та датчика якості вологості повітря.

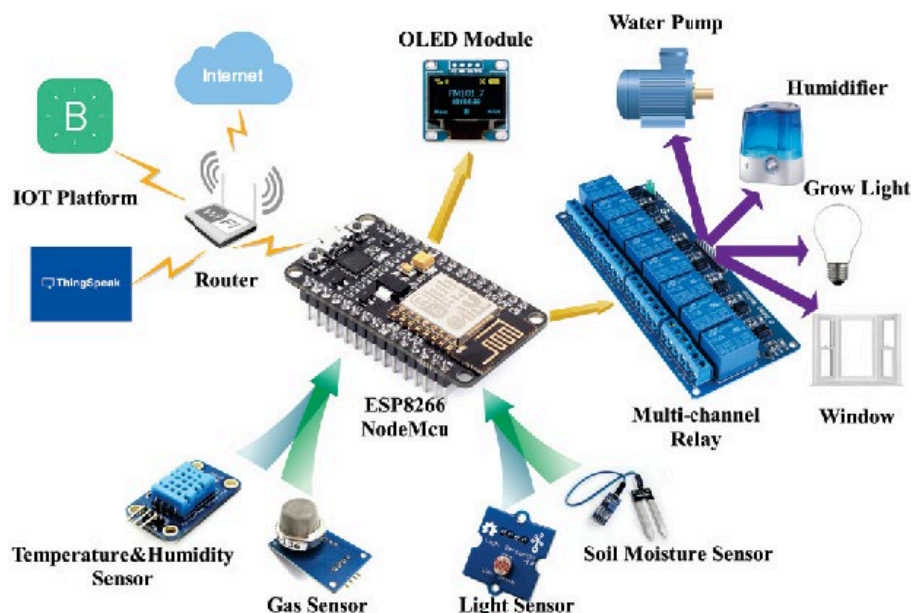


Рисунок. 2.32 - Система контролю мікроклімату теплиці.

Існують дві Agenso станції з базовою станцією, метеостанція, яка вимірює температуру, відносну вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, напрямок вітру, пориви вітру, сонячне випромінювання, ультрафіолет та опади, датчик температури ґрунту та датчик вологи ґрунту.

Запропонована система моніторингу мікроклімату в теплиці складається з двох мікроконтролерів та датчиків, які контролюють температуру, відносну вологість, температуру та вологість ґрунту, концентрацію CO<sub>2</sub> та CO.

Програмне та технічне забезпечення для створення та роботи робототехнічної системи віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM обрано шляхом обзору та аналізу сучасного

програмного забезпечення. Представлені діаграми електричних ланцюгів робототехнічної системи були створені за допомогою програми Fritzing

Програми керування мікроконтролерами теплиць, розроблені в середовищі Arduino IDE, мова програмування в якому є подібною до C ++.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ТЕПЛИЦЬ

### 3.1. Реалізація теплиці

#### 3.1.1 Схеми електричних ланцюгів

Електричні схеми проекту "розумної теплиці" розробили у програмі Fritzing. Fritzing - це безкоштовна програма з відкритим вихідним кодом, яка дозволяє використовувати вид "макетної плати", створюючи відчуття фізичного укладання компонентів.

Крім того, вона пропонує інструмент створення електронної схеми, в якій компоненти та модулі, що використовуються в одному з цих уявлень, автоматично маршрутизуються.

Нарешті, у Фритцинг є інструмент створення друкованих електронних плат.

Пропонована система мікрокліматичного моніторингу теплиці 1 включає мікропроцесор NodeMCU Esp8266, датчик температури повітря і відносної вологості DHT22, водонепроникний датчик температури DS18B20, ємнісний датчик вологості ґрунту і фотоелектричний датчик води.

Всі датчики живляться від виведення 3,3 мікропроцесора і заземлені на висновок GND. Датчики DHT22, DS18B20 та датчик рівня води передають дані на цифрові GPIO 5 (D2), 4 (D1) та 14 (D5) відповідно, а ємнісний датчик вологості ґрунту – на аналоговий GPIO A0 (рис. 3.1).

Рекомендується додати резистор 4.7kΩ до ланцюга DS18B20 для фільтрації сигналу. Нарешті, живлення мікроконтролера здійснюється через порт USB 5 Ст.

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

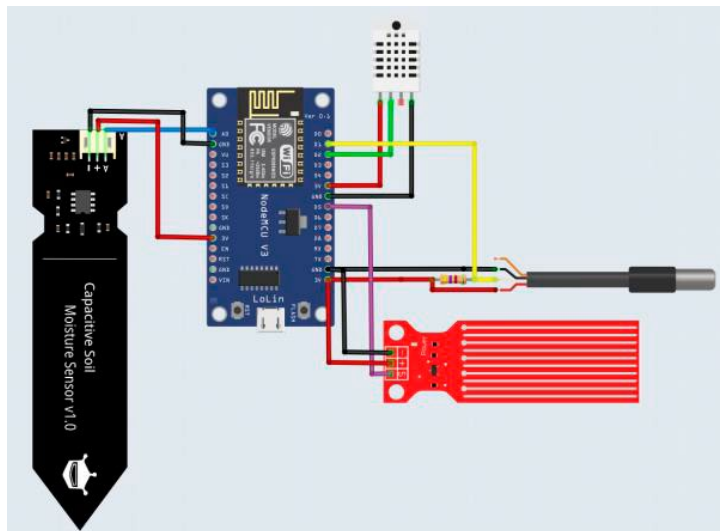


Рисунок 3.1 - Система GMCM 1

Другий вузол системи мікрокліматичного моніторингу теплиці (2) включає мікропроцесор ESP32, СО MQ-7, датчики BME280 і CCS811 (рис. 3.2). Всі датчики живляться від виведення 3,3 мікропроцесора і заземлені на висновок GND. Датчик MQ-7 підключений до цифрового GPIO 15. Модуль, що включає датчики BME280 та CC811, надсилає дані через порти SCL та SDA за протоколом послідовного зв'язку I2C. Тому замість NodeMCU використовується мікроконтролер ESP32.

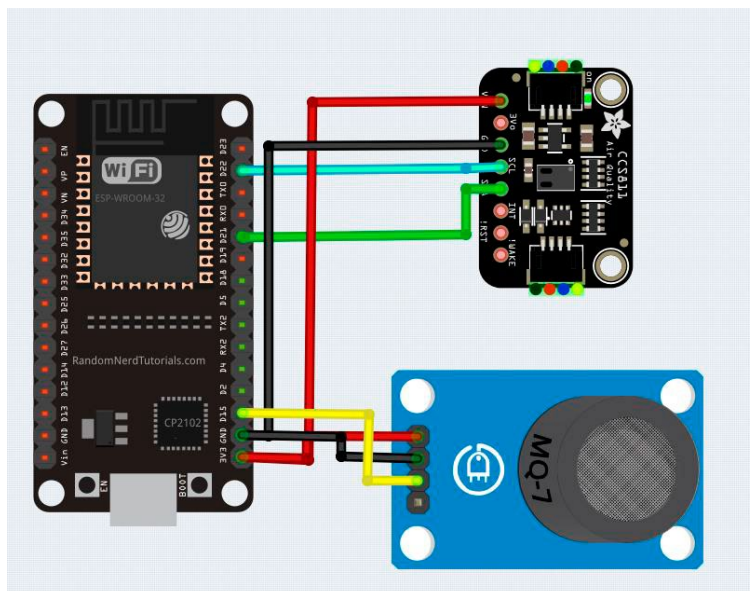


Рисунок 3.2 - Системи GMCM 2

Механізм відкриття вікна складається з мікроконтролера NodeMCU, крокового двигуна Creality 3D 42-40, драйвера крокового двигуна A4988 та двох датчиків магніту дверей. Для живлення крокового двигуна необхідне зовнішнє джерело постійного струму 12 і конденсатор 100 мкФ для захисту від стрибків напруги. Модуль драйвера живиться від мікроконтролера і керується контактами "dir" і "step", підключеними до GPIO 4 та GPIO 5. Для управління струмом, що проходить через драйвер крокового двигуна, встановлено реле. Штирі MS1, MS2 та MS3 підключені до джерела живлення мікроконтролера для забезпечення дозволу шістнадцяти кроків. Штирки крокового двигуна повинні бути підключені (рис. 3.3). Нарешті, магнітні дверні перемикачі посилають сигнали на підключені GPIO (GPIO 3 та GPIO 6), коли ланцюги замкнені (рис. 3.3).

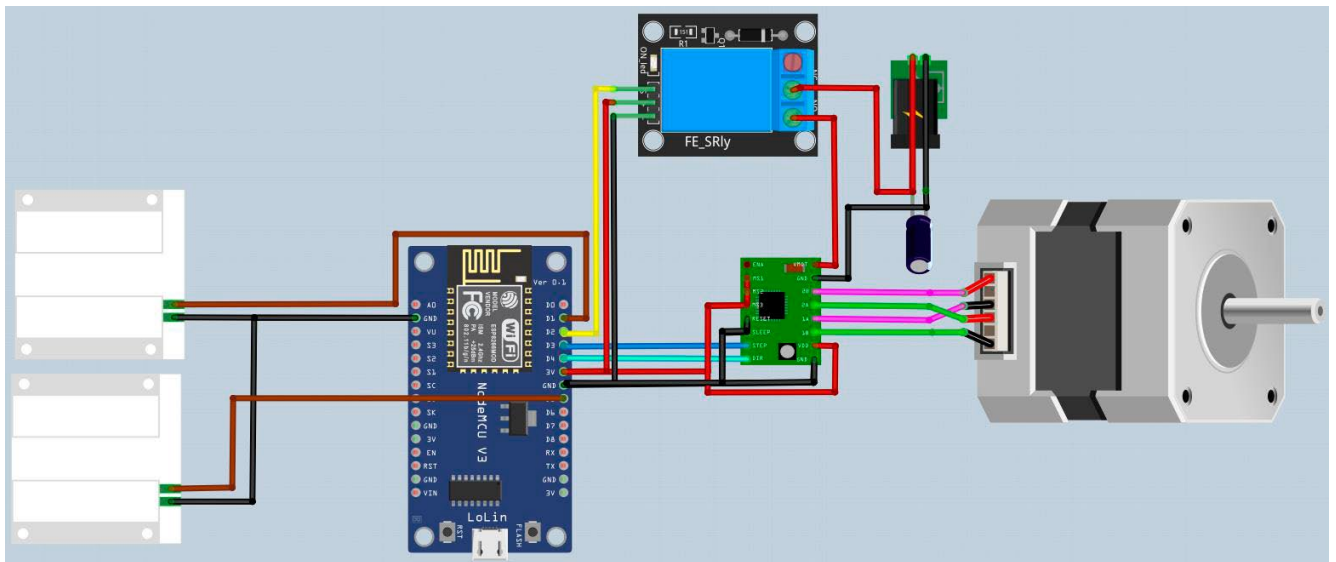


Рисунок 3.3 - Система відкриття вікна

Система вентиляції складається з шести вентиляторів Arctic P12 PWM PST CO, мікроконтролера NodeMCU ESP8266 та реле. Два передні та чотири задні вентилятори підключені паралельно. Тому для кожного набору вентиляторів потрібно один ШИМ-сигнал. Набір передніх вентиляторів займає GPIO 14 мікроконтролера, а задній набір - GPIO 12. Мінімальна швидкість обертання вентиляторів становить 200 об/хв, тому до GPIO 13 підключено реле, яке може їх

						Арк.
					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повністю відключити. Вентиляторам потрібно 12 В постійного струму. Тому встановлюється зовнішнє джерело живлення (рис. 3.4). Зовнішнє джерело живлення та мікроконтролер повинні бути заземлені, щоб вентилятори могли керуватися сигналами ШІМ.

