

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-  
КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Розробка системи підтримки клімату теплиць з використанням мови програмування Python»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології

*(код, найменування спеціальності)*

освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології

*(назва)*

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело*

\_\_\_\_\_  
*(підпис)*

Євгеній ГОНЧАРЕНКО

*Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав: здобувач вищої освіти гр. ІСД- 42

Євгеній ГОНЧАРЕНКО

*Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Керівник:

PhD Владислав ХОМЕНЧУК

*науковий ступінь,  
вчене звання*

*Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Рецензент:

*науковий ступінь,  
вчене звання*

\_\_\_\_\_  
*Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

Київ 2024

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
**Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій**

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 126 Інформаційні системи та технології

Освітньо-професійна програма Інформаційні системи та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІПЗАС  
Каміла СТОРЧАК

«    »                      20   р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Гончаренку Євгенію Андрійовичу

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

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розробка систему підтримки клімату теплиць з використанням мови програмування Python

керівник кваліфікаційної роботи Владислав Хоменчук, доктор філософії, доцент  
*(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)*

затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від «27» лютого 2024 р. № 36

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «10» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

Середовище розробки Arduino IDE

Програма віртуалізації VirtualBox

Науково-технічна література з питань, пов'язаних з інтернетом речей (IoT)

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

1. Здійснити аналіз наявної інформації конкурентних систем IoT в аграрній культурі

2. Провести аналіз наявних рішень моніторингу та контролю якості

3. Обрати компоненти для розробки та обґрунтувати цей вибір

4. Розробити серверну частину для отримання даних пристрою

5. Провести аналіз отриманих результатів

5. Ілюстративний матеріал: *презентація*

6. Дата видачі завдання: «27» лютого 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір науково-технічної літератури	25.03.24 – 04.04.24	
2	Аналіз зібраних даних про IoT в аграрній культурі	05.04.24 – 14.04.24	
3	Обирання компонентів для розробки пристрою	15.04.24 – 19.04.24	
4	Написання коду для пристрою	20.04.24 – 30.04.24	
5	Розробка системи підтримки клімату теплиць	01.05.24 – 15.05.24	
6	Тестування розробленої моделі та висновки	16.05.24 – 19.05.24	
7	Розробка демонстраційних матеріалів (презентація)	20.05.24 – 27.05.24	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

Євгеній ГОНЧАРЕНКО

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник  
кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Владислав ХОМЕНЧУК

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра: 50 стор., 12 рис., 20 джерел.

*Мета роботи* – створити систему підтримки клімату, який буде збирати інформацію про Температуру та вологість повітря та ґрунту.

*Об'єкт дослідження* – збір та зберігання інформації в IoT системах аграрної промисловості.

*Предмет дослідження* – пристрій для збору кліматичних показників.

*Короткий зміст роботи:*

У ході роботи над завданням було проаналізовано вже існуючі системи для підтримки клімату.

Щоб дослідити як воно буде працювати, була розроблена симуляція роботи пристрою з імітацією надсилань даних про вологу та температуру. Ці данні в подальшому були відправлені на Ubuntu-сервер, на якому вже данні було збережено, щоб в подальшому відобразити збережені данні.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** IOT, ESP8266, MQTT, UBUNTU, VICTORIA METRICS, GRAFANA, ТЕПЛИЦЯ, PYTHON, ARDUINO, PUTTY

## **ABSTRACT**

Text part of the master`s qualification work:

50 pages, 12 pictures, 20 sources.

The purpose of the work is to create a climate support system that will collect information about air and soil temperature and humidity.

Object of research - the collection and storage of information in IoT systems for the agricultural industry.

Subject of research - a device for collecting climate indicators.

Summary of the work: During the task, existing climate support systems were analyzed.

To investigate how it would work, a simulation of the device's operation was developed, with the simulation sending data on moisture and temperature. This data was subsequently sent to an Ubuntu server, where it was stored for further display.

**KEYWORDS: IOT, ESP8266, MQTT, UBUNTU, VICTORIA METRICS, GRAFANA, GREENHOUSE, PYTHON, ARDUINO, PUTTY**





## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ .....	11
1.1. ІоТ в аграрній культурі і аналіз конкурентних систем .....	11
1.2 Актуальність ІоТ в аграрній промисловості на сучасному ринку .....	15
1.3 Аналіз конкурентних систем ІоТ в аграрній промисловості.....	18
2. РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ВІДПРАВКИ СТАТИСТИКИ .....	22
2.1 Постановка ідеї системи .....	22
2.2 Потреби системи та її схемотехніка .....	22
2.3 Відбір компонентів .....	24
2.4 Розробка схеми системи .....	38
2.5 Розробка коду мікроконтролера .....	41
3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ .....	48
3.1 Налаштування та оптимізація роботи з сервером для подальшого використання .....	48
3.2 Розробка коду на мові Python для передачі даних .....	51
3.3 Підключення Grafana для візуалізації даних.....	53
3.4 Висновки що до реалізації сервера .....	56
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	59
ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ (Презентація).....	61



## ВСТУП

**Актуальність теми** IoT вже є важливою частиною сучасності яка покращує та пришвидшує використання найрізноманітніших аспектів нашого життя, одним з цих аспектів є потреба людини в їжі, що є проблемою аграрної промисловості, IoT є різноманітним та може допомогти в дуже різноманітних сферах, оскільки основою IoT є збір даних для їх подальшої обробки, IoT може допомогти зі збором різноманітної інформації корисної для аграрної промисловості, для утворення різноманітних приладів для подальшого покращення результативності на основі отриманих даних.

Одним з таких приладів може стати система клімат контролю теплиць яка є дуже корисною за рахунок вирощення різноманітних культур в будь яких умовах та спрощення контролю різноманітних якостей ґрунту, унікальністю системи буде її самостійність та можливість працювати на великих відстанях передаючи важливі данні користувачу без потреби постійного слідкування за об'єктом.

Цей проект буде мати систему контролю якості ґрунту для подальшої обробки цієї інформації для спрощеного використання користувачем, на основі якої вже можливо буде робити висновки для затвердження послідуєчих дій для покращення стану ґрунту.

Дистанційна частина цього проекту буде виконана використовуючи модем та роутер для підключення мікроконтролерів до мережі для подальшої передачі даних в хмарний сервіс щоб зберегти їх та вивести у зрозумілому та зручному інтерфейсі зрозумілому звичайному користувачеві, вся схема в цілому не буде потребувати великої кількості електроенергії та зможе підпитуватися сонячною панеллю.

В результаті вийде самостійний пристрій кліматичного контролю для теплиць що матиме доступ до мережі інтернету для подальшої обробки та організації даних для їх кращого розуміння при цьому буде достатньо автономним зможе працювати на великій відстані та матиме низьку потребу в електроенергії

**Метою** цієї роботи стане створення системи підтримки клімату, який буде збирати інформацію про Температуру та вологість повітря та ґрунту

**Завданням дослідження** створити систему підтримки клімату, який буде збирати інформацію про Температуру та вологість повітря та ґрунту.

**Об'єктом дослідження** стане збір та зберігання інформації в IoT системах аграрної промисловості.

**Предметом дослідження** є пристрій для збору кліматичних показників

**Методами проектування** стануть Arduino IDE, Pycharm IDE, Tinkercad які допоможуть у розробці схем і коду для системи

Попередні результати роботи були апробовані на V Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та перспективи IoT», яка проходила 18 квітня 2024 року. Тези на тему «Застосування іот для слідкування за якістю ґрунту» було опубліковано у збірнику, присвяченому цій конференції та I Всеукраїнська науково-технічна конференція "Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і світу" яка проходила 28 листопада 2023 року. Тези на тему «Застосування IoT для контролю дорожнього руху» було опубліковано у збірнику, присвяченому цій конференції.

# 1 АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІОТ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ

## 1.1 ІоТ в аграрній культурі і аналіз конкурентних систем

### 1.1.1 ІоТ в аграрній та його початки

ІоТ є терміном який з'явився у 1999 роках який ввів Кевін Ештон, хоча прилади ІоТ прилади створювалися і до цього перше визначення ІоТ було введено саме тоді . ІоТ-прилади в цілому складаються з датчиків які використовують для отримання інформації та програмне забезпечення яке вже обробляє та видає цю інформацію, таким чином ми отримуємо данні з фізичного світу для їх подальшої обробки уже на комп'ютерних системах, що може значно полегшити різноманітні аспекти.

ІоТ в аграрній культурі, як і будь якій іншій проблемі до якої торкається, має на меті покращення та полегшення різноманітних задач, в зборі різноманітної інформації для подальшого його використання, в цьому випадку ІоТ використовують для датчиків, робототехніку, дронів, штучного інтелекту та інших приладів, для подальшого використання зібраної інформації для покращення якості та зменшення затрат часу на збір даних і більш оперативне прийняття рішень в майбутньому .

Як явище в аграрній культурі ІоТ почав з'являтися ще до отримання своєї назви ще в 80х роках, в основному це були різноманітних датчиків та програми для подальшого формування та надання інформації, що допомагало тогочасним фермерам покращувати результати, хоч і було досить дорогим на той час, з плином часу технології покращували свою точність та зменшували ціну за рахунок нових технологій, а також утворення нових технологій ІоТ робить його ще більш привабливим для аграрної культури.

### 1.1.2 Сучасні Технології IoT в аграрній промисловості

В сучасності кількість IoT приладів є досить великою та ідеє приладів IoT залишилася незмінною збір, обробка та передача інформації прикладами таких приладів є:

- Датчики - які є основою для IoT завдяки збору самої різноманітної інформації служать в багатьох пристроях аграрного IoT швидко передаючи інформацію важливу для підтримання якості продукту
- Дрони - які є новинкою і використовуються для огляду великої території без ризику ураження продукту
- ШІ - які покращують використання камер та дронів за допомогою різноманітних бібліотек пошуку

Усі ці прилади є дуже корисними та покращують швидкість та якість виробництва своїми особливостями.

Основна ціль використання приладів це покращення результату чи то в вирощенні рослин або догляду за тварини прикладами такого є:

- Точне фермерство - завдяки різноманітним датчика дозволяє знаходити схожі випадки в погодних умовах для подальшого їх передбачення для застосування заходів пов'язаних з цим та збір інформації яка допоможе збільшити на ресурс полям для покращення їх родючості
- Клімат-контроль - якій збирає велику кількість інформації для її подальшої обробки та прийняття заходів що до покращень умов, для, теплиць для вирощення рослин в будь яких умовах
- Дрони розпилювачі добрив - які за допомогою різних датчиків гео-локації розпилюють добрива без людей для яких добрива можуть бути небезпечними
- Дрони з використанням ШІ - які допомагають відстежувати хворі рослини та стежити за тваринами ,також можуть допомогти з їх пошуком у тому разі якщо тварина все ж заблукає

- Систему контролю - за якістю полів для здобування інформації про різні фактори для уникнення поширення різноманітних проблем заздалегідь та повідомить про потребу полів в різноманітних добривах
- Системи зберігання - які використовуючи датчики можуть підтримувати температуру та вологість зібраного продукту для збільшення періоду зберігання

### **1.1.3 Мінуси та плюси використанні IoT в аграрній промисловості**

IoT не є ідеальним та в аграрній культурі має свої мінуси, що затримують розвиток цих технологій в аграрній культурі такими мінусами є:

- Перший досвід в технології - отримується доволі складно що може бути проблемою для користувачів не знайомих з подібними технологіями.
- Використання інформації - може бути складним для фермерів які з цим ще не зустрічалися та не будуть знати що з нею робити спочатку.
- Велика ціна з початку - велика кількість фермерів початківців не зможе собі дозволити такі технології за її ціни.

Більшість цих мінусів є пов'язаними з складністю використання технології, тобто вони зникнуть з часом коли користувач отримає достатній досвід, також ціна є вхідним елементом який може заблокувати данні технології для користувачів які не можуть собі їх дозволити.

Плюси IoT є дуже значними та сильно збільшують якість та прибуток для тих хто його використовую прикладами таких плюсів є:

- Зменшує потребу в ручній роботі - зменшуючи потребу в ній завдяки отриманій інформації
- Дає інформацію в реальному часі - про різноманітні виміри для підвищення швидкості реагування на зміни в них
- Зменшує довгострокові витрати - завдяки оптимізації процесів таким чином запобігаючи використанню надлишкових ресурсів

- Надає інформацію для повного огляду - на стан різноманітних аграрних елементів для розуміння повної картини того що відбувається

Отже більшість плюсів IoT є довгостроковими та покращують результати та витрати на дистанції.

