

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет обліку та фінансів
Кафедра комп'ютерних технологій
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Палій Владислав Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти)

УДК 004.9:634

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Система збору та аналізу даних для ІОТ платформ

(тема роботи)

122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Гіваргізов Інвія Геннадійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
Старший викладач к.е.н
(науковий ступінь, вчене звання)

Висновок кафедри _____
за результатами попереднього захисту: _____

Протокол засідання кафедри _____
№ ___ від «_____» _____ 20___ р.

Завідувач кафедри _____

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)
«_____» _____ 20___ р.

Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти _____ захистив (ла)
(прізвище, ім'я, по батькові)

кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою _____

за шкалою ECTS _____

за національною шкалою _____

Секретар ЕК

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Палій В.В. Система збору та аналізу даних для ІОТ платформ. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Ця кваліфікаційна робота присвячена розробленню системи збору та аналізу даних для ІоТ платформи з метою оптимізації управління вегетацією рослин в теплицях. Основна мета роботи – створити інтерактивний інструмент, який дозволяє збирати та аналізувати дані про температуру, вологість повітря, тип ґрунту та кислотність для автоматизованого прийняття рішень.

Розроблена система сприятиме покращенню управління вегетацією рослин шляхом забезпечення надійного збору та аналізу важливих параметрів середовища у реальному часі. Вона надає ефективний механізм для моніторингу та контролю умов в теплицях, що дозволяє підтримувати оптимальні умови для росту рослин. Система також допоможе мінімізувати вплив людського фактора та знизити витрати ресурсів завдяки автоматизації процесів і точному контролю параметрів середовища.

Впровадження цієї системи забезпечить аграріям можливість оперативно реагувати на зміни умов у теплицях, своєчасно виявляти та усувати проблеми, такі як захворювання рослин або несправності обладнання, що сприятиме підвищенню врожайності та якості продукції.

Ключові слова: система збору даних, ІоТ платформа, управління вегетацією, теплиці, автоматизація, моніторинг, аналіз даних.

SUMMARY

Palii V.V. Data collection and analysis system for IOT platforms. -
Qualification work on manuscript rights

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 122 -
computer science. – Polis National University, Zhytomyr, 2024.

This qualification work is devoted to the development of a data collection and analysis system for the IoT platform in order to optimize the management of plant vegetation in greenhouses. The main goal of the work is to create an interactive tool that allows you to collect and analyze data on temperature, air humidity, soil type and acidity for automated decision-making.

The developed system will contribute to the improvement of plant vegetation management by providing reliable collection and analysis of important environmental parameters in real time. It provides an effective mechanism for monitoring and controlling conditions in greenhouses, which allows maintaining optimal conditions for plant growth. The system will also help minimize the impact of the human factor and reduce resource costs thanks to process automation and precise control of environmental parameters.

The implementation of this system will provide farmers with the opportunity to quickly respond to changes in conditions in greenhouses, timely identify and eliminate problems, such as plant diseases or equipment malfunctions, which will contribute to increasing the yield and quality of products.

Keywords: data collection system, IoT platform, vegetation management, greenhouses, automation, monitoring, data analysis.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ІОТ ПЛАТФОРМ СИСТЕМИ ВЕГЕТАЦІЇ РОСЛИН	9
1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення системи вегетації рослин....	9
1.2 Аналіз переваг і недоліків існуючих систем збору та аналізу даних для ІОТ платформ в теплицях.....	10
Висновки до першого розділу.....	13
Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ІОТ ПЛАТФОРМИ ПРОЦЕСУ ВЕГЕТАЦІЇ РОСЛИН В ТЕПЛИЦЯХ.....	14
2.1 Моделювання інформаційної системи збору та аналізу даних вегетації рослин в теплицях	14
2.2 Проектування структури бази даних системи вегетації рослин	21
2.3 Математична модель нечіткої логіки.....	22
Висновки до другого розділу	25
Розділ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ІОТ ПЛАТФОРМИ	26
3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи	26
3.2 Інструкція користувачу інформаційної системи	30
Висновок до третього розділу.....	32
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	33
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34
ДОДАТКИ.....	Error! Bookmark not defined.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІОТ – Інтернет речей

