

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Чорноморський національний університет**

**імені Петра Могили**

**Факультет комп'ютерних наук**

**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри,

д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ І. М. Журавська

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**Автоматизована система керування**

**кліматичними умовами вирощування рослин**

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

123 – КБР.ПЗ.00 – 405.21910501

**Студент:**

\_\_\_\_\_ Д. М. Кисельов

*підпис*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**Керівник: ст. викладач**

\_\_\_\_\_ І. С. Бурлаченко

*підпис*

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

**Миколаїв – 2023**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Чорноморський національний університет імені Петра Могили**  
**Факультет комп'ютерних наук**  
**Кафедра комп'ютерної інженерії**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_ І. М. Журавська

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи**

Видано студенту групи 405 факультету комп'ютерних наук

Кисельову Дмитру Максимовичу

*(прізвище, ім'я, по батькові студента)*

1. Тема кваліфікаційної роботи

Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин

Затверджена наказом по ЧНУ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк представлення кваліфікаційної роботи « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

3. Очікуваний результат роботи та початкові дані, якщо такі потрібні

Очікуваним результатом роботи є: система апаратно-програмного забезпечення автоматизованої системи ефективного вирощування рослин.

4. Перелік питань, що підлягають розробці

1) аналіз існуючих систем керування кліматичними умовами вирощування рослин і визначення найбільш ефективних технологій та методів;

2) розроблення архітектури системи та визначення необхідних компонентів та модулів;

3) розроблення алгоритмів керування кліматичними умовами вирощування рослин на основі аналізу даних, отриманих від датчиків;

4) розроблення програмного забезпечення для керування системою та збору даних;

5) вибір та інтеграція необхідного обладнання, такого як датчики, контролери, елементи керування та інше;

б) розроблення інтерфейсу користувача для взаємодії з системою та відображення даних.

5. Перелік графічних матеріалів

Слайди презентації

6. Завдання до спеціальної частини

Розглянути основні державні норми України, щодо праці в умовах використання комп'ютерів та екранних пристроїв загалом, щодо вентиляції та кондиціонування, організація повітрообміну та освітлення. Ознайомитись з правами та нормами праці в умовах використання комп'ютерів та екранних пристроїв загалом.

7. Консультанти:

Консультант	Кафедра (організація)	Частина роботи
А. О. Алексєєва, к.т.н., доцент	кафедра екології Медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили	Спеціальна частина з охорони праці

Керівник роботи

ст. викладач Бурлаченко Іван Сергійович

*(посада, прізвище, ім'я, по батькові)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Завдання прийнято до виконання

Кисельов Дмитро Максимович

*(прізвище, ім'я, по батькові студента)*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**  
**виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи**

**Тема:** Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Початок	Завершенн я	Примітки
1	Затвердження пропозицій теми від керівника	20.12.2022	04.01.2023	Виконано
2	Формування завдання	05.01.2023	09.01.2023	Виконано
3	Визначення актуальності, об'єкту, предмету	10.01.2023	14.01.2023	Виконано
4	Пошук літератури, патентний пошук, уточнення задач дослідження	15.01.2023	31.01.2023	Виконано
	Складання календарного плану КР	01.02.2023	16.02.2023	Виконано
5	Аналіз ринку товарів обладнання	17.02.2023	30.02.2023	Виконано
6	Виконання першого та другого розділів та початок розробки програмної частини	01.03.2023	13.04.2023	Виконано
7	Аналіз керівником, формування зауважень та пропозицій	14.05.2023	31.05.2023	Виконано
8	Оформлення програмної частини та розділу з ОП	01.06.2023	10.06.2023	Виконано
9	Відгук керівника КР	11.06.2023	12.06.2023	Виконано
10	Попередній захист	13.06.2023	13.06.2023	Виконано
11	Рецензування	14.06.2023	18.06.2023	Виконано
12	Завершення оформлення КРБ та презентації	18.06.2023	19.06.2023	Виконано
13	Захист бакалаврської кваліфікаційної роботи	27.06.2023	28.06.2023	Виконано

Розробив здобувач ВО Кисельов Дмитро Максимович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник роботи ст. викладач Бурлаченко Іван Сергійович \_\_\_\_\_

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## АНОТАЦІЯ

до кваліфікаційної бакалаврської роботи

«Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин»

Студент 405 гр.: Кисельов Дмитро Максимович

Керівник: ст. викладач І. С. Бурлаченко

Бакалаврська робота присвячена розробці автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин. Актуальність цієї роботи обумовлена необхідністю забезпечення стабільного та ефективного вирощування рослин у закритому ґрунті. Метою є розробка та вдосконалення автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин. Об'єкт дослідження технології це керування кліматичними умовами вирощування рослин. Предмет дослідження: система апаратно-програмного забезпечення автоматизованої системи ефективного вирощування рослин. Практична значимість полягає у реалізації практичних заходів із проектування архітектури системи, написанню програмного коду та виведення інформації.

Було опробовано на XXV Всеукр. наук.-практ. конф. Могилянські читання–2022: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні : глобальний, національний та регіональний аспекти. м. Миколаїв. Пояснювальна записка бакалаврської роботи складається зі вступу, трьох розділів, висновків та додатків. У вступі визначається актуальність теми, сформульовані мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження та розроблення бакалаврської роботи. У першому розділі проводиться аналіз існуючих технологій потрібних для подальшої роботи. У другому розділі розглянуто та підібрано потрібне обладнання для розробки. У третьому розділі описано розробку програмного забезпечення автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин. В цілому, бакалаврська робота без додатків містить 65 сторінку, 31 рисунок, 8 таблиць, 22 джерел посилань.

Ключові слова: мікроконтролер, датчик, веб-сервер, система керування, мікроклімат.

## **ABSTRACT**

of the Bachelor's Thesis

"Automated system for controlling climatic conditions  
for plant cultivation"

Student: Kyselov Dmytro Maksymovych

Supervisor: senior lecturer. I. S. Burlachenko

Bachelor's thesis is devoted to the development of an automated system for controlling the climatic conditions of plant cultivation. The relevance of this work is due to the need to ensure stable and efficient indoor plant cultivation. The aim is to develop and improve an automated system for controlling the climatic conditions of plant cultivation. The object of research is the management of climatic conditions for growing plants. The subject of the research: a system of hardware and software for an automated system of efficient plant cultivation. The practical significance of the research is the implementation of practical measures for designing the system architecture, writing program code and outputting information.

It was tested at the XXV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference Mohyla Readings-2022: Experience and Trends in the Development of Society in Ukraine: Global, National and Regional Aspects. Mykolaiv.

Translated with The explanatory note of the bachelor's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions and appendices The introduction defines the relevance of the topic, formulates the purpose, object, subject and objectives of the research and development of the bachelor's thesis. The first chapter analyzes the existing technologies required for further work. The second section considers and selects the necessary equipment for development. The third chapter describes the development of software for an automated system for controlling the climatic conditions of plant growing. The conclusions provide an analysis of the work performed and the results of the research and development.

In total, the bachelor's thesis without appendices contains 65 pages, 31 figures, 8 tables, 22 references.

Keywords: microcontroller, sensor, web server, control system, microclimate.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	6
1.1 Огляд методів та засобів моніторингу різних параметрів мікроклімату .....	6
1.2 Огляд та аналіз існуючих автоматизованих теплиць.....	19
1.3 Вимоги до власного проєкту.....	26
Висновок до розділу 1 .....	27
2 ПРОЄКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ .....	28
2.1 Особливості побудови системи мікроклімату .....	28
2.2 Цілі і задачі пристрою .....	28
2.3 Схема системи моніторингу за мікрокліматом.....	30
2.4 Підбір потрібних компонентів.....	31
Висновок до розділу 2 .....	48
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ .....	49
3.1 Середовище розробки.....	49
3.2 Налаштування Arduino веб-серверу.....	50
3.3 Регулювання температури .....	52
3.4 Автоматичний полив .....	55
3.5 Автоматичне регулювання світла .....	56
Висновок до розділу 3 .....	59
ВИСНОВОК.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТОК А Довідка .....	64
ДОДАТОК Б Принципова схеми всієї апаратно-програмної системи.....	65
ДОДАТОК В Блок-схема роботи вентилятора .....	66
ДОДАТОК Г Веб-сервер на Arduino .....	67
ДОДАТОК Д Код систем .....	69

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АРМ	– автоматизоване робоче місце
АЦП	– аналого-цифровий перетворювач
ОЗП	– оперативний запам'ятовуючий пристрій
ОС	– операційна система
ПК	– персональний комп'ютер
ШІМ	– широтно-імпульсна модуляція
HTTP	– HyperText Transfer Protocol
IoT	– Internet of Things
LED	– Light-emitting diode
USB	– Universal Serial Bus



## ВСТУП

Автоматизація процесу вирощування рослин стає актуальною для сільського господарства з огляду на збільшення кількості населення та зменшення площі землі, яка використовується для вирощування. Застосування автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин може знизити затрати на вирощування, збільшити виробіток і забезпечити високу якість продукції також допомагає автоматизувати деякі процеси для зберігання часу. Більше того, такі системи можуть допомогти зберегти природні ресурси, знизити витрати на енергію та воду, а також зменшити вплив виробництва на довкілля.

Одним із важливих напрямків є розвиток сільського господарства з використанням новітніх технологій та автоматизованих систем. Особливу увагу приділяють системам вирощування рослин у закритому ґрунті, які є надійним та перспективним рішенням для отримання високоякісних продуктів у внутрішньому ринку та експорту.

Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин є актуальною темою для дослідження та розробки, оскільки є необхідною для забезпечення стабільного та ефективного вирощування рослин у закритому ґрунті. Така система дозволяє контролювати та налаштовувати параметри клімату вирощування, зокрема температуру, вологість повітря, освітленість та інші фактори, що впливають на зростання та розвиток рослин.

**Мета** даної роботи полягає у розробці та вдосконаленні автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин для встановлення її до теплиці.

**Об'єкт дослідження:** керування кліматичними умовами вирощування рослин.

**Предмет дослідження:** система апаратно-програмного забезпечення автоматизованої системи ефективного вирощування рослин.

**Основні завдання,** необхідні для досягнення мети автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин, включають наступне:

- аналіз існуючих систем керування кліматичними умовами вирощування рослин і визначення найбільш ефективних технологій та методів;
- розроблення архітектури системи та визначення необхідних компонентів та модулів;
- розроблення алгоритмів керування кліматичними умовами вирощування рослин на основі аналізу даних, отриманих від датчиків;
- розроблення програмного забезпечення для керування системою та збору даних;
- вибір та інтеграція необхідного обладнання, такого як датчики, контролери, елементи керування та інше;
- розроблення інтерфейсу користувача для взаємодії з системою та відображення даних.

**Практична значимість** полягає у допомозі вирощування рослин без постійного нагляду зі сторони людини, реалізації практичних заходів із проектуванню архітектури системи, написанню програмного коду та виведення інформації.

Робота пройшла апробацію під час XXV Всеукраїнської науково-практичної конференції «Могилянські читання–2022» (Миколаїв, 07–11 листопада 2022 р.). За результатами конференцій опубліковані тези доповідей [1].

## **1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ**

### **1.1 Огляд методів та засобів моніторингу різних параметрів мікроклімату**

Основні параметри мікроклімату в теплиці з автоматизованою системою керування кліматичними умовами вирощування рослин включатимуть:

- температуру повітря;
- відносну вологість повітря;
- освітленість;
- склад повітря;
- полив;
- вентиляція.

За допомогою автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин можна контролювати та регулювати ці параметри, щоб забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

#### **1.1.1 Температура повітря**

Температура повітря є одним з найважливіших параметрів для забезпечення успішного росту і розвитку рослин в теплиці. Вона має прямий вплив на процеси фотосинтезу, дихання, водного обміну та інші фізіологічні процеси рослин. Тому, важливо забезпечувати оптимальні умови температури повітря для кожного типу рослин, що вирощуються. Загалом, оптимальні умови температури повітря для більшості тепличних культур знаходяться в межах 18-25°C в денний період та 10-16°C вночі. Однак, для деяких рослин, таких як томати, перець, огірки та інші, можуть бути встановлені інші оптимальні температурні режими в залежності від стадії росту та розвитку.

Крім того, температура повітря також впливає на вологість повітря та на рівень карбон-діоксиду, які є важливими для рослин. За високих температур і низької вологості повітря, рослини можуть втратити воду та пересохнути, а за

низьких температур і високої вологості – можуть виникнути умови для поширення грибкових захворювань.

Таким чином, роль температури повітря в теплиці полягає в забезпеченні оптимальних умов для росту і розвитку рослин, що, в свою чергу, може забезпечити високі врожаї та якісну продукцію [2].

Є кілька методів, які можна використовувати для зміни температури в теплиці:

**Вентиляція:** Вентиляція може допомогти знизити температуру в теплиці шляхом забезпечення циркуляції повітря. Встановлення вентиляційних вікон або дверей може допомогти зменшити температуру в теплиці.

**Охолоджувачі:** Охолоджувачі використовуються для зниження температури повітря в теплиці, вони можуть бути водяні або електричні.

Охолоджувач в теплиці – це система, що відповідає за зниження температури повітря в теплиці за допомогою охолодження водою або повітрям. В літні місяці, коли температура повітря може бути дуже високою, охолоджувачі допомагають знизити температуру в теплиці, що необхідно для забезпечення комфортних умов для рослин і уникнення перегріву.

Існують різні типи охолоджувачів для теплиць, включаючи системи з водяним охолодженням, системи з повітряним охолодженням, а також системи з використанням вентиляторів і робочих поверхонь з холодильним ефектом. Водяні системи охолодження складаються з трубок, крізь які протікає холодна вода, що охолоджує повітря в теплиці. Повітряні системи охолодження використовують вентилятори і вологість, щоб охолодити повітря. Системи з використанням вентиляторів і робочих поверхонь з холодильним ефектом використовують холодильники, які охолоджують повітря за допомогою вентиляторів і спеціальних матеріалів, що відводять тепло. Вибір оптимального типу охолоджувача для теплиці залежить від розміру теплиці, кліматичних умов у вашій області та інших факторів.



Рисунок – 1.1 Охолоджувач для теплиці

**Опалення:** Опалення може допомогти збільшити температуру повітря в теплиці.

У теплиці можуть бути встановлені різноманітні опалювальні прилади, залежно від вимог теплового режиму, площі теплиці, типу культури тощо. Основні типи опалювальних приладів для теплиць наступні:

Електричні обігрівачі – прості в установці та експлуатації, проте мають високі витрати на електроенергію та не завжди ефективні в опалюванні великих площ.

Газові конвектори – мають високу теплову потужність, швидко забезпечують потрібну температуру в теплиці, але вимагають наявності газопостачання та вентиляції приміщення.

Твердопаливні котли – можуть бути використані для опалення великих теплиць або комплексів тепличних споруд, але потребують наявності окремого приміщення для їх установки та зберігання палива.

Теплові насоси – дозволяють ефективно використовувати тепло з навколишнього середовища, що зменшує витрати на енергію, але вимагають певного рівня температури зовнішнього повітря для оптимальної роботи.

Сонячні панелі – можуть бути використані для нагріву повітря в теплиці, зменшуючи витрати на енергію та маючи мінімальний вплив на довкілля.

Обираючи опалювальний прилад для теплиці, варто враховувати економічність, надійність, ефективність, безпеку та легкість в установці та експлуатації [3].

Також за необхідністю встановлюється термостат.



Рисунок 1.2 – Приклад опалювача для теплиці

**Термостат** – це пристрій, що вимірює температуру в теплиці та контролює рівень опалення, включаючи системи опалення та охолодження.

Термостат може бути простим механічним пристроєм з однією кнопкою, яку можна обертати, або складним електронним пристроєм з дисплеєм та програмуванням. Прості термостати мають механізм, який включає систему опалення, коли температура в теплиці опускається нижче заданого рівня, і вимикає її, коли температура піднімається вище. Складніші термостати можуть мати програмування для автоматичного включення та вимикання системи опалення в залежності від дня тижня та години дня.



Рисунок 1.3 – Тепличний термостат

Термостати можуть також бути бездротовими, що дозволяє змінювати температуру в теплиці здалеку, наприклад, через мобільний додаток. Деякі термостати мають додаткові функції, такі як датчик вологості, який дозволяє контролювати рівень вологості в теплиці, або функцію аварійного вимкнення, яка автоматично вимикає систему опалення, якщо виникає небезпека пожежі.

**Золотий спосіб:** Якщо відкрити вікна теплиці на декілька годин вранці, то процес провітрювання знизить температуру в теплиці. Потім вікна слід закрити на день, щоб зберегти тепло, а ввечері знову відкрити на декілька годин. Цей метод називається "золотий спосіб".

### 1.1.2 Відносна вологість повітря

Відносна вологість повітря в теплиці – це показник, що вказує на кількість водяної пари в повітрі відносно максимально можливої кількості водяної пари, яку повітря може утримати при даній температурі. Вона вимірюється відсотками і показує, наскільки насиченим вологою є повітря в теплиці.