#### **1.1.4 Висновки про IoT в аграрній культурі**

Інтернет речей (IoT) в аграрній культурі є надзвичайно корисним інструментом, який значно полегшує збір інформації та її подальшу обробку, що, своєю чергою, сприяє покращенню розуміння користувачем, який вже в подальшому може сприяти покращенням системи. Хоча IoT може здаватися складним для початківців, ці труднощі є тимчасовими та швидко долаються з набуттям досвіду. Крім того, велика довгострокова цінність IoT та його здатність полегшувати збір інформації в цілому цілком перекривають початкові проблеми, створюючи комфортні умови для користувачів. Різноманітність технологій, які входять до складу IoT, дозволяє зосереджуватися на різних аспектах покращення процесів, не обмежуючись вирішенням лише одного типу завдань. Це робить систему досить гнучкою та зручною у використанні, що значно підвищує її ефективність у сільському господарстві. Інтеграція різних технологічних рішень дозволяє створювати комплексні системи моніторингу та управління, що охоплюють всі етапи виробничого процесу — від підготовки ґрунту до збору врожаю. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню витрат ресурсів та забезпеченню сталого розвитку аграрного сектору. Завдяки IoT аграрії можуть отримувати точні дані про стан полів, погодні умови, рівень вологості ґрунту та багато інших важливих параметрів у реальному часі, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення та оперативно реагувати на будь-які зміни. Загалом, використання Інтернету речей в аграрній культурі є перспективним напрямком, що відкриває нові можливості для оптимізації виробничих процесів та підвищення їх ефективності.

## 1.2 Актуальність IoT в аграрній промисловості на сучасному ринку

IoT на ринку існує вже довгий час і в наш час є достатньо поширеним, оскільки сильно полегшує задачі фермерів по слідуванню за різноманітними факторами що можуть допомогти їм з подальшими рішеннями, отже це є бажаною технологією для користувача, ще покращує ситуацію спад цін різноманітних датчиків в порівнянні з тим часом коли IoT в аграрній культурі тільки починав утворюватися. На наш час ринок IoT в аграрній сфері стрімко розвивається, демонструючи вражаючі темпи зростання. Згідно з прогнозами DataBridge, до 2031 року його обсяг сягне 31,71 мільярда доларів США, з річним темпом приросту (CAGR) 10,1% з 2023 року. Цей динамічний розвиток обумовлений низкою факторів:

- Зростаюча потреба в продуктивності сільського господарства: Світове населення постійно зростає, що потребує збільшення виробництва продуктів харчування. IoT-рішення допомагають фермерам оптимізувати свої процеси, підвищуючи врожайність культур та продуктивність тваринництва.
- Широке впровадження точного землеробства: Технології точного землеробства, що ґрунтуються на даних IoT, дають фермерам глибоке розуміння своїх полів та культури, дозволяючи їм приймати більш обґрунтовані рішення щодо зрошення, внесення добрив, захисту рослин та інших аспектів ведення сільського господарства.
- Зростаючі інвестиції в аграрні технології: Уряди та приватні інвестори вкладають значні кошти в розробку та впровадження нових IoT-рішень для аграрної сфери. Це сприяє появі нових інновацій та прискорює темпи зростання ринку.

Велика кількість економічних компаній уже прогнозують ріст Iot в аграрній промисловості підтверджуючи твердження Databridge прикладами таких тверджень є:

- AgFunder: У 2023 році інвестиції в аграрні технології IoT сягнули 4,6 мільярда доларів США.

- Berg Insight: До 2025 року ринок IoT в тваринництві досягне 2,5 мільярда доларів США.
- ABI Research: До 2026 року 80% великих ферм використовуватимуть IoT-рішення.

Такий стрімкий ріст цінності IoT в аграрній культурі є результатом великою кількістю переваг яких воно надає в перспективі прикладами таких переваг є:

- Підвищення продуктивності: IoT допомагає фермерам оптимізувати свої процеси, що призводить до збільшення врожайності культур та продуктивності тваринництва.
- Зниження витрат: Ефективне використання ресурсів, таке як вода, добрива та пестициди, завдяки IoT-рішенням, веде до значної економії коштів.
- Поліпшення стійкості: IoT-технології сприяють екологічно чистому веденню сільського господарства, зменшуючи вплив на навколишнє середовище.
- Зниження ризиків: IoT-системи моніторингу дають фермерам можливість своєчасно виявляти та усувати проблеми, що мінімізує ризики втрат врожаю та загибелі тварин.
- Прийняття обґрунтованих рішень: IoT-аналітика надає фермерам доступ до цінних даних, які допомагають їм приймати кращі рішення щодо ведення свого господарства.

Підтвердженням росту можуть бути велика кількість прикладів сучасних компаній які вже використовують IoT в аграрній культурі на свою користь ефективно збільшуючи свої прибутки завдяки сучасним IoT системам які допомагають збирати велику кількість інформації прикладами такого використання є:

- Україна: В Україні активно впроваджуються IoT-рішення для моніторингу посівів, зрошення, оптимізації добрив та захисту рослин. Зокрема, компанія "Агропродукт" використовує IoT-датчики для моніторингу стану ґрунту на 100 000 гектарів своїх земель.



- США: Американська компанія John Deere пропонує фермерам платформу IoT-рішень AgWireless, яка включає датчики, монітори та програмне забезпечення для оптимізації всіх аспектів ведення сільського господарства.
- Ізраїль: Ізраїльська компанія Netafim розробила систему автоматичного зрошення на основі IoT, яка економить до 40% води та значно підвищує врожайність культур.

Хоч і кількість плюсів є великою є і мінуси використання IoT з якою прийдеться стикнутися користувачам і інженерам IoT головними мінусами є:

- Вартість: Впровадження рішень IoT може бути дорогим для фермерів, особливо для дрібних фермерських господарств.
- Зв'язок: Багато сільськогосподарських угідь розташовані в віддалених районах з поганим або відсутнім покриттям Інтернету.
- Безпека даних: Фермерам необхідно бути впевненими, що їхні дані IoT захищені від кібератак.

Розвиток сучасних технологій не стоїть на місці і може допомогти з вирішенням проблем існуючих проблем якщо використати їх у приладах IoT прикладами таких технологій є:

- Штучний інтелект (ШІ): ШІ дедалі частіше використовується в IoT-рішеннях для аграрної промисловості, допомагаючи фермерам аналізувати дані та приймати більш обґрунтовані рішення.
- Блокчейн: Блокчейн-технологія може використовуватися для забезпечення прозорості та безпеки ланцюгів постачання продуктів харчування.
- 5G: Розгортання мереж 5G відкриває нові можливості для IoT в аграрній сфері, дозволяючи використовувати більшу кількість датчиків та збирати більше даних у режимі реального часу.

Незважаючи на ці проблеми, існує ряд можливостей для зростання ринку IoT в аграрній промисловості. Ці можливості включають:

- **Зниження вартості технологій:** Очікується, що вартість технологій IoT знизиться в найближчі роки, що зробить їх більш доступними для фермерів.

- **Покращення підключення:** З розвитком технологій, таких як супутниковий Інтернет, покращиться підключення до віддалених сільськогосподарських угідь.
- **Зростаюча державна підтримка:** Багато урядів підтримують використання IoT в аграрній промисловості, надаючи гранти та субсидії фермерам.
- **Розвиток інновацій:** Постійно розробляються нові інноваційні рішення IoT для сільського господарства, що відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та ефективності.

Висновком є те що IoT революціонізує аграрну промисловість, надаючи фермерам безпрецедентний рівень даних та контролю над своїми операціями.

Ринок IoT в аграрній промисловості швидко зростає, і очікується, що він продовжить зростати в найближчі роки. IoT пропонує ряд переваг для аграрної промисловості, включаючи підвищення продуктивності, зниження витрат, поліпшення стійкості та прийняття більш обґрунтованих рішень. Незважаючи на деякі проблеми, такі як вартість, зв'язок та безпека даних, існує ряд можливостей для зростання ринку IoT в аграрній промисловості. Завдяки зниженню вартості технологій, покращенню підключення та зростанню державної підтримки, IoT стане невід'ємною частиною сучасного сільського господарства, отже потребує уваги і майбутніх покращень.

### **1.3 Аналіз конкурентних систем IoT в аграрній промисловості**

#### **1.3.1 Наявні компанії з конкурентними системами**

В наш час є доволі багато розвинених аграрних IoT компаній які мають найрізноманітніші напрямки від передбачення погодних умов до аквакультур, найбільше поширеними вони є розвинених та аграрних країнах, прикладами таких країн є Індонезія, Сполучені Штати Америки та Індія.

В Індонезії розташовуються одна з найбільших аграрних IoT компаній під назвою “Efishery”, їх основною задачею є проектування та встановлення IoT систем

у сфері водяної аграрної промисловості, технології цієї компанії допомагати слідкувати за здоров'ям риб для подальшого швидкого лікування та контролю захворювань, також різноманітні системи контролю якості води для зменшення факторів які визивають захворювання риб. Також ця компанія є доволі успішною завдяки хорошій географічній позиції яка є одним з головних факторів успіху цієї компанії

З американських представників IoT в аграрній індустрії є “The Climate” яка була створена на початку розвитку аграрної IoT індустрії та змогла вистояти конкуренцію усі ці роки та надалі розвиває свої технології, їх основними системами є слідкування за якістю полів для покращення результативності та системи слідкування погодних умов для передбачення майбутніх погодних явищ, також компанія допомагає фермерам з інтеграцією систем та навчають користуванню системами, для ще більшого полегшення інтеграції фермерів для яких новітні технології можуть бути занадто складними.

Також дуже цікавою є компанія “Semios” яка, хоч і базується в Канаді яка не є аграрною країною, досягла неабияких успіхів в аграрному IoT завдяки своїм системам контролю шкідників для запобігання збитків та контролю добрив для оптимізації використання добрив та вчасного поновленню запасів в реальному для їх вчасного використання, також вони мають системи точного контролю урожаю які допомагають оцінювати кількість урожаю і полегшенню його зберігання в майбутньому.

### **1.3.2 Аналіз конкурентних систем**

Системи контролю якості риби та води є дуже корисною за рахунок III які можуть легко виділяти хвороби на рибках за допомогою камер та різноманітних датчиках для контролю якості води які можуть допомогти навіть в неводній аграрній промисловості для перевірки якості води використаної для полів та тварин для уникнення її забруднення.

Система слідкування за якістю полів є доволі корисною за рахунок отриманої інформація можливо зробити правильні висновки для подальшого покращення полів за рахунок використання добрив та завчасного поливу, ця система є основною для будь якого IoT приладу пов'язаному з вирощуванням оскільки збирає основну інформацію для подальшого покращення результатів вирощення.

Система контролю шкідників є важливою частиною зменшення збитків оскільки шкідники є доволі серйозною проблемою, яка при нестачі контролю може завдати дуже потужних втрат, про те така система за допомогою камер з ШІ та датчиків зможе попередити про шкідників заздалегідь для подальшого їх рішення цих проблем.

Системи слідкування за погодними умовами є корисними в певних моментах, завдяки ним можливо контролювати полив рослин та в цілому оптимізувати роботу деяких аспектів аграрної промисловості, може бути використано майже в будь якому виді аграрної промисловості за рахунок різноманітності застосувань системи.

Системи точного контролю є доволі важливими для покращення логістичної частини аграрної промисловості, система сильно допомагає завдяки розрахуванню очікуваного урожаю та завдяки використанню великої кількості датчиків розрахованих на відстеження якості землі в реальному часі для майбутнього використання правильно підібраної кількості добрив зберігаючи їх завдяки використанню правильно відібраної кількості, такі системи можуть заздалегідь попередити про нехватку певних добрив, для подальшої їх закупівлі.

### **1.3.3 Висновки про конкурентні системи**

Усі з цих IoT систем є корисними в різних сферах аграрної промисловості та мають свої плюси при правильному використанні, деякі з технологій можливо використовувати роздільно для покращення інших систем, наприклад система контролю якості води яку можливо використовувати для перевірки якості води не тільки води водоймах та й для поливу рослин якісною водою.

Також системи контролю якості ґрунту які є основою для збору інформація про поля в аграрному IoT, використання якого є майже обов'язковим, тому що без цієї інформації не можливо знайти послідуочі кроки які потрібні для послідуочих кроків покращення якості полів.

Отже деякі елементи з цих систем можуть бути запозичені та можливо покращені для майбутнього використання і нових системах для покращення їх результативності оскільки деякі з них є або ключовими або перспективними.

## **2 РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ВІДПРАВКИ СТАТИСТИКИ**

### **2.1 Постановка ідеї системи**

Ідеєю є IoT прилад системи контролю клімату яка зможе збирати інформацію для її обробки та відправки для подальшого виводу, при цьому система має мати можливість працювати без постійного втручання тобто має бути надійною, та зможе знаходитися на віддаленому об'єкті, з проблем на віддалених точках може не бути прямого доступу до живлення по цій причині система має бути енергоефективною та не має потребувати забагато енергії а в ідеалі має бути самостійною та забезпечувати себе енергією, з можливістю підключення до інтернету , для подальшої відправки даних на сервер та можливості її виводу через графіки.

Отже потрібна енергоефективна автономна система для збору даних на великій дистанції з можливістю виходу до мережі інтернету , яка буде передавати їх далі для виводу у виді графіків.

