

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА УПРАВЛІННЯ
КАФЕДРА КІТС



«МІКРОСЕРВІСНА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СЕНСОРНИХ ДАНИХ»

Виконав
Демченко Д.Е.

Керівник професор кафедри КІТС
Аксак Н.Г.



Харків, 2025

Мета та завдання



Метою даної бакалаврської роботи є розробка мікросервісної системи адаптивного керування мікрокліматом, яка буде здатна:

- збирати та аналізувати дані з датчиків температури, вологості, CO₂ та освітленості;
приймати автоматизовані рішення щодо регулювання відповідних параметрів середовища

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести аналіз предметної області, сучасних підходів до управління мікрокліматом, IoT-технологій і мікросервісної архітектури.
 2. Визначити архітектуру системи та функціональні модулі (сервіси збору даних, обробки, керування та взаємодії з виконавчими пристроями).
 3. Реалізувати набір мікросервісів для збору сенсорних даних, збереження інформації, обчислення контрольних дій та взаємодії з пристроями керування.
 4. Реалізувати RESTful API для взаємодії з клієнтськими додатками.
 5. Застосувати базові методи аналізу даних для оцінки поточного стану середовища та формування рішень.
- Провести тестування системи у симуляційному або реальному середовищі та оцінити ефективність прийнятих рішень

Сіті-фермерство



Вирощування мікрозелені в закритому приміщенні



Мікрозелень фенхеля, шпбулі та соняшника



Квітка пеларгонії як барвистий гарнір 3

Архітектура системи адаптивного керування мікрокліматом



Sensors — відповідає за збирання первинних даних про температуру, вологість, CO₂ та освітленість.

Sensor Ingestion — приймає потоки даних від сенсорів і переспрямовує їх до інших сервісів.

Storage — зберігає дані, що надходять, у базі даних (у тому числі для ретроспективного аналізу).

Analytics — обробляє показники, виявляє відхилення, виконує аналіз та формує рішення.

Actuator Control — керує виконавчими пристроями на основі рішень аналітики.

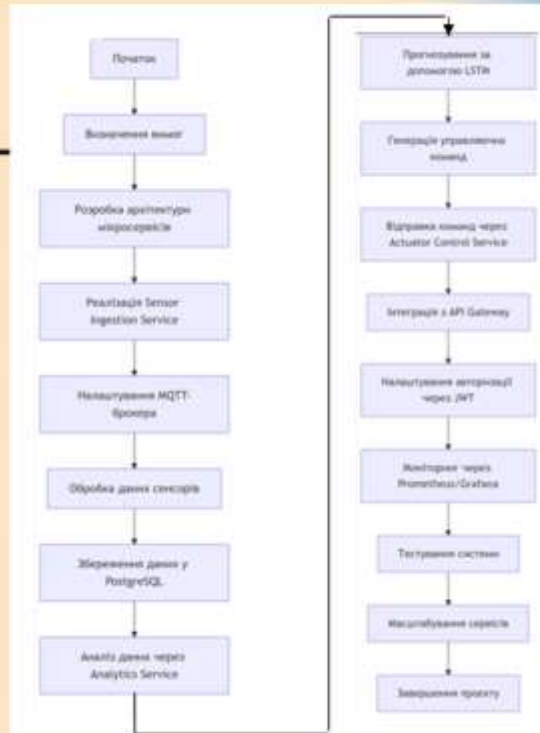
API Gateway — забезпечує централізований доступ до функціоналу системи ззовні.

Monitoring — здійснює спостереження за станом системи і її компонентів.