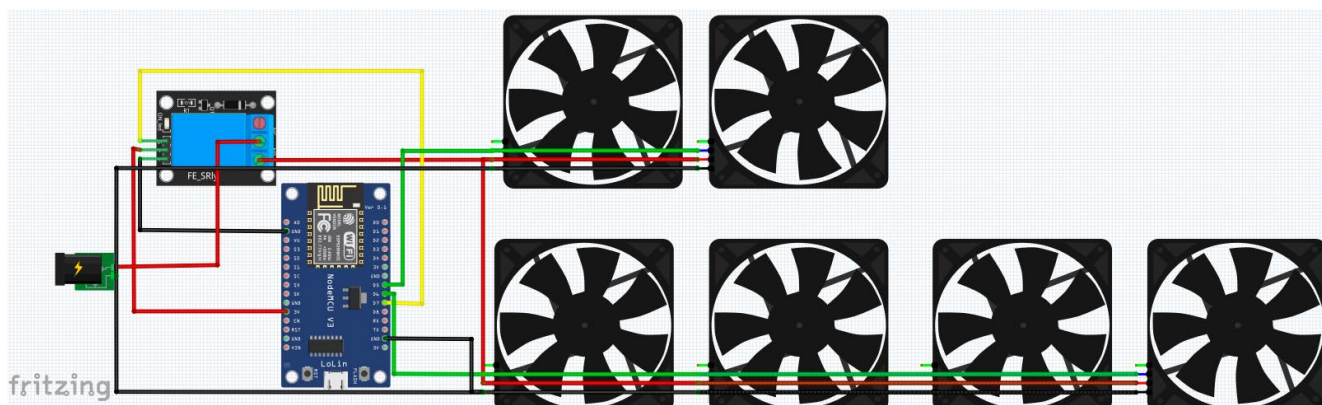


Рисунок 3.4 - Системи вентиляції

Мікроконтролер NodeMCU ESP8266 (рис. 3.5) управляє системою зрошення та опалення, на додаток до вищезгаданих систем. Для роботи водяного насоса та ІЧ-лампи необхідне джерело живлення 220-250 В змінного струму. Для контролю стану виконавчих механізмів у схемі встановлено два реле. Релейні модулі керуються та живляться від мікроконтролера NodeMCU. Реле встановлені в нормально розімкнене положення, тобто ланцюг "відкритий", коли реле знаходяться у вимкненому стані, і навпаки, ланцюг "закритий", коли реле знаходяться у включеному стані.

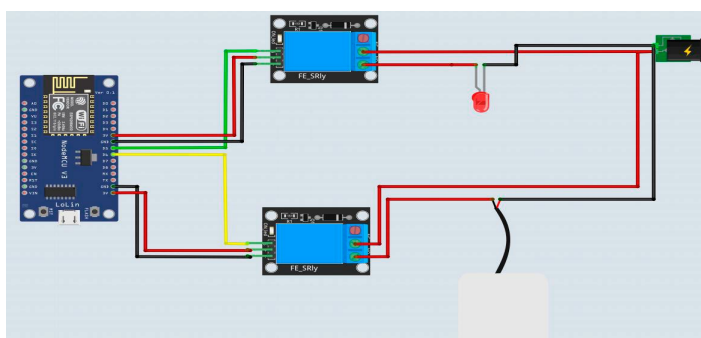


Рисунок 3.5 - Систем зрошення та опалення

						Арк.
					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1.2 Проектування моделі теплиці

Програмне забезпечення, використане для проектування експериментальної моделі теплиці - FreeCAD. FreeCAD є безкоштовним та відкритим програмним забезпеченням загального призначення для параметричного 3D моделювання в автоматизованому проектуванні (CAD) та інформаційного моделювання будівель (BIM) за допомогою методу кінцевих елементів (МКЕ). FreeCAD також має робочий стіл для 2D-технічного креслення. FreeCAD зберігає файли у форматі "FCStd" та може експортувати "stl" файли деталей для 3D-друку.

3D-друковані деталі виготовлені із матеріалу PLA. Їхня внутрішня частина складається з нервюр, що утворюють квадратні осередки. Це значно знижує їхню вагу та час друку без шкоди для міцності. Філе були зроблені під кожним 90-градусним кутом, щоб уникнути концентрації сил.

Експериментальна модель теплиці (рис. 3.6). Металева конструкція теплиці має довжину 1 м, ширину 1 м та висоту 1 м. Сталеві балки металевої конструкції мають товщину 25 мм. Зовнішня поверхня теплиці покрита 3-міліметровим оргсклом. На бічній стіні є чотири отвори діаметром 120 мм, а на фронтоні - два отвори діаметром 120 мм, у яких встановлені вентилятори для динамічної вентиляції. На моделі встановлено дві 3D-друковані основи для крокового двигуна та датчиків, які докладно описані у розділі 2.1. Технічні 2D-креслення, 3D-модель (рис. 3.7) та реальна експериментальна інтелектуальна теплиця показані у додатках(рис. 3.8).

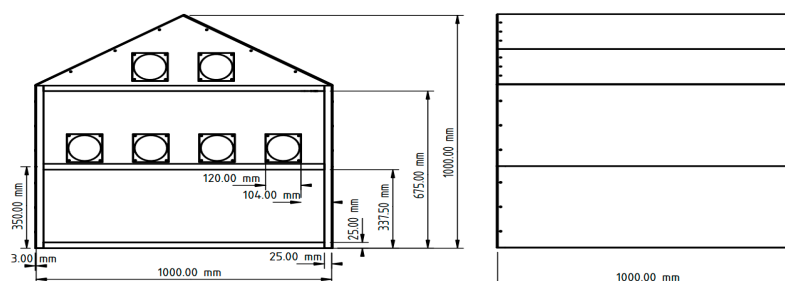


Рисунок 3.6 - Вигляд спереду та ліворуч на технічні креслення експериментальної теплиці у програмі FreeCAD

						Арк.
					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

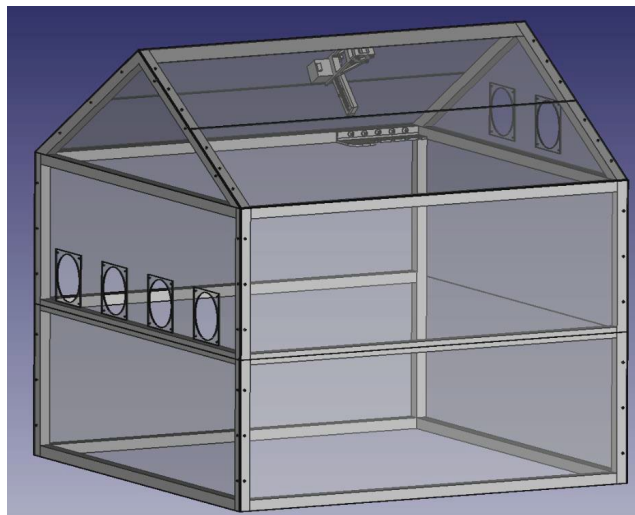


Рисунок 3.7 - 3D автоматизований дизайн експериментальної теплиці у програмі FreeCAD



Рисунок 3.8 - Експериментальна модель розумної теплиці

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

### 3.1.3 Встановлення обладнання

Велика кількість датчиків різних систем встановлені всередині та зовні теплиці для вимірювання та моніторингу мікроклімату та зовнішніх умов. Більш точно про всі встановлені датчики в розділі 2.1.

П'ять датчиків Nobolink для сонячного випромінювання, РА-випромінювання та УФ-випромінювання вимагають фіксованого положення лицьовою стороною вгору, щоб світло попадало всередину. Тому за допомогою програми 3D CAD було спроектовано основу та надруковано у 3D. Технічні креслення 2D (рис. 3.9), складання 3D CAD (рис. 3.10) та змонтована 3D-друкована деталь показані на наступних малюнках (рис. 3.11).