ІР – Інтернет-протокол

UML - Unified Modeling Language

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol

БД - База даних

ОС - Операційна система

ВСТУП

Теплиці відіграють важливу роль у сучасному сільському господарстві, забезпечуючи можливість вирощування рослин протягом усього року незалежно від погодних умов. Для успішного вирощування в теплицях необхідно постійно контролювати різні параметри, такі як температура, вологість, освітлення, стан ґрунту та вміст добрив.

Сучасні технології дозволяють автоматизувати процес моніторингу росту рослин у теплицях, надаючи фермерам можливість отримувати інформацію про стан культур у режимі реального часу. Це допомагає приймати більш обґрунтовані рішення щодо управління теплицями, що, у свою чергу, може підвищити ефективність і продуктивність.

Однією з ключових складових системи моніторингу процесу вегетації рослин у теплицях є система збору та аналізу даних. Ця система відповідає за збір даних з датчиків, що вимірюють стан рослин і навколишнього середовища, а також за їх аналіз.

Метою курсової роботи є розробка системи збору та аналізу даних для IoT платформ функції моніторингу вегетації рослин у теплицях, яка буде вирішувати нище зазначені проблеми.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести аналіз існуючих систем збору та аналізу даних для IoT платформ функції моніторингу вегетації рослин у теплицях.
2. Розробити архітектуру системи збору та аналізу даних, яка буде на основі моделі нечіткої логіки рекомендувати оптимальні параметри для росту рослин.
3. Реалізувати систему збору та аналізу даних для IoT платформ на базі моделі нечіткої логіки.

Об'єктом дослідження є сукупність методів, моделей, інформаційних технологій аналізу даних для вегетації рослин в теплицях з використанням IoT платформ.

Предметом дослідження є процеси збору та аналізу даних для IoT платформ.

Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ІОТ ПЛАТФОРМ СИСТЕМИ ВЕГЕТАЦІЇ РОСЛИН

1.1 Аналіз інформаційних потреб і визначення системи вегетації рослин

Традиційні методи управління теплицями мають низку значних недоліків, які впливають на ефективність та продуктивність сільськогосподарського виробництва. Ці недоліки пов'язані з трудомісткістю, високим ризиком помилок людського фактора, нестабільністю параметрів мікроклімату, відсутністю оперативного моніторингу та реагування, неоптимальним використанням ресурсів і браком даних для прийняття обґрунтованих рішень[1]. Одним із основних недоліків традиційних методів є ручне управління параметрами мікроклімату. Це часто призводить до трудомісткості та помилок людського фактора. Ручне управління параметрами, такими як температура, вологість та освітлення, потребує постійної уваги та коригування, що є виснажливим і схильним до помилок. Помилки можуть призводити до нестабільності параметрів, що негативно впливає на врожайність та якість продукції. Наприклад, незначне відхилення температури або вологості може спричинити стрес у рослин, знижуючи їх ріст та продуктивність[2].

Відсутність оперативного моніторингу та реагування є ще однією суттєвою проблемою. Зміни умов у теплиці, такі як раптові зміни температури або вологості, можуть відбутися швидко і вимагати негайного реагування. Традиційні методи, які покладаються на періодичні перевірки та ручні коригування, не завжди забезпечують необхідну швидкість реагування. Це може призвести до втрат врожаю або зниження його якості[3].

Невчасне виявлення та усунення проблем, таких як захворювання рослин або несправності обладнання, є ще однією вагомою проблемою традиційних методів. Без оперативного моніторингу захворювання рослин можуть поширюватися, знижуючи врожайність і якість продукції.