Схема процесу проєктування



Структурна діаграма проєктування мікросервісної системи адаптивного керування мікрокліматом



5

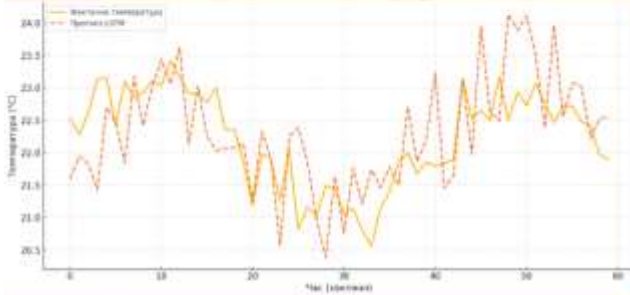
Схема аналітичного конвеєра



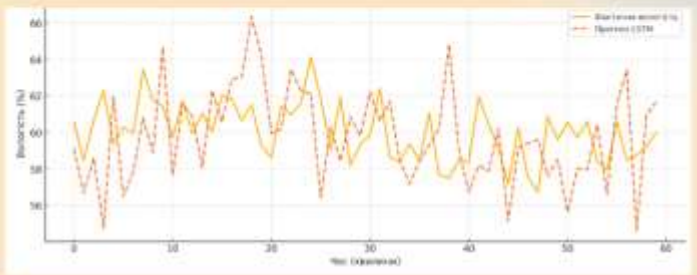
1. Вхідні дані датчиків — надходять у вигляді потоків від сенсорів температури, вологості, CO₂ тощо.
2. Попередня обробка — включає фільтрацію шумів, згладжування та інтерполяцію для забезпечення цілісності й коректності даних.
3. Обчислення показників — визначаються статистичні характеристики: середнє, дисперсія, тренди.
4. Виявлення аномалій — відбувається через порогову логіку або класифікатори, які сигналізують про відхилення.
5. LSTM-прогнозування — модель на основі рекурентної нейронної мережі передбачає майбутній стан середовища (наприклад, температуру через 30 хв).
6. Генерація рекомендацій — на основі аналізу й прогнозу формуються дії щодо систем опалення, вентиляції, освітлення.
7. Команди — результати аналітики перетворюються в керувальні сигнали для виконавчих пристроїв.

6

Результати моделювання



Порівняння між фактичною температурою та прогнозом LSTM-моделі на 60 хвилин уперед



Порівняння між фактичними та прогнозованими значеннями вологості (%) на 60 хвилин уперед

7

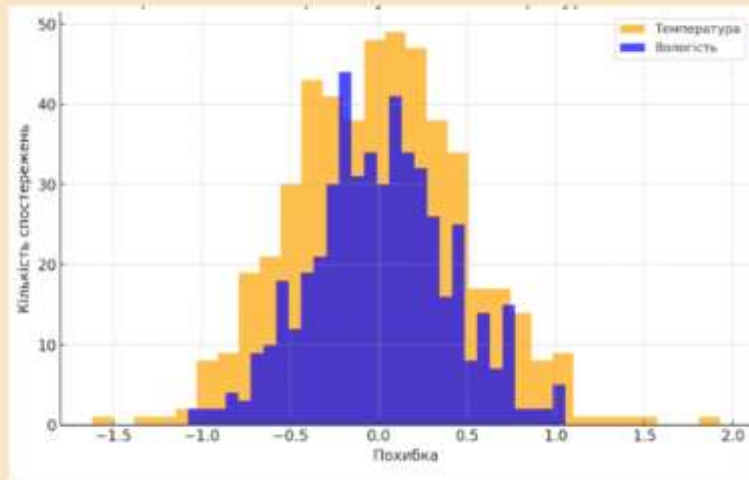
Результати моделювання

Метрики точності прогнозування для температури та вологості на 60 хвилин уперед за допомогою LSTM-моделі

	MAE	MSE	R ² Score
Температура	0.2077	0.0787	0.9019
Вологість	0.5588	0.5190	0.9448

8

Результати моделювання



Гістограма розподілу помилок прогнозування для температури та вологості

Висновок

У ході виконання кваліфікаційної роботи:

- зроблено аналіз предметної області;
- проаналізовано існуючі рішення;
- реалізовано мікросервісну систему адаптивного керування мікрокліматом, яка здатна автоматично регулювати параметри середовища (температуру, вологість) на основі даних, отриманих від IoT-сенсорів;
- розроблено аналітичний сервіс, який реалізує прогнозування параметрів мікроклімату за допомогою рекурентної нейромережі типу LSTM;
- проаналізовано результати експериментальних досліджень.