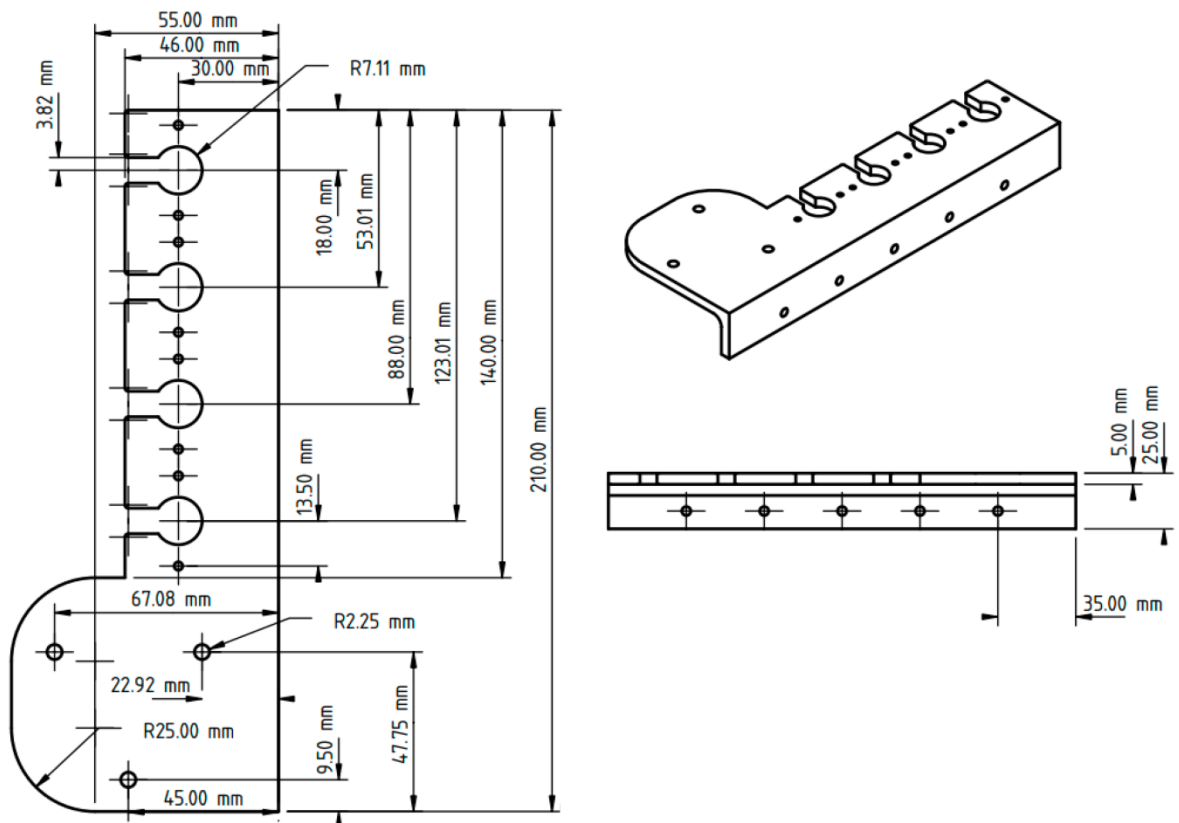


Рисунок 3.9 - Вид зверху, ліворуч та ізометрія основи датчиків

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

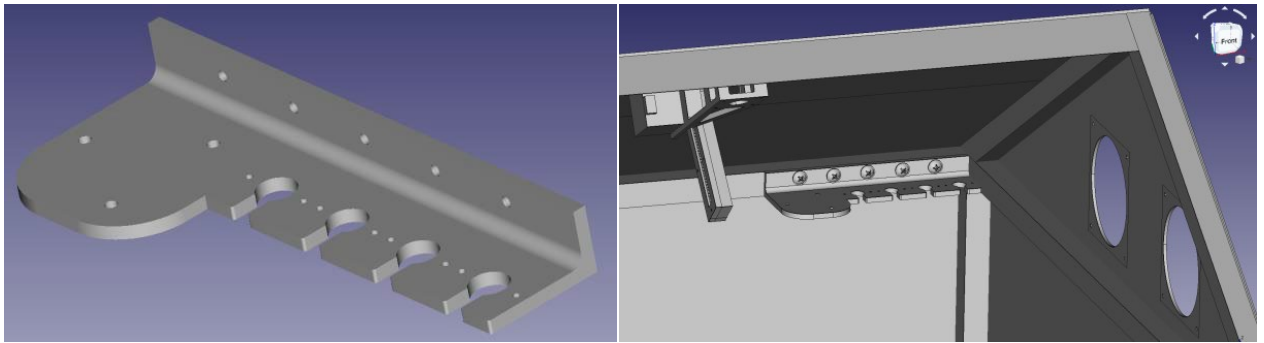


Рисунок 3.10 - 3D-автоматизований дизайн власника датчиків



Рисунок 3.11 - 3D-друкарський утримувач датчиків

Механізм відчинення вікна відповідає за природну вентиляцію експериментальної теплиці. Вся збірка складається з мікроконтролера, крокового двигуна, драйвера крокового двигуна, реле, двох магнітних перемикачів та 3D-друкованих деталей: тримача крокового двигуна, шестірні, повзунка вікна та двох частин стійки. Стька розділена на дві частини, щоб шестерня могла бути встановлена між ними та не переставлялася по горизонталі. Через другу частину стійки може проходити лише тонкий циліндр шестірні. Кроковий двигун і драйвер живляться від джерела живлення, а мікроконтролер - від 5 В USB-порту.

Кроковий двигун забезпечує необхідне зусилля для підйому оргскла, що прикріплений до даху теплиці за допомогою петлі. Довжина вікна становить 1000 мм, висота 291,55 мм, ширина 3 мм, яке об'єм  $V=874,650$  мм<sup>3</sup>. Середня щільність

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оргскла = 1,180 кг/м<sup>3</sup>. Загальна маса вікна, віконної засувки та стійок не перевищує 1,5 кг.

Використовуваний кроковий двигун має максимальний момент, що крутить, 4 кг\*см. Радіус шестерні, що передає крутний момент від двигуна до розкосу, становить менше 1 см. Оскільки двигун легко піднімає вікно, напруга на драйвері крокового двигуна знижена, щоб запобігти надмірному виділенню тепла, яке може пошкодити систему.

Нижче показані 2D технічні креслення, 3D моделі (рис. 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16) система.

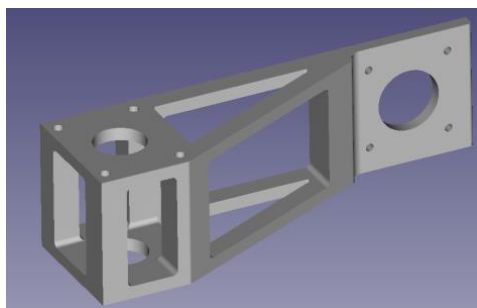
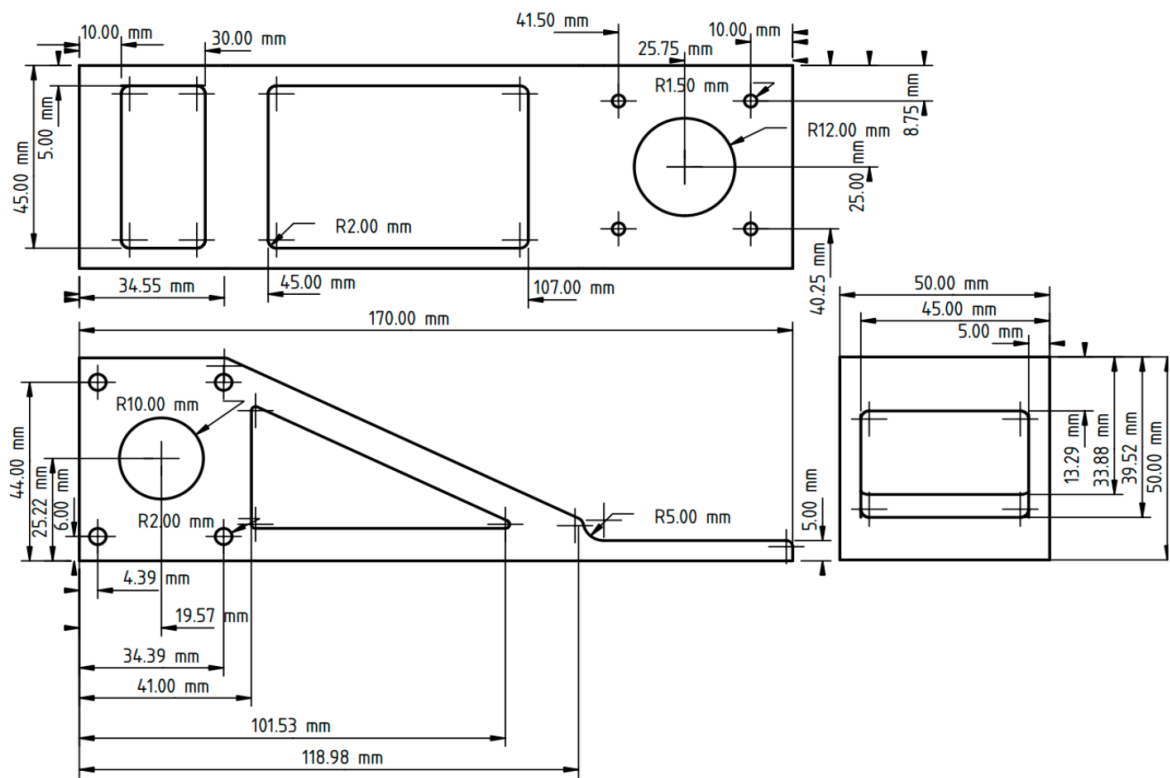


Рисунок 3.12 - Механізм відкривання вікна тримач 3D CAD покомпонентне зображення, складання та реалізація (1)

											Арк.
											56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ						



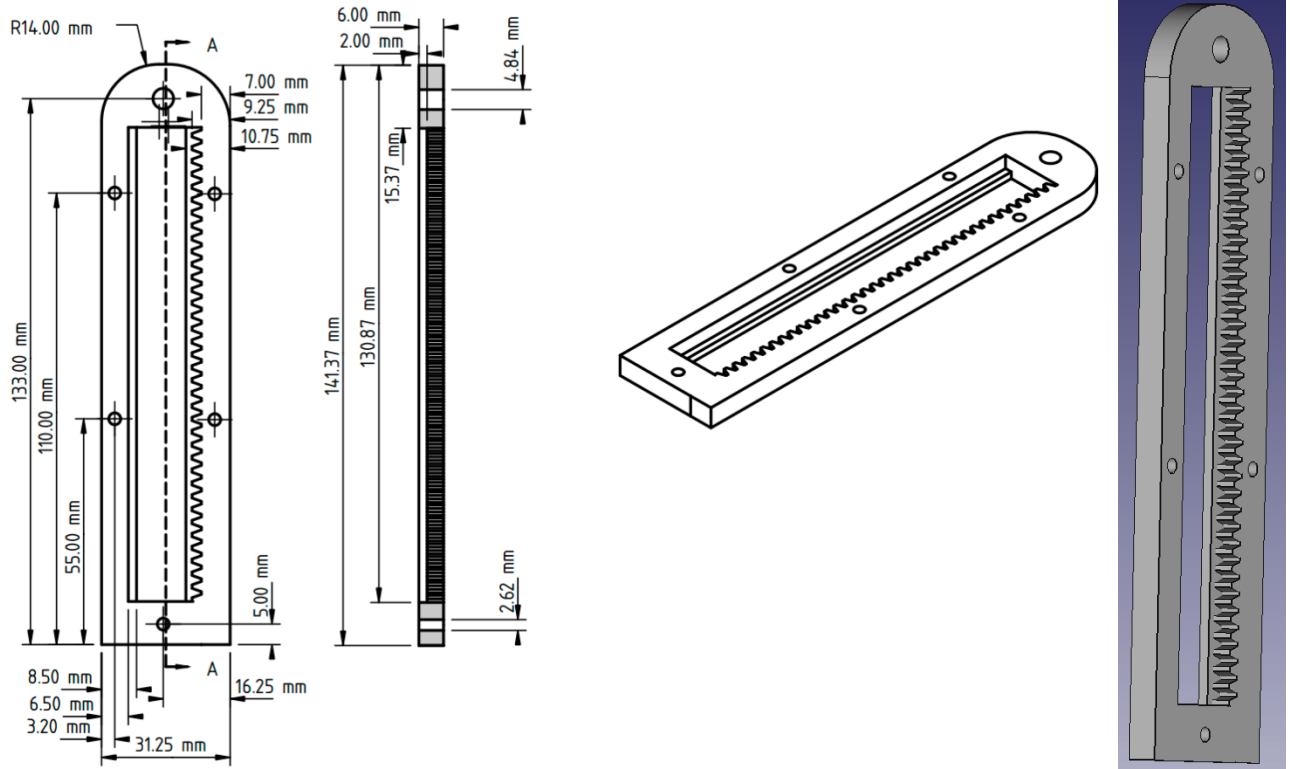


Рисунок 3.16 - Передня, ліва секція та ізометричні види стійки (5)