Несправності обладнання, такі як поливні системи або системи вентиляції, можуть призвести до серйозних проблем, якщо їх не виявити вчасно. [4]. Неоптимальне використання ресурсів є суттєвою проблемою, що виникає через відсутність точного контролю та автоматизації. Перевитрати води, електроенергії та добрив призводять до підвищених витрат і негативного впливу на навколишнє середовище. Наприклад, надмірний полив не лише витрачає воду, але й може спричинити затоплення рослин, що знижує їхню продуктивність. Аналогічно, перевитрата добрив не лише підвищує витрати, але й може призвести до забруднення ґрунтів і водних ресурсів.

Відсутність даних для прийняття обґрунтованих рішень також ускладнює оптимізацію процесів і підвищення продуктивності. Недостатність інформації про умови вирощування перешкоджає аналізу історичних даних і прогнозуванню майбутніх заходів. Без даних про мікроклімат, споживання ресурсів і продуктивність рослин важко виявити закономірності і зробити необхідні коригування для підвищення ефективності[5].

1.2 Аналіз переваг і недоліків існуючих систем збору та аналізу даних для ІОТ платформ в теплицях

Аналізуючи існуючі системи збору та аналізу даних для вегетації рослин в теплицях, можна виділити кілька популярних рішень, що вже використовуються на ринку[6]. Ці системи мають як технічні переваги, так і недоліки, які впливають на їх ефективність та прийнятність для користувачів. Основними системами, які заслуговують на увагу, є FarmOS, OpenAg та HortiMaX.

Однією з систем є FarmOS це відкрита система для управління сільськогосподарськими даними[7]. Вона дозволяє фермерам відстежувати та керувати всіма аспектами своєї діяльності за допомогою модульної структури, що включає управління мікрокліматом у теплицях. Технічними перевагами FarmOS є відкрита архітектура, що дозволяє інтегрувати різні сенсори та

пристрої, гнучкість у налаштуванні та кастомізації системи під специфічні потреби користувача, а також можливість масштабування системи від невеликих до великих господарств[8]. Однак, FarmOS має і недоліки. Відсутність підтримки в режимі реального часу обмежує можливість оперативного реагування на зміни умов у теплиці, що є критичним для підтримання стабільного мікроклімату[9]. Крім того, система може бути складною для користувачів без технічного досвіду, що обмежує її прийнятність. Відсутність вбудованих аналітичних інструментів для прогнозування та оптимізації процесів також є значним недоліком.

Ще однією системою є OpenAg це платформа, розроблена для досліджень та розвитку сільськогосподарських технологій з використанням IoT[10]. Вона забезпечує збирання та аналіз даних для управління мікрокліматом у теплицях. Перевагами OpenAg є підтримка широкого спектру сенсорів та пристроїв, можливість віддаленого моніторингу та управління через інтернет, а також відкрита архітектура, що дозволяє адаптувати систему під різні потреби користувачів[11]. Також, OpenAg має свої недоліки. Відсутність інтеграції з комерційними рішеннями може обмежити можливості використання системи в комерційних теплицях. Недостатня автоматизація процесів управління мікрокліматом також є проблемою, оскільки система не забезпечує повної автоматизації, що потребує додаткового втручання людини. Складність у налаштуванні та обслуговуванні системи без спеціальних знань є ще одним недоліком[12].

HortiMaX - це комерційна система управління теплицями, яка надає рішення для контролю мікроклімату, зрошення та добрив[13]. Технічні переваги HortiMaX включають високий рівень автоматизації управління мікрокліматом, інтеграцію з широким спектром сенсорів та систем, підтримку в режимі реального часу, а також можливість інтеграції з іншими системами управління теплицями. Ці переваги забезпечують точний моніторинг та контроль, оперативне реагування на зміни умов у теплиці, що є критично важливим для підтримання стабільного мікроклімату, та можливість

створення комплексних рішень для управління всіма аспектами роботи теплиці. HortiMaX має і свої недоліки. Обмежена можливість кастомізації системи під специфічні потреби користувачів також є недоліком, оскільки система може не повністю відповідати вимогам конкретних господарств. Крім того, складність інтеграції з іншими IoT-платформами обмежує можливості використання системи в поєднанні з іншими технологічними рішеннями[14].