Нормальний діапазон відносної вологості для більшості рослин знаходиться в межах від 50 % до 70 %. Якщо відносна вологість надто низька, то рослини можуть висихати, а якщо надто висока, то вони можуть стати жертвами грибкових інфекцій та хвороб.

Вологість в теплиці можна контролювати за допомогою гігрометра, який є пристроєм для вимірювання відносної вологості повітря. Для збереження відповідного рівня вологості повітря в теплиці можуть застосовуватися різноманітні методи, такі як розпилювання води на стіни теплиці, використання водяного балансу, ручне або автоматизоване зволоження повітря, вентиляція і т.д.



Рисунок 1.4 – Туманоутворювач для теплиці

Для підтримки вологості в теплиці використовують різноманітні прилади, які забезпечують необхідну рівень вологості. Деякі з них:

**Ультразвукові зволожувачі повітря:** вони працюють на принципі перетворення води в пар, який потім випускається в повітря. Вони можуть бути портативними або монтуватися на стіну.



**Парові зволожувачі:** вони генерують пар і випускають його в повітря. Ці прилади мають більшу потужність, ніж ультразвукові зволожувачі, і здатні підтримувати вологість на більшій площі.

**Вентиляторні зволожувачі:** вони працюють на принципі випуску водяної пари в повітря за допомогою вентилятора. Вони зазвичай мають більшу потужність, ніж ультразвукові зволожувачі, і можуть обслуговувати більші площі.

**Гігрометри:** це прилади, які вимірюють рівень вологості в повітрі. Вони дозволяють визначити, коли рівень вологості занадто високий або занадто низький, щоб вжити відповідних заходів.

**Автоматичні системи зволоження:** це системи, які автоматично контролюють рівень вологості і забезпечують потрібний рівень зволоження за допомогою води або пару. Вони можуть бути підключені до термостата і включатися автоматично, коли температура в теплиці знижується.

Для автоматизації процесу регулювання вологості в теплиці можна використовувати автоматичні системи контролю та регулювання вологості, які забезпечують автоматичне зволоження або вентиляцію залежно від відносної вологості повітря. Ці системи можуть працювати за певними програмами, або ж регулювати вологість повітря в режимі реального часу, залежно від показників, отриманих від датчиків відносної вологості.

### 1.1.3 Освітленість

Освітленість є одним з найважливіших факторів, що впливають на ріст і розвиток рослин в теплиці. Якщо рослини не отримують достатньо світла, то їх ріст і розвиток може бути обмеженим або навіть зупиненим. Освітленість впливає на процеси фотосинтезу, який забезпечує рослинам необхідні поживні речовини та енергію для зростання. Крім того, освітленість також впливає на фізичні властивості рослин, такі як форма, розмір та колір листя. Недостатня освітленість може призводити до затінення рослин, зміни форми і кольору листя, а також до зменшення їх розміру.

Наскільки сильно впливає освітленість на рослини залежить від виду рослин. Деякі рослини більш адаптовані до низької освітленості, тоді як інші потребують більшого рівня світла. Тому важливо враховувати вимоги кожного виду рослин, щоб забезпечити їм оптимальні умови для росту та розвитку.

Для того, щоб забезпечити оптимальні умови для росту рослин у теплиці, необхідно контролювати рівень освітленості і використовувати певні методи для підтримки необхідного рівня. Рівень освітленості можна вимірювати за допомогою спеціальних приладів – фотометрів. В теплиці можна встановити фотометри, які будуть автоматично контролювати рівень освітленості і включати лампи при необхідності.

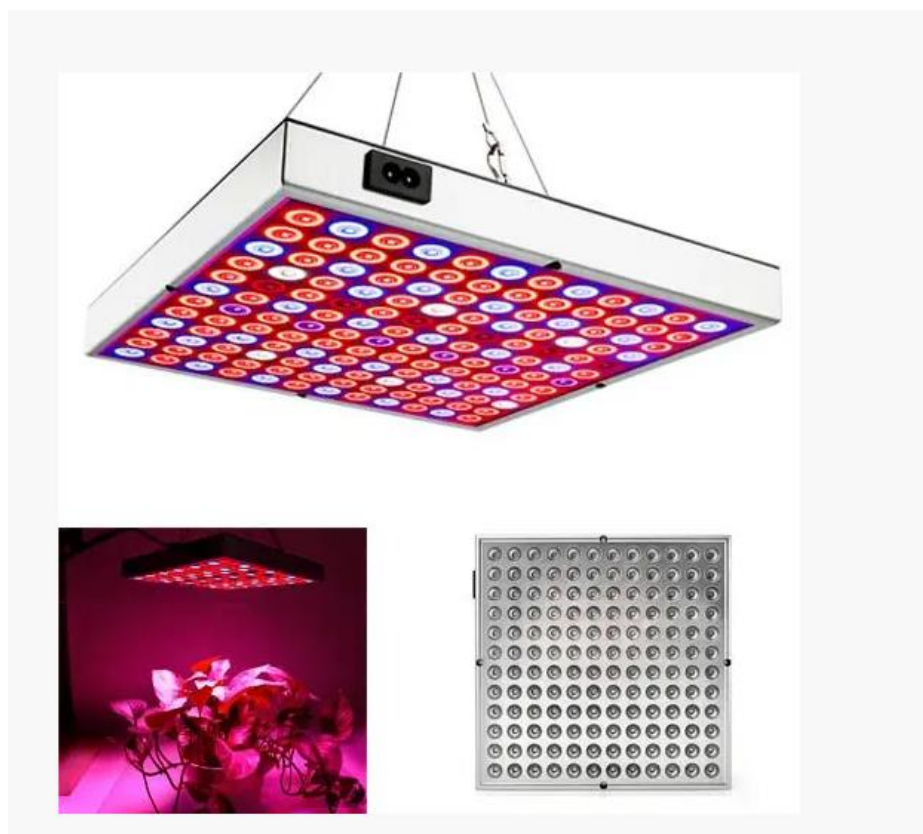


Рисунок 1.4 – Фітопанель для рослин

Для підтримки необхідного рівня освітленості у теплиці можна використовувати різноманітні джерела світла:

**Ртутні лампи високого тиску:** ці лампи використовуються для освітлення рослин в теплицях та інших вирощувальних спорудах. Вони є дуже яскравими та мають високу ефективність, що дозволяє забезпечувати достатнє освітлення на

великій площі. Однак вони мають декілька недоліків, таких як велика споживання енергії, довгий час розгортання та відносно короткий термін експлуатації.

**Лампи розжарювання:** ці лампи мають низьку ефективність та короткий термін експлуатації, але вони дешеві та мають приємне для ока світло. Вони не використовуються великими площами, але можуть бути корисними для вирощування рослин, які потребують низької інтенсивності світла.

**Люмінесцентні лампи:** ці лампи використовуються для забезпечення освітлення в теплицях та вирощувальних спорудах. Вони мають високу ефективність та приємне світло, а також тривалий термін експлуатації. Однак вони не є такими яскравими, як ртутні лампи високого тиску, тому їх потрібно використовувати на більшій площі для забезпечення достатнього освітлення.

**Натрієві лампи:** ці лампи мають високу ефективність і довгий термін експлуатації. Вони випромінюють жовту світлову хвилю, що забезпечує ефективне зростання рослин. Однак, їхній спектр обмежений і не містить синього кольору, тому не підходять для всіх типів рослин.

**Металогалогенні лампи:** ці лампи випромінюють яскраве, біле світло з багатим спектром. Вони є досить ефективними для росту рослин, оскільки містять спектральні компоненти, необхідні для різноманітних типів рослин. Однак, вони є досить дорогими і мають короткий термін експлуатації порівняно з іншими типами ламп.

**Світлодіодні лампи для рослин:** ці лампи стали досить популярними в останні роки, оскільки вони є дуже енергоефективними і мають довгий термін експлуатації. Вони випромінюють багатий спектр, який може бути настроєний відповідно до потреб кожного типу рослин. Крім того, світлодіодні лампи не нагріваються, тому не впливають на температуру в теплиці, і не містять небезпечних ртутних парів, що можуть бути шкідливими для здоров'я людини. Однак, вони є досить дорогими порівняно з іншими типами ламп [4].

### 1.1.4 Склад повітря

Склад повітря в теплиці може змінюватися в залежності від багатьох факторів, таких як тип культури, що вирощується, ступінь вентиляції, вологість повітря та температура.

Основні складові повітря в теплиці такі ж, як і в атмосфері. Головними компонентами повітря є азот (приблизно 78 %), кисень (приблизно 21 %), аргон (приблизно 0,9 %) та вуглекислий газ (приблизно 0,04 %). Також у повітрі можуть бути різні речовини, такі як водяна пара, дим, пил, газові речовини, аерозолі тощо, які можуть бути корисними або шкідливими для рослин.

У теплицях, де вирощують рослини, можуть бути встановлені додаткові прилади для контролю за складом повітря, такі як сенсори вологості, діоксиду вуглецю, температури, а також системи вентиляції та очищення повітря. Це допомагає забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин, знижує ризик виникнення захворювань та забезпечує високий врожай.

У теплиці можуть бути встановлені різні засоби для підтримки оптимального складу повітря. Ось деякі з них:

**Вентилятори:** Вентилятори допомагають забезпечити рух повітря в теплиці, що допомагає зменшити температуру, зменшити вологість і забезпечити рівномірне розподіл вуглекислого газу, кисню і водяної пари в теплиці.

**Вуглекислий генератор:** Вуглекислий генератор дозволяє додавати CO<sub>2</sub> в повітря теплиці, що допомагає збільшити ріст рослин.

Вуглекислий генератор – це прилад, який використовується для збільшення рівня вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) в теплиці або іншому закритому приміщенні, де вирощують рослини. Вуглекислий газ є необхідним елементом для фотосинтезу, який є процесом, який дозволяє рослинам перетворювати світло на енергію для зростання та розвитку.

Збільшення рівня вуглекислого газу в теплиці може підвищити врожайність рослин та якість плодів. Вуглекислий генератори можуть бути встановлені як для внутрішнього, так і для зовнішнього застосування. У теплиці вони можуть бути

підключені до системи вентиляції, що дозволяє контролювати рівень CO<sub>2</sub> в приміщенні.

Існують різні типи вуглекислих генераторів, наприклад, ті, що працюють на основі горіння природного газу або пропану, або на основі кисню та глюкози. Деякі генератори використовують ультразвукові технології, що дозволяє генерувати вуглекислий газ без викидів. Рівень вуглекислого газу може бути контрольований за допомогою спеціальних датчиків, які автоматично регулюють рівень CO<sub>2</sub> в приміщенні.

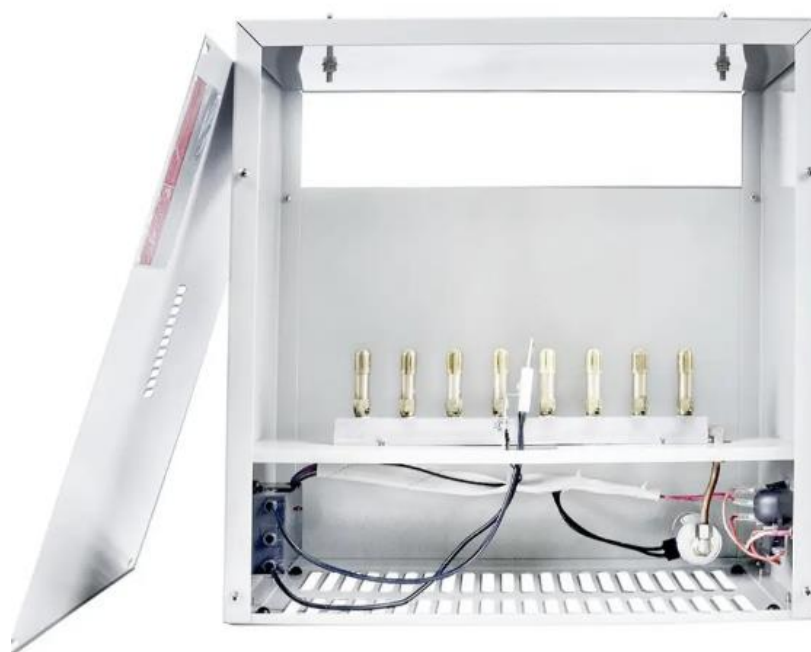


Рисунок 1.5 – Вуглекислотний генератор

**Моніторинг:** Системи моніторингу дозволяють контролювати рівні CO<sub>2</sub>, вологості, температури та інших показників в теплиці. Ці системи можуть бути підключені до комп'ютера або мобільного телефону, щоб ви могли віддалено контролювати умови в теплиці [5].

### 1.1.5 Полив

Полив є одним з важливих елементів у догляді за рослинами в теплиці. Його метою є забезпечення рослин необхідною кількістю води та поживних речовин.

При правильному поливі збільшується врожайність рослин та знижується ризик захворювання та гнилої.



Рисунок 1.6 – Система поливу у теплиці

Існує кілька типів поливу, які можуть бути використані у теплиці, залежно від типу культури, вологості ґрунту, кліматичних умов та інших факторів. Ось декілька типів поливу, які можна використовувати в теплиці:

**Крапельний полив:** це метод поливу, при якому вода підводиться під землю через тонкі трубки з отворами, які розташовані поруч з рослинами. Вода стікає відразу до коренів рослин, що забезпечує ефективне використання води та попереджає її витрачання на непотрібні речі.

**Система зрошення:** це метод поливу, при якому вода розпилюється на поверхні землі, що забезпечує зволоження всієї поверхні ґрунту. Цей метод є ефективним у випадку, якщо потрібно поливати велику площу.

**Полив зверху:** це метод поливу, при якому вода підводиться до теплиці і рівномірно розподіляється на поверхню ґрунту. Цей метод може бути корисним для культур, які не потребують багато води та можуть рости на поверхні ґрунту.

**Система капілярного поливу:** цей метод полягає у тому, що рослини поміщаються в спеціальні ємності з водою, яка потім піднімається по капілярному ефекту у ґрунт, що забезпечує вологість для рослин.



Вибір методу поливу залежить від типу культури та умов в теплиці, таких як вологість повітря та ґрунту, температура, рівень освітленості та інших факторів [6].

### 1.1.6 Вентиляція

Вентиляція є дуже важливою складовою ефективної роботи теплиці. Основні завдання вентиляції в теплиці полягають у забезпеченні належного рівня вологості, температури і рівня кисню, необхідних для росту і розвитку рослин.



Рисунок 1.7 – Система вентиляції

Існують різні способи забезпечення вентиляції в теплиці:

Природна вентиляція. Цей метод полягає в тому, щоб використовувати природний потік повітря для забезпечення вентиляції. Він зазвичай досягається за допомогою вікон або дверей, розташованих в теплиці, які можна відчиняти або закривати в залежності від потреби.

Принудна вентиляція. Цей метод використовує вентилятор для примусового переміщення повітря в теплиці. Вентилятори можуть бути розташовані на даху або

в бічних стінах теплиці. Цей метод є ефективнішим за природну вентиляцію і може бути керований за допомогою термостатів або інших пристроїв для автоматичного управління.

Гібридна вентиляція. Цей метод комбінує природну і принудну вентиляцію, щоб забезпечити оптимальний рівень вентиляції в теплиці. Він може використовувати вентилятори разом з вікнами і дверима для забезпечення потоку повітря, що забезпечує оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

В залежності від розміру теплиці і умов вирощування рослин, можуть використовуватися різні види вентиляції або їх комбінації для забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин.

## **1.2 Огляд та аналіз існуючих автоматизованих теплиць**

Автоматизовані теплиці – це спеціальні споруди, оснащені системами автоматичного керування кліматом, системами іригації та добривоподачі, що забезпечують оптимальні умови для росту рослин. Основна перевага автоматизованих теплиць полягає у можливості контролювати умови росту рослин, такі як температура, вологість, освітлення та інші параметри, що забезпечують оптимальні умови для росту рослин.

На даний час існують різноманітні автоматизовані системи керування кліматом в теплицях. Для їх аналізу можна використовувати різні критерії, такі як рівень автоматизації, функціональні можливості, ефективність тощо.

Один з найпоширеніших типів систем керування кліматом в теплицях – це системи, що використовують контролери, сенсори та програмне забезпечення для регулювання параметрів клімату. Такі системи можуть включати в себе контроль за температурою, вологістю, освітленням, поливом та іншими параметрами.

Однією з найбільш важливих функцій автоматизованих систем керування кліматом в теплицях є можливість встановлювати та підтримувати оптимальні параметри клімату для кожного типу рослин. Це дозволяє забезпечувати



максимальний ріст та розвиток рослин, що може позитивно впливати на врожайність.

Крім того, існують також системи, що використовують тепло на базі відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна або геотермальна енергія. Це дозволяє зменшити витрати на опалення та знизити вплив на довкілля.

Деякі автоматизовані системи керування кліматом в теплицях також можуть включати системи рециркуляції води, що дозволяє знизити витрати на полив та зменшити вплив на довкілля.