### **2.2 Потреби системи та її схемотехніка**

#### **2.2.1 Збір даних**

Система контролю клімату теплиць має потребу у зборі різноманітних значень для виведення прикладом таких значень є вологість ґрунту та повітря, кислотності ґрунту, температури та вуглекислого газу. У зборі цих даних допоможуть різноманітні датчики, вони стануть основою системи збору інформації, вони мають бути надійними та мати можливість працювати в вологих умовах теплиці та бути з довгим запасом роботи оскільки передбачено що точку відвідуватимуть не часто .

### **2.2.2 Обробка даних**

В подальшому для обробки даних знадобиться щось що зможе зібрати данні для подальшої їх обробки та передачі, для подальшого її виводу через інші системи, в цій ситуації допоможе мікроконтролер, він допоможе зібрати потрібну інформацію з датчиків, також він зробить можливим подальшу передачу даних іншим пристроям, також мікроконтролер потребуватиме Wi-Fi модуль, для можливості зручного підключення та можливості підключення декількох систем одночасно.

### **2.2.3 Передача інформації**

Оскільки інформацію потрібно буде в подальшому виводити на великій відстані може виникнути потреба в доступі до мережі інтернету, оскільки система буде знаходитися на віддаленій точці це може бути проблемою, про те більшість провайдерів зв'язку можуть запропонувати рішення.

Цим рішенням є різноманітні модеми зв'язку, які допоможуть пристрою підключитися до мережі інтернету. Для розповсюдження мережі інтернету з модему може допомогти WiFi роутер який зможе підключити одразу декілька систем до мережі інтернету, при цьому не потребуватиме великої кількості електроенергії

### **2.2.4 Живлення системи**

Уся ця система потребуватиме живлення яке може бути відсутнім на віддаленому об'єкті, допомогти в цьому рішенні може сонячна панель яка зможе дати достатній рівень електроенергії для підтримки системи, також система потребуватиме акумулятор для збереження надлишкової енергії, для подальшого її

використання в той час коли сонячна панель не буде працювати, таким чином утворюючи цикл зарядки для автономної роботи системи.

### **2.2.5 Програмування системи та вивід даних**

Система потребуватиме програмування мікроконтролеру для ефективного збору даних та їх обробки для подальшої передачі до серверу, через який вже можливо буде вивести графіки для легшого розуміння інформації, оскільки використання інформації з серійного порту не є зручною для звичайного користувача.

## **2.3 Відбір компонентів**

### **2.3.1 Характеристики відбору датчиків**

Оскільки компоненти збору даних є ключовими для функціонування Системи IoT контролю клімату теплиць, їх відбір має надзвичайно важливе значення. Від правильного вибору цих компонентів залежить точність, надійність та ефективність збору даних про мікроклімат теплиці, що, в свою чергу, визначає якість управління кліматичними умовами та загальну продуктивність вирощування культур.

Основні фактори, які будуть враховуватись при виборі компонентів для використання в цій системі для збору даних будуть такі:

- Тип датчиків: Вибір типу датчиків залежить від параметрів мікроклімату, які необхідно вимірювати. Найпоширенішими датчиками для Системи IoT контролю клімату теплиць є:
  - Датчики температури
  - Датчики вологості повітря
  - Датчики освітлення



- Датчики концентрації вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>)
- Датчики ґрунту
- Діапазон вимірювань: Необхідно обирати датчики, діапазон вимірювань яких відповідає очікуваним значенням параметрів мікроклімату в теплиці.
- Точність: Точність вимірювань є ключовою характеристикою датчиків, адже від неї залежить якість управління кліматичними умовами.
- Надійність: Датчики повинні бути стійкими до впливу зовнішніх факторів, таких як перепади температур, вологості.
- Спосіб підключення: Датчики можуть підключатися до системи за допомогою дротових або бездротових інтерфейсів. Вибір способу підключення залежить від розташування датчиків, їх кількості та бюджету проекту.
- Вартість: Ціна датчиків може варіюватися в залежності від їх характеристик.
- Енергоспоживання: Деякі датчики можуть потребувати додаткового джерела живлення, що слід враховувати при плануванні системи.

### **2.3.2 Відібрані компоненти**

Датчик вологості та температури DHT11 (Рис. 2.1)

Опис:

DHT11 - це недорогий цифровий датчик вологості та температури, розроблений компанією Aosong Electronics. Він широко використовується в різних системах, таких як:

- Системи моніторингу довкілля: для контролю температури та вологості в приміщеннях та на вулиці.
- Розумні будинки: для автоматичного регулювання клімату.
- Системи автоматизації: для керування вентиляторами, зволожувачами повітря та іншими пристроями.

- Медичні прилади: для вимірювання мікроклімату в палатах та інших приміщеннях.
- Сільське господарство: для контролю умов у теплицях.

#### Характеристики:

- Діапазон вимірювання температури: від  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$
- Точність вимірювання температури:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Діапазон вимірювання вологості: від 20% до 80%
- Точність вимірювання вологості:  $\pm 5\%$
- Напруга живлення: 3.3 - 5.5 В
- Споживаний струм: 0.3 мА (максимальний)
- Інтерфейс: 1-Wire (однопровідний)
- Частота оновлення даних: 1 раз на секунду
- Розміри: 25.4 x 15.2 x 8.4 мм
- Робоча температура: від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$
- Вологість зберігання: від 0% до 90%

#### Переваги:

- Низька ціна: DHT11 - один з найдешевших датчиків на ринку.
- Простота використання: Не потребує складних схем підключення.
- Компактний: Ідеально підходить для обмеженого простору.
- Низьке енергоспоживання: Підходить для батарейних пристроїв.

#### Недоліки:

- Низька точність: Не такий точний, як дорожчі датчики.
- Обмежений діапазон: Не вимірює температуру та вологість за межами заданих діапазонів.
- Чутливість до шумів: Може бути чутливим до електромагнітних перешкод.

#### Підключення:

DHT11 підключається до мікроконтролера через інтерфейс 1-Wire. Для підключення до мікроконтролера потрібен резистор підтягування 10 кОм.

#### Висновок:

Датчик підходить для збору даних про температуру та вологість повітря мінуси датчика не є значними оскільки похибка в градус не є значною для правильного функціонування проекту, діапазон збору даних датчики є навіть надлишковим, а шуми не є суттєвою проблемою на віддалених точках на яких планується встановлювати систему

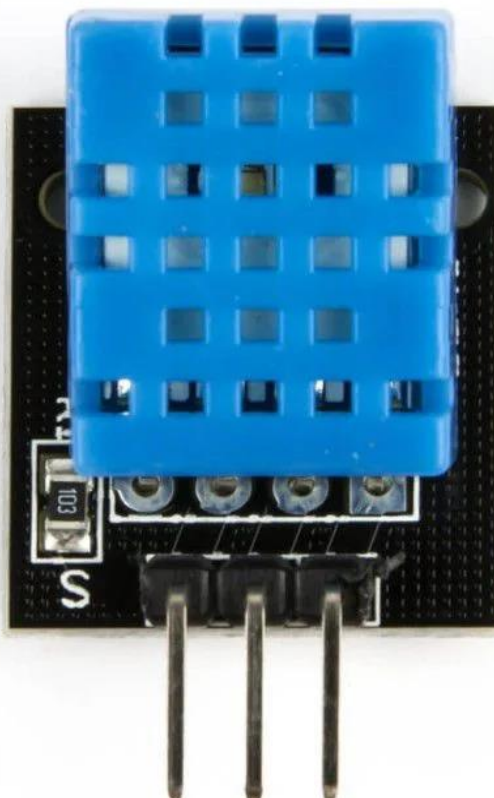


Рис. 2.1 датчик вологості та температури DHT11

Температурний датчик водонепроникний DS18B20 (Рис. 2.2)

Опис:

DS18B20 - це цифровий датчик температури, розроблений компанією Dallas Semiconductor. Він широко використовується в різних системах, таких як:

- Системи моніторингу довкілля: для контролю температури в приміщеннях, на вулиці, у ґрунті та водоймах.

- Системи опалення та кондиціонування: для автоматичного регулювання температури.
- Промислові системи: для контролю температури технологічних процесів.
- Медичні прилади: для вимірювання температури тіла та інших цілей.
- Сільське господарство: для контролю температури в теплицях, інкубаторах та сховищах.

#### Характеристики:

- Діапазон вимірювання температури: від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$
- Точність вимірювання температури:  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  (в діапазоні від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ )
- Роздільна здатність: 9 або 12 біт (вибирається користувачем)
- Напруга живлення: 3 - 5 В
- Споживаний струм: 0.5 мА (максимальний)
- Інтерфейс: 1-Wire (однопровідний)
- Частота оновлення даних: 4 секунди
- Розміри:  $\varnothing 6.35 \times 3.3$  мм (корпус з нержавіючої сталі)
- Робоча температура: від  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$
- Вологість зберігання: від 0% до 90%

#### Переваги:

- Широкий діапазон вимірювання: Підходить для вимірювання температури в різних умовах.
- Висока точність: Забезпечує точні та надійні дані.
- Водонепроникний корпус: Може використовуватися у вологих та агресивних середовищах.
- Низьке енергоспоживання: Підходить для батарейних пристроїв.
- Простота використання: Не потребує складних схем підключення.

#### Недоліки:

- Більш дорогий, ніж DHT11: Має вищу ціну, ніж деякі інші датчики температури.
- Потребує правильного калібрування для подальшої видачі правильних даних

– Підключення:

DS18B20 підключається до мікроконтролера через інтерфейс 1-Wire. Для підключення до Arduino потрібен резистор підтягування 4.7 кОм, для його правильного функціонування.

Висновок:

Датчик DS18B20 є чудовим вибором для збору даних про температуру землі, єдиним мінусом є те що ціна є вищою від DHT11 що не є проблемою оскільки датчик має такі плюси як більша точність та захищеність від вологи що дає можливість збору даних ґрунту який поливається що не може робити DHT11, також Висока стабільність і надійність вимірювань дозволяють використовувати його в довгострокових перспективах для моніторингу ґрунту.



Рис. 2.2 Температурний датчик водонепроникний DS18B20

### Датчик освітленості ТЕМТ6000 (Рис. 2.3)

#### Опис:

ТЕМТ6000 - це високоточний аналоговий датчик освітленості, розроблений компанією ТЕМТ. Він широко використовується в різних системах, таких як:

- Системи автоматичного регулювання освітлення: для автоматичного керування освітленням в приміщеннях та на вулиці залежно від рівня освітленості.
- Системи охорони: для виявлення руху та проникнення.
- Сільське господарство: для контролю освітлення в теплицях та інших приміщеннях.
- Фотоапаратура: для автоматичного налаштування експозиції.
- Медичні прилади: для вимірювання інтенсивності світла в медичних дослідженнях.

#### Характеристики:

- Діапазон вимірювання освітленості: від 0 до 65535 люкс
- Точність вимірювання освітленості:  $\pm 2\%$
- Спектральна чутливість: 360 нм - 970 нм
- Напруга живлення: 3 - 5 В
- Споживаний струм: 2.5 мА (максимальний)
- Вихідний сигнал: аналоговий (0 - 5 В)
- Час відгуку: 250 мс
- Розміри: 18 x 10 x 5 мм
- Робоча температура: від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$
- Вологість зберігання: від 5% до 95%

#### Переваги:

- Висока точність: Забезпечує точні та надійні дані про рівень освітленості.
- Широкий діапазон вимірювання: Підходить для вимірювання освітленості в різних умовах.

- Лінійна залежність вихідного сигналу від освітленості: Спрощує обробку даних.
- Низьке енергоспоживання: Підходить для батарейних пристроїв.
- Компактний розмір: Легко розмістити в обмеженому просторі.

Недоліки:

- Більш дорогий, ніж деякі інші датчики освітленості: Має вищу ціну, ніж деякі інші датчики.

Підключення:

ТЕМТ6000 підключається до мікроконтролера через аналоговий вхід. Для підключення до Arduino потрібен резистор підтягування 10 кОм.

Висновок:

Цей датчик хоч і має вищу ціну ніж інші датчики такого типу він має один головний фактор який робить його найкращим вибором це його великий рівень вологості зберігання що надає йому можливість успішно працювати в теплиці яка часто має велику вологість.