Шість вентиляторів, встановлених у задалегідь визначених отворах оргскла, становлять динамічну систему вентиляції. Вони живляться від блоку живлення та керуються мікроконтролером, розташованим у лівому кутку (рис. 3.17).



3.17 - Реалізація системи динамічної вентиляції

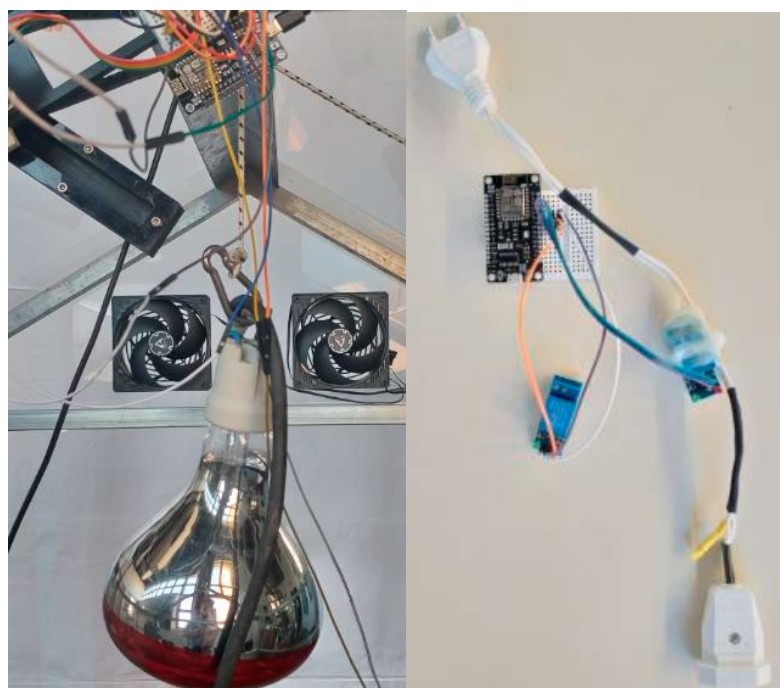
									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ				

Занурюваний водяний насос, резервуар для води та 10-міліметрові трубки утворюють експериментальну систему зрошення. Як тільки реле водяного насоса активується, насос подає воду в горщик для квітів, куди занурені датчики ґрунту (рис. 3.18)..



Рисунок 3.18 - Система зрошення експериментальної теплиці

Інфрачервона лампа опалювальної установки встановлена всередині теплиці на висоті 60 см над землею. Мікроконтролер системи зрошення та опалення з їх реле розміщені зовні теплиці поруч із вилкою 220 В змінного струму (рис. 3.19).



## Рисунок 3.19 - Інфрачервона лампа та мікроконтролер із реле системи обігріву

### 3.2. Програмне забезпечення інтерфейсу користувача для дистанційного моніторингу та управління

Доступ до веб-програми Nobolink можна отримати віддалено за допомогою будь-якого веб-браузера або мобільного пристрою. Nobolink дозволяє легко конфігурувати датчики, швидкість реєстрації, сповіщення про тривогу або дії реле. Його можна настроїти на надсилання електронної пошти або текстових/SMS-повідомлень, коли умови перевищують встановлені граничні значення. Для кожного датчика можна встановити кілька рівнів тривог та дій. Крім того, інтерфейс Nobolink інтегрує Google Maps для швидкого перегляду показань всіх пристроїв НОВО, стану тривоги та розташування. Панель приладів НОВОlink дозволяє миттєво візуалізувати поточні або історичні дані користувача діапазону дат з графіками і може бути налаштована під будь-які потреби за допомогою конструктора приладової панелі та бібліотеки віджетів (рис. 3.20). Нарешті дані можуть бути експортовані вручну або заплановані для автоматичної доставки у форматах "txt" або "csv".

Conditions Today at 19:20 EEST						
	Serial Number	Latest	Connectivity	Battery	Graph	
<b>Smart Sensors</b>						
PAR: 1 uE	21013463-1					
CO (Carbon Monoxide): -0.18 ppm	21025347-1					
Solar Radiation: 1 W/m²	21022530-1					
CO2 (Carbon Dioxide): 555 ppm	21025348-1					
Temperature: 33.94 °C	21035412-1					
UV (Ultraviolet Radiation): 0.02 W/m²	20997921-1					
RH: 41.30 %	21035412-2					
Dew Point: 18.97 °C	21035412-3					
Rain: 0.0 mm	21015155-1					
<b>Module 1: Wireless Sensors</b>						
☀️ 21025798	21025798	19:20	🟢	🔋 98%		
Solar Radiation: 1 W/m²	21025798-1					
🌧️ 21022072	21022072	19:20	🟢	🔋 85%		
Water Content: 0.4625 m³/m³	21022072-1					
🌡️ 20884874	20884874	19:20	🟢	🔋 55%		
Water Content: 0.4293 m³/m³	20884874-1					
Temperature: 32.10 °C	20884874-2					

### Рисунок 3.20 - Інтерфейс користувача Nobolink

Meazon надає веб-платформу для перевірки стану активних датчиків та керування їх реле. Доступ до неї можна отримати віддалено через будь-який веб-браузер або мобільний пристрій. Панель приладів дозволяє миттєво візуалізувати поточні або історичні дані за допомогою графіків (рис. 3.21). Зрештою, дані можна зберегти вручну у форматі "xlsx".

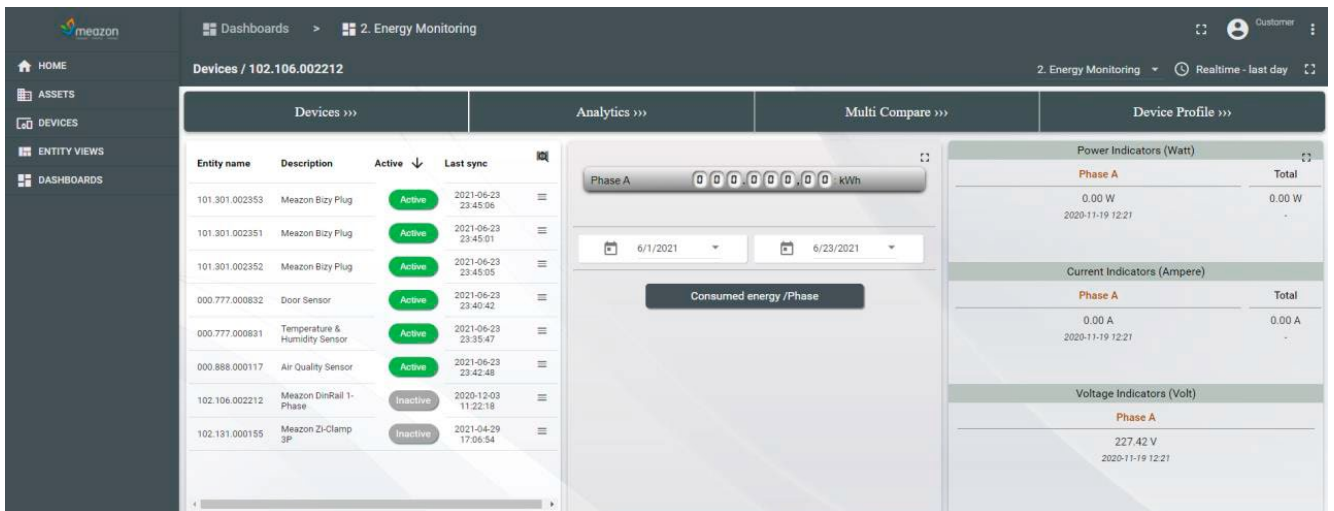


Рисунок 3.21 - Інтерфейс користувача Meazon

Доступ до веб-інтерфейсу Agenso можна отримати віддалено через будь-який пристрій з доступом до Інтернету.

Воно може бути налаштоване на надсилання попереджень, коли умови перевищують встановлені пороги. Крім того, інтерфейс Agenso інтегрує карти Google Maps для швидкого перегляду показань пристроїв, стану тривоги та розташування.

Панель приладів дозволяє миттєво візуалізувати поточні або історичні дані, а також прогноз погоди. Нарешті дані можуть бути збережені у форматах "xls" або "csv", а графіки у форматі "png", "jpeg", "pdf" або "svg" (рис. 3.22).