Автоматизовані теплиці можуть використовувати різноманітні системи та технології, які вимагають певного обладнання та інфраструктури. Для їх роботи потрібні такі компоненти:

Система управління кліматом: це може бути складна система, що включає в себе сенсори для вимірювання температури, вологості, рівня CO<sub>2</sub>, освітлення, систему вентиляції та систему опалення. Всі ці параметри мають бути налаштовані та контролюватись з одного центрального пункту керування.

Система зрошення: автоматизовані теплиці можуть мати систему зрошення, що використовується для забезпечення необхідної вологості в теплиці. Це може бути система крапельного зрошення або система спреї-зрошення.

Система освітлення: для забезпечення оптимального росту рослин, автоматизовані теплиці можуть використовувати систему штучного освітлення. Ця система використовує спеціальні лампи, які емітують світло в потрібному спектрі для рослин.

Система гідропоніки: це система, яка використовує воду з поживними речовинами для забезпечення росту рослин без використання ґрунту. Ця система може бути автоматизована та керуватись з центрального пункту керування.

Система контролю якості ґрунту: якщо рослини вирощуються в ґрунті, то може використовуватись система контролю якості ґрунту, щоб переконатись, що він містить необхідну кількість поживних речовин та мінералів для рослин.

Система відеоспостереження: для забезпечення безпеки та контролю за рослинами [7].

У світі є багато виробників та постачальників автоматизованих систем керування кліматом та іншими параметрами в теплицях, таких як Hoogendoorn, Priva, Ridder, Heliospectra, Grodan та багато інші. Проаналізувавши ринок товару було виділено трьох виробників і детально проаналізовано їх переваги та недоліки.

Першим виробником був Hoogendoorn є компанією, що спеціалізується на розробці та постачанні інноваційних рішень для управління кліматом та зростанням рослин у сільському господарстві, теплицях та інших контрольованих середовищах. Компанія виробляє та постачає автоматизовані системи управління кліматом, освітленням та водопостачанням, які сприяють підвищенню продуктивності рослин, зниженню витрат та оптимізації ресурсів.



Рисунок 1.8 – Система автоматизованого поливу від «Hoogendoorn»

Hoogendoorn пропонує інтегровані рішення для контролю температури, вологості, освітленості, вентиляції та поливу, які забезпечують оптимальні умови для росту рослин у будь-який час року. Вони використовують передові технології та датчики для збору даних про кліматичні умови, що дозволяє автоматично регулювати параметри середовища з метою забезпечення найкращих умов для росту рослин.

Другим виробником був Ridder який є провідною компанією, яка спеціалізується на розробці та постачанні засобів для сільськогосподарського сектору. Вона пропонує широкий спектр продуктів та рішень, які охоплюють такі галузі, як управління кліматом, автоматизація поливу, енергоефективність та моніторинг урожаю. Вони працюють з оранжереями, тепличними комплексами та сільськогосподарськими підприємствами по всьому світу, допомагаючи їм досягати оптимальних результатів у вирощуванні рослин.

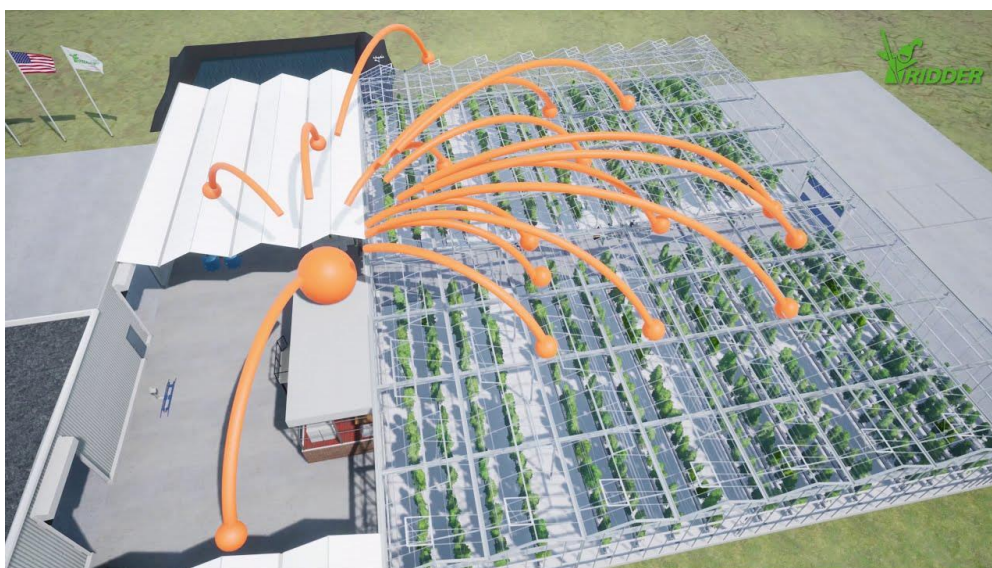


Рисунок 1.9 – Клімат контроль від компанії «Redder»

Третім виробником був Heliospectra. Це провідна світлотехнологічним компанією, спеціалізуються на розробці та виробництві LED-освітлювальних систем для рослинного вирощування.

Головна мета Heliospectra полягає в забезпеченні рослинам оптимального спектра світла для кожного етапу їхнього росту та розвитку. Вони використовують передові технології LED та програмованого керування, щоб створювати налаштовані спектри світла, які відповідають потребам рослин для фотосинтезу, цвітіння та плодоношення.





Рисунок 1.10 – система освітлення від Heliospectra

Виходячи з проаналізованої інформації був зроблений висновок щодо цих компаній і складено перелік переваг та недоліків кожної компанії:

Переваги Hoogendoorn:

– досвід та компетенція: Hoogendoorn має багаторічний досвід у галузі контролю клімату і керування теплицями. Вони працюють з різними типами рослинництва і набули глибокого розуміння вимог та потреб сільськогосподарських підприємств;

– інноваційні рішення: Компанія постійно впроваджує нові технології та інноваційні підходи до систем керування кліматом і автоматизації. Вони працюють над вдосконаленням ефективності та надійності своїх продуктів;

– інтегровані рішення: Hoogendoorn пропонує комплексні рішення, які об'єднують керування кліматом, поливом, добривами та освітленням. Це дозволяє сільськогосподарським підприємствам ефективно управляти всіма аспектами вирощування рослин.

Недоліки Hoogendoorn:

– високі витрати: За такі спеціалізовані системи керування можуть бути пов'язані значні витрати. Це може бути недоцільно для менших сільськогосподарських підприємств або тих, у яких обмежений бюджет;

– складність впровадження: Впровадження систем керування кліматом та автоматизації може бути технічно складним процесом. Деякі підприємства можуть зіштовхнутися з труднощами при налаштуванні та інтеграції цих систем у своїх умовах.

#### Переваги Ridder:

– широкий асортимент продуктів: Ridder пропонує різноманітні рішення для автоматизації в сільському господарстві, включаючи системи керування кліматом, поливом та освітленням. Їх асортимент включає рішення для теплиць, оранжерей, гроноутримувальних ферм та інших аграрних об'єктів;

– інноваційні технології: Ridder використовує передові технології, такі як Інтернет речей (IoT), сенсорика, штучний інтелект і аналітика даних, щоб створювати ефективні та інтелектуальні системи керування. Це дозволяє оптимізувати виробничі процеси, підвищувати врожайність та знижувати витрати;

– консультаційна підтримка: Ridder надає консультаційну підтримку та навчання для своїх клієнтів. Вони співпрацюють зі спеціалістами з сільського господарства, щоб допомогти впроваджувати оптимальні рішення і досягати найкращих результатів.

#### Недоліки Ridder:

– складність інтеграції: Впровадження комплексних систем Ridder може бути складним процесом, особливо для підприємств, які вже мають наявні системи автоматизації. Інтеграція нових технологій і забезпечення сумісності з існуючими системами можуть вимагати додаткових зусиль і витрат;

– вартість: Виробництво та впровадження систем Ridder може бути дорогими, особливо для невеликих сільськогосподарських підприємств з обмеженими фінансовими ресурсами. Це може бути перешкодою для деяких підприємств, які не можуть витратити значну суму на автоматизацію.

#### Переваги Heliospectra:

- точне керування світлом: Heliospectra надає розумні рішення для точного регулювання спектру, інтенсивності та тривалості світла, що дозволяє оптимізувати фотосинтез, ріст та розвиток рослин;

- енергоефективність: Використання передових технологій LED-освітлення дозволяє знизити споживання енергії, порівняно з традиційними джерелами світла, що може призвести до значних економій витрат на електроенергію;

- наукова підтримка: Компанія має команду експертів, які надають наукову підтримку та консультації з питань світлового керування рослинами. Це дозволяє клієнтам отримати доступ до передових досліджень та найкращих практик у галузі.

#### Недоліки Heliospectra:

- обмежений фокус: Компанія Heliospectra спеціалізується в основному на розробці рішень для керування освітленням рослин, але це може означати, що інші аспекти, такі як контроль клімату або полив, можуть вимагати інтеграції з іншими системами або постачальниками послуг;

- обмежена адаптивність: Залежно від конкретних потреб клієнта або вимог вирощування рослин, рішення Heliospectra можуть бути обмежені у своїх можливостях адаптації. Варіанти налаштування та можливості регулювання світла можуть бути обмеженими або не задовольняти всіх потреб.

Проаналізувавши інформацію про виробників таких теплиць, або компаній що пропонують різні системи до теплиць було виявлено основні відмінності між ними:

- типи сівалок та системи поливу: деякі виробники пропонують інтегровані системи поливу та сівалок, що можуть дозволити оптимізувати роботу теплиці;

- система контролю клімату: різні виробники можуть використовувати різні системи контролю клімату, такі як системи вентиляції, кондиціонування повітря та інші;

- система керування: деякі виробники можуть пропонувати більш продуману систему керування, яка дозволяє керувати всіма параметрами теплиці з одного місця;
- вартість: вартість теплиці може бути важливим фактором, який потрібно враховувати при порівнянні різних моделей;
- надійність та довговічність: важливо враховувати якість матеріалів, з яких виготовлена теплиця, та рівень надійності і довговічності системи.

### **1.3 Вимоги до власного проєкту**

Успішний розвиток вирощування рослин у теплицях вимагає використання автоматизованих систем керування кліматичними умовами. Така система повинна мати певні вимоги, щоб забезпечити оптимальні умови для росту рослин. Далі будуть наведені вимоги до власної системи автоматизованого керування кліматичними умовами вирощування рослин.

#### **Система вентиляції**

Вимога до системи вентиляції полягає в забезпеченні постійної циркуляції повітря у теплиці. Це дозволяє уникнути затхлості та забезпечити рівномірний розподіл тепла та вологості. Система вентиляції повинна мати можливість регулювати швидкість та напрямок потоку повітря в залежності від потреб рослин.

#### **Система поливу**

Оптимальне забезпечення вологості ґрунту для рослин дуже важливе. Система поливу повинна забезпечувати рівномірний розподіл води по всій площі теплиці та мати можливість регулювати частоту та тривалість поливу. Полив буде здійснюватися при недостатньому кількості волого в ґрунті який буде визначатися датчиком вологи в ґрунті.

#### **Система відеонагляду**

Система відеонагляду є важливим елементом системи керування кліматичними умовами вирощування рослин. Вона дозволяє оперативно виявляти будь-які проблеми, пов'язані з рослинами, технічними засобами теплиці та іншими

факторами, що впливають на умови росту. Для цього буде встановлено відеокамери для нагляду за рослинами.

### **Система контролю температури**

Важливим елементом системи керування кліматичними умовами вирощування рослин є система контролю температури. Для контролю температури у системі автоматизованого керування кліматичними умовами вирощування рослин можуть використовуватися датчики температури. Вони можуть бути розміщені у різних частинах теплиці та передавати дані на центральний блок управління.

Центральний блок управління в свою чергу може аналізувати отримані дані та приймати рішення про включення або відключення системи опалення або кондиціонування повітря для забезпечення необхідної температури.

### **Висновок до розділу 1**

Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин дозволяє забезпечити стабільні та оптимальні умови для росту та розвитку рослин, що має позитивний вплив на їх врожайність та якість. Для забезпечення ефективної роботи системи необхідно враховувати основні параметри мікроклімату в теплиці, такі як температура, вологість та освітленість, а також використовувати відповідну техніку та обладнання. Дослідження та аналіз існуючих автоматизованих теплиць дозволяє виявити їх переваги та недоліки та визначити вимоги до власної системи керування.

Після аналізу існуючих автоматизованих теплиць було розроблено вимоги до власної системи які включатимуть в себе систему автоматичного поливу, освітлення та клімат контролю.



## **2 ПРОЄКТУВАННЯ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ**

### **2.1 Особливості побудови системи мікроклімату**

Перед розробкою схеми пристрою слід визначити наступні параметри:

- цілі і задачі пристрою;
- вимоги до функцій, що виконуються системою;
- вимоги до програмного забезпечення.
- вимоги до технічного забезпечення;

### **2.2 Цілі і задачі пристрою**

Автоматизована система керування кліматичними умовами теплиці призначена для:

- управління виконавчими механізмами, як в автоматичному, так і в автоматизованому режимі;
- визначення аварійних ситуацій у роботі датчиків та обладнання;
- підтримання параметрів мікроклімату на заданому рівні, шляхом обігріву або охолодження, поливу, та вентиляції повітря;
- візуального представлення інформації про стан технологічного процесу.

#### **Вимоги до функцій, що виконуються системою**

Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин має відповідати наступним вимогам:

#### **Вимірювання:**

- температури повітря;
- вологості повітря;
- освітлення;
- вологості ґрунту.

### **Управління:**

- системою обігріву та охолодження;
- системою полива;
- системою освітлення;
- системою вентиляції.

### **Індикації:**

- вимірюваних параметрів на дисплеї автоматизованого робочого місця (АРМ);
- аварійних ситуацій на екрані АРМ.

### **Сигналізації:**

- Порушення роботи датчиків.

Вимоги до технічного забезпечення

Технічне забезпечення має:

- обладнання на об'єкті має бути стійким до дії температур (0-50)°C та перепадам вологості (40-90)%;
- електричні ланцюги мають бути екрановані;
- використовувані електротехнічні елементи мають бути легко замінними;
- має бути передбачена можливість модернізації пристрою для збільшення його функціоналу

### **Вимоги до програмного забезпечення**

Програмне забезпечення та бібліотеки, що використовується при розробці програмних кодів повинні мати широке поширення, бути загальнодоступними. Базовою програмною платформою має бути ОС Windows.

Програмне забезпечення має керувати виконавчими механізмами;

- контролювати процес вирощування рослин за допомогою алгоритмів;
- регулювання, та відображення інформації.

### 2.3 Схема системи моніторингу за мікрокліматом

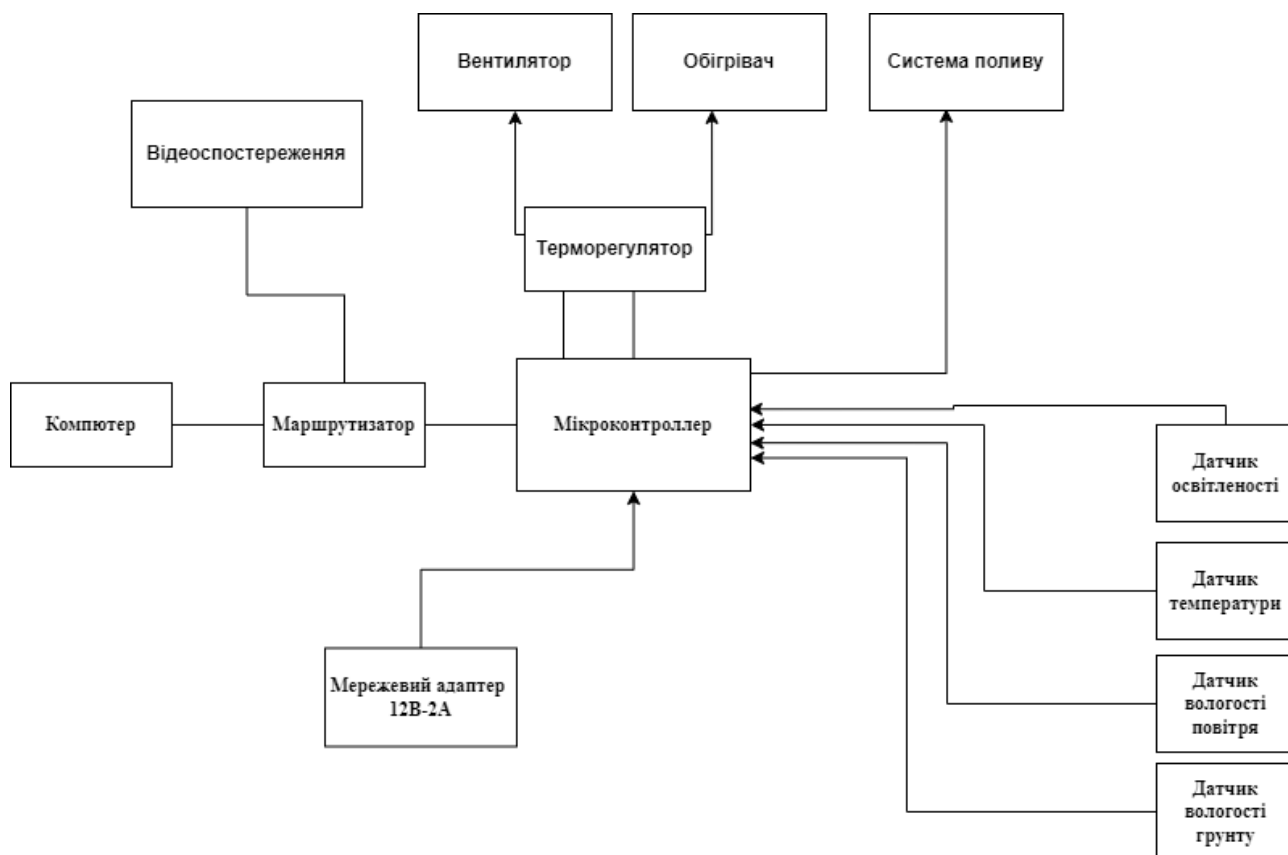


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи моніторингу за мікрокліматом

Дана структурна схема вміщує всі необхідні блоки для функціонування системи регулювання мікроклімату, а саме:

- Набір датчиків для вимірювання всіх необхідних параметрів мікроклімату (датчик температури , датчик вологості повітря, ґрунту):
- Мікроконтролер – мікросхема, призначена для управління електронними пристроями. Необхідний для збору даних з датчиків, а також їх обробки.
- Мережевий адаптер 12В-2А подає енергію та стабілізує напругу у системі.
- Відеоспостереження – камера яка призначена для нагляду за рослинами. Підключається за Wi-Fi та передає данні на комп'ютер
- Вентилятор – встановлений вентилятор для охолодження повітря який керується з терморегулятора на якому задано необхідну температуру

- Обігрівач – система обігріву яка складається з електричного обігрівача підключеного до терморегулятора на якому задано необхідну температуру
- Система поливу – крапельний полив який вмикається коли вологість ґрунту менше потрібної нам величини. Підключається до мікроконтролера.