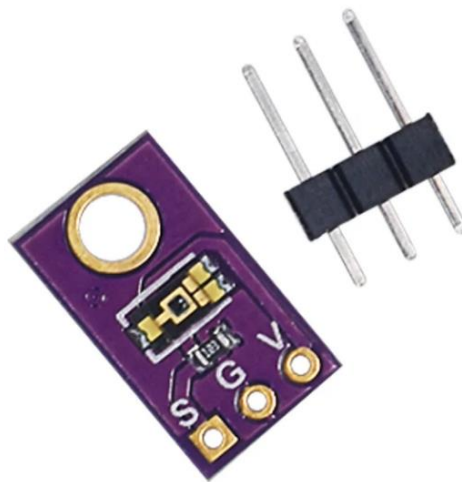


Рис. 2.3 Датчик освітленості ТЕМТ6000

## Ємнісний датчик вологості ґрунту (Рис. 2.4)

### Опис:

Ємнісний датчик вологості ґрунту - це пристрій, який використовується для вимірювання вологості ґрунту. Він працює за принципом вимірювання ємності ґрунту, яка змінюється залежно від його вологості. Ці датчики широко використовуються в різних проектах, таких як:

- Системи зрошення: для автоматичного поливу рослин на основі вологості ґрунту.
- Системи моніторингу довкілля: для контролю вологості ґрунту в теплицях, садах та інших місцях.
- Наукові дослідження: для вивчення впливу вологості ґрунту на ріст рослин.
- Розумні будинки: для автоматичного регулювання клімату в приміщенні.
- Сільське господарство: для оптимізації зрошення та підвищення врожайності.

### Характеристики:

- Діапазон вимірювання вологості: від 0% до 100%
- Точність вимірювання вологості:  $\pm 5\%$
- Напруга живлення: 3 - 5 В
- Споживаний струм: 10 мА (максимальний)
- Вихідний сигнал: аналоговий (0 - 5 В) або цифровий (0 - 1)
- Час відгуку: 250 мс
- Розміри: залежно від моделі
- Робоча температура: від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$
- Вологість зберігання: від 20% до 80%

### Переваги:

- Простота використання: Не потребує складних налаштувань.
- Низьке енергоспоживання: Підходить для батарейних пристроїв.
- Широкий діапазон вимірювання: Підходить для вимірювання вологості ґрунту в різних умовах.



- Швидкий відгук: Швидко реагує на зміни вологості ґрунту.

Недоліки:

- Більш дорогий, ніж деякі інші датчики вологості ґрунту: Має вищу ціну, ніж деякі інші датчики.
- Чутливість до електромагнітних перешкод: Деякі моделі датчиків можуть бути чутливі до електромагнітних перешкод.

Підключення:

Ємнісні датчики вологості ґрунту для Arduino підключаються до мікроконтролера через аналоговий або цифровий вхід. Спосіб підключення залежить від моделі датчика.

Висновок:

Цей датчик буде збирати дуже важливу інформацію про вологість ґрунту для її подальшого поливу, електромагнітні перешкоди також не будуть проблемою у віддаленій середі системи.



Рис. 2.4 Ємнісний датчик вологості ґрунту

## Мікроконтролер ESP8266 (Рис. 2.5)

### Опис:

ESP8266 - це мікроконтролер з вбудованим модулем Wi-Fi, розроблений компанією Espressif Systems. Він широко використовується в різних проектах Інтернету речей (IoT), завдяки своїй низькій ціні, компактному розміру, низькому енергоспоживанню та потужним можливостям.

### Характеристики:

- Процесор: Tensilica Xtensa LX106, 32-бітний, до 160 МГц
- Пам'ять:
  - ОЗУ: 32 КБ
  - Флеш-пам'ять: до 16 МБ (зовнішня)
- Інтерфейси:
  - Wi-Fi 802.11 b/g/n
  - GPIO: 17 (з можливістю мультиплексування)
  - SPI
  - I2C
  - UART
  - ADC (10-бітний)
- Напруга живлення: 2,5 - 3,6 В
- Споживання струму:
  - Активний режим: до 170 мА
  - Сплячий режим: < 10 мА
- Розміри: 25.4 x 15.2 x 3.2 мм
- Робоча температура: від -40°C до +80°C
- Вологість зберігання: від 5% до 90%

### Переваги:

- Низька ціна: Один з найдешевших мікроконтролерів з Wi-Fi на ринку.
- Компактний розмір: Ідеально підходить для проектів з обмеженим простором.

- Низьке енергоспоживання: Підходить для батарейних пристроїв.
- Потужні можливості: Може використовуватися для складних проектів IoT.
- Проста розробка: Доступні різні інструменти та бібліотеки для розробки.
- Широка спільнота: Велика та активна спільнота користувачів ESP8266.

#### Недоліки:

- Обмежена пам'ять: 32 КБ ОЗУ може бути недостатньо для деяких проектів.
- Необхідність зовнішньої флеш-пам'яті: Для зберігання програм та даних потрібна зовнішня флеш-пам'ять.
- Відсутність деяких периферійних пристроїв: Не має вбудованого ЦАП, що може бути обмеженням для деяких проектів.

#### Застосування:

- Системи розумного дому: для керування освітленням, побутовою технікою та іншими пристроями.
- Портативні пристрої: для фітнес-трекерів, розумних годинників та інших гаджетів.
- Системи моніторингу: для відстеження температури, вологості, тиску та інших параметрів.
- Домашня автоматизація: для автоматизації поливу, освітлення, опалення та інших завдань.
- Промислові системи: для керування обладнанням, збору даних та автоматизації процесів.

#### Висновок:

Цей мікроконтролер стане основою системи у якій буде обробляти данні, він має велику кількість переваг таких як вбудований wi-fi-модуль який допоможе підключати одразу декілька систем за потреби, також є одним з найдешевших мікроконтролерів що є значним плюсом, а велика користувацька база цього мікроконтролера полегшує знаходження матеріалів для використання, а мінуси не є важливим для системи.

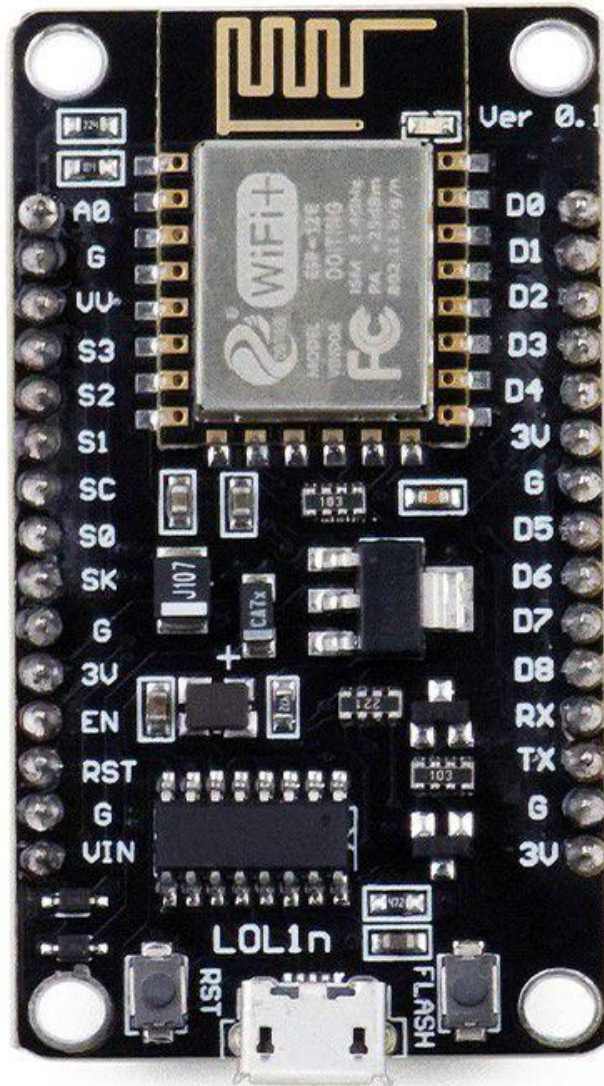


Рис. 2.5 мікроконтролер esp8266

## 2.4 Розробка схеми системи

Для подальшої розробки системи потребується схема майбутньої системи, схема надає велику кількість зручних моментів при її використанні і кожна схема може покращити щось своє :

- **Покращена візуалізація:** Схеми допомагають перетворити абстрактні поняття на зрозумілі зображення. Це дає змогу чітко бачити, як різні компоненти системи взаємодіють один з одним, що сприяє кращому розумінню загальної роботи системи.
- **Ефективніше планування:** Схеми використовуються для планування та проектування системи до її фактичної реалізації. Це допомагає визначити необхідні компоненти, їхні функції та взаємозв'язки, що знижує ризик помилок на ранніх етапах розробки.
- **Зручніша комунікація:** Схеми є універсальною мовою, яку можуть зрозуміти різні учасники проекту. Це полегшує обговорення системи та її функціональних можливостей, що покращує співпрацю в команді.
- **Точніша документація:** Схеми слугують офіційним документом системи, який фіксує її дизайн та функціональність. Це корисно для майбутніх модифікацій, обслуговування та розуміння системи іншими людьми.
- **Ефективніше тестування:** Схеми допомагають візуалізувати потік даних через систему та визначити потенційні проблеми під час тестування. Це пришвидшує процес розробки та покращує загальну якість системи.

В цілому, схеми систем є цінним інструментом, який допомагає у плануванні, проектуванні, спілкуванні, документуванні та тестуванні систем. Їхнє використання призводить до кращого розуміння, більш ефективної розробки та якісніших кінцевих продуктів, отже їх використання є корисним для використання у розробці різноманітних систем для покращення кінцевих результатів.

Перша схема буде принципова (Рис 2.7) ця схема показує підключення елементів системи між собою та виділяє важливі елементи системи, за допомогою цієї схеми в подальшому буде зібрана система з мікроконтролера і вказаних елементів системи, на самій схемі можемо бачити мікроконтролер esp8266 та датчики які були вказані вище з використанням резисторів у підключенні для правильної роботи цих датчиків.

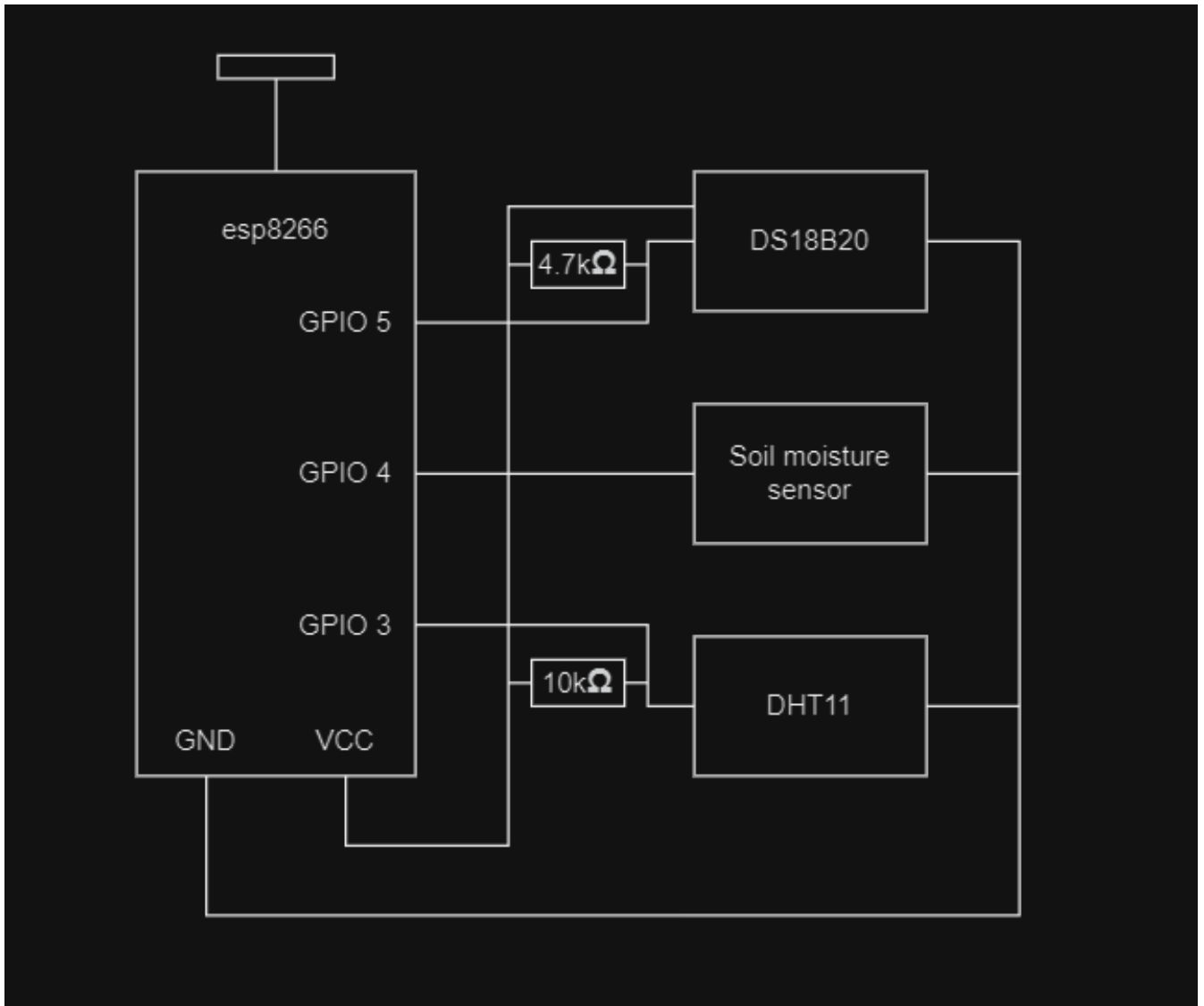


Рис 2.7 Принциповою схема

Другою схемою буде схема потоку даних (Рис 2.8), ця схема показує як дані проходять по системі, на цій схемі показано що дані відправляються з датчиків до мікроконтролера за допомогою шини oneWire, далі дані з мікроконтролера відправляються за допомогою MQTT, далі це повідомлення отримує MQTTброкер, з якого вже програма на Python отримує це повідомлення та зберігає дані на сервері Victoriameetrics, в подальшому Grafana зможе надати запит на отримання цих даних для відображення графіків з отриманої інформації. Ця схема повністю описала передачу даних в системі у зрозумілому вигляді.