Висновки до першого розділу

Проаналізувавши існуючі системи збору та аналізу даних для вегетації рослин у теплицях, можна зауважити, що виникають значні проблеми, такі як недостатня гнучкість у налаштуванні параметрів мікроклімату, обмеженість у можливостях інтеграції та аналізу даних з різних джерел, складність в управлінні окремими процесами та недостатня точність прогнозування оптимальних умов для вирощування рослин. Основними недоліками сучасних платформ є їхня зосередженість на загальних параметрах, що не завжди відповідають специфічним потребам різних видів рослин та індивідуальним умовам теплиць. Для вирішення цих проблем потрібно розробити систему, яка використовує нечітку логіку для більш точного аналізу та оптимізації параметрів мікроклімату, що забезпечить користувачам можливість ефективного управління процесами вирощування рослин та підвищить загальну продуктивність тепличного господарства.

Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ІОТ ПЛАТФОРМИ ПРОЦЕСУ ВЕГЕТАЦІЇ РОСЛИН В ТЕПЛИЦЯХ.

2.1 Моделювання інформаційної системи збору та аналізу даних вегетації рослин в теплицях

Метою створення інформаційної системи є підвищення ефективності виробництва рослинної продукції в теплицях. Це буде досягнуто шляхом зменшення витрат часу та людських ресурсів на збір і аналіз даних про вегетацію рослин, покращення якості даних для управління тепличним виробництвом, а також забезпечення швидкого реагування на зміни стану рослин і прийняття ефективних управлінських рішень[15]. На основі аналізу інформації та потреб користувачів було вирішено розробити веб-застосунок для збору та аналізу даних про вегетацію рослин у теплицях. Застосунок буде заснований на принципах автоматизації, моніторингу, аналізу та звітності, з інтуїтивно зрозумілим і зручним інтерфейсом користувача[16]. Для кращого розуміння роботи системи були створені UML-діаграми, що описують систему з різних точок зору і допомагають краще зрозуміти її структуру та взаємодії[17].

Для створення функції моніторингу процесу вегетації рослин було створено структуру функціональної моделі IDEF0[18]. Функціональна модель IDEF0 є нотацією для моделювання бізнес-процесів, що використовує блоки для представлення функцій системи і зв'язки для відображення потоків інформації та матеріалів між цими функціями. Контекстна діаграма представлена у вигляді прямокутника з чотирма сторонами, кожна з яких відповідає певним аспектам системи[19]. Призначення цих сторін такі:

- Ліва сторона визначає входи системи, тобто дані чи ресурси, які вводяться для обробки.
- Верхня сторона відображає входи по керуванню, які служать для управління системою, а не для змінення її стану.

- Права сторона показує виходи системи, тобто результати, які отримуються внаслідок обробки вхідних даних.
- Нижня сторона відповідає механізмам, які використовуються для здійснення функцій системи[20] (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – IDEF0-діаграма вегетації рослин

На контекстній діаграмі моніторингу вегетації рослин зображено вхідні та вихідні дані процесу. До вхідних даних відносяться характеристики рослин, метеопараметри та властивості ґрунту. До управління системою відносяться мета збору даних та методи аналізу даних. Механізми, що використовуються, включають науковців, архівні дані, прилади для вимірювання метеопараметрів. Вихідні дані включають в себе висновки щодо вирощування рослин, а також графіки та діаграми метеопараметрів.