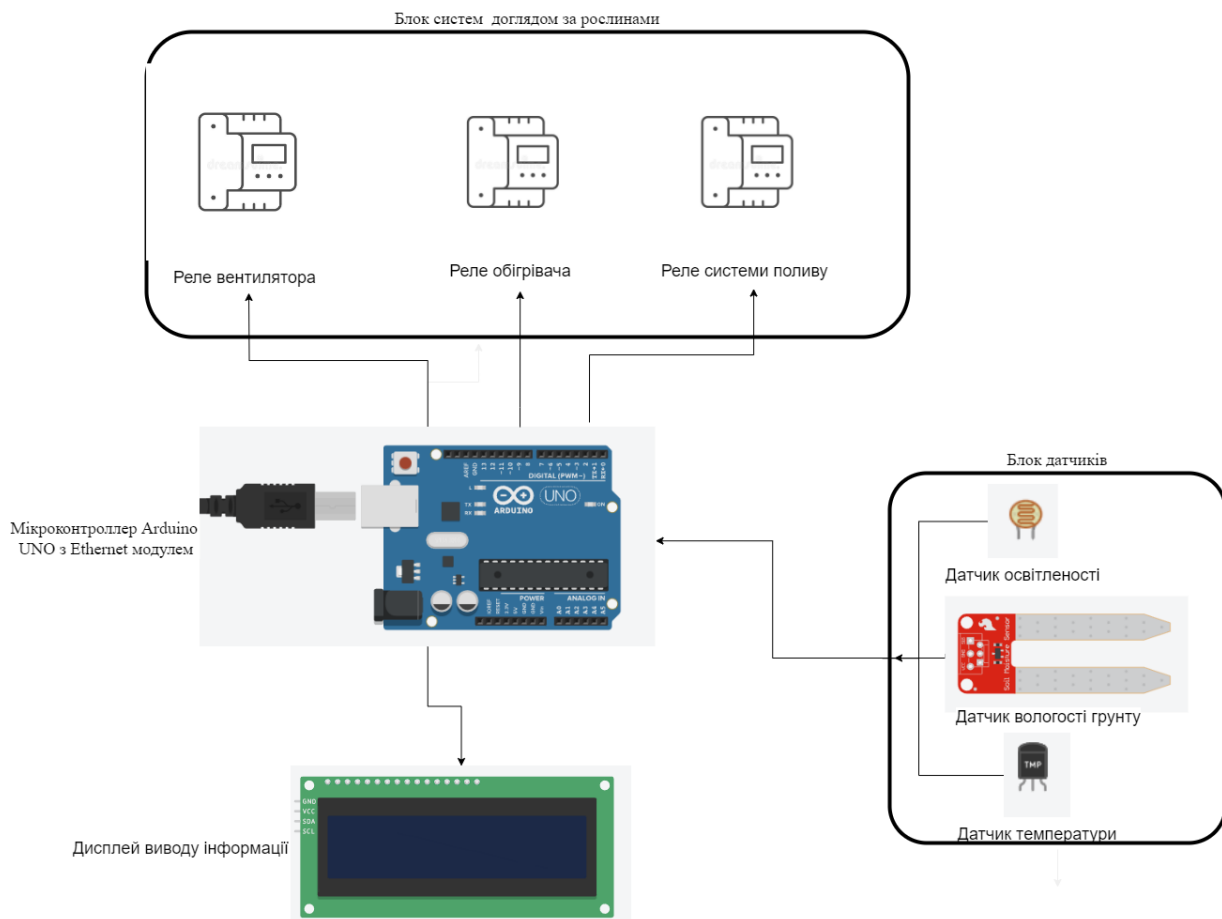


Рисунок 2.2 – Функціональна схема системи керування

Також було розроблено єдину принципову схему всієї апаратно-програмної системи яку винесено у ДОДАТОК Б

## 2.4 Підбір потрібних компонентів

### Мікроконтролер Arduino

Обов'язком мікроконтролера є: збір та обробка даних з датчиків і їх перенесення до Wi-Fi модулю та керування заданими системами

Для цього нам чудово підходить Arduino UNO бо вона має вбудований USB-порт для зручного підключення до комп'ютера та програмування, а також виходи

та вхідні піни для підключення різноманітних сенсорів, пристроїв зв'язку та інших КОМПОНЕНТІВ.

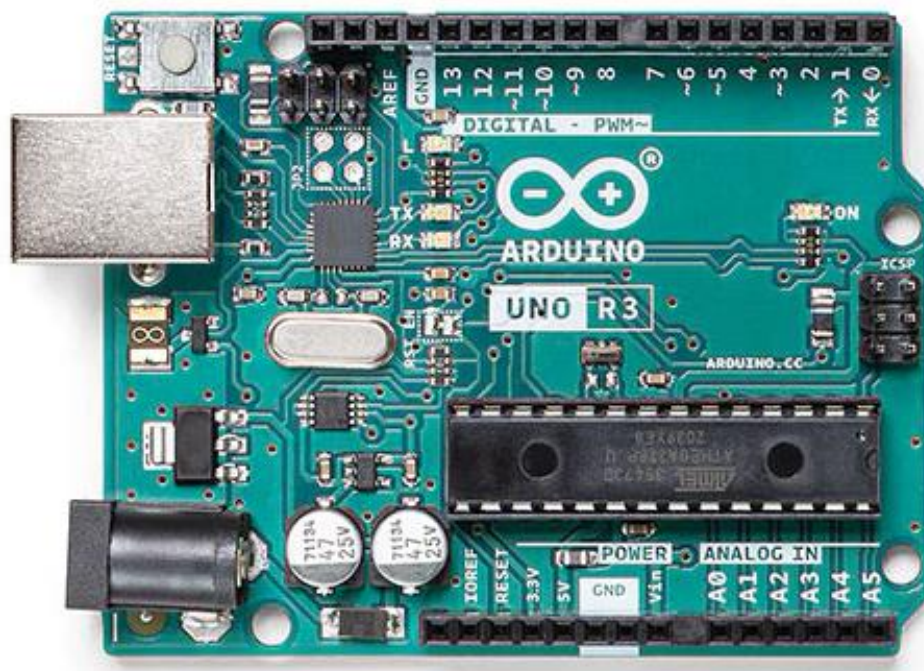


Рисунок 2.3 – мікроконтролер Arduino UNO

Arduino UNO – це одна з найпопулярніших платформ для розробки прототипів електронних пристроїв та мікроконтролерів. Ця плата має простий та зручний інтерфейс, легко програмується та має велику спільноту розробників. Arduino UNO базується на мікроконтролері ATmega328P від компанії Atmel. Він має 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть бути використані як ШІМ виходи, 6 аналогових входів, 16 МГц кварцевий резонатор, USB-порт для програмування та напруги живлення від 5 В до 12 В. Її можна програмувати з використанням Arduino IDE – спеціальної програми, яка містить бібліотеки та функції для спрощення процесу програмування. Крім того, Arduino UNO має велику кількість додаткових модулів, таких як сенсори, LCD екрани, моторні шилди та інші, що дозволяє розширити можливості платформи. мікроконтролер використовується в різних проектах, таких як управління роботами, системи автоматизації, зв'язку, контролю та моніторингу даних. Його простота використання та доступна ціна роблять Arduino UNO досить популярною платформою [8].

Основні технічні характеристики Arduino UNO наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Основні характеристики Arduino UNO

Характеристика	Опис
Мікроконтролер	АТmega328P
Робоча напруга	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
Вхідна напруга (максимальна)	20 В
Цифрові входи/виходи	14
ШІМ-канали	6
Аналогові входи	6
Струм на вихідному піні	20 мА
Об'єм пам'яті Flash	32 Кб
SRAM	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Тактова частота	16 МГц
Вага	8 г.
Розміри	26.70 мм x 34.20 мм

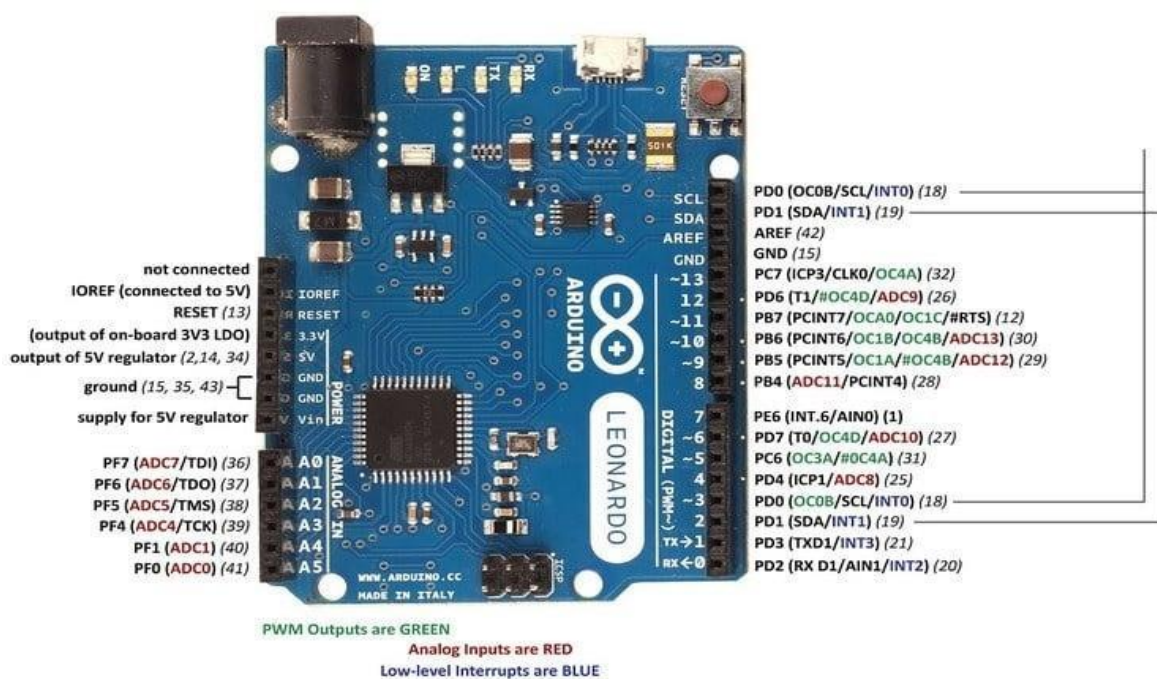


Рисунок 2.4 – схема підключення мікроконтролера Arduino UNO

## Ethernet модуль для Arduino

W5500 Ethernet Shield є розширенням для платформи Arduino, яке надає можливість підключити Arduino до мережі Ethernet. Використовуючи W5500 Ethernet контролер, цей шилд дозволяє забезпечити з'єднання з Інтернетом і обмін даними з іншими пристроями через мережу також має вбудований роз'єм microSD.



Рисунок 2.5 – Wi-Fi модуль ESP8266 ESP-01

Основними переваги W5500 Ethernet Shield:

Швидкість передачі даних: W5500 Ethernet контролер підтримує швидкість передачі даних до 100 Мбіт/с, що забезпечує швидку і ефективну комунікацію з мережею.

Велика кількість підключень: Шилд W5500 дозволяє одночасно підключати до 8 зовнішніх пристроїв через Ethernet. Це дозволяє створити мережеві застосунки з багатьма взаємодіючими пристроями.

Підтримка протоколів: W5500 підтримує різні мережеві протоколи, такі як TCP/IP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP і т.д. Це дає можливість розробникам легко взаємодіяти з різними мережевими пристроями і сервісами.



Зручне підключення: W5500 Ethernet Shield має зручний роз'єм для підключення до Arduino, що дозволяє легко встановити його на плату Arduino без необхідності додаткових проводів або паяння.

Відкритий джерело: Вихідні коди для W5500 Ethernet контролера є відкритими і доступними для розробників. Це дозволяє пристосувати його до своїх потреб і розширити його можливості.

Недоліки W5500 Ethernet Shield:

Потреба в наявності додаткового живлення: Шилд W5500 вимагає окремого джерела живлення, оскільки споживає більше енергії, ніж Arduino самостійно. Це означає, що для його використання може бути потрібний додатковий джерело живлення.

Обмежені ресурси платформи Arduino: В залежності від моделі Arduino, обсяг доступної пам'яті і обчислювальні можливості можуть бути обмеженими. Це може обмежити можливості розробки складних мережевих застосунків на основі W5500 Ethernet Shield.

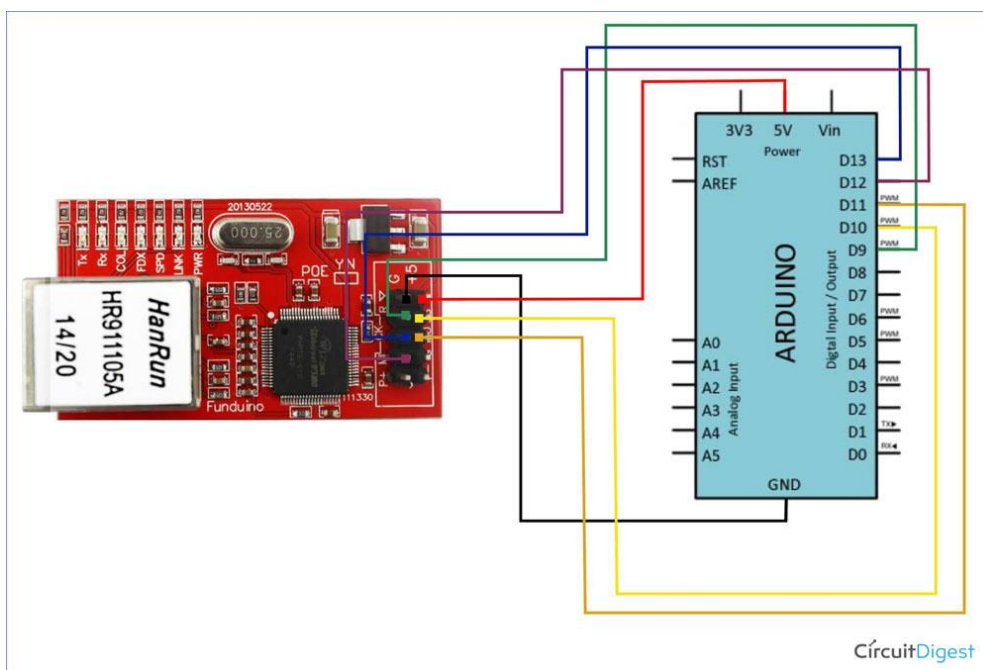


Рисунок 2.6 – схема підключення Wi-Fi модуля ESP8266



Не зважаючи на деякі недоліки, W5500 Ethernet Shield є популярним інструментом для розробки мережевих застосунків на основі Arduino і забезпечує зручну і швидко можливість підключення до мережі Ethernet [9].