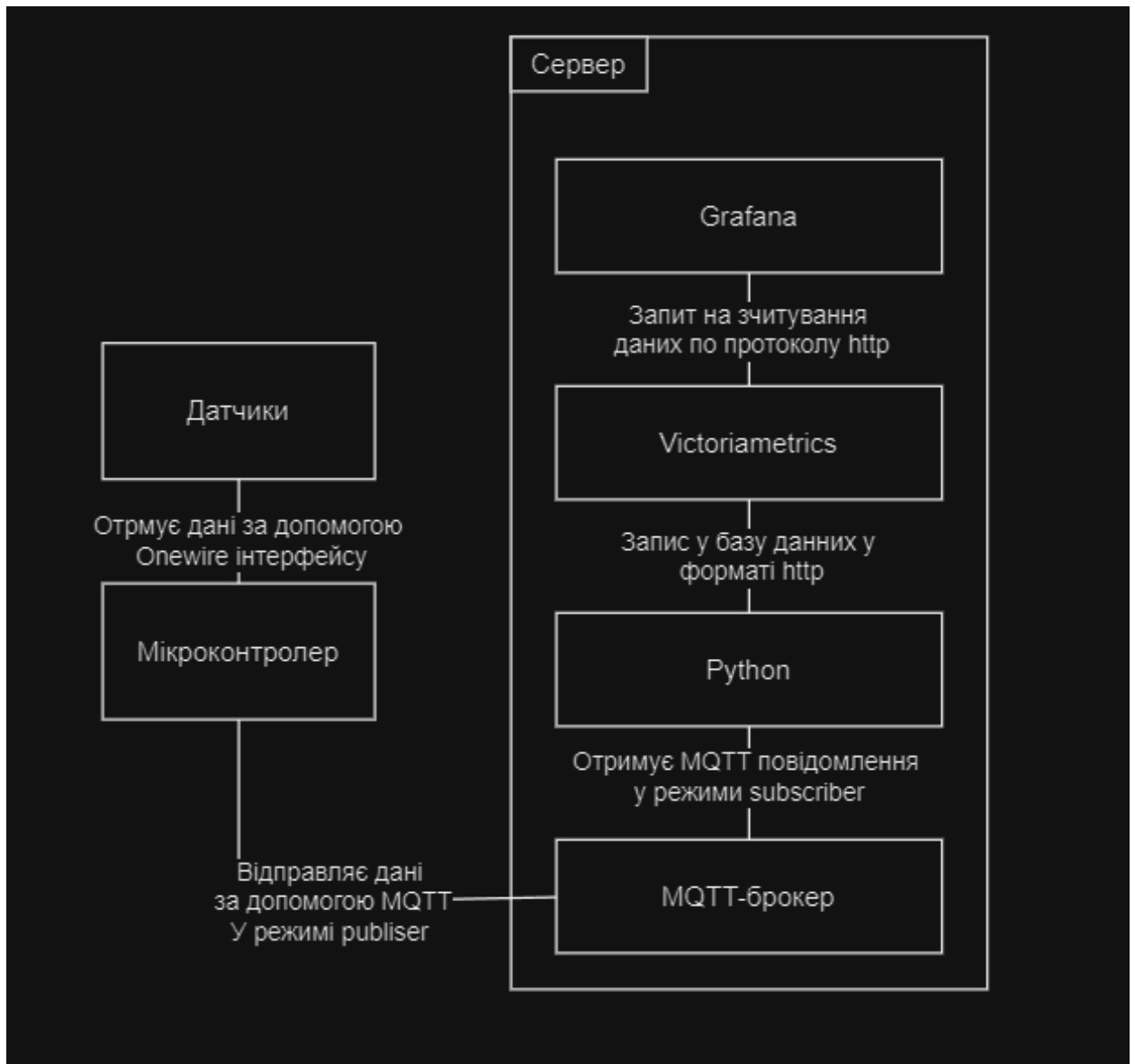


Рис 2.8 Схеми потоку даних

Ці дві схеми були створені для спрощення розуміння схеми кожна з них робить це по своєму:

Принципова схема дає більш абстрактне уявлення про систему, зосереджуючись на функціональних зв'язках між компонентами. Ця схема використовує умовні символи для представлення компонентів та їхніх зв'язків, що може бути корисно для розуміння загальної логіки роботи системи.

Схеми потоку даних показує, як дані проходять через систему. Ця схема використовує стрілки та символи для представлення потоків даних та їхніх

напрямків, що може бути корисно для розуміння того, як система обробляє та маніпулює даними.

Використання цих двох схем спільно може значно спростити розуміння складних систем. Кожна схема дає унікальний погляд на систему, що допомагає краще зрозуміти її структуру, функціональність та поведінку.

## **2.5 Розробка коду мікроконтролера**

### **2.5.1 Оцінка потреб коду мікроконтролеру**

Код є дуже важливою частиною системи, тому що завдяки ньому і отримуються і відправляються данні для подальшої обробки, отже до коду мають бути певні потреби для його повноцінного використання, оскільки мікроконтролер має свої обмеження зв'язані з його потужністю, потреби до коду будуть такими:

#### **1. Простота та зрозумілість:**

- Чіткий та лаконічний стиль: Використовуйте зрозумілі імена змінних, функцій та класів. Уникайте надмірної складності та заплутаних конструкцій.
- Коментарі: Додавайте коментарі до складних ділянок коду, щоб пояснити їх логіку та функціональність.
- Структура: Розбийте код на логічні блоки та функції, щоб його було легко читати та розуміти.

#### **2. Легкість:**

- Оптимізація: Використовуйте ефективні алгоритми та структури даних, щоб мінімізувати використання пам'яті та процесорного часу.
- Відповідність ресурсам: Переконайтеся, що код не перевищує можливості мікроконтролера, щоб уникнути затримок та зниження продуктивності.
- Портативність: Намагайтеся писати код, який можна легко адаптувати до різних платформ та мікроконтролерів.



### 3. Ефективність:

- Швидкість: Код має виконувати поставлені завдання за максимально короткий час.
- Використання ресурсів: Код має економно використовувати пам'ять та процесорний час.
- Масштабованість: Код має бути спроектований таким чином, щоб його можна було легко розширювати та модифікувати для вирішення нових завдань.

## 2.5.2 Створення коду мікроконтролера

Використовуючи Arduino IDE було написано код який відповідає потребам які було визначено вище, це буде код приклад з використанням одного датчика температури оскільки основною ціллю є відправка та отримання даних на mqtt сервер для кращого розуміння код буде розглядатися розділеними частинами використовуючи коментарі для полегшення розуміння, кожна частина буде мати опис.

```
// підключення бібліотек
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <dht11.h>
#include "OneWire.h"
#include "DallasTemperature.h"
```

Підключення бібліотек потрібних для роботи системи бібліотеки включають систему публікації і підписки mqtt, WiFi модулю, Onewire шини та бібліотеки потрібної для роботи датчиків.

```

// визначення пінів
#define ONE_WIRE_BUS D5
#define ONE_WIRE_BUS2 D4
#define ONE_WIRE_BUS3 D3

// параметри підключення до WiFi та MQTT серверу
const char* ssid = "Galaxy Note10 Lite4647";
const char* password = "jorge123";
const char* mqtt_server = "192.168.122.66";

// включення WiFi модулю і задання параметрів
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
unsigned long lastMsg = 0;
#define MSG_BUFFER_SIZE (50)
char msg[MSG_BUFFER_SIZE];
int value = 0;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

```

Ця частина коду визначає підключення та параметри які будуть в майбутньому використовуватися для підключення до мережі WiFi та полегшення написання коду.

```

// налаштування і підключення WiFi модулю
void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);

```

```

WiFi.mode(WIFI_STA);
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
randomSeed(micros());
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

```

У цій частині коду відбувається підключення до мережі WiFi використовуючи данні визначенні в коді до цього, сигналізує про підключення і видає адресу надану мікроконтролеру для полегшення дальшого підключення до серверу.

```

void reconnect() {
  // Цикл виконується до поки не підключиться до серверу
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    // Створення випадкового ID клієнта
    String clientId = "ESP8266Client-";
    clientId += String(random(0xffff), HEX);
    // Спроба підключення
    if (client.connect(clientId.c_str())) {
      Serial.println("connected");
      // у разі підключення сигналізує про нього
      client.publish("outTopic", "hello world");
    }
  }
}

```

```

// сигналізує підключення на сервері

} else {
  Serial.print("failed, rc=");
  Serial.print(client.state());
  Serial.println(" try again in 5 seconds");
  // затримка 5 секунд до повторної спроби
  delay(5000);
}
}
}

```

В цьому циклі відбувається спроба підключення до mqtt сервера у разі підключення система сигналізує про це, у разі помилки в серійний порт прийде повідомлення про помилку підключення з станом підключення також додана затримка у 5 секунд для подальшої спроби підключення.

```

// налаштування мікроконтролера при запуску
void setup() {
  pinMode(BUILTIN_LED, OUTPUT);
  Serial.begin(115200);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
  sensors.begin();
}

```

Ця частина запускає усе потрібне при запуску системи включаючи частини коду описані вище тобто це завантаження системи

```
// цикл для отримання та відправки даних
void loop() {

// отримання даних з датчиків
float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
float tempF = sensors.getTempFByIndex(0);
int moisture = DHT11.read(ONE_WIRE_BUS2);
int sensorValue = analogRead(ONE_WIRE_BUS3);
//перетворення значень які підійдуть для майбутньої обробки
int itempC = int(trunc(tempC));
int itempF = int(trunc(tempF));

//підключення до серверу
if (!client.connected()) {
    reconnect();
}
client.loop();

//відправлення повідомлення з нумерацією
unsigned long now = millis();
if (now - lastMsg > 2000) {
    lastMsg = now;
    ++value;
    snprintf (msg, MSG_BUFFER_SIZE, "%ld", itempC);
    Serial.print("Publish message: ");
    Serial.println(msg);
    client.publish("temperature", msg);
    snprintf (msg, MSG_BUFFER_SIZE, "%ld", moisture);
    Serial.print("Publish message: ");
    Serial.println(msg);
}
```

```
client.publish("moisture", msg);  
snprintf (msg, MSG_BUFFER_SIZE, "%ld", airtemperature);  
Serial.print("Publish message: ");  
Serial.println(msg);  
client.publish("airtemperature, msg);  
  
}  
}
```

Це є основною частиною коду яка виконує задачу отримання даних з датчиків та їх подальшу публікацію на mqtt сервер, також виконується обробка даних оскільки повні числа легше обробляти данні з датчика були перетворені з дробових чисел до повних хоч і отримали похибку в пів градуса яка не є значною.

Висновком стає розроблений код який може збирати данні про температуру з датчику, підключення до мережі WiFi для подальшого підключення до серверу, обробки та відправки даних на сервер.

## 3 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КЛІМАТУ ТЕПЛИЦЬ

### 3.1 Налаштування та оптимізація роботи з сервером для подальшого використання

Для розробки серверу буде використовуватись, Virtualbox для симуляції сервера, на нього встановлено ubuntu server, на якому вже буде відбуватися подальша обробка даних.

По перше було встановлено усі потрібні додатки для сервера такі як Mosquitto, Paho-mqtt, Victorimetrics, Grafana. Використовуючи такі команди.

Встановлення Mosquitto:

```
ubuntu@ubuntu:~$ sudo snap install mosquitto
```

Встановлення Victorimetrics:

```
ubuntu@ubuntu:~$ sudo snap install victorimetrics
```

Встановлення Grafana:

```
ubuntu@ubuntu:~$ sudo apt-get install -y adduser libfontconfig1 musl
```

```
ubuntu@ubuntu:~$ wget https://dl.grafana.com/enterprise/release/grafana-enterprise_11.0.0_amd64.deb
```

```
ubuntu@ubuntu:~$ sudo dpkg -i grafana-enterprise_11.0.0_amd64.deb
```

Встановлення paho-mqtt:

```
ubuntu@ubuntu:~$ sudo pip install paho-mqtt
```

В налаштуванні mqtt серверу було використану таку конфігурацію оскільки з стандартними налаштуваннями мікроконтролер не зможе підключитися до нього:

```
listener 1883
```

```
allow_anonymous true
```

Використовуючи схему і програмний код з минулих розділів було перевірено чи отримує сервер MQTT повідомлення сервер був підключений у режимі підписника такою командою:

```
Sudo mosquitto_sub -t "Temp"
```

В результаті були отримані данні з мікроконтролера про температуру отриману датчиком.