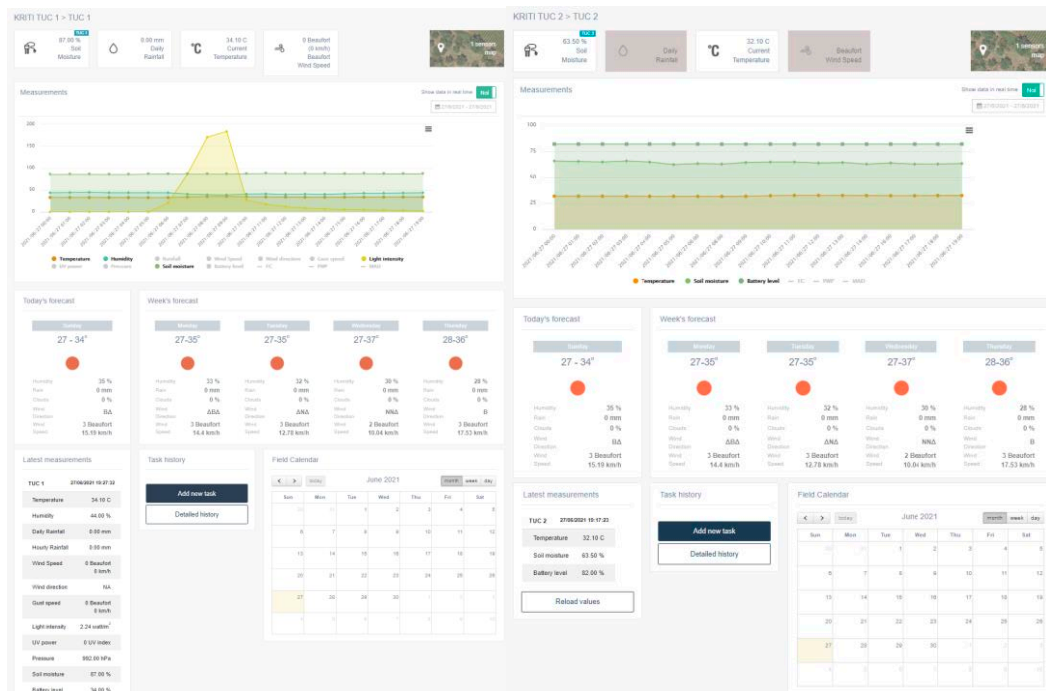


Рисунок 3.22 - Інтерфейс користувача станцій Agenso 1 і 2

Пропонована система моніторингу мікроклімату в теплиці була налаштована на зв'язок із платформою Saucenne IoT, яка пропонує безліч можливостей та послуг, як і раніше згадані платформи, за нульової вартості.

Графіки використовуються для візуалізації даних датчиків у реальному часі та історичних даних, а віджети – для відображення та управління станом виконавчих механізмів. Saucenne дозволяє створювати заплановані події або тригерні дії на пристроях та між ними на основі їхнього стану. У цьому проекті було налаштовано три тригерні дії. Коли температура повітря досягає 50°C, вентилятори вмикаються на повну швидкість, а коли температура повітря в теплиці опускається нижче 10°C, вмикається система опалення. Третій тригер відключає систему поливу, коли бак для води порожній. Також можна отримувати повідомлення та електронні листи щодо досягнення певного стану (рис. 3.23). Як останній пункт, дані можуть бути експортовані у форматі "csv" для подальшого аналізу або обробки (рис. 3.24).

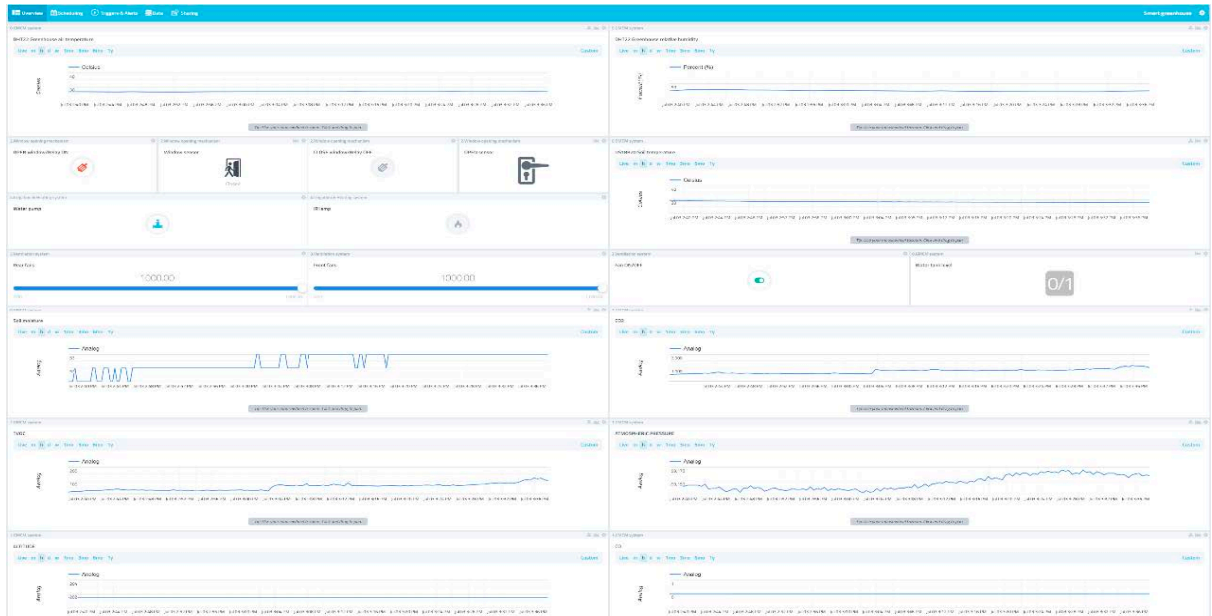


Рисунок 3.23 - Інтерфейс користувача Саєнне



Рисунок 3.24 - Автоматичний контроль мікроклімату в теплиці за допомогою тригерних процесів Саєнне

### 3.4 Висновки

Електричні схеми проекту "розумної теплиці" розробили у програмі Fritzing. вона пропонує інструмент створення електронної схеми.

Пропонована система мікрокліматичного моніторингу теплиці 1 включає мікропроцесор NodeMCU Esp8266, датчик температури повітря і відносної вологості DHT22, водонепроникний датчик температури DS18B20, ємнісний датчик вологості ґрунту і фотоелектричний датчик води. Всі датчики живляться від виведення 3,3 мікропроцесора і заземлені на висновок GND. Датчики DHT22, DS18B20 та датчик рівня води передають дані на цифрові GPIO 5 (D2), 4 (D1) та 14 (D5) відповідно, а ємнісний датчик вологості ґрунту – на аналоговий GPIO A0..

Другий вузол системи мікрокліматичного моніторингу теплиці включає мікропроцесор ESP32, CO MQ-7, датчики BME280 і CCS811. Модуль, що включає датчики BME280 та CC811, надсилає дані через порти SCL та SDA за протоколом послідовного зв'язку I2C. Тому замість NodeMCU використовується мікроконтролер ESP32.

Механізм відкривання вікна складається з мікроконтролера NodeMCU, крокового двигуна Creality 3D 42-40, драйвера крокового двигуна A4988 та двох датчиків магніту дверей.

Система вентиляції складається з шести вентиляторів Arctic P12 PWM PST CO, мікроконтролера NodeMCU ESP8266 та реле.

Мікроконтролер NodeMCU ESP8266 управляє системою зрошення та опалення, на додаток до вищезгаданих систем.

Для параметричного 3D моделювання в автоматизованому проектуванні та інформаційного моделювання будівель за допомогою методу кінцевих елементів використано FreeCAD. FreeCAD також має робочий стіл для 2D-технічного креслення. FreeCAD зберігає файли у форматі "FCStd" та може експортувати "stl" файли деталей для 3D-друку.

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3D-друковані деталі виготовлені із матеріалу PLA. Їхня внутрішня частина складається з нервюр, що утворюють квадратні осередки.

Велика кількість датчиків різних систем встановлені всередині та зовні теплиці для вимірювання та моніторингу мікроклімату та зовнішніх умов.

Для керування теплицею використана програма Nobolink. Доступ до веб-програми Nobolink можна отримати віддалено за допомогою будь-якого веб-браузера або мобільного пристрою. Nobolink дозволяє легко конфігурувати датчики, швидкість реєстрації, сповіщення про тривогу або дії реле. Його можна настроїти на надсилання електронної пошти або текстових/SMS-повідомлень, коли умови перевищують встановлені граничні значення. Для кожного датчика можна встановити кілька рівнів тривоги та дій. Крім того, інтерфейс Nobolink інтегрує Google Maps для швидкого перегляду показань всіх пристроїв НОВО, стану тривоги та розташування. Панель приладів НОВОlink дозволяє миттєво візуалізувати поточні або історичні дані користувача діапазону дат з графіками і може бути налаштована під будь-які потреби за допомогою конструктора приладової панелі та бібліотеки віджетів.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## ВИСНОВКИ

Метою роботи є робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM.

Задачею проекту є проектування та реалізація робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

У першому розділі було здійснено дослідження предметної області та виконана постановка задачі дослідження. Були визначені основні фактори які впливають на покращення їх ефективності: сонячна радіація та інтенсивність світла; тепло та температура; відносна вологість; вологість ґрунту; вуглекислий газ; рівень кислотності ґрунту; рівень кислотності ґрунту; системи регулювання змінних параметрів теплиці; системи освітлення та затінення; система опалення; система вентиляції; система охолодження; системи зволоження та осушення повітря; системи зрошення та фертигації; система збагачення вуглекислим газ.

У другому розділі було здійснено вибір та обґрунтування апаратних складових для робототехнічної теплиці Обране обладнання провідних фірм: Nobolink, Meazon , Agenso, TSMC (ESP-32, ESP8266 тощо). А також обрано програмне та технічне забезпечення для системи

У третьому розділі була здійснена реалізація програмно-апаратних технічних засобів для системи віддаленого керування теплиці. Розроблені схеми електричних з'єднань. Спроектвані моделі теплиці. Розташоване обладнання макету. Та розроблено його програмне забезпечення, а також веб інтерфейс користувача для дистанційного моніторингу та керування.

Побудований макет приладу може бути використаний як робототехнічна система віддаленого керування теплицею.

У ході виконання даної роботи була спроектована локальна мережа з заданими параметрами.