### **IP камера**

Для догляду за рослинами також потрібне спостереження, але не завжди є можливість самому за всім слідкувати, в цьому випадку ми встановимо ip камеру яка буде підключатися до wi-fi модулю. Вимог до камери не багато треба щоб вона підключалася за Wi-Fi, та була водонепроникною для цього нам підійде iHunt Smart C310 WIFI

iHunt Smart C310 WIFI – це Wi-Fi камера відеоспостереження, призначена для використання на вулиці. Камера оснащена різноманітними функціями, які дозволяють користувачам віддалено контролювати приміщення через мобільний додаток [9].

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.2



Рисунок 2.7 – Камера iHunt Smart C310 WIFI

Таблиця 2.2 – Основні характеристики Камери iHunt Smart C310 WIFI

Характеристика	Опис
Тип	Wi-fi 4
Особливості	Водонепроникна, нічна зйомка
Інфрачервона підсвітка	30 м.
Інтерфейси	Micro SD Wi-Fi
Розмір матриці	1/2.9
Виробник і тип матриці	CMOS
Кут огляду по горизонталі	105 °
Слот для карт пам'яті	MicroSD
Максимальний обсяг карти пам'яті	128
Діапазон робочих температур	-20°C ~ +80°C °C
Вага	270 г

### Датчик температури та вологості повітря DHT11

DHT11 – це цифровий датчик вологості та температури, який складається з ємнісного датчика вологості та термістора. Датчик також містить АЦП для перетворення аналогових значень вологості та температури у цифровий сигнал, що виводиться на виході. Використання ексклюзивної техніки збору цифрових сигналів та технології датчика вологості забезпечує надійність та стабільність показань.

Він має температурну компенсацію та відкалібрований для точного калібрування камери. Калібрувальний коефіцієнт зберігається в пам'яті OTP, що забезпечує додаткову точність показань. Датчик може бути використаний в будь-яких важких випадках застосування завдяки невеликим розмірам, низькому споживанню енергії та великій відстані передачі (20 м).

Він йде в однорядній упаковці з чотирма шпильками, що робить підключення датчика дуже зручним. Датчик є популярним серед розробників DIY-пристроїв,

таких як системи контролю клімату в приміщеннях, термостати, різноманітні пристрої IoT тощо [11].

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.3

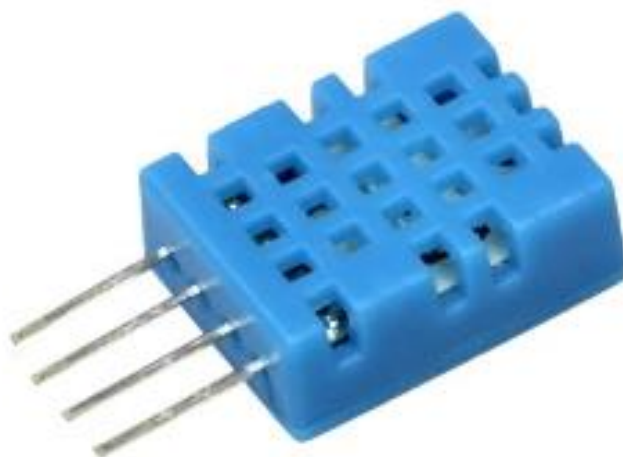


Рисунок 2.8 – датчик DHT11

Таблиця 2.3 – Основні характеристики датчика DHT11

Характеристика	Опис
Модель	DHT11
Блок живлення	3-5,5 В постійного струму
Відстань передачі	20 м
Чутливий елемент	Полімерний резистор
Діапазон вимірювання вологості	20-90% RH;
Точність вологості	±4% RH (Max ±5%RH);
Чутливість	1% RH
Повторюваність вологості	±1% RH

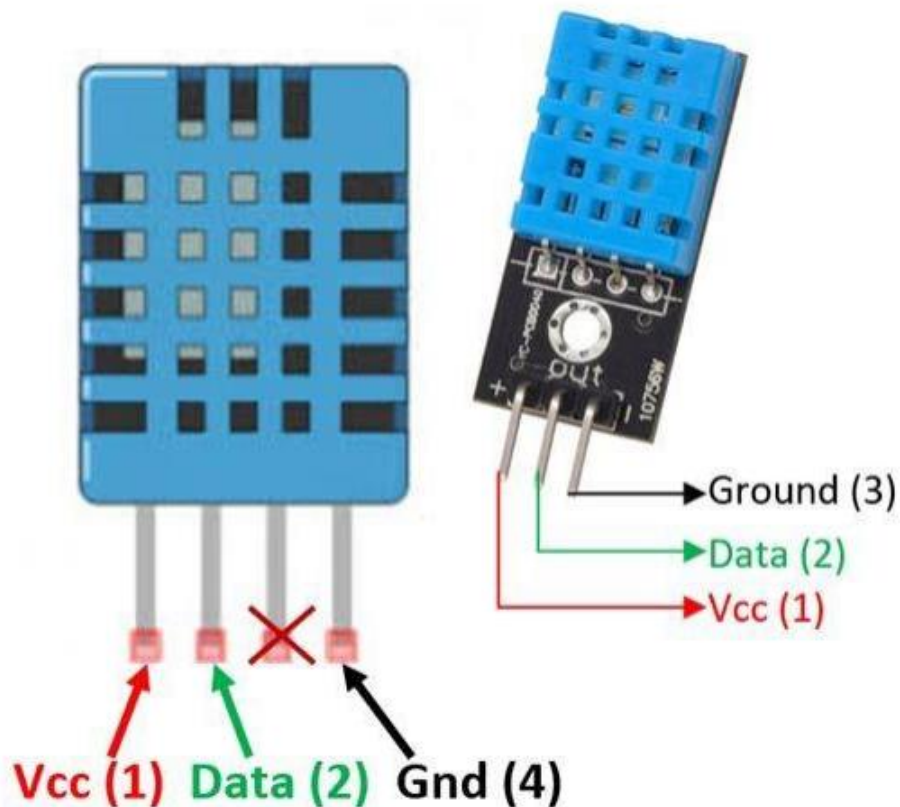


Рисунок 2.9 – призначення пінів датчика DHT11

### Датчик освітленості

Датчик освітленості МАХ44009 є одним з популярних цифрових датчиків освітленості, виготовлених компанією Maxim Integrated. Він здатен точно вимірювати рівень освітленості в навколишньому середовищі.

Основні особливості датчика освітленості МАХ44009:

Цифровий інтерфейс: МАХ44009 використовує стандартний двохпровідний шинний протокол I2C для зв'язку з мікроконтролером або іншими пристроями.

Великий діапазон виміру: Датчик може вимірювати освітленість від дуже низьких рівнів до дуже високих значень. Максимальне значення, яке може бути виміряне, становить 188 000 люкс.

Висока точність: МАХ44009 має високу точність вимірювання освітленості. Його розрядність складає 0,045 люкс, що дозволяє отримувати дуже деталізовані результати.

Мале споживання енергії: Датчик має низьке споживання енергії, що дозволяє йому працювати в батарейних пристроях або мобільних пристроях довгий час без необхідності заміни або заряджання батареї.

Захист від шумів: MAX44009 вміє компенсувати різноманітні шуми і перешкоди, які можуть впливати на точність вимірювання освітленості, такі як інтерференція від штучного освітлення або інших джерел світла [12].



Рисунок 2.10 – Датчик освітленості MAX44009

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Основні характеристики датчика освітленості MAX44009

Характеристика	Опис
Інтерфейс	I2C
Діапазон освітленості	0.045 – 188000 Люкс
Динамічний діапазон	22 біт
Живлення	3,3 – 5 В
Струм споживання	0.65 мкА
Розмір плати	20мм x 10 мм
Робоча температура	- 40 до +85 °С

## Датчик вологості ґрунту

Цей модуль має на борту дві ніжки, які служать для занурення в ґрунт, і має дві регульовані потенціометри, які дозволяють налаштувати показання датчика для різних типів ґрунту.



Рисунок 2.11 – датчик вологості ґрунту

Він датчик має простий інтерфейс, що дозволяє підключити його безпосередньо до плати Arduino. Для використання датчика потрібно встановити бібліотеку, яка дозволить зчитувати дані з нього за допомогою програмної мови Arduino.

Зчитування даних з датчика може бути виконано за допомогою аналогового входу плати Arduino, який може бути використаний для зчитування аналогового сигналу з датчика вологості ґрунту. Значення, отримане з датчика, може бути використане для контролю рівня вологості ґрунту та автоматичного поливу рослин.

Існують також інші типи датчиків вологості ґрунту для Arduino, які можуть мати різні роз'єми та інтерфейси підключення до плати Arduino, але принцип роботи вони мають схожий [13].

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.5.

Таблиці 2.5 – Основні характеристики датчика вологості ґрунту

Характеристика	Опис
Напруга живлення	3.3 В – 5 В
Вимірювальний діапазон	Від 0 до 100% вологості
Точність вимірювання	+/- 5%
Вихідний сигнал	Аналоговий
Частота оновлення	1 раз на 2 секунди
Розміри	36 мм x 16 мм x 7 мм
Довжина проводу	21 см
Сумісність	Arduino, Raspberry Pi, ESP

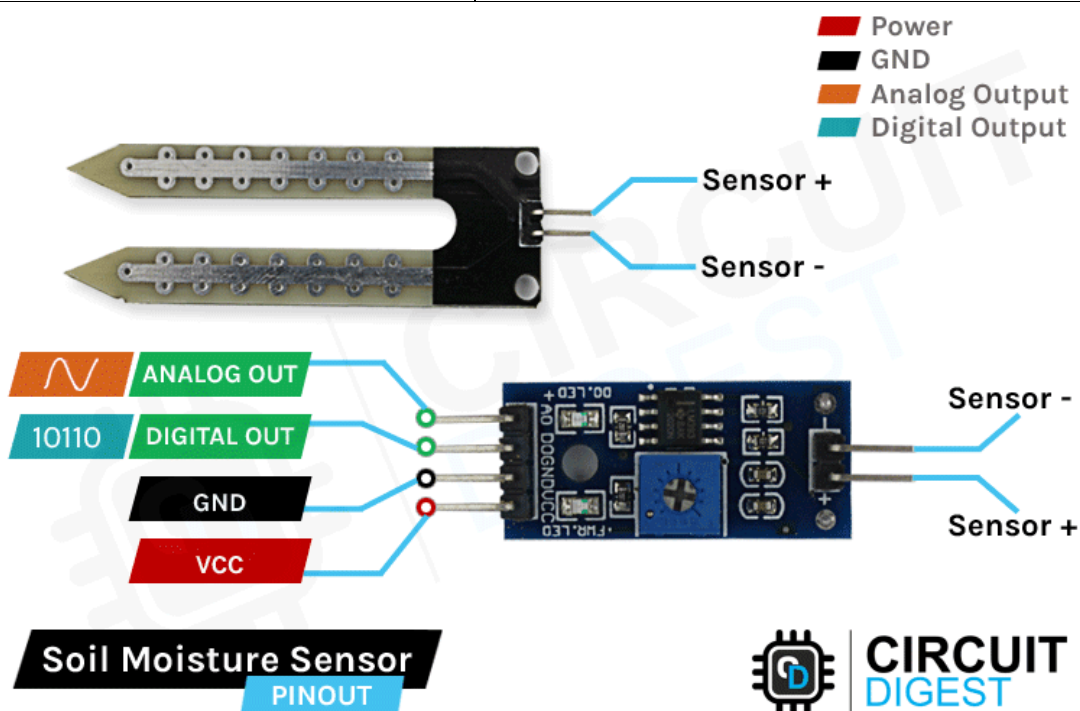


Рисунок 2.12 – схема підключення



## Терморегулятор

Терморегулятор – це пристрій, який призначений для регулювання температури в певному приміщенні або в певному пристрої. Терморегулятори використовуються для забезпечення комфортної температури в житлових та офісних приміщеннях, а також для забезпечення стабільної температури в промислових процесах, таких як виробництво харчових продуктів, фармацевтична промисловість тощо.



Рисунок 2.13 –Терморегулятор XH-W3001

В нашому випадку підійде XH-W3001 який використовуються в установках штучного клімату, охолоджуючих і морозильних установках, в системах обігріву приміщень, в тепличному господарстві, в інкубаторах тощо [14].

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.6



Таблиця 2.6 – Основні характеристики Терморегулятор ХН-W3001

Характеристика	Опис
Живлення	220В АС
Вимірювальний діапазон температури	-50°C до +110°C
Точність	0,1°C
Особливості	LED-дисплей, зовнішнє розміщення, герметичний термодатчик
Реле	10А/250В АС, 10А/30V DC
Розмір	60 мм × 45 мм × 31 мм
Вага	46 г

Терморегулятори використовуються для зниження енергоспоживання та зменшення витрат на опалення або охолодження, оскільки вони забезпечують точне регулювання температури в приміщенні або в промисловому процесі.

### **Крапельний полив та туманоутворювач**

В теплицях з низькою вологістю повітря рослини та недостатнім поливом можуть почати в'янути та загинати. Тому, для забезпечення оптимального рівня вологості у теплиці, необхідна система яка зволожуватиме повітря та поливатиме ґрунт. Для цього використаємо набір для поливу та туманоутворення від Presto-PS. Яка за необхідністю поливатиме ґрунт та розпилюватиме воду для підвищення вологості повітря. Ця система буде встановлюватися як у ґрунт так і на стелю теплиці [14].



Рисунок 2.14 – Набір крапельного поливу/туманоутворення

### **Вентиляція**

Вентиляція в теплиці необхідна для забезпечення оптимальних умов мікроклімату для рослин. При зростанні рослин і їхньому метаболізмі вони виробляють вуглекислий газ, який може негативно впливати на ріст і розвиток рослин, якщо він залишається в теплиці. Також, вентиляція допомагає зменшити вологість повітря в теплиці, що може спричиняти появу грибкових інфекцій на рослинах.

Крім того, вентиляція допомагає зберігати оптимальну температуру в теплиці, особливо в літні місяці, коли температура може підніматися до небезпечних для рослин рівнів. За допомогою вентиляційних отворів і вентиляторів можна забезпечити потрібний рівень вентиляції і контролювати температуру в теплиці [17].

В нашому варіанті буде встановлено декілька настінних вентиляторів ВНО 200 які будуть заносити свіже повітря з вулиці. Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.7



Рисунок 2.15 – вентилятор ВНО 200

Таблиця 2.7 – Основні характеристики вентилятора ВНО 200

Характеристика	Опис
Бренд	Turbo
Кількість фаз	Однофазні
Напруга живлення	220-230 V
Розмір	Ø 200 мм
Продуктивність, м.куб / год	455
Потужність, Вт	33
Частота обертання, об/хв	1300
Напрямок потоку повітря	В – нагнітання
Матеріал корпусу	Сталь
Матеріал лопатей	Сталь
Акустичний тиск, дБ	37
Ступінь захисту	IP44

## Обігрів

Обігрів в теплиці необхідний для забезпечення оптимальної температури повітря в приміщенні та захисту рослин від холоду. В залежності від кліматичних умов та типу вирощуваних рослин, необхідно підтримувати різну температуру в теплиці. Наприклад, для теплиці з овочами оптимальна температура повітря може бути в діапазоні від +10 до +25 градусів за Цельсієм, в залежності від виду овочів та їх фази росту. Обігрів може забезпечуватися за допомогою різних методів, таких як електричні нагрівачі, газові опалювальні системи або системи центрального опалення. В нашому випадку це буде електрична тепла пушка Vulkan SL-RTC2000S.

Теплова пушка – це пристрій для обігріву повітря в приміщенні або відкритих просторах за допомогою спалювання газу або палива. Теплові пушки можуть бути різних типів – на газовій або на дизельній основі, електричні, інфрачервоні, тощо. Вони здатні забезпечити швидкий і ефективний обігрів приміщення або ділянки, а також мають можливість регулювати температуру повітря. Теплові пушки застосовуються в різних галузях, таких як будівництво, сільське господарство, промисловість, торгівля, тощо. В теплицях теплові пушки можуть застосовуватись для підтримки оптимальної температури та захисту рослин від замерзання [16]. Основні технічні характеристики наведені в таблиці 2.8



Рисунок 2.16 – теплова пушка Vulkan SL-PTC2000S

Таблиця 2.8 – Основні характеристики теплової пушки Vulkan SL-PTC2000S

Характеристика	Опис
Потужність	2000 Вт
Тип обігрівача	Тепловий вентилятор
Тип нагрівального елемента	Керамічний PTC
Діапазон робочої температури	0-85 градусів Цельсія
Режими роботи	3 (1000 Вт / 2000 Вт / вентилятор без нагріву)
Потік повітря	190 м <sup>3</sup> / год
Розміри	200x185x285 мм
Вага	2,2 кг
Живлення	220-240 В / 50-60 Гц
Корпус	Метал

Представлено лише необхідні елементи для роботи даної системи і не враховується пасивне обладнання яке буде використовуватися по мірі розробки проекту та обладнання для живлення.