Після налаштування серверу для спрощення тестування було зручно реалізувати емуляцію відправки повідомлень для подальшого тестування, тобто потрібен додаток для віддаленого доступу на сервер.

Для цього я буду використовувати PuTTY (Рис. 3.1). PuTTY - це безкоштовний емулятор терміналу з відкритим вихідним кодом, розроблений Саймоном Татемом для платформ Windows, Unix і Mac. Він діє як клієнт SSH і Telnet, дозволяючи користувачам підключатися до інтерактивних сесій на віддалених комп'ютерах. Програма підтримує з'єднання через послідовні порти та старі інтернет-протоколи, такі як Telnet.

Основні особливості програми включають підтримку різних протоколів (SSH, Telnet, rlogin і TCP). Щоб перевірити, чи передаються дані на сервер, потрібно підключитися через PuTTY, Для цього потрібно знайти ір адресу. Щоб її знайти я буду використовувати команду "іп а" на ubuntu сервері, після написання цієї команди було отримано ір-адресу (192.168.3.195), цю адресу було використано для подальшого підключення в PuTTY, інтерфейс програми буде показано нижче (Рис 3.1).



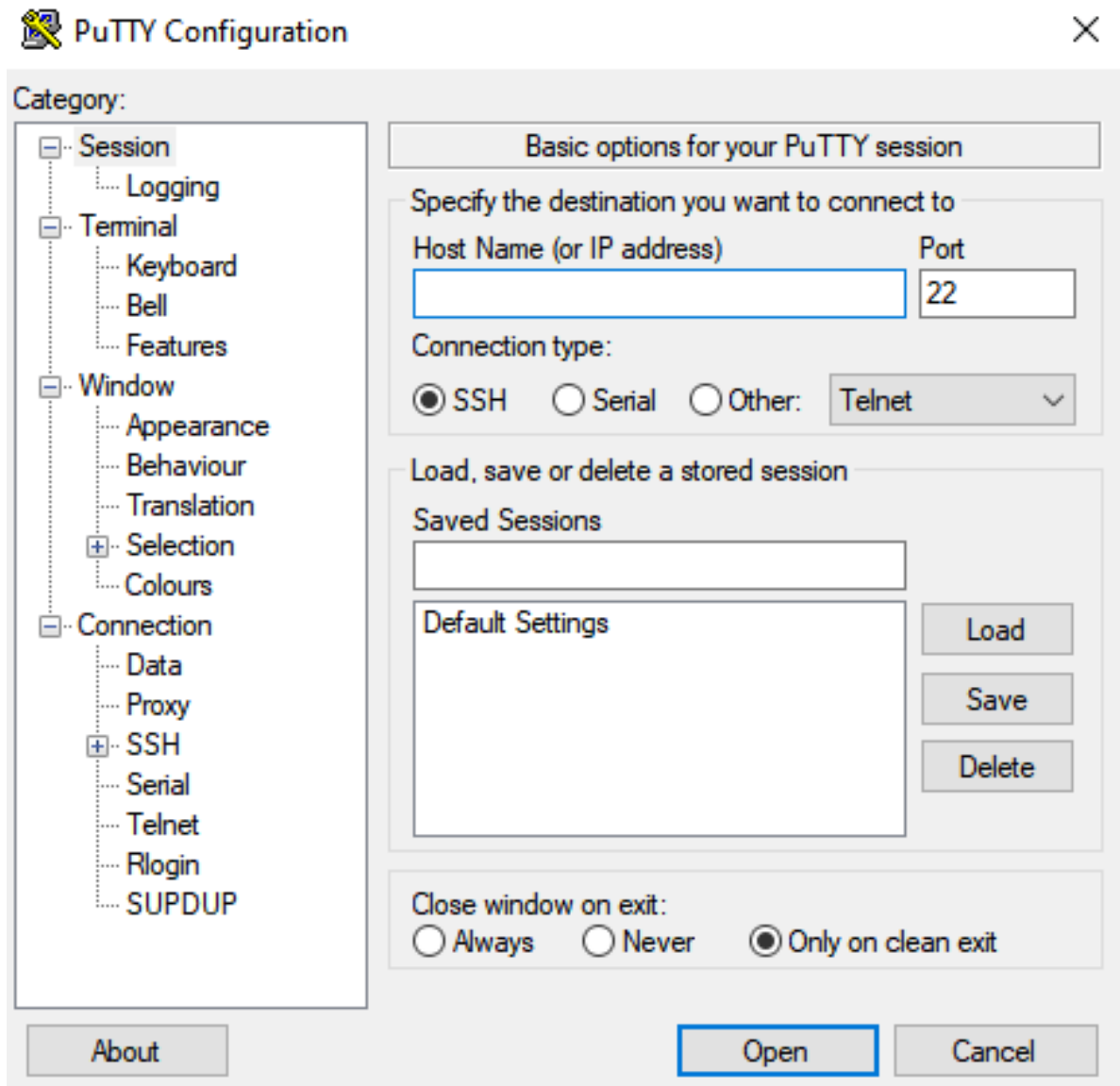


Рис 3.1 інтерфейс програми PuTTY

Сервер ще раз було використано у режимі підписника за допомогою команди використаної раніше

А з PuTTY було опубліковане повідомлення у темі температури за допомогою команди:

```
mosquitto_pub -t "Temp" -m "20.0"
```

В результаті було отримано повідомлення з PuTTY з даними про температуру що є знаком того що це можна надалі використовувати для емуляції повідомлень з мікроконтролера для використання в подальшому тестуванні.

Для подальшого створення коду також потрібно перевірити працездатність Victoriometrics, для перевірки стану серверу Victoriometrics використовується така команда:

```
sudo service snap.victoriometrics.victoriometrics status
```

Оскільки Victoriometrics вже встановлена перевіряємо її працездатність і заходимо на сторінку Victoria Metrics (Рис. 3.2) вона працює правильно команда видає інформації про те що сервер включений, на основі цієї інформації ми можемо зайти на веб-сторінку цього сервера, стандартним портом Victoriometrics є :8428 отже адресом веб сторінки буде “192.168.3.195:8428”.

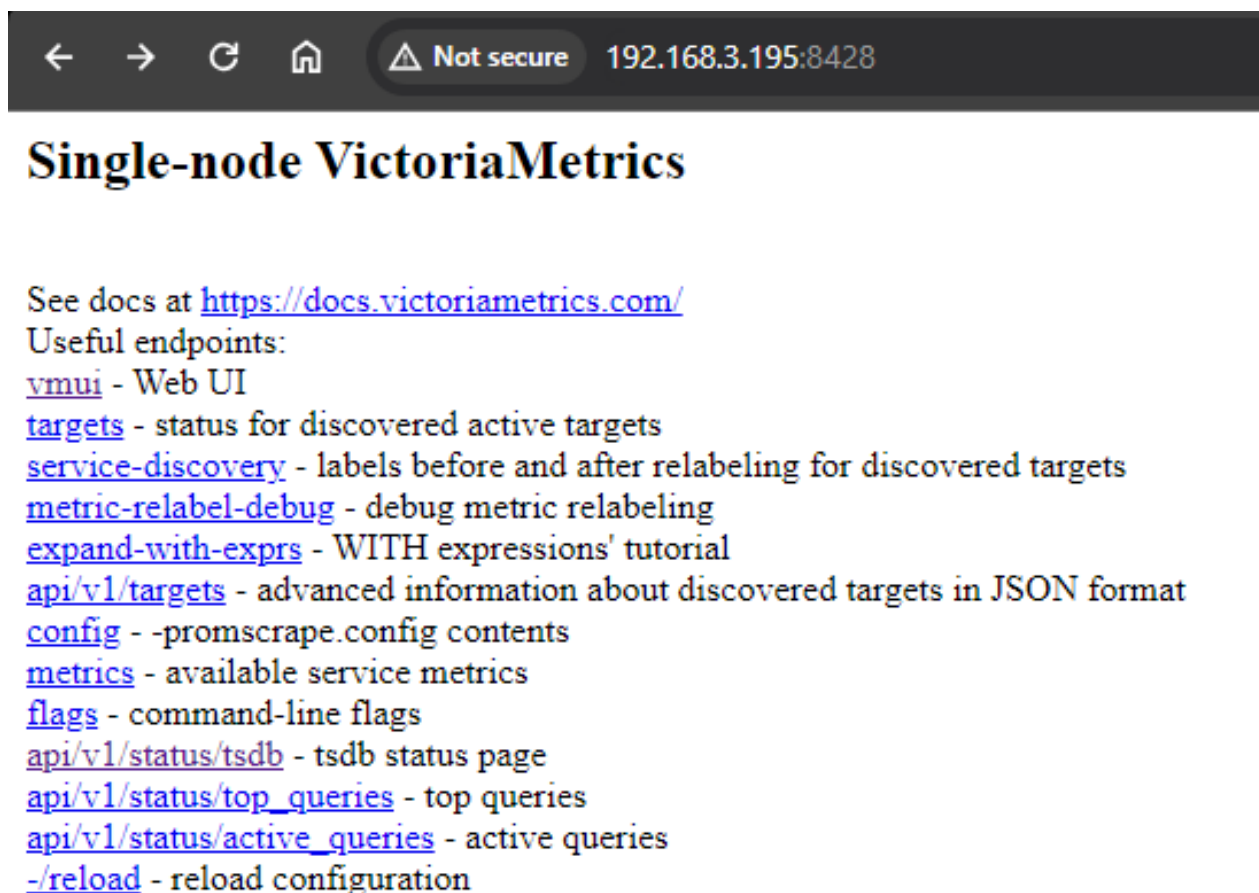


Рис. 3.2 Сторінка Victoria Metrics

### 3.2 Розробка коду на мові Python для передачі даних

В цьому розділі буде розроблений код на мові програмування Python для автоматичної підписки на потрібні топіки для отримання та відправки даних на Victoriametrics, спочатку створимо файли в розширенні .py за допомогою редактору тексту nano

Далі починається написання коду , спочатку будуть виписані усі потрібні модулі для написання, оскільки без них не можливо буде виконати потрібних функцій.

- paho.mqtt.subscribe – модуль з бібліотеки paho mqtt який буде використовуватися для підписки на топіки для подальшого отримання повідомлень від брокера.
- requests – бібліотека направлена на відправлення HTTP запитів. Буде використовуватись для відправки HTTP повідомлень на Victoria Metrics.
- time – модуль буде використовуватись для отримання даних про час
- 

В коді це буде написано за допомогою функції import яка допомагає підключати бібліотеки, то ця частина виглядатиме так:

```
import paho.mqtt.subscribe as subscribe
import requests
import time
```

Далі потрібно буде підключитися до Victoriametrics, за для зручності буде замість ip-адреси буде використано “localhost” оскільки Victoriametrics є на цьому ж сервері, і її портом є 8428 отже маємо таке на виході таку команду:

```
dburl = “http://localhost:8428”
```

Наступним кроком буде визначення функції за допомогою команди «def ()». Там буде викликатися функція «message\_print».

```
def message_print(client, userdata, message):
    ts = int(time.time()*1000)
    print("%s %s" % (message.topic, message.payload))
    if "temperature" in message.topic:
        jsonl = '{"metric": {"__name__": "temperature", "dev_name": "test1",
"dev_type": "ds18b20"}, "values": ["'+message.payload.decode('utf-8')+'],
"timestamps": ["'+str(ts)+'"]}\n'
        response = requests.post(dburl + "/api/v1/import", data = jsonl)
        print(message.payload.decode('utf-8'))

    if "airtemperature" in message.topic:
        jsonl = '{"metric": {"__name__": "airtemperature", "dev_name": "test1",
"dev_type": "dht11"}, "values": ["'+message.payload.decode('utf-8')+'], "timestamps":
["'+str(ts)+'"]}\n'
        response = requests.post(dburl + "/api/v1/import", data = jsonl)
        print(message.payload.decode('utf-8'))

    if "moisture" in message.topic:
        jsonl = '{"metric": {"__name__": "moisture", "dev_name": "test1",
"dev_type": "soilmoisturesensor"}, "values": ["'+message.payload.decode('utf-8')+'],
"timestamps": ["'+str(ts)+'"]}\n'
        response = requests.post(dburl + "/api/v1/import", data = jsonl)
        print(message.payload.decode('utf-8'))

    if "lighting" in message.topic:
```

```

jsonl = '{"metric": {"__name__": "lighting", "dev_name": "test1",
"dev_type": "ТЕМТ6000"}, "values": [{"+message.payload.decode('utf-8')+}],
"timestamps": [{"+str(ts)+"}]}\n'

response = requests.post(dburl + "/api/v1/import", data = jsonl)
print(message.payload.decode('utf-8'))

```

Останньою частиною коду буде зворотне підключення, з цим може допомогти функція “subscribe.callback” виглядати це буде так.

```
subscribe.callback(on_message_print, "#", hostname="localhost")
```

### 3.3 Підключення Grafana для візуалізації даних

Для відображення показників температури за допомогою Grafana, слід почати з завантаження та встановлення цього інструменту. Grafana — це інструмент моніторингу та візуалізації даних з відкритим вихідним кодом, який дозволяє користувачам створювати інтуїтивні та інтерактивні графіки, діаграми та інші візуалізації для аналізу даних з різних джерел.