Побудована мережа може легко розширюватися, оскільки є вільні порти на комутаторах. Швидкість її роботи всередині груп досить висока, оскільки тут

					КвРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

використовується Fast Ethernet. Єдиним вузьким місцем для передачі інформації є лінія зв'язку між групами через використання класичного Ethernet. В економічному плані єдиним недоліком є її висока вартість, проте якість використовуваних компонентів для побудови мережі та комп'ютерів в цілому її виправдовує.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. M. M. Anghelof, G. Suciu, R. Craciunescu, and C. Marghescu, “Intelligent System for Precision Agriculture,” 2020 13th Int. Conf. Commun. COMM 2020 - Proc., pp. 407–410, 2020, doi: 10.1109/COMM48946.2020.9141981.
2. N. L. Panwar, S. C. Kaushik, and S. Kothari, “Solar greenhouse an option for renewable and sustainable farming,” Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 15, no. 8, pp. 3934–3945, 2011, doi: 10.1016/j.rser.2011.07.030.
3. “How Does A Greenhouse Work?,” 2020. <https://www.backyardgardenlover.com/how-does-a-greenhouse-work/> (accessed Mar. 15, 2021).
4. I. Ardiansah, N. Bafdal, E. Suryadi, and A. Bono, “Greenhouse monitoring and automation using arduino: A review on precision farming and Internet of Things (IoT),” Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol., vol. 10, no. 2, pp. 703–709, 2020, doi: 10.18517/ijaseit.10.2.10249.
5. “Smart Greenhouse | 2019 Guide to best Sensors and Remote Automated Monitoring Software,” 2019. <https://www.postscapes.com/smart-greenhouses/> (accessed Mar. 15, 2021).
6. Y. Mukazhanov, Z. Kamshat, O. Assel, N. Shayhmetov, and C. Alimbaev, “Microclimate control in greenhouses,” Int. Multidiscip. Sci. GeoConference Surv. Geol. Min. Ecol. Manag. SGEM, vol. 17, no. 62, pp. 699–704, 2017, doi: 10.5593/sgem2017/62/S27.089.
7. N. Choab, A. Allouhi, A. El Maakoul, T. Kousksou, S. Saadeddine, and A. Jamil, “Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies,” Sol. Energy, vol. 191, no. May, pp. 109–137, 2019, doi: 10.1016/j.solener.2019.08.042.
8. A. Bhujel et al., “Sensor Systems for Greenhouse Microclimate Monitoring and Control: a Review,” J. Biosyst. Eng., vol. 2050, no. 2020, pp. 341–361, 2021, doi: 10.1007/s42853-020-00075-6.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

9. S. Gorjian et al., “A review on opportunities for implementation of solar energy technologies in agricultural greenhouses,” *J. Clean. Prod.*, vol. 285, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124807.
10. N. Gruda, “Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption,” *CRC. Crit. Rev. Plant Sci.*, vol. 24, no. 3, pp. 227–247, 2005, doi: 10.1080/07352680591008628.
11. R. K. Kodali, V. Jain, and S. Karagwal, “IoT based smart greenhouse,” *IEEE Reg. 10 Humanit. Technol. Conf. 2016, R10-HTC 2016 - Proc.*, 2017, doi: 10.1109/R10-HTC.2016.7906846.
12. P. Defacio, L. Pickerel, and S. M. Rhyne, “Student Reference Greenhouse Operation and Management Writers,” vol. 34, no. 2, 2010, [Online]. Available: <https://dese.mo.gov/sites/default/files/aged-Greenhouse Mngmnt Student Reference.pdf>.
13. “Nearly all life on Earth depends on photosynthesis.,” *Natl. Geogr. Mag.*, p. 6, 2020, [Online]. Available: [https://media.nationalgeographic.org/assets/file/Photosynthesis\\_SECURED.pdf](https://media.nationalgeographic.org/assets/file/Photosynthesis_SECURED.pdf).
14. “Essential pH Management in Greenhouse Crops: pH and Plant Nutrition | UGA Cooperative Extension,” 2015. <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1256&title=Essential pH Management in Greenhouse Crops: pH and Plant Nutrition> (accessed Mar. 20, 2021).
15. “e-Farming | Greenhouse Monitoring | Watchnet IoT Solutions Company,” 2021. <https://www.watchnetiot.com/solution-by-industry-old/e-farming-and-greenhouse-farm-monitoring/> (accessed Mar. 19, 2021).
16. “Innovative technologies in the NPEC greenhouse - NPEC,” 2020. <https://www.npec.nl/news/innovative-technologies-in-the-npec-greenhouse/> (accessed Mar. 19, 2021).
17. E. Kaiser, T. Ouzounis, H. Giday, R. Schipper, E. Heuvelink, and L. F. M. Marcelis, “Adding blue to red supplemental light increases biomass and yield of greenhouse-grown tomatoes, but only to an optimum,” *Front. Plant Sci.*, vol. 9, no. January, pp. 1–11, 2019, doi: 10.3389/fpls.2018.02002.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. “Green light: Is it important for plant growth? - MSU Extension,” 2014. [https://www.canr.msu.edu/news/green\\_light\\_is\\_it\\_important\\_for\\_plant\\_growth](https://www.canr.msu.edu/news/green_light_is_it_important_for_plant_growth) (accessed Mar. 19, 2021).

19. “Hortidaily: global greenhouse news,” 2021. <https://www.hortidaily.com/article/9289092/boost-operational-efficiencies-with-lighting-control-system/> (accessed Mar. 19, 2021).

20. “Greenhouse & Floriculture: Shade for Cooling Greenhouses | UMass Center for Agriculture, Food and the Environment,” 2013. <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/fact-sheets/shade-for-cooling-greenhouses> (accessed Mar. 20, 2021).

21. “Shade Systems,” 2019. <https://www.usgr.com/shade-heat-retention-systems/shade-systems/> (accessed Mar. 20, 2021).

22. Z. Li, A. Yano, M. Cossu, H. Yoshioka, I. Kita, and Y. Ibaraki, “Shading and electric performance of a prototype greenhouse blind system based on semi-transparent photovoltaic technology,” *J. Agric. Meteorol.*, vol. 74, no. 3, pp. 114–122, 2018, doi: 10.2480/agrmet.D-17-00047.

23. Z. Li, A. Yano, and H. Yoshioka, “Feasibility study of a blind-type photovoltaic roof-shade system designed for simultaneous production of crops and electricity in a greenhouse,” *Appl. Energy*, vol. 279, p. 115853, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.115853.

24. A. Slave and R. V. Filkoski, “Modern technologies for utilization of geothermal energy and its influence to the environment,” *Presing, J. Chamb. Auth. Archit. Eng. Maced.* ISSN1857-744X, vol. 10, no. November, pp. 5–15, 2011.

25. “Greenhouse Heating Systems & Plant Growth Optimization | BioTherm Solutions,” 2021. <https://www.biothermsolutions.com/heat/> (accessed Mar. 20, 2021).

26. A. Kavga, I. Konstas, and T. Panidis, “Assessment of infrared heating benefits in a production greenhouse,” *Appl. Eng. Agric.*, vol. 31, no. 1, pp. 143–151, 2015, doi: 10.13031/aea.31.10747.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. “GRO Brooder Heaters | Hog Slat,” 2021. <https://www.hogslat.com/brooder-heaters-gro-series> (accessed Mar. 20, 2021).
28. “Natural or mechanical ventilation?,” 2020. <https://www.hortidaily.com/article/9243323/natural-or-mechanical-ventilation/> (accessed Mar. 19, 2021).
29. “Two types of temperature & humidity control - Greenhouse Management,” 2017. <https://www.greenhousemag.com/article/two-types-of-temperature--humidity-control/> (accessed Mar. 19, 2021).
30. “Fogger or Mister? Which One Should I Use? : Drip Depot DIY Irrigation Support,” 2019. <https://help.dripdepot.com/support/solutions/articles/11000064167-fogger-and-mister-buying-guide> (accessed Mar. 20, 2021).
31. “Greenhouse environment control system,” 2017. <https://www.slideshare.net/ShekharTidke/greenhouse-environment-control-system> (accessed Mar. 20, 2021).
32. “Irrigation Systems | UMass Center for Agriculture, Food and the Environment,” 2021. <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/greenhouse-best-management-practices-bmp-manual/irrigation-systems> (accessed Mar. 21, 2021).
33. “Protected Crops - Irritec Corporate,” 2021. <https://www.irritec.com/protected-crops/> (accessed Mar. 21, 2021).
34. “CO<sub>2</sub> Fertilization - messergroup.com,” 2020. <https://www.messergroup.com/food/greenhouses/co2-fertilization> (accessed Mar. 20, 2021).
35. S. Agnal, K. Kapoor, M. Musfik, and R. Sharma, “Automated Smart Greenhouse Environment Using IoT,” pp. 1665–1671, 2018.
36. F. A. Khan, A. A. Ibrahim, and A. M. Zeki, “Environmental monitoring and disease detection of plants in smart greenhouse using internet of things,” *J. Phys. Commun.*, vol. 4, no. 5, 2020, doi: 10.1088/2399-6528/ab90c1.
37. Z. Wan, Y. Song, and Z. Cao, “Environment dynamic monitoring and remote control of greenhouse with ESP8266 NodeMCU,” *Proc. 2019 IEEE 3rd Inf. Technol.*

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Networking, Electron. Autom. Control Conf. ITNEC 2019, no. Itnec, pp. 377–382, 2019, doi: 10.1109/ITNEC.2019.8729519.

38. M. T. Ismail, M. N. Ismail, S. S. Sameon, Z. M. Zin, and N. Mohd, “Wireless Sensor Network: Smart greenhouse prototype with smart design,” 2nd Int. Symp. Agent, Multi-Agent Syst. Robot. ISAMSR 2016, no. August, pp. 57–62, 2017, doi: 10.1109/ISAMSR.2016.7810003.

39. L. Nyanga and D. Q. Adams, “Greenhouse iot application for smart agriculture solutions,” no. October, 2020, [Online]. Available: ThingSpeak; Flowcharts;

40. “Arduino Buying Guide 2020: Complete Guide to Choose the Right Board,” 2020. <https://electropeak.com/learn/arduino-buying-guide-how-to-choose-right-arduino-board/> (accessed Mar. 28, 2021).

41. Ö. Alpay and E. Erdem, “The control of greenhouses based on fuzzy logic using wireless sensor networks,” Int. J. Comput. Intell. Syst., vol. 12, no. 1, pp. 190–203, 2018, doi: 10.2991/ijcis.2018.125905641.

42. A. Belkadi, D. Mezghani, and A. Mami, “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF FLC APPLIED TO A SMART GREENHOUSE Fuzzy logic , IoT , Greenhouse cultivation needs an accurate modelling and an optimised control system to ensure an adequate microclimatic condition for plants . It represents a complex task d,” Eng. Agrícola, vol. 4430, pp. 777–790, 2020.

43. Hobolink, “Hobolink monitoring system,” vol. 11, no. 316, pp. 1–2, 2021, [Online]. Available: <https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/rx3000/>.

44. Hunan Rika Electronics, “Rk200-07 UV Radiation Sensor / Ultraviolet Sensor / UV Index Sensor | Rika Sensors,” 2021. <https://www.rikasensor.com/rk200-07-uv-radiation-sensor.html> (accessed Jun. 04, 2021).