## Висновок до розділу 2

У цьому розділі було проаналізовано існуючі системи автоматизованого керування кліматичними умовами вирощування рослин, зокрема теплиць.

Була розроблена структурна схема та функціональна схема. Для розробки системи було відібрано необхідні компоненти, зокрема датчики вологості ґрунту та повітря, терморегулятор, теплову пушку, вентилятори, систему полива та зволоження, обладнання для відеонагляду, а також плату Arduino UNO і модуль ESP8266 ESP-01.

Кожен компонент має відповідні характеристики, які були враховані при їх виборі. Застосування такої системи дасть можливість ефективно контролювати мікроклімат у теплиці, що позитивно позначиться на врожаї.

### 3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОЇ ЧАСТИНИ

#### 3.1 Середовище розробки

Оскільки в даному проекті використовується плата Arduino UNO, для даного проекту обрано середовище розробки Arduino IDE.

Плата Arduino підключається до ПК через USB, де вона підключається до середовища розробки Arduino IDE.

Arduino IDE – це програмне забезпечення, призначене для написання програм (ескізів) для платформи Arduino. Ця платформа спеціально розроблена для дизайнерів-любителів, які застосовують Arduino для створення простих систем автоматизації та робототехніки.

Arduino IDE користується популярністю серед користувачів завдяки своїй простоті використання. Воно здатне виконувати складні процеси, оптимізуючи використання ресурсів комп'ютера. Інструмент надає простий доступ до бібліотек та підтримує останні версії плат Arduino, допомагаючи користувачам створювати ескізи з використанням оновленого інтерфейсу.

Arduino IDE доступний для різних операційних систем, включаючи macOS, Windows та Linux. Воно базується на платформі C++ та Java, яка містить вбудовані функції та команди, що відіграють важливу роль у налагодженні, редагуванні та компіляції коду.

Основні переваги полягають у тому, що воно може функціонувати як локальна програма або онлайн-редактор. Воно також дозволяє безпосередньо створювати ескізи, встановлювати параметри дошки та використовувати інтегровані бібліотеки. Користувачі можуть документувати свої проекти та спільно ділитися ескізами з іншими програмістами. Arduino IDE також має широку підтримку стороннього обладнання.

Arduino використовує стандартну мову програмування C++ з використанням компілятора AVR-GCC. Це багатоцільова мова програмування, яка широко застосовується у всьому світі. Вона забезпечує деякі функції, спрощуючи

написання програм для нових користувачів. С++ є ефективною та потужною мовою програмування, яка дозволяє створювати різноманітні типи програм. Також надає багато вбудованих бібліотек, що сприяють прискоренню розробки програмного забезпечення та зниженню витрат часу й ресурсів [18-19].

### **3.2 Налаштування Arduino веб-серверу**

Мета веб-сервера полягає в забезпеченні комунікації між клієнтами та сервером за допомогою протоколу HTTP (HyperText Transfer Protocol). Основне призначення веб-сервера полягає в обробці запитів, що надходять від клієнтів і надсиланні їм відповідей.

Основні функції та призначення веб-сервера включають:

Надання веб-сторінок: Веб-сервер може служити веб-сторінками та іншими веб-ресурсами, що можуть бути відображені в браузерах клієнтів. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до веб-сторінок, відображати інформацію, завантажувати файли та взаємодіяти з додатками веб-сервера.

Обробка запитів: Веб-сервер отримує HTTP-запити від клієнтів, такі як запити на відображення сторінок, відправку даних або виконання певних дій. Веб-сервер обробляє ці запити та генерує відповіді на основі логіки програми та даних, що йому доступні.

Управління ресурсами: Веб-сервер може виконувати управління різними ресурсами та даними, такими як бази даних, файли, зображення тощо. Він може здійснювати доступ до цих ресурсів та надавати їх клієнтам за запитом [20].

Забезпечення безпеки: Веб-сервер може виконувати різні заходи безпеки для захисту веб-додатків та даних від несанкціонованого доступу. Це можуть бути шифрування даних, автентифікація користувачів, контроль доступу, захист від атак та інші заходи безпеки.

Зберігання та обмін даними: Веб-сервер може служити платформою для зберігання та обміну даними між клієнтами та сервером. Він може зберігати

інформацію про користувачів, виконувати обробку даних, зберігати статистику та інші дані.

Підтримка додатків та сервісів: Веб-сервер може підтримувати різноманітні додатки та сервіси, такі як форуми, онлайн-магазини, соціальні мережі, блоги та інші. Він забезпечує взаємодію з цими додатками та надає їм необхідні ресурси та функціональні можливості.

Загалом, веб-сервер є ключовим елементом веб-технологій і дозволяє розгортання веб-додатків та доступ до веб-ресурсів через мережу Інтернет[21]. Наступним кроком є написання скетчу для роботи веб-інтерфейсу діаграму послідовності якого представлено на рис. 3.1.

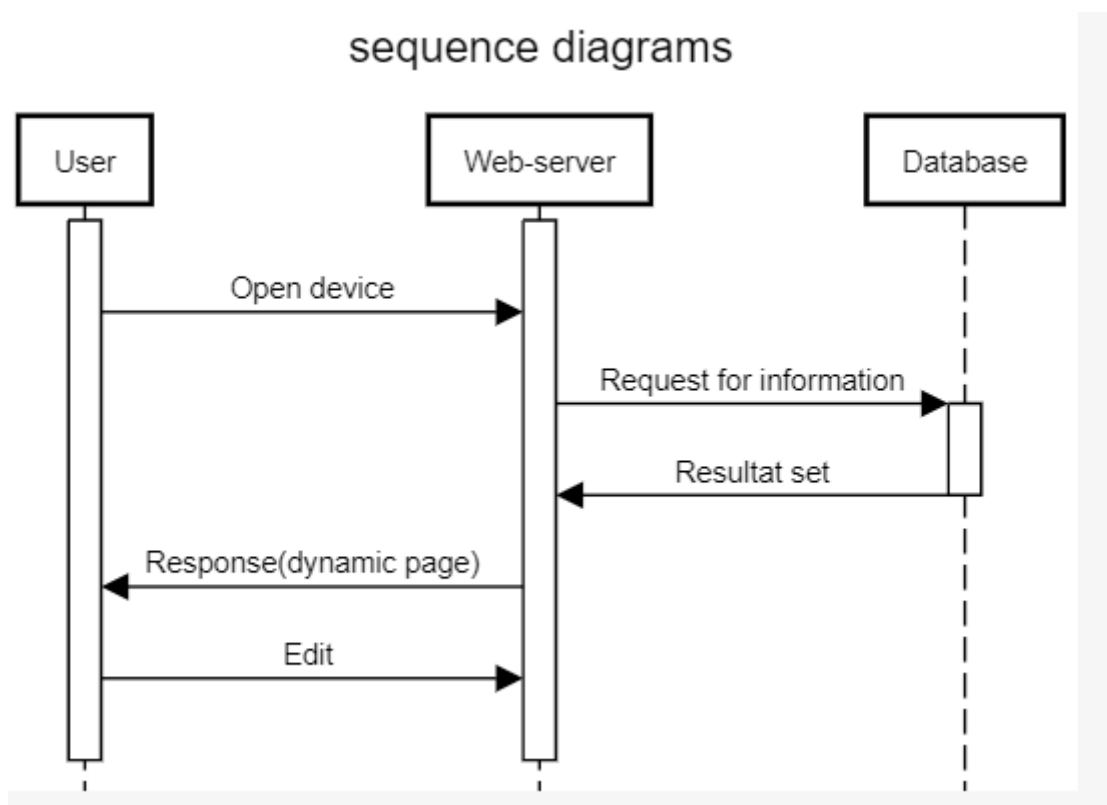


Рисунок 3.1 – діаграма послідовності веб-серверу на arduino

Першим кроком йде підключення потрібних нам бібліотек і встановлення MAC-адреси.

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
```

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(10, 0, 0, 20); (EthernetServer server(80));
```



Наступною йде ініціалізація Ethernet та очікування запиту від “клієнта” та перевірка на його наявність.

```
void setup() {
  Ethernet.begin(mac, ip);      server.begin();      }

void loop() {
  EthernetClient client = server.available();
  if (client) {
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
```

Наступний крок це запит з бази даних про дані з датчиків далі відправка клієнту веб інтерфейсу з запитуваними даними. І останнім кроком є завершення процедури та закриття з'єднання.

```
          else if (c != '\r') {
            currentLineIsBlank = false;
          }
        }
      }
      delay(1);
      client.stop();
    }
  }
```

### 3.3 Регулювання температури

Після підключення Веб серверу йде підключення до мікроконтролеру систему мікроклімату. Тобто систему яка буде регулювати потужність вентилятора та вмикати та вимикати обігрів.

Першим кроком є ініціалізація всіх потрібних нам бібліотек та необхідних змінних. Далі йде меню з вибором потрібної нам функції перша подія є увімкнення вентилятора, в залежності від температури різна швидкість та різна яскравість дисплею блок схема якого винесена у Додаток В.

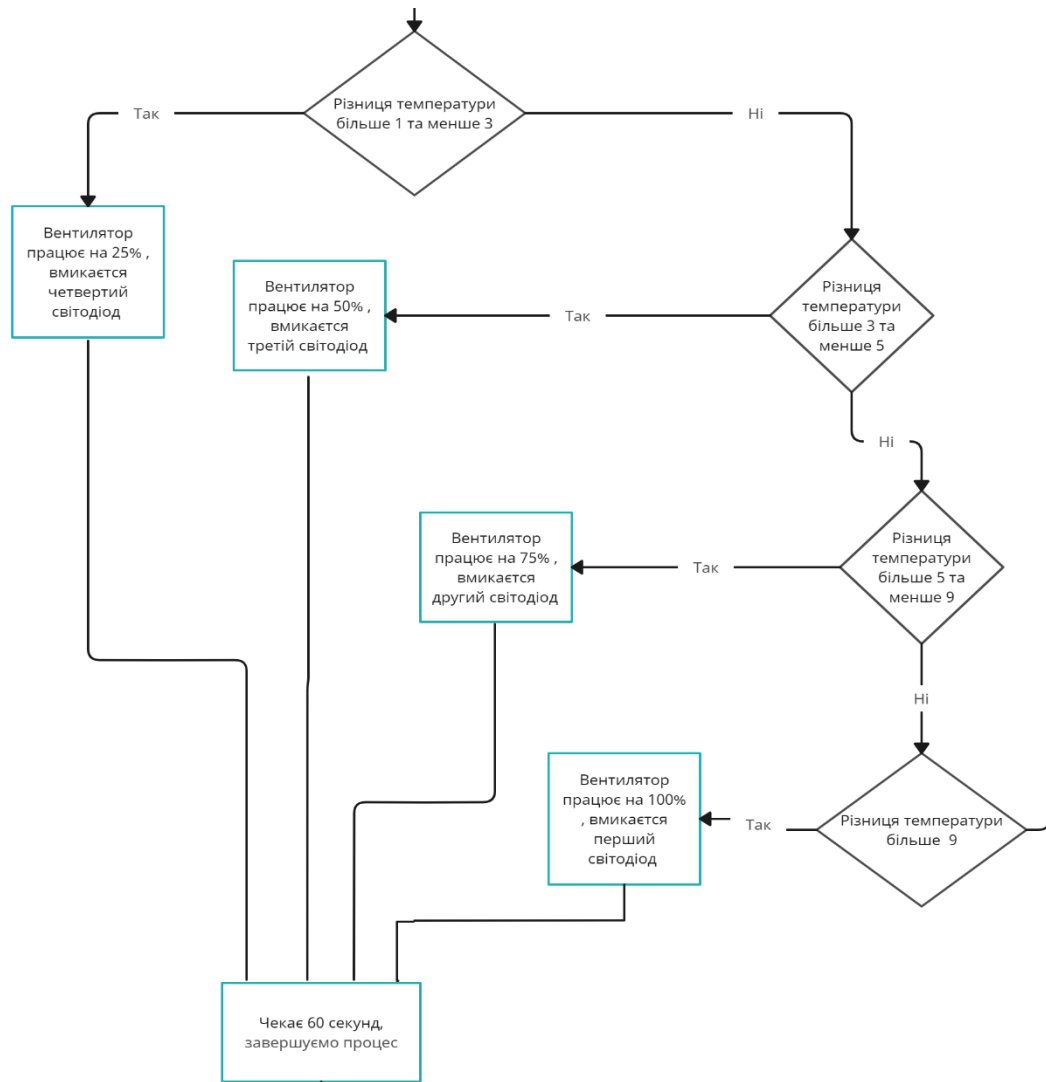


Рисунок 3.2 – фрагмент блок-схеми алгоритму роботу вентилятора

Працюватиме це все наступним чином: ми виставляємо потрібну нам температуру і вмикаємо яким чином це буде регулюватися, якщо на дворі холодно то ми в налаштування вмикаємо обігрів, а якщо на вулиці тепло то вмикаємо охолодження. При вмиканні обігріву він працює одразу на всій своїй потужності а от на вентилятор буде запрограмований на 4 швидкості роботи. Швидкість залежить від різниці температури між кімнатною температурою і виставленою температурою. За різниці температури більше 1 градуса, але менше 3 градусів, швидкість становить 25%. За різниці температури більше 3 градусів, але менше 5 градусів, швидкість становить 50%. За різниці температури більше 5 градусів, але менше 9 градусів, швидкість становить 75%. За різниці температури більше 9 градусів, швидкість становить 100%.

Друга подія яку можна вибрати це обігрівач, він працює одразу на своїй повній потужності, вмикається він коли температура повітря менша на 5 градусів за встановлену та вимикається при досягненні температури на 3 більше вказаної.

```

case 2;
  if (micros() - prevmicros > 500000) {
    prevmicros = micros();
    counter = !counter;
    if (!counter)
    { switch(SensTH.read())
      {
        case AM2320_OK:
          dispLED.light(7);
          dispLED.print(SensTH.tem, TEMP);
          ptVol = analogRead(pinPot);
          SensTH.tem = analogRead(pinPowerKey);
          if(SensTH.tem - 5 < datValue){digitalWrite(pinRele, HIGH);}
          if(SensTH.tem + 3 > datValue){digitalWrite(pinRele, LOW);}
          break; }
    }
  }

```

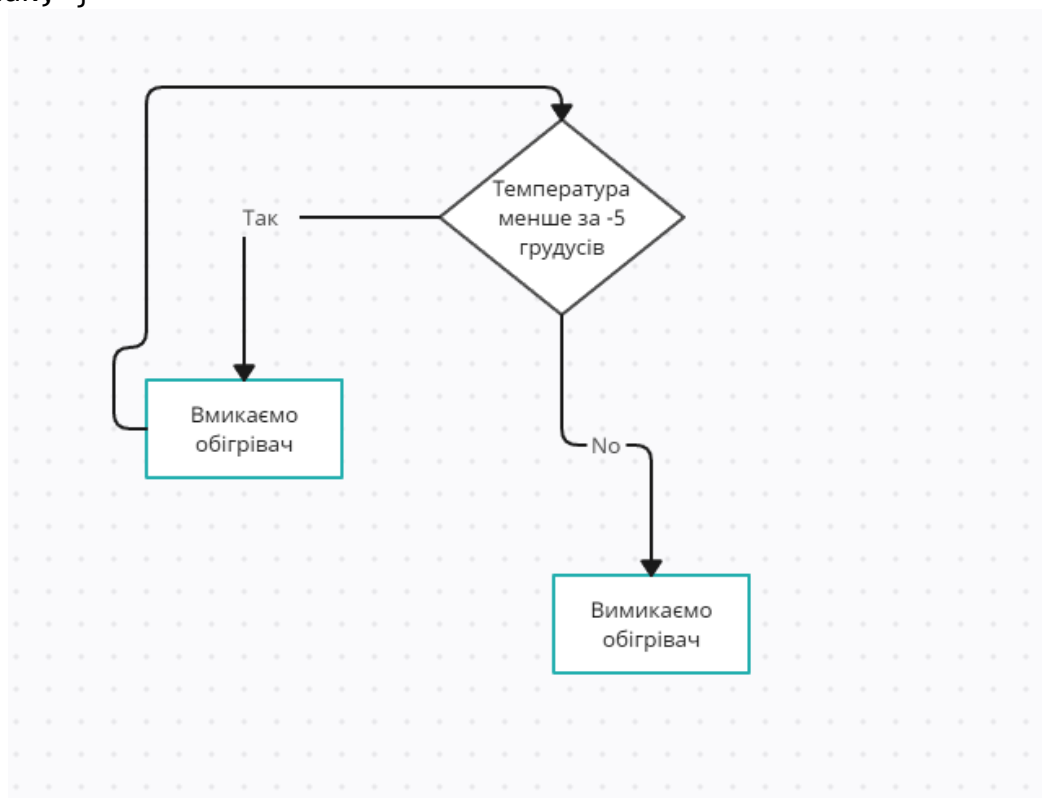


Рисунок 3.3 – Фрагмент блок-схеми алгоритму роботу обігрівача

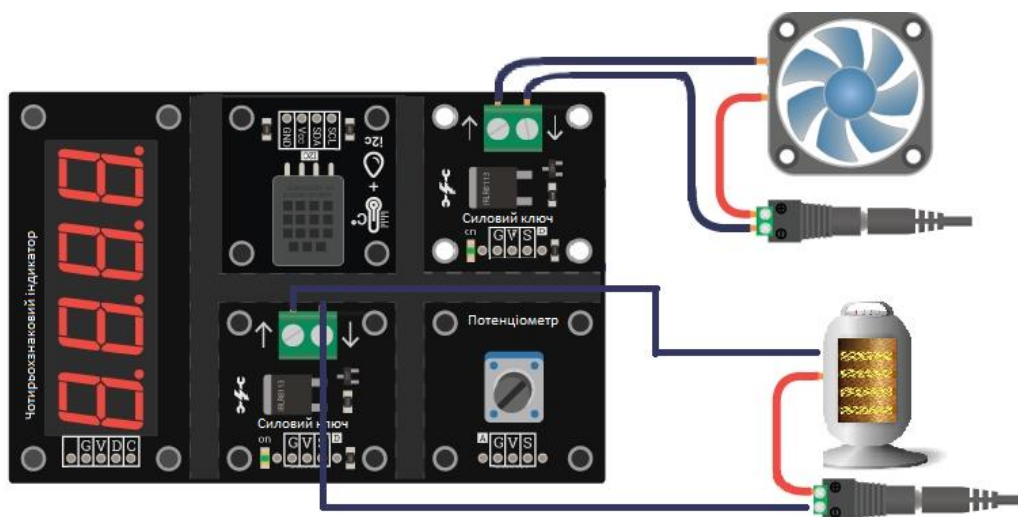


Рисунок 3.4 – підключення клімат контролю

Алгоритм роботи в цій системі простий кожні пів секунди виконуємо зчитування показань з датчика температури та виводимо значення температури на дисплей після чого програмна частина сама регулює температуру за датчиками [22].