Він широко використовується для відображення інформації у вигляді зручних для розуміння графіків і дашбордів, з основною метою спрощення процесу моніторингу, аналізу та візуалізації даних для оперативного прийняття рішень.

Grafana підтримує інтеграцію з численними джерелами даних, такими як бази даних, метричні системи, веб-API та інші сервіси, що дозволяє користувачам отримувати дані з різних джерел і комбінувати їх для аналізу. Крім того, Grafana пропонує широкі можливості налаштування візуалізації, включаючи різні типи графіків, кольори, шрифти та стилі. Вона також підтримує різні способи організації даних на панелях, дозволяючи користувачам створювати зручні та інформативні дашборди для моніторингу та аналізу важливих метрик і показників.

Завдяки своїй гнучкості та простоті використання, Grafana стала популярним інструментом у різних сферах, включаючи системне адміністрування, розробку

програмного забезпечення, інженерію надійності, моніторинг мереж та багато інших сфер, де потрібна візуалізація та аналіз даних.

Оскільки Grafana вже була встановлена, під час налаштування сервера, перевіряємо її працездатність, для цього можна зайти на його сторінку в браузері «<http://192.168.3.195:3000>», де ми уже можемо побачити сторінку авторизації (Рис. 3.3), що означає що Grafana працює.

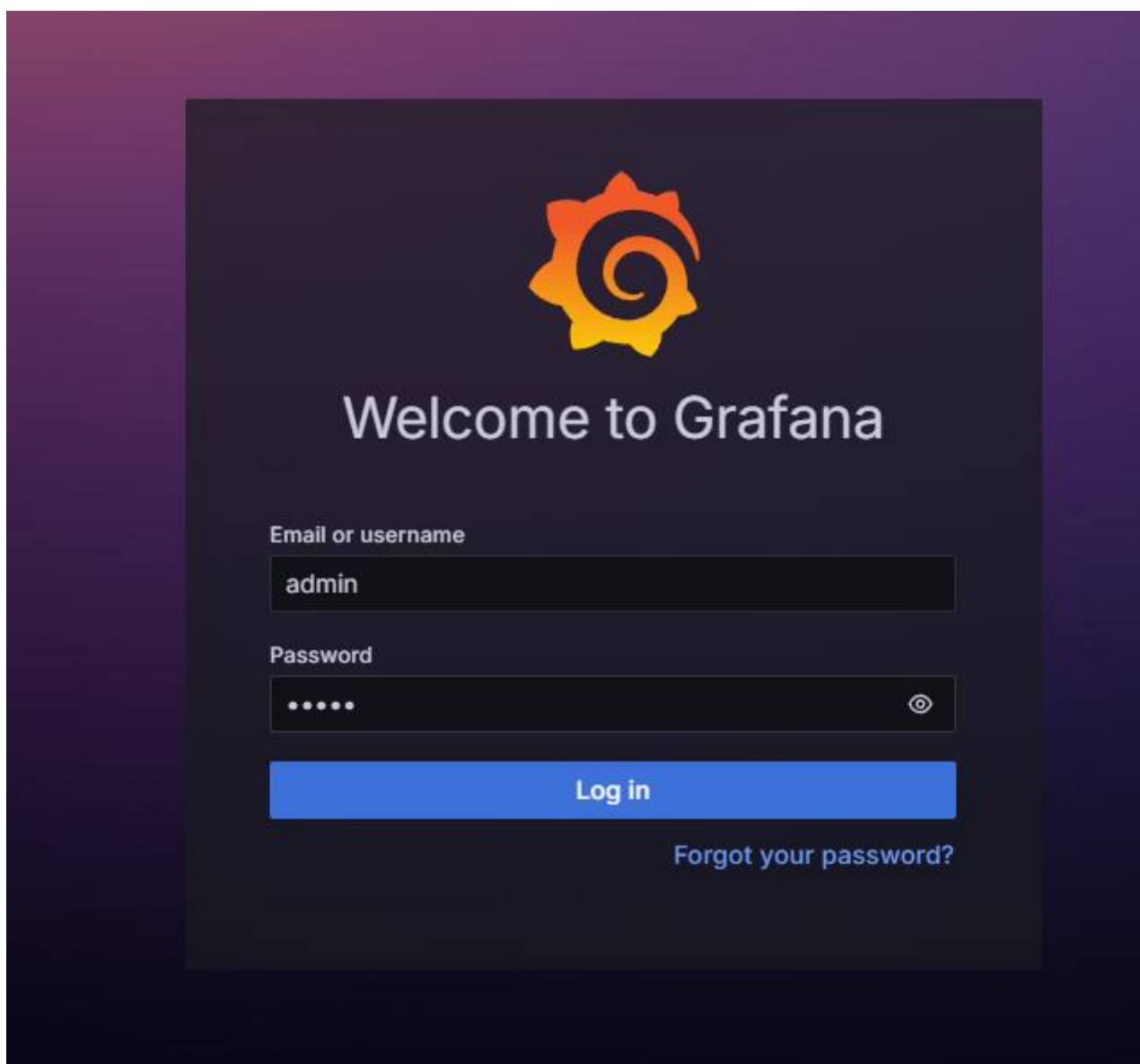


Рис. 3.3 Сторінка авторизації Grafana

Стандартним логіном і паролем є `admin`, отже вписуємо його і заходимо на сервер Grafana,

Після цього можна побачити головну сторінку Grafana. Далі потрібно під'єднати в вкладці «Connection» Prometheus та вставити посилання на Victoria Metrics. Після цього перейдіть на вкладку «Dashboards» та створіть новий дашборд з відповідною назвою. Наступним кроком буде створення візуалізації для прикладу, як буде відображатися температура.

- Для температури оберіть візуалізацію «Time series».
- У вкладці «Query» в «Data source» оберіть «Prometheus».
- У «metrics browser» введіть «query» Temp{}

Через певний час можна буде побачити, що дані, які приймає сервер, відображаються на графіку який відображає температуру (Рис 3.4).

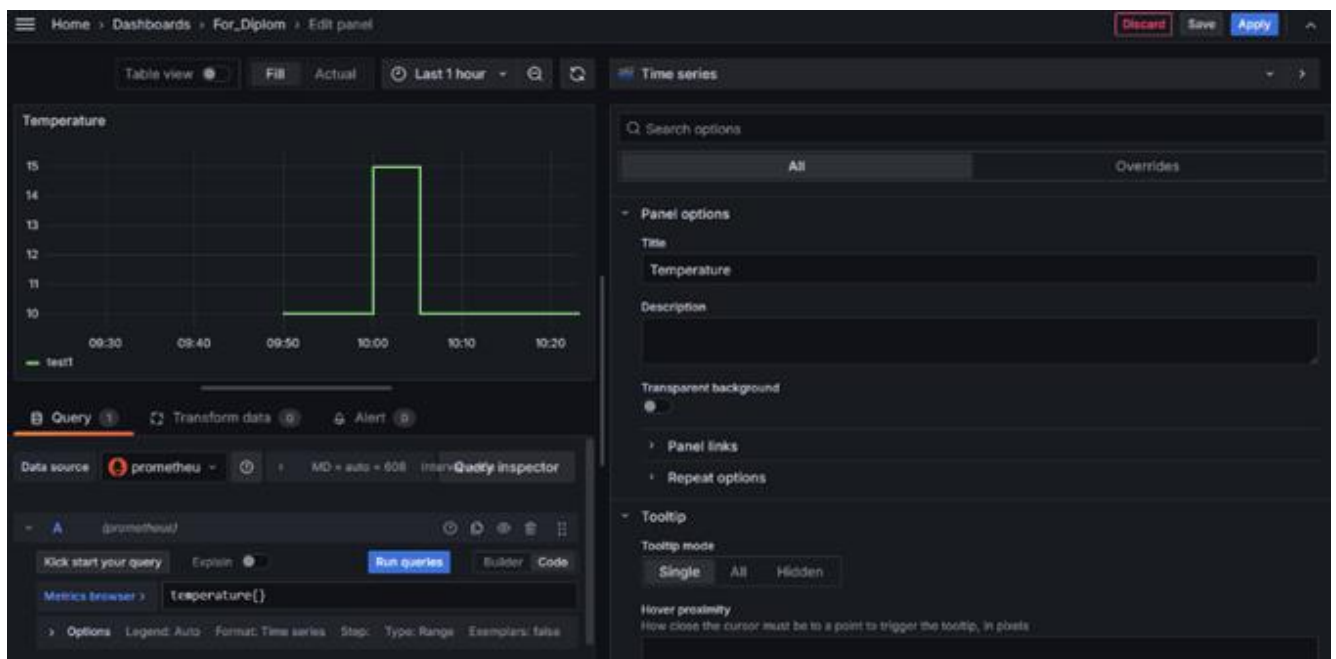


Рис 3.4 Графік який відображає температуру

### 3.4 Висновки що до реалізації сервера

У цьому розділі було описано реалізацію серверної частини системи, сервер отримував повідомлення від мікроконтролера на MQTT-брокер після чого за

допомогою мови програмування Python було створено мікро-програму яка може збирати данні з MQTT-брокера та відправити їх далі у виді HTTP повідомлення на сервер Victoriameetrics щоб зберегти данні отримані з MQTT-брокера, також була використана Grafana яка робила запити на отримання даних з Victoriameetrics для їх подальшого відображення у графіках що є зручною формою отримання інформації.

Усі функції серверу були розроблені частинами та протестовані, в результаті було отримано робочу серверну частину яка спроможна перенаправляти дані отримані з мікроконтролера та виводити їх у зручному виді.



## ВИСНОВКИ

Інтернет речей (IoT) вже активно впроваджується в аграрну індустрію, проте існують аспекти, які потребують подальшого вдосконалення. У ході написання цієї роботи було проведено дослідження щодо концепції IoT, розглянуто різні конкуруючі системи з аналізом їхніх корисних частин, а також оцінено позицію IoT на аграрному ринку для розуміння необхідності такої системи.

На основі зібраної інформації було спроектовано систему IoT для аграрного сектору. Основні компоненти, які були відібрані для реалізації системи, включають: DS18B20 (датчик температури), DHT11 (датчик вологості і температури повітря), датчик вологості ґрунту, ESP8266 (мікроконтролер з вбудованим Wi-Fi модулем). З цих компонентів було зібрано систему, яка здатна збирати дані про навколишнє середовище за допомогою датчиків і передавати їх на сервер за допомогою протоколу MQTT.

Система була запрограмована для збирання даних з датчиків і їх подальшої передачі на сервер. Для передачі даних використовувався мікроконтролер ESP8266, який відправляв дані на MQTT-брокер, встановлений на сервері. На сервері було встановлено MQTT-брокер, який приймав повідомлення від мікроконтролера. Для обробки даних було написано програму на мові Python, яка отримувала дані з MQTT-брокера і зберігала їх у базі даних Victoriometrics за допомогою HTTP-запитів.

Для відображення зібраної інформації використовувалася платформа Grafana. Grafana отримувала дані з бази даних Victoriometrics через HTTP-запити і виводила їх у вигляді графіків, що дозволяло легко аналізувати отримані дані.

В результаті було створено систему контролю клімату для теплиць, яка здатна працювати на відстані завдяки використанню модему і WiFi-роутера. До цієї системи можна підключити декілька датчиків, які будуть передавати дані на сервер для їх подальшого аналізу та відображення. Система здатна збирати дані на великих відстанях і передавати їх на сервер, де вони обробляються і виводяться у

зрозумілому вигляді. Це дозволяє легко контролювати кліматичні умови у теплицях і оперативно реагувати на зміни.

Під час розробки системи було досліджено багато матеріалів про IoT в аграрній промисловості. Ця інформація була використана для створення і вдосконалення системи, зокрема через аналіз конкуруючих систем і вилучення їхніх корисних елементів.

Основною проблемою системи є безпека даних. Це можна покращити шляхом зміни методів передачі даних або підвищення надійності вже описаних способів. Використання шифрування і додаткових заходів безпеки може значно підвищити захищеність системи від несанкціонованого доступу і втрати даних.