45. “About Meazon: leads IoT energy management using hi-tech as a leverage,” 2021. <https://meazon.com/about/> (accessed May 06, 2021).

46. “Meazon ‘Janus’ Gateway Features,” 2021. <https://meazon.com/wp-content/uploads/2019/05/meazon-janus-gateway.pdf> (accessed May 06, 2021).

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

47. “Smart Plug Bizy Type F - Meazon Specs,” 2021. <https://meazon.com/wp-content/uploads/2019/05/meazon-bizy-type-f-plug.pdf> (accessed May 06, 2021).
48. MEAZON, “Humidity Sensor Humidity Sensor - Technical specifications,” 2021.
49. MEAZON, “Air Quality Sensor Wireless monitoring of VOC levels Air Quality Sensor - Technical specifications,” 2021.
50. “ESP8266 NodeMCU WiFi Devkit,” 2021. Accessed: May 30, 2021. [Online]. Available: [www.handsontec.com](http://www.handsontec.com).
51. “ESP32 Development Board - DEVKIT V1,” 2021. <https://grobotronics.com/esp32-development-board-devkit-v1.html> (accessed May 30, 2021).
52. “ESP32 ADC Tutorial - Read Analog Voltage in Arduino – DeepBlue,” 2021. <https://deepbluembedded.com/esp32-adc-tutorial-read-analog-voltage-arduino/> (accessed Jul. 05, 2021).
53. “DHT22 Datasheet(PDF) - List of Unclassified Manufacturers,” 2021. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132459/ETC2/DHT22.html> (accessed May 30, 2021).
54. “DS18B20 Waterproof Temperature Sensor Cable Product Description,” 2021. Accessed: May 30, 2021. [Online]. Available: <https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>.
55. “Capacitive\_Soil\_Moisture\_Sensor\_SKU\_SEN0193-DFRobot,” 2021. [https://wiki.dfrobot.com/Capacitive\\_Soil\\_Moisture\\_Sensor\\_SKU\\_SEN0193](https://wiki.dfrobot.com/Capacitive_Soil_Moisture_Sensor_SKU_SEN0193) (accessed Jul. 05, 2021).
56. “Liquid\_Level\_Sensor-FS-IR02\_SKU\_\_SEN0205-DFRobot,” 2021. [https://wiki.dfrobot.com/Liquid\\_Level\\_Sensor-FS-IR02\\_SKU\\_\\_SEN0205](https://wiki.dfrobot.com/Liquid_Level_Sensor-FS-IR02_SKU__SEN0205) (accessed Jul. 05, 2021).
57. “CCS811+ BME280 Multi-function Environmental Sensor Wiki - DFRobot,” 2021.

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[https://wiki.dfrobot.com/Multi\\_function\\_Environmental\\_Module\\_CCS811\\_BME280\\_SKU\\_SEN0335](https://wiki.dfrobot.com/Multi_function_Environmental_Module_CCS811_BME280_SKU_SEN0335) (accessed Jul. 05, 2021).

58. “Carbon\_Monoxide\_Gas\_Sensor\_MQ7\_\_SKU\_SEN0132\_-DFRobot,” 2021.

[https://wiki.dfrobot.com/Carbon\\_Monoxide\\_Gas\\_Sensor\\_MQ7\\_\\_SKU\\_SEN0132\\_](https://wiki.dfrobot.com/Carbon_Monoxide_Gas_Sensor_MQ7__SKU_SEN0132_) (accessed Jul. 05, 2021).

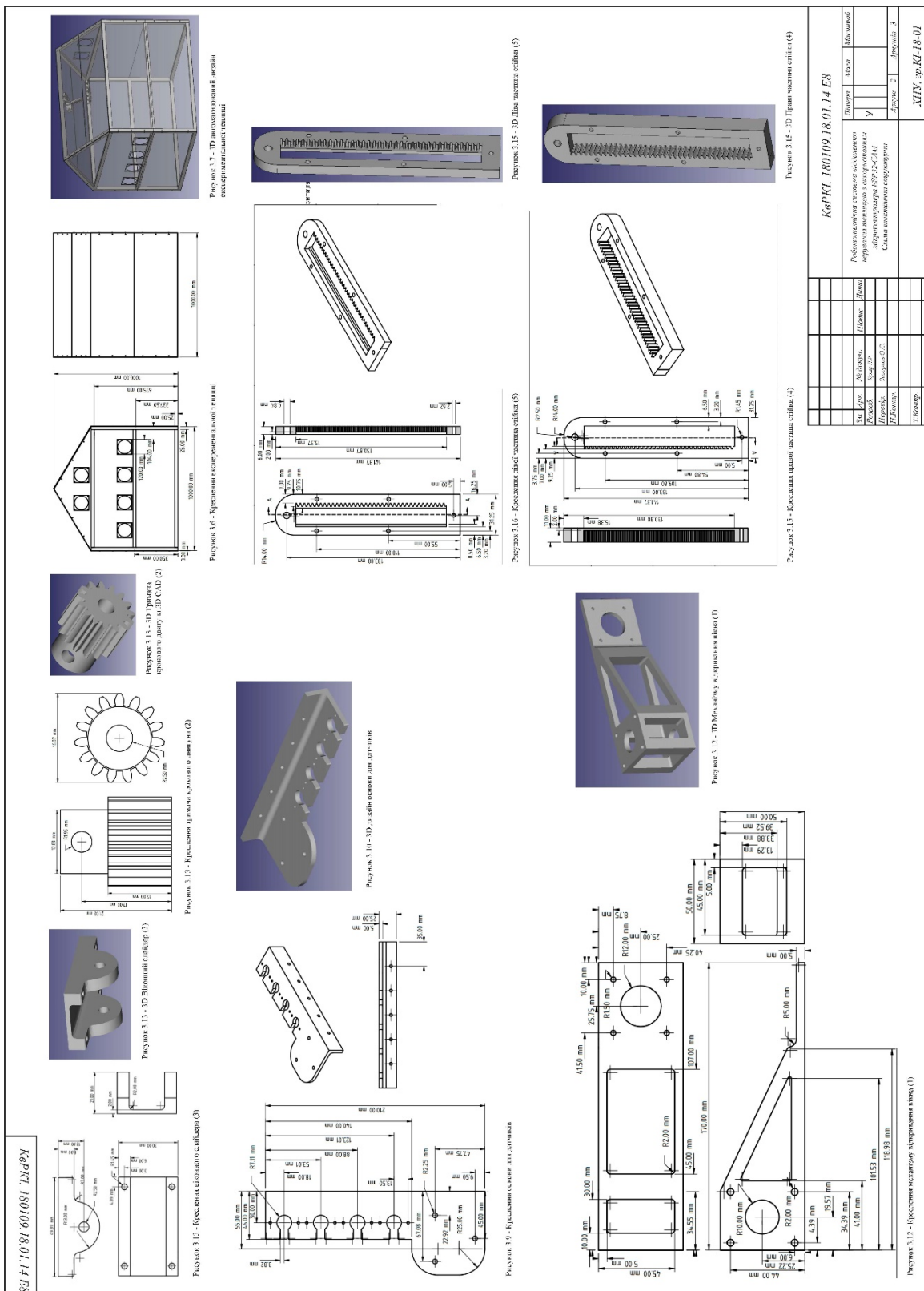
59. “Door magnet MC 37 B,” 2021.  
[https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet MC-38.pdf](https://blogmasterwalkershop.com.br/arquivos/datasheet/Datasheet_MC-38.pdf) (accessed May 30, 2021).

					КВРКІ. 180109.18.01.14 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Додаток Б (обов'язковий)

### Копія креслення «Експериментальної теплиці, та механізмів»



# Додаток В

## Копія інтерфейсу «Інтерфейс користувача в різних застосунках»

Рисунок 3.16 - Креслення лівої частини екрану (5)

Рисунок 3.21 - Інтерфейс користувача Measur

Рисунок 3.16 - Креслення лівої частини екрану (5)

Рисунок 3.22 - Інтерфейс користувача Agensio 112

Рисунок 3.22 - Інтерфейс контролю теплої триграмми в Сусетте

Рисунок 3.20 - Інтерфейс користувача Hobolink

Рисунок 3.22 - Інтерфейс користувача стайїни Agensio 112

Рисунок 3.22 - Інтерфейс контролю теплої триграмми в Сусетте

**Додаток Д**  
Програмний код  
Код настройки Cayenne

```
#include <CayenneMQTTESP8266.h>
#define CAYENNE_DEBUG
#define CAYENNE_PRINT Serial

char ssid[] = "Wi-Fi";
char password[] = "Wi-Fi password";
char username [] = "*****"
char mqtt_password[] = "*****"
char client_id[] = "*****"
```

Система моніторингу мікроклімату теплиці 1

```
#include <<DHT.h>
#include <DallasTemperature.h> #include <OneWire.h>
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);
#define SENSOR_PIN 5
#define VIRTUAL_CHANNEL_DS18B20 3 OneWire oneWire (SENSOR_PIN);
DallasTemperature sensors (OneWire); #define VIRTUAL_CHANNEL_sm 4
#define VIRTUAL_CHANNEL_wl 5

int Liquid level=0;
int w1-14;
const int AirValue = 780;
```

```

const int WaterValue = 400;
int soilMoistureValue = 0;
int perc=0;
const int sm=(A0);
int timeSinceLastRead = 0;

void setup() {
  Cayenne.begin (username, mqtt_password, client_id, ssid, password); pinMode
(w1, INPUT);
  pinMode (sm, INPUT);
  dht.begin();
  sensors.begin();
}
void loop()
{ Cayenne.loop();
if (timeSinceLastRead > 2000) {
float h = dht.readHumidity();
float t dht.readTemperature();
if (isnan (h) || isnan (t)){
timeSinceLastRead = 0;
return;}
Cayenne.virtualWrite(1, t, TYPE TEMPERATURE, UNIT_CELSIUS);
Cayenne.virtualWrite(2, h, TYPE RELATIVE HUMIDITY, UNIT PERCENT);
timeSinceLastRead = 0;
delay(1000);
timeSinceLastRead += 100;
}
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_DS18B20).
{  sensors.requestTemperatures ();