### 3.4 Автоматичний полив

Наступною системою яка була підключена є система поливу яка працює за таким алгоритмом по-перше порівнюємо показання термостата і датчика вологості. Якщо рівень вологості менший за заданий рівень на потенціометрі, то задіємо реле і переведемо в положення ввімкнення подачі води. Інакше не вмикаємо подачу води.

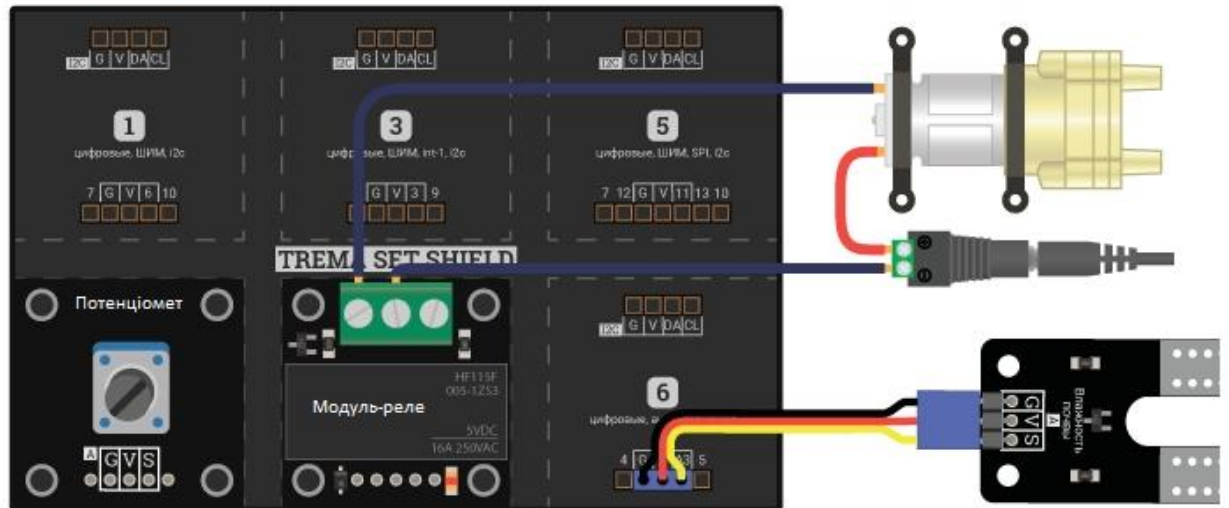


Рисунок 3.5 – підключення автоматичного поливу

Програмний код представлено нижче

Спочатку ініціалізуємо піни для роботи з модулями, а також додаємо змінні і переводимо вивід реле в режим виходу.

```
int pinRele = 2;
int pinPot = A0;
int pinDatH = A3;
int potValue;
int datHValue;
void setup()
{ pinMode(pinRele, OUTPUT); }
```

В останньому фрагменті коду порівнюється значення потенціометра і значення датчика вологості і при виявленні недостатньої вологості задіюється реле для увімкнення насосу для поливу рослин.

```
void loop()
{ potValue = analogRead(pinPot);
  datHValue = analogRead(pinDatH);
  if (datHValue < potValue) {digitalWrite(pinRele, HIGH);}
  else {digitalWrite(pinRele, LOW);}
```

### 3.5 Автоматичне регулювання світла

Останньою функцією яка була розроблена це регулювання світла. Вона була реалізована таким чином що вмикатиме ваш освітлювальний прилад у момент,

коли рівень освітленості занадто низький і ви хотіли б увімкнути світло. Пристрій сам за заданим рівнем визначить, коли його ввімкнути, і ви завжди перебуватимете за достатнього рівня освітленості.

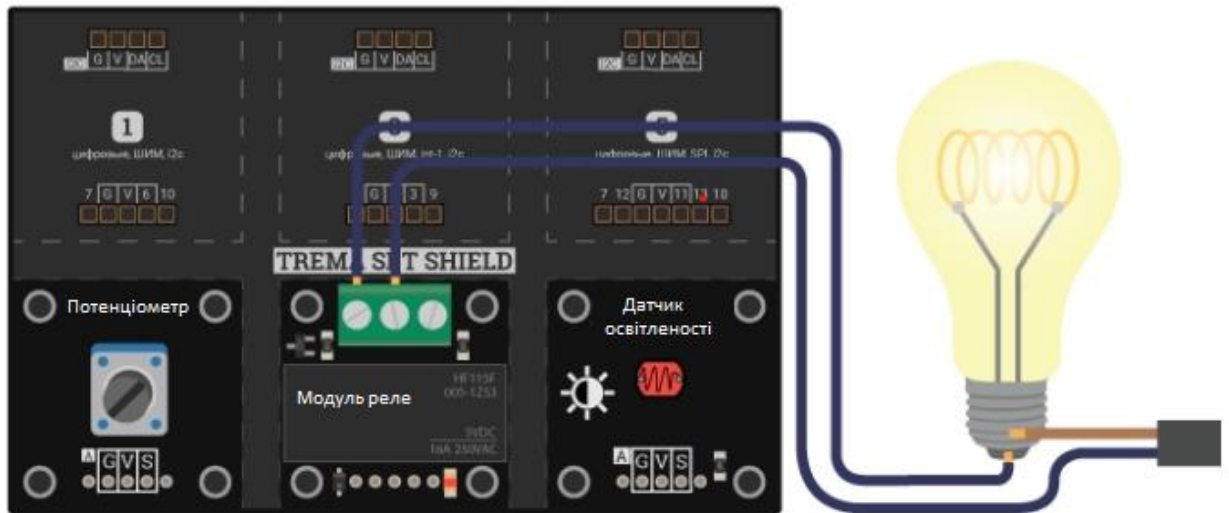


Рис 3.6 – підключення системи освітлення

Програмний код наведено нижче:

Спочатку ініціалізуємо піни для роботи з модулями, а також додаємо змінні і переводимо вивід реле в режим виходу

```
const uint8_t pinDatL = A3;
const uint8_t pinPot = A0;
const uint8_t pinRele = 3;
int potValue;
int datValue;
void setup()
{ pinMode(pinRele, OUTPUT); }
```

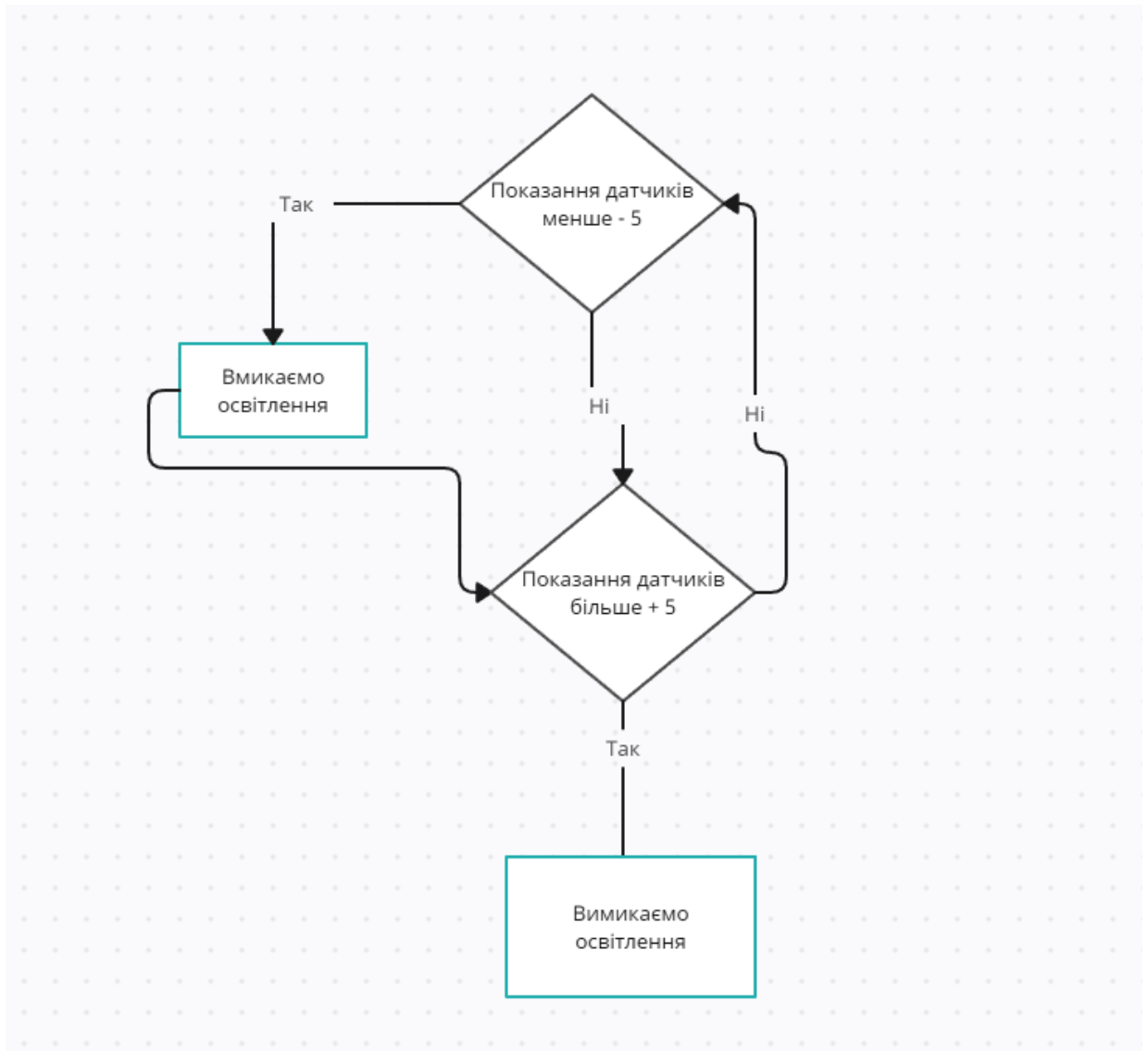


Рисунок 3.7 – Фрагмент блок-схеми алгоритму роботу поливу

Далі зчитуємо показання потенціометра та показання датчика освітленості. Якщо показання потенціометра + 5 менше показань датчика освітленості, то вмикаємо реле. Якщо показання потенціометра – 5 більше показань датчика освітленості, то вимикаємо реле.

```

void loop() {
  potValue = analogRead(pinPot);
  datValue = analogRead(pinDatL);
  if(potValue + 5 < datValue){digitalWrite(pinRele, HIGH);}
  if(potValue - 5 > datValue){digitalWrite(pinRele, LOW);}
}
  
```

### **Висновок до розділу 3**

У розділі 3 обрано технологію та мову програмування. Для розроблення програмної частини було обрано середовище розробки Arduino IDE оскільки у даному проекті використовується плата Arduino UNO.

Наступним кроком було розробка веб сервісу для отримання даних які були отримані з датчиків, а також інтерфейс ручного керування керування за різноманітними системами, була наведена діаграма послідовності до даного веб-серверу.

Було підключено систему клімат контролю яка керувала вентилятором та обігрівачем для регулювання температури повітря у теплиці та розроблено відповідний програмний код для даної системи.

Далі був розроблений код для підключення системи поливу за допомогою насосу, яка регулюється за допомогою інформації з датчиків і відповідно вмикає реле яке відповідає за роботу також наведено блок-схему алгоритму та підключення самої системи.

Останнім кроком була розроблена система освітлення яка самостійно вмикалася при недостатньому освітлення та вимикалася при достатній яскравості та наведено підключення системи та блок схема алгоритму роботи.



## ВИСНОВОК

Метою кваліфікаційної роботи була розробка автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин для встановлення її до теплиці. Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні завдання:

- проаналізовано існуючі системи керування кліматичними умовами вирощування рослин і визначення найбільш ефективних технологій та методів.
- розроблено архітектуру системи та визначено необхідні компоненти та модулі.
- розроблено алгоритми керування кліматичними умовами вирощування рослин на основі аналізу даних, отриманих від датчиків.
- розроблено програмне забезпечення для керування системою та збору даних.
- розроблено інтерфейс користувача для взаємодії з системою та відображення даних.

У першому розділі було розглянуто вплив різних факторів мікроклімату на рослини та методи якими це можна уникнути додавши це до розробленої системи керування мікрокліматом, а також проаналізовано ринок виробників автоматизованих систем до теплиць та виявлено їх переваги та недоліки

У другому розділі було розроблено структурну та функціональну схему виконуваного проєкту, створено основні цілі та завдання до автоматизованої системи що розробляється і підібрані основні компоненти необхідні для розробки автоматизованої системи керування мікроклімату

У третьому розділі було вибрано програмну середу розробки Arduino IDE через використання мікроконтролера Arduino UNO. Було розроблено веб-сервер для отримання даних від датчиків в реальному часі з будь якого місця та можливість слідкування за системами керування кліматичних умов. Ще було розроблено три різні системи керування параметрами мікроклімату.

Результатом роботи є функціональна автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування рослин, яка дозволяє ефективно

контролювати температуру, вологості та інші параметри в теплиці. Ця система забезпечує оптимальні умови для росту і розвитку рослин, що сприяє підвищенню їх врожайності та якості. Також вона не потребує великої кількості електроенергії бо розроблена з урахуванням до живлення з розеток 220В єдиним можливим навантаженням буде обігрівач, але він працює лише у холодну пору року.

Застосування автоматизованої системи керування кліматичними умовами вирощування рослин має значний потенціал у сільському господарстві і тепличному виробництві. Вона дозволяє знизити залежність від зовнішніх факторів і забезпечує стабільні умови для вирощування рослин у будь-яку пору року.

В розробленій системі залишився проміжок для подальшої модернізації та розширення функціоналу у зв'язку з тим що даний проєкт був розроблений для невеликої теплиці. Для вдосконалення даного проєкту можливо замінити компоненти на більш дорогі та в більшій кількості в залежності від потрібного розміру. Або додати додаткові функції такі як наприклад аналізатор складу повітря, вуглекислотний генератор, інша система поливу тощо.

Розглянуті питання охорони праці в виробничих офісних приміщеннях

Було опробовано на XXV Всеукраїнській щорічній науково-практичній конференції «МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2022

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кисельов Д.М, Лосіцький П.М.,Бурлаченко І. С. РС модель з дистанційним керуванням для моніторингу станцій догляду за рослинами. Могилянські читання–2022: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні : глобальний, національний та регіональний аспекти. Комп'ютерні науки. Технічні науки : XXV Всеукр. наук.-практ. конф. 7–11 листоп. 2022 р., м. Миколаїв : тези / М-во освіти і науки України ; ЧНУ ім. Петра Могили . Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2022.
2. Температура в теплиці та способи її регулювання. URL: <https://happyhouse.kiev.ua/repairs/temperatura-v-teplici-ta-sposobi-ii-reguluvannia/#> (дата звернення: 15.04.2023).
3. Температура в теплиці: режими, способи регулювання та стабілізації. URL: <http://dachadecor.com.ua/teplitsi/temperatura-v-teplitse-rezhimi-sposobi-regulirovaniya-i-stabilizatsii.htm> (дата звернення: 15.04.2023).
4. Освітлення в теплицях: розкіш чи необхідність?. URL: <https://polikarbonatvs.com.ua/ua/articles/article9-htm/> (дата звернення: 15.04.2023).
5. Провітрювання в теплиці. URL: <https://teplicapro.com/uk/article/provitruvanna-v-teplici/> (дата звернення: 15.04.2023).
6. Як зробити полив в теплиці: існуючі варіанти та рішення. URL: <https://teplitca.kiev.ua/ua/a402234-kak-sdelat-poliv.html> (дата звернення: 15.04.2023).
7. Устаткування для теплиць. URL: <https://gtconcept.com.ua/uk/teplytsi/ustatkuvannia-teplyts.html> (дата звернення: 15.04.2023).
8. Arduino Uno. URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno> (дата звернення: 10.05.2023).
9. Шилд W5100 ethernet shield. URL: <https://arduino.ua/prod391-w5100-ethernet-shield> (дата звернення: 10.05.2023).