Розроблена система IoT для аграрної індустрії є ефективним інструментом для контролю кліматичних умов у теплицях. Вона дозволяє збирати, передавати і аналізувати дані на великій відстані, що робить її незамінним інструментом для сучасного аграрного виробництва. Подальше вдосконалення системи, зокрема в аспекті безпеки, дозволить підвищити її надійність і ефективність.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 5 IoT Applications in Agriculture Industry | Smart Farming Solutions. An End-To-End IoT Solutions Provider | Biz4intellia. URL: <https://www.biz4intellia.com/blog/5-applications-of-iot-in-agriculture/> (date of access: 25.03.2024).
2. Agricultural internet of things and decision support for precision smart farming. Elsevier, 2020. URL: <https://doi.org/10.1016/c2018-0-00051-1> (date of access: 25.03.2024).
3. Agricultural internet of things: technologies and applications / Z. Qin et al. Springer International Publishing AG, 2021 (date of access: 25.03.2024).
4. Cloud iot systems for smart agricultural engineering / S. Krishnan et al. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2022. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003185413> (date of access: 25.03.2024).
5. Internet of things (iot) in agriculture market size and forecast to 2030. Top Market Research Intelligence and Consulting Firm | SkyQuest Technology Consulting Pvt. Ltd. URL: <https://www.skyquestt.com/report/internet-of-things-iot-in-agriculture-market> (date of access: 25.03.2024).
6. IoT and agriculture: how to develop smart farming solution?. Cleveroad Inc. - Web and App development company. URL: <https://www.cleveroad.com/blog/iot-and-agriculture-what-options-are-there-and-how-to-develop-your-own-smart-farming-solution/> (date of access: 25.03.2024).
7. IoT and analytics for agriculture / ed. by P. K. Pattnaik et al. Singapore : Springer Singapore, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-9177-4> (date of access: 25.03.2024).
8. IOT in agriculture - javatpoint. [www.javatpoint.com](http://www.javatpoint.com). URL: <https://www.javatpoint.com/iot-in-agriculture> (date of access: 25.05.2024).
9. IoT in agriculture: applications and advantages. Rishabh Software. URL: <https://www.rishabhsoft.com/blog/iot-in-agriculture-industry> (date of access: 25.03.2024).

10. IoT in agriculture: For real-time farm monitoring. Cropin | SaaS-based AgTech | Smart Farming App | Agriculture Technology. URL: <https://www.cropin.com/iot-in-agriculture> (date of access: 25.03.2024).
11. IoT in agriculture: the core of digital farming. Infopulse. URL: <https://www.infopulse.com/blog/iot-the-core-of-digital-farming> (date of access: 25.03.2024).
12. IoT technologies explained: history, examples, risks & future. Vision of Humanity. URL: <https://www.visionofhumanity.org/what-is-the-internet-of-things/> (date of access: 25.03.2024).
13. IoT technology for agriculture: unveiling its benefits. SCAND. URL: <https://scand.com/company/blog/the-benefits-of-iot-in-agriculture-infographic/> (date of access: 25.03.2024).
14. IOT TRANSFORMING THE FUTURE OF AGRICULTURE | IOT Solutions World Congress | MAY 21 – 23 BARCELONA. IOT Solutions World Congress | MAY 21 – 23 BARCELONA. URL: <https://www.iotsworldcongress.com/iot-transforming-the-future-of-agriculture/> (date of access: 25.03.2024).
15. MQTT - The Standard for IoT Messaging. MQTT - *The Standard for IoT Messaging*. URL: <https://mqtt.org/> (date of access: 25.03.2024).
16. Quick start. *VictoriaMetrics*. URL: <https://docs.victoriametrics.com/quick-start/> (date of access: 25.03.2024).
17. Satapathy S., Mishra D., Realyvásquez Vargas A. Innovation in Agriculture with IoT and AI. Cham : Springer International Publishing, 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-88828-2> (date of access: 25.03.2024).
18. Sending Data over MQTT. docs.arduino. URL: <https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-wifi-rev2/uno-wifi-r2-mqtt-device-to-device/> (date of access: 25.03.2024).
19. Set up Grafana | Grafana documentation. *Grafana Labs*. URL: <https://grafana.com/docs/grafana/latest/setup-grafana/> (date of access: 25.03.2024).
20. Tomar P., Kaur G. Artificial intelligence and iot-based technologies for sustainable farming and smart agriculture. IGI Global, 2019 (date of access: 25.03.2024).

# ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ (Презентація)

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

Кафедра Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Розробка системи підтримки клімату теплиць з використанням мови програмування Python»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра  
зі спеціальності 126 Інформаційні системи та технології  
освітньо-професійної програми Інформаційні системи та технології

Виконав: Гончаренко Є.А. , ІСД-42

Науковий керівник роботи:

Хоменчук В.О.

Київ - 2024

1

- **Актуальність теми:** покращення роботи систем в аграрній промисловості
- **Наукова новизна:** система підтримки клімату на віддалених точках
- **Об'єкт дослідження:** процес збору інформації та зберігання в аграрних IoT системах .
- **Предмет дослідження:** пристрій для збору інформації про теплицю для подальшої передачі даних на сервер.
- **Мета дослідження:** створити систему підтримки клімату, який буде збирати інформацію про Температуру та вологість повітря та ґрунту.
- **Завдання дослідження:**
  - 1.Збір інформації про IoT в аграрній промисловості
  - 2.Розробка коду та створення схем системи
  - 3.Розробка системи підтримки клімату теплиць

2

## Елементи системи



Мікроконтролер  
Esp8266 з  
вбудованим Wi-Fi-  
модулем



Soil moisture sensor  
Датчик вологості  
грунту



Датчик температура з  
захистом від  
вологи DS18B20



Датчик температури  
та вологості DHT11



Датчик  
освітленості TEMT6000

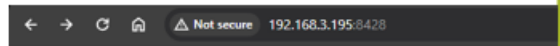
3

## Victoria metrics

Була використана на сервер для збереження отриманих повідомлень від MQTT-брокеру



VictoriaMetrics



### Single-node VictoriaMetrics

See docs at <https://docs.victoriametrics.com/>

Useful endpoints:

[ymui](#) - Web UI

[targets](#) - status for discovered active targets

[service-discovery](#) - labels before and after relabeling for discovered targets

[metric-relabel-debug](#) - debug metric relabeling

[expand-with-expres](#) - WITH expressions' tutorial

[api/v1/targets](#) - advanced information about discovered targets in JSON format

[config](#) - -promscrape.config contents

[metrics](#) - available service metrics

[flags](#) - command-line flags

[api/v1/status/tsdb](#) - tsdb status page

[api/v1/status/top\\_queries](#) - top queries

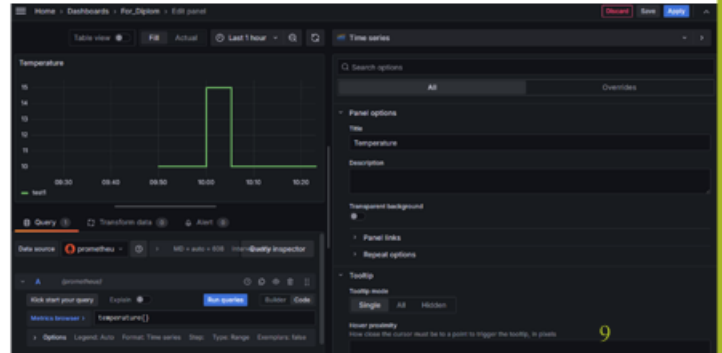
[api/v1/status/active\\_queries](#) - active queries

[-reload](#) - reload configuration

8

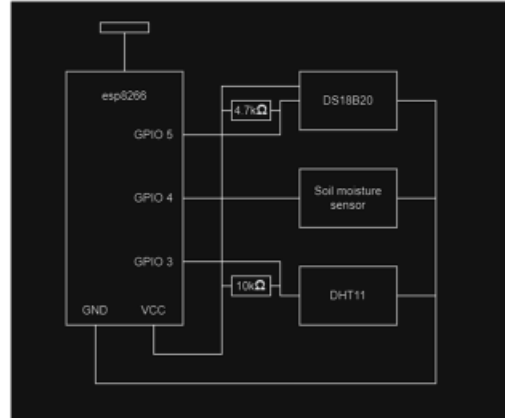
# Grafana

Була встановлена на сервер для виводу даних які зберігалися за допомогою Victoria metrics



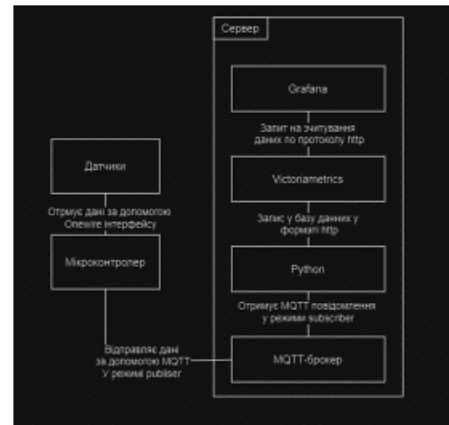
# Схема системи

На схемі вказані важливі елементи системи та їх підключення один до одного та інші елементи які потрібні для коректного функціонування інших датчиків



## Схема потоку даних

Ця схема показує як дані перетікають в системі, на ній ми бачимо що датчики генерують дані які отримує мікроконтролер, в подальшому він відправляє данні за допомогою MQTT на сервер де за допомогою Python



5

## Основні частини програми мікроконтролера

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include "OneWire.h"
#include "DallasTemperature.h"
```

Підключені бібліотеки

```
void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
}
```

Підключення до WiFi

```
float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
int itempC = int(trunc(tempC));
```

```
unsigned long now = millis();
if (now - lastMsg > 2000) {
  lastMsg = now;
  ++value;
  snprintf(msg, MSG_BUFFER_SIZE, "%ld", itempC);
  Serial.print("Publish message: ");
  Serial.println(msg);
  client.publish("temperature", msg);
}
```

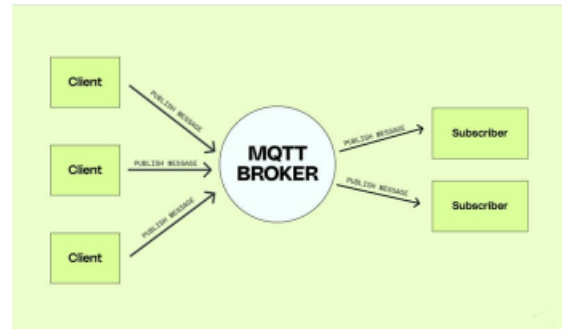
Відправка даних про температуру з DS18B20 по mqtt

5



# MQTT

Завдяки використанню MQTT можливо відправляти повідомлення з мікроконтролеру у режимі pub до серверу у режимі sub



6

## Код Python для збереження даних у VictoriMetrics

Підключення бібліотек

```
import paho.mqtt.subscribe as subscribe
import requests
import time
```

Зворотнє підключення і функція з нього

```
dburl = "http://localhost:8428"

subscribe.call_back(on_message_print, "#", hostname="localhost")

def message_print(client, userdata, message):
    ts = int(time.time()*1000)
    print("%s %s" % (message.topic, message.payload))
```

Отримання даних про температуру з топіку та їх запис у VictoriMetrics з

```
if "temperature" in message.topic:
    jsonl = '{"metric": {"__name__": "temperature", "dev_name": "test1",
    "dev_type": "ds18b20"}, "values": ["+message.payload.decode('utf-8')+"],
    "timestamps": ["+str(ts)+"]}\n'
    response = requests.post(dburl + "/api/v1/import", data = jsonl)
    print(message.payload.decode('utf-8'))
```

```
{
  "metric": {
    "__name__": "temperature",
    "dev_name": "test1",
    "dev_type": "ds18b20"
  },
  "values": [
    [
      20
    ]
  ],
  "timestamps": [
    [
      1234567
    ]
  ]
}
```

Вигляд Jsonl який ми зберігаємо

7

## Висновки

Інтернет речей (IoT) вже активно використовується в аграрній індустрії, але все ще є можливості для вдосконалення. У ході дослідження було розглянуто різні IoT-системи та їхнє застосування в сільському господарстві. На основі цього було спроектовано систему контролю клімату теплиць. Система включає датчики ds18b20, dht11, датчик вологості ґрунту, і модуль esp8266. Вона збирає дані про стан середовища та передає їх на сервер через MQTT-протокол. На сервері дані зберігаються у Victorimetrics і візуалізуються за допомогою Grafana. Основна проблема системи — безпека даних, яку можна покращити шляхом удосконалення методів передачі або підвищення надійності існуючих.

10

## Апробація результатів

Попередні результати роботи були апробовані на конференціях:

- V Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та перспективи IoT», яка проходила 18 квітня 2024 року. Тези на тему «Застосування іот для слідкуванням за якістю ґрунту » було опубліковано у збірнику, присвяченому цій конференції.
- I Всеукраїнська науково-технічна конференція "Технологічні горизонти: дослідження та застосування інформаційних технологій для технологічного прогресу України і світу" яка проходила 28 листопада 2023 року. Тези на тему «Застосування IoT для контролю дорожнього руху » було опубліковано у збірнику, присвяченому цій конференції.

11