```

```

Cayenne.celsiusWrite (VIRTUAL CHANNEL_DS18B20, sensors.getTempCBy
Index (0));
}
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_wl) {
Liquid level=digitalRead(w1);
Cayenne.virtualWrite (VIRTUAL CHANNEL_wl, digitalRead (w1),
"digital_sensor", "state");
delay (5000);
}
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_sm) {
soil MoistureValue = analogRead(sm);
perc (100-100 (soilMoistureValue-WaterValue) / (AirValue-WaterValue));
Cayenne.virtualWrite(VIRTUAL CHANNEL_sm, perc, "analog_sensor", "");
delay(5000);
}

```

### Система моніторингу мікроклімату теплиці 1

```

#include "DFRobot CCS811.h"
#include "DFRobot BME280.h" #include "Wire.h"
#define VIRTUAL CHANNEL_C02 4
#define VIRTUAL CHANNEL_TVOC 5
#define VIRTUAL CHANNEL_AP 6
#define VIRTUAL CHANNEL_ALT 7
#define VIRTUAL CHANNEL_CO 9
#define SEA LEVEL PRESSURE
const int co-15;
int CO2=0;
int TVOC=0;

```

```

int coc=0;
typedef DFRobot BME280_IIC
BME bme (Wire, 0x76); DFRobot CCS811 CCS811;

void setup(void)
{
  Cayenne.begin (username, mqtt password, client_id, ssid, password);
  pinMode (co, INPUT);
  while (CCS811.begin() !=0) {
    delay(1000);}
  bme.reset():
  delay(200);
  while (bme.begin() !=0) {
    delay(1000);}
  while (CCS811.checkDataReady() != true) {delay(1000);
  }
  void loop() (Cayenne.loop());}

CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_CO2) {
  CO2 CCS811.getCO2PPM();
  Cayenne.virtualWrite(VIRTUAL CHANNEL_CO2, CO2, "analog_sensor",
"ppm");
  delay(5000);}

CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_TVOC) { TVOC-
CCS811.getTVOCPPB();
  Cayenne.virtualWrite (VIRTUAL CHANNEL TVOC, TVOC, "analog_sensor",
"ppb");
  delay(5000);}

CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL AP) {
  uint32 t

```

```

press =
bme.getPressure();
Cayenne.virtualWrite (VIRTUAL CHANNEL AP, press, "analog_sensor", "Pa");
delay (5000);}
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_ALT) {
uint32 t press= bme.getPressure();
float alti = bme.calAltitude (SEA_LEVEL_PRESSURE, press);
Cayenne.virtualWrite(VIRTUAL CHANNEL ALT, alti, "analog_sensor", "m");
delay(5000);}
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL_CO) {
coc = analogRead(co); Cayenne.virtualWrite(VIRTUAL CHANNEL_CO, coc,
"analog sensor", "ppm");
delay(5000);}

```

Код механізму відчинення вікна.

```

#define VIRTUAL CHANNEL1 1
#define VIRTUAL CHANNEL2 2
#define VIRTUAL CHANNEL3 3
#define VIRTUAL CHANNEL4 4
#define VIRTUAL CHANNEL5 5
const int window1= 5; //D1
const int window2 14; //D5
const int relay = 4; //D2
const int steppin = 0; //D3
const int dirPin 2; //D4

void setup()
{
Cayenne.begin (username, mqtt_password, client_id, ssid, password);
pinMode (stepPin, OUTPUT); pinMode (dirPin, OUTPUT);

```

```

pinMode (relay, OUTPUT);
digitalWrite(relay, HIGH); //set relay off during setup
pinMode (window1, INPUT PULLUP); pinMode (window2, INPUT PULLUP);
}

```

```

void loop() { Cayenne.loop();}

```

```

CAYENNE IN (VIRTUAL CHANNEL1)

```

```

{   int enabled = getValue.asInt();
if (enabled1 -- = 1) { digitalWrite (relay, LOW);
delay(1000);
digitalWrite(dirPin, LOW);
for (int x=0; x < 6700; x++) {
digitalWrite(stepPin, HIGH); delayMicroseconds (100);
digitalWrite(stepPin, LOW);
delayMicroseconds (100);
}}}

```

```

CAYENNE IN (VIRTUAL_CHANNEL2)

```

```

int enabled2 = getValue.asInt();
if (enabled2 = 1) {
digitalWrite(dirPin, HIGH);
for (int x=0; x < 6700; x++) {
digitalWrite(stepPin, HIGH);
delayMicroseconds (100);
digitalWrite(stepPin, LOW);
delayMicroseconds (100);
delay(1000);
digitalWrite (relay, HIGH);
}
}

```

```
}}
```

```
CAYENNE IN (VIRTUAL CHANNEL3)
```

```
{  if (getValue.asInt() 0) (digitalWrite(relay, HIGH);} =  
else (digitalWrite(relay, LOW);  
}}
```

```
CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL4)
```

```
{  Cayenne.virtualWrite (VIRTUAL CHANNEL4, digitalRead (window1),  
"digital  
sensor", "d");} CAYENNE OUT (VIRTUAL CHANNEL5)  
{  Cayenne.virtualWrite (VIRTUAL CHANNEL5, digitalRead (window2),  
"digital  
sensor", "d");}
```

#### Код системи вентиляції

```
#define VIRTUAL CHANNEL 1 1 #define ACTUATOR PIN 1 14  
#define VIRTUAL CHANNEL 2 2 #define ACTUATOR PIN 2 12  
#define VIRTUAL CHANNEL 3 3  
#define relay 13
```

```
void setup() (Cayenne.begin (username, mqtt_password, client_id, ssid, password);  
pinMode (ACTUATOR_PIN_1, OUTPUT);  
pinMode (ACTUATOR_PIN_2, OUTPUT);  
pinMode (relay, OUTPUT);  
digitalWrite(relay, HIGH);}  
void loop() {Cayenne.loop();}
```

```

CAYENNE_IN (VIRTUAL_CHANNEL1)
{
  int value = getValue.asInt(); // 0 to 1023
  CAYENNE_LOG("Channel 3d, pin %d, value %d", VIRTUAL_CHANNEL 1,
ACTUATOR_PIN_1, value);
  analogWrite (ACTUATOR_PIN_1, value);
}

```

```

CAYENNE IN (VIRTUAL CHANNEL_2)

```

```

{
  int value = getValue.asInt(); CAYENNE LOG("Channel d, pin d, value %d",
VIRTUAL CHANNEL 2, ACTUATOR PIN 2, value);
  analogWrite (ACTUATOR_PIN_2, value);
}

```

```

CAYENNE IN (VIRTUAL CHANNEL_3)

```

```

{
  if (getValue.asInt() 0) (digitalWrite(relay, HIGH); }
else (digitalWrite(relay, LOW); }
}

```

```

CAYENNE OUT (0)

```

```

{
  CAYENNE_LOG("Send data for Virtual Channel 0");
  Cayenne.virtualWrite(0, millis()/1000);
}

```

Код систем зрошення та опалення

```

#define VIRTUAL_CHANNEL1 1

```

```

#define pump 12 //D6 Normally Open RELAY #define VIRTUAL_CHANNEL2 2

```

```

#define irlamp 14 //D5 NO RELAY

```

```
void setup() { Cayenne.begin(username, mqtt_password, client_id, ssid,
password);
pinMode (pump, OUTPUT);
pinMode (irlamp, OUTPUT);
digitalWrite(pump, HIGH);
digitalWrite(irlamp, HIGH);
}
void loop() (Cayenne.loop());}
```

```
CAYENNE IN (VIRTUAL_CHANNEL1)
```

```
{ if (getValue.asInt() != 0) {
digitalWrite(pump, LOW);} //WP ON
else (digitalWrite(pump, HIGH); }
}
```

```
CAYENNE IN (VIRTUAL_CHANNEL2)
```

```
{ if (getValue.asInt() != 0) {
digitalWrite(irlamp, LOW); //IR lamp ON
else (digitalWrite(irlamp, HIGH); // IR lamp OF
}
```

Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

ID перевірки:  
1011588550

Дата перевірки:  
15.06.2022 17:37:14 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
15.06.2022 17:39:51 EEST

ID користувача:  
100005591

Назва документа: Кухар\_Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроко...

Кількість сторінок: 74 Кількість слів: 9458 Кількість символів: 75753 Розмір файлу: 18.96 MB ID файлу: 1011457720

## 4.53% Схожість

Найбільша схожість: 2.89% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011307847)

2.38% Джерела з Інтернету 49 ..... Сторінка 76

4.37% Джерела з Бібліотеки 144 ..... Сторінка 76

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 2

## Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальное совпадение с одним документом 1.0%**

**Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 9%**

ID: 105591 Название: Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM Добавлено в БД: 2022-06-15 Авторы: П.Р. Кухар Руководители: О. С. Засорнов Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	60774	475	653 (1%)	8 (2%)

### Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

Завідувачу кафедри кібербезпеки  
д-ру техн. наук, проф., Говорущенко Т.О.  
Кухара Павла Романовича  
ПІБ здобувача вищої освіти

студента ФІТ, 4 курсу, групи КІ-18-1

### ЗАЯВА


З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

6.06.2022

дата

  
\_\_\_\_\_

підпис

Розташоване обладнання макету. Та розроблено його програмне забезпечення, а також веб інтерфейс користувача для дистанційного моніторингу та керування.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: у роботі досить багато уваги приділено 3D моделюванню

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.

8. Інші зауваження: відсутні

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно (4,00/С)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) \_\_\_\_\_

Гурман Іван Васильович доцент кафедри інженерії програмного забезпечення.

"16" червня 2022 р.

Іван (підпис)

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ**  
**КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМНОГО ПРОГРАМУВАННЯ**  
**ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Робототехнічна система віддаленого керування теплицею з використанням мікроконтролера ESP32-CAM

Автор: П.Р. Кухар

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія та інформаційних систем

Освітня програма: Комп'ютерна інженерія

Науковий керівник: О.С. Засорнов, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розмішені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розмішені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

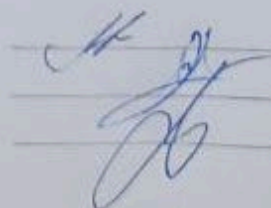
- 1) запозичення розмішені в розділах аналізу існуючих аналогів та технологій, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними шаблонами, що використовуються при оформленні текстової документації, а саме шаблони рамок
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту, використання аббревіатур.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 4.53% і адресується до 193 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСН



О.С. Засорнов

С.М. Лисенко

Г.О. Говорущенко

Завідувачу кафедри кібербезпеки  
д-ру техн.наук, проф.. Говорущенко Т.О.  
Кухара Павла Романовича  
ПІБ здобувача вищої освіти

студента ФІТ, 4 курсу, групи КІ-18-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

6.06.2022

дата



підпис