10. Зовнішня вулична відеокамера iHunt Smart C310 WIFI. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/340117177/p340117177/> (дата звернення: 10.05.2023).
11. Датчик вологості та температури. DHT11 URL: <https://arduino.ua/ru/prod185-datchik-vlajnosti-i-temperatyri-dht11> (дата звернення: 10.05.2023).
12. Датчик освітленості MAX44009. URL: <https://arduino.ua/prod2818-datchik-osveshennosti-gy-49-max44009-i2c-3-3b> (дата звернення: 09.06.2023).
13. Датчик вологості ґрунту (гігрометр). URL: <https://arduino.ua/prod521-datchik-vlajnosti-pochvi-gigrometr> (дата звернення: 10.05.2023).
14. Термостат температурное реле терморегулятор. URL: <https://rozetka.com.ua/313048324/p313048324/> (дата звернення: 10.05.2023).
15. Зрошувальні системи. URL: <https://presto-ps.ua> (дата звернення: 10.05.2023).
16. Электрическая тепловая пушка Vulkan SL-PTC2000S. URL: <https://e-ukrservice.com/ru/teplovi-garmaty/teplova-elektrychna-garmata-vulkan-sl-ptc2000s?> (дата звернення: 10.05.2023).
17. Турбовент ВНО 200 – осьовий настінний вентилятор. URL: <https://ovk.ua/ua/shop/product/turbovent-vno-200> (дата звернення: 10.05.2023).
18. Arduino IDE. URL: <https://arduino-ide.com> (дата звернення: 09.06.2023).
19. Arduino IDE. URL: <https://www.javatpoint.com/arduino-ide> (Last accessed: 09.06.2023).
20. Arduino Integrated Development Environment. URL: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics> (Last accessed: 09.06.2023).
21. Ethernet Shield Web Server. URL: <https://docs.arduino.cc/tutorials/ethernet-shield-rev2/web-server> (Last accessed: 09.06.2023).
22. Arduino PID Controller. URL: <https://www.ee-diary.com/2023/04/arduino-pid-controller-temperature-pid.html>; (Last accessed: 09.06.2023).

## ДОДАТОК А

### ДОВІДКА

про перевірку на унікальність пояснювальної записки  
кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:  
«Автоматизована система керування кліматичними умовами вирощування  
рослин»  
студента групи 405  
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Кисельова Дмитра Максимовича  
прізвище, ім'я, по-батькові

Перевірку тексту здійснено сервісом: онлайн-сервіс Unicheck.  
Результат перевірки тексту роботи: схожість складає 5,71 %.



User name: <b>Іван Бурлаченко</b>	Check ID: <b>1015619929</b>
Check date: <b>15.06.2023 23:48:51 EEST</b>	Check type: <b>Doc vs Internet + Library</b>
Report date: <b>15.06.2023 23:58:27 EEST</b>	User ID: <b>100000130</b>

File name: **Кисельов Д.М. БКР 2023**  
Page count: 17 Word count: 7867 Character count: 60640 File size: 231.18 KB File ID: 1015267149

### 5.71% Matches

Highest match: 3.1% with Library source (File ID: 1011513901)

1.75% Internet sources	139	Page 19
4.86% Library sources	73	Page 19

### 0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

### 0% Exclusions

No exclusions

### Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters 1

Студент

\_\_\_\_\_ Д. М. Кисельов  
підпис ініціали, прізвище

Керівник

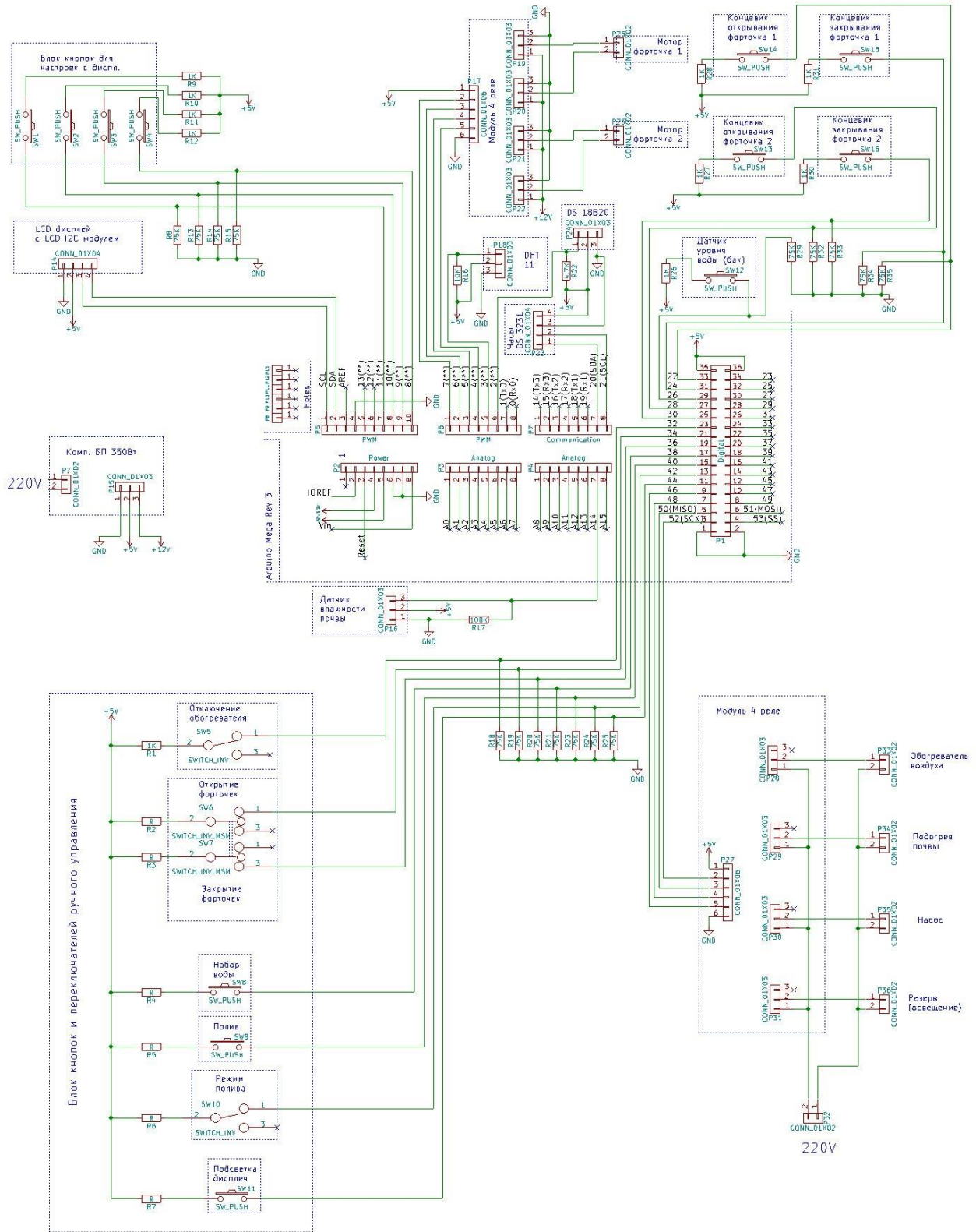
ст. викладач

\_\_\_\_\_ І. С. Бурлаченко  
підпис ініціали, прізвище

Дата: «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

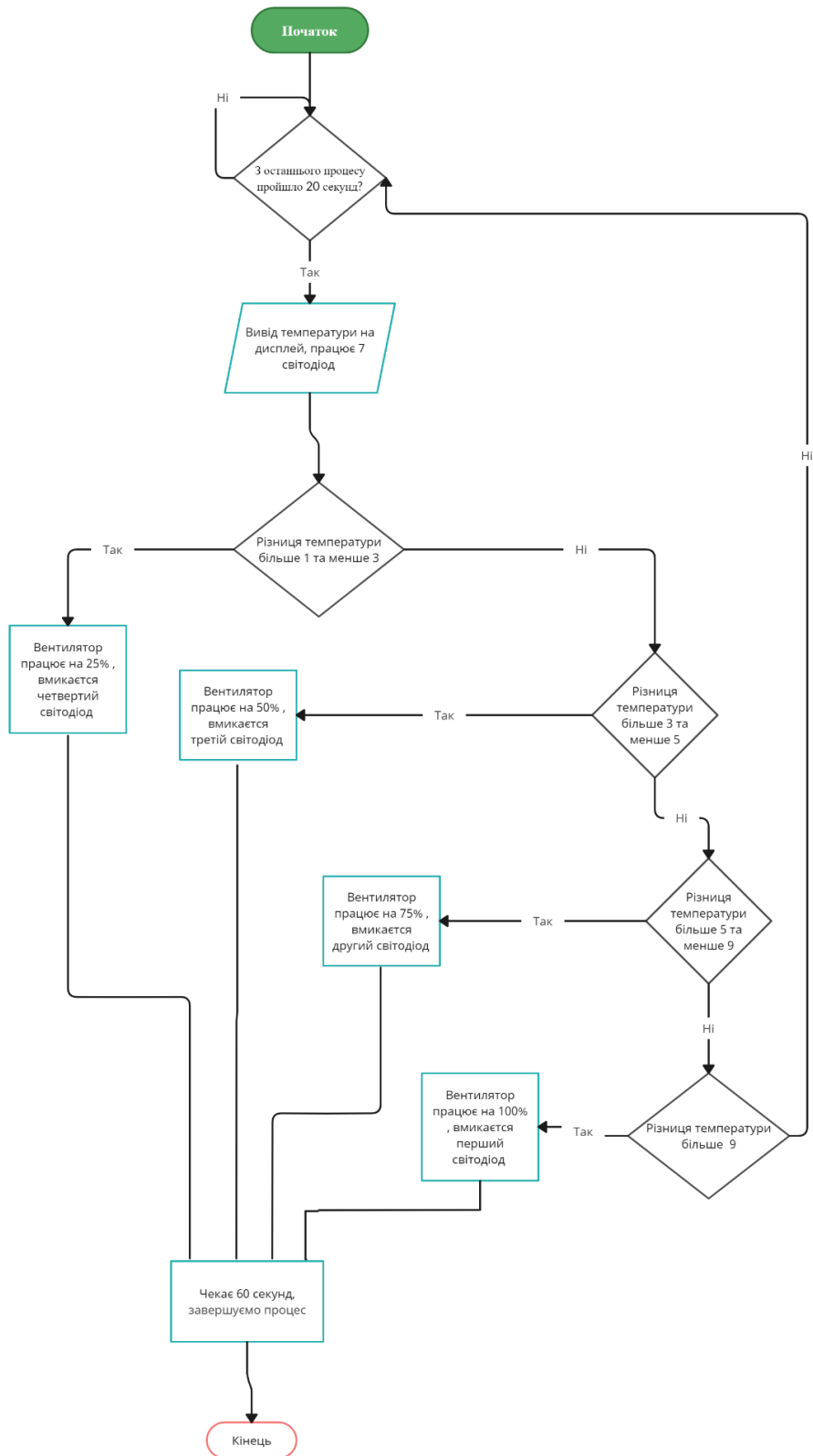
### ДОДАТОК Б

## ПРИНЦИПОВА СХЕМА ВСІЄЇ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ



## ДОДАТОК В

### БЛОК-СХЕМА РОБОТИ ВЕНТИЛЯТОРА



## ДОДАТОК Г

### БЕБ-СЕРВЕР НА ARDUINO

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <SD.h>
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(10, 0, 0, 20);
EthernetServer server(80);
File webFile;
void setup() {
    Ethernet.begin(mac, ip);
    server.begin();
    Serial.begin(115200);
    Serial.println("Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(4)) {
        Serial.println("ERROR - SD card initialization failed!");
        return;    }
    Serial.println("SUCCESS - SD card initialized.");
    if (!SD.exists("index.htm")) {
        Serial.println("ERROR - Can't find index.htm file!");
        return;    }
    Serial.println("SUCCESS - Found index.htm file.");
}
void loop() {
    EthernetClient client = server.available();
    if (client) {
        boolean currentLineIsBlank = true;
        while (client.connected()) {
            if (client.available()) {
                char c = client.read();
                if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
                    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                    client.println("Content-Type: text/html");
```



```
client.println("Connection: close");
client.println();

                                webFile
SD.open("index.htm");          if (webFile) {
                                while(webFile.available()) {
                                client.write(webFile.read());
}
                                webFile.close();
                                }
                                break;
                                }
                                if (c == '\n') {
                                    currentLineIsBlank = true;
                                }
                                else if (c != '\r') {
                                    currentLineIsBlank = false;
                                }
                                }
                                }          delay(1);
                                client.stop();
                                } // end if (client)
                                }
```

## ДОДАТОК Д КОД СИСТЕМ

### Код систем и поливу

```
int pinRele = 2;
int pinPot = A0;
int pinDatH = A3;
int potValue;
int dathValue;
void setup()
{ pinMode(pinRele, OUTPUT); }
{ void loop()
  potValue = analogRead(pinPot);
  dathValue = analogRead(pinDatH);
  if (dathValue < potValue) {digitalWrite(pinRele, HIGH);}
else {digitalWrite(pinRele, LOW);}
```

### Код системи освітлення

```
const uint8_t pinDatL = A3;
const uint8_t pinPot = A0;
const uint8_t pinRele = 3;
int potValue;
int datValue;
void setup()
{
  pinMode(pinRele, OUTPUT);
}
void loop()
{
  potValue = analogRead(pinPot);
  datValue = analogRead(pinDatL);
  if(potValue + 5 < datValue){digitalWrite(pinRele, HIGH);}
  if(potValue - 5 > datValue){digitalWrite(pinRele, LOW);}
```

### Код системи клімат контролю

```

#include <iarduino_4LED.h>                                iarduino_4LED
dispLED(1, A0);
#include <iarduino_AM2320.h>
iarduino_AM2320 SensTH;
int menu;
int pinPot = A3;
int pinPowerKey = 2;
float ptVol;
float potVolvePrev;
int i;
int led;
bool counter = false;
long prevmicros;
void setup()                                           {
    pinMode(pinPowerKey, OUTPUT);
    dispLED.begin();
    SensTH.begin();
    menu = 1
    ptVol = map(analogRead(pinPot), 5, 1018, 16, 32);
    potVolvePrev = ptVol;
} void loop() {
    switch(menu)
    {
    case 1:
        if (micros() - prevmicros > 500000)
        {
            prevmicros = micros();
            counter = !counter;
            if (!counter)
            {
                switch(SensTH.read())
                {
                    case AM2320_OK:

```

```

dispLED.light(7);
dispLED.print(SensTH.tem,                                TEMP);
if(SensTH.tem - ptVol >= 1 && SensTH.tem - ptVol <= 3
  {led = 4; analogWrite(pinPowerKey, 63);}
  if(SensTH.tem - ptVol >= 3 && SensTH.tem - ptVol <= 5
    {led = 3; analogWrite(pinPowerKey, 127);}
    if(SensTH.tem - ptVol >= 5 && SensTH.tem - ptVol <= 9
      {led = 2; analogWrite(pinPowerKey, 191);}
      if(SensTH.tem - ptVol >= 9
        {led = 1; analogWrite(pinPowerKey, 255);}
        if(SensTH.tem - ptVol <= 1
          {led = 0; analogWrite(pinPowerKey, 0);}
          break;
        }
      }
    }
  }
  if (counter) {dispLED.point(led, true); }
  if (!counter){dispLED.point(led, false);} }
ptVol = map(analogRead(pinPot), 5, 1018, 16, 32);
if(ptVol != potVvaluePrev){menu = 2;}
break;
case 2:
  dispLED.point(1, false);
  dispLED.point(3, false);
  dispLED.point(4, false);
  ptVol = map(analogRead(pinPot), 5, 1018, 16, 32);
  if (ptVol - potVvaluePrev < 60) {i++;}
  if (ptVol != potVvaluePrev)
    { i = 0;
      dispLED.light(2);
      dispLED.print(ptVol, TEMP);
      potVvaluePrev = ptVol;    }
  if (i >= 100) {menu = 1; i = 0; led = 0;}
break;
}
}

```