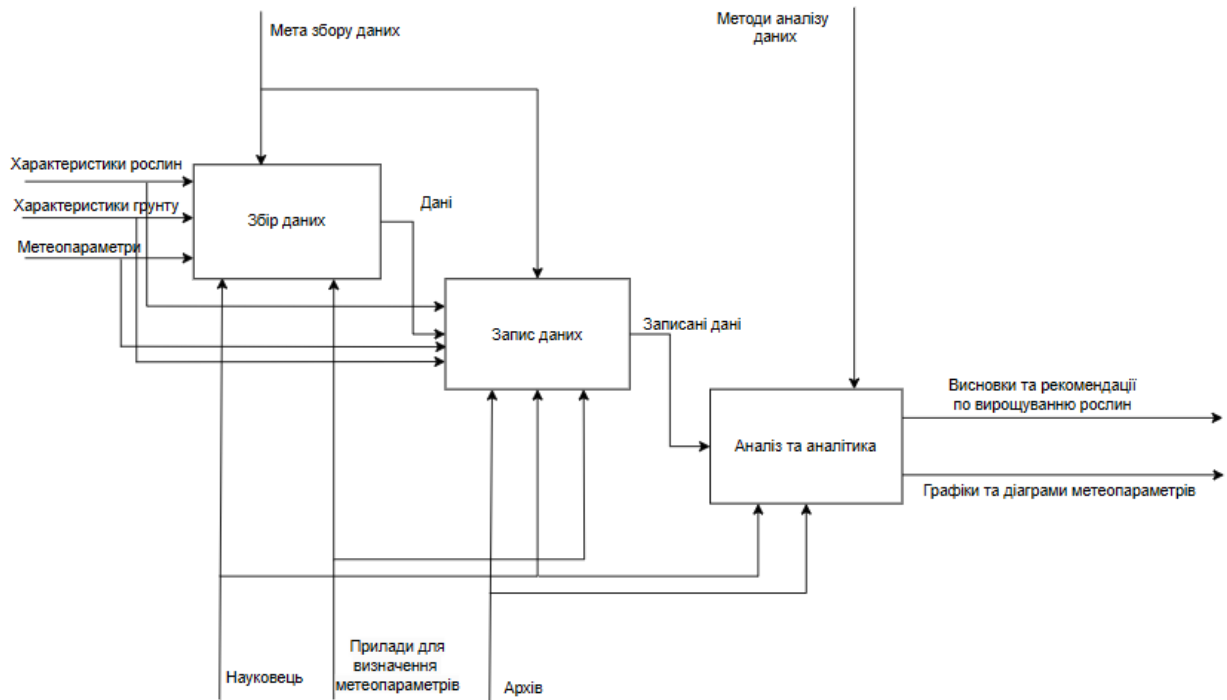


Рисунок 1.2 – IDEF0-модель функції моніторингу процесу вегетації рослин

Контекстна діаграма моніторингу вегетації рослин була розкладена на функціональну модель (рис. 1.2), яка детально описує процеси збору, зберігання і аналізу даних[21]. Модель складається з трьох основних функціональних блоків:

- Перший блок забезпечує збір даних про рослини, метеодані та властивості ґрунту. Інформація може збиратися шляхом ручних вимірювань або за допомогою автоматизованих систем[22].
- Другий блок відповідає за безпечне зберігання накопичених даних. Дані можуть бути записані на паперові носії або зберігатися в електронному вигляді в базі даних[23].
- Третій блок займається обробкою даних та виведенням висновків. Цей процес може включати статистичний аналіз даних для отримання корисної інформації щодо стану вегетації рослин[24].

Діаграма прецедентів – це схема, яка використовується для опису того, що система повинна робити для своїх користувачів[25]. На діаграмі прецедентів користувачі представлені як актори, а завдання, які система

повинна виконувати для користувачів, представлені як прецеденти. Асоціації між акторами та прецедентами показують, як користувачі взаємодіють з системою [26]. Приклад такої діаграми наведено нижче рис 2.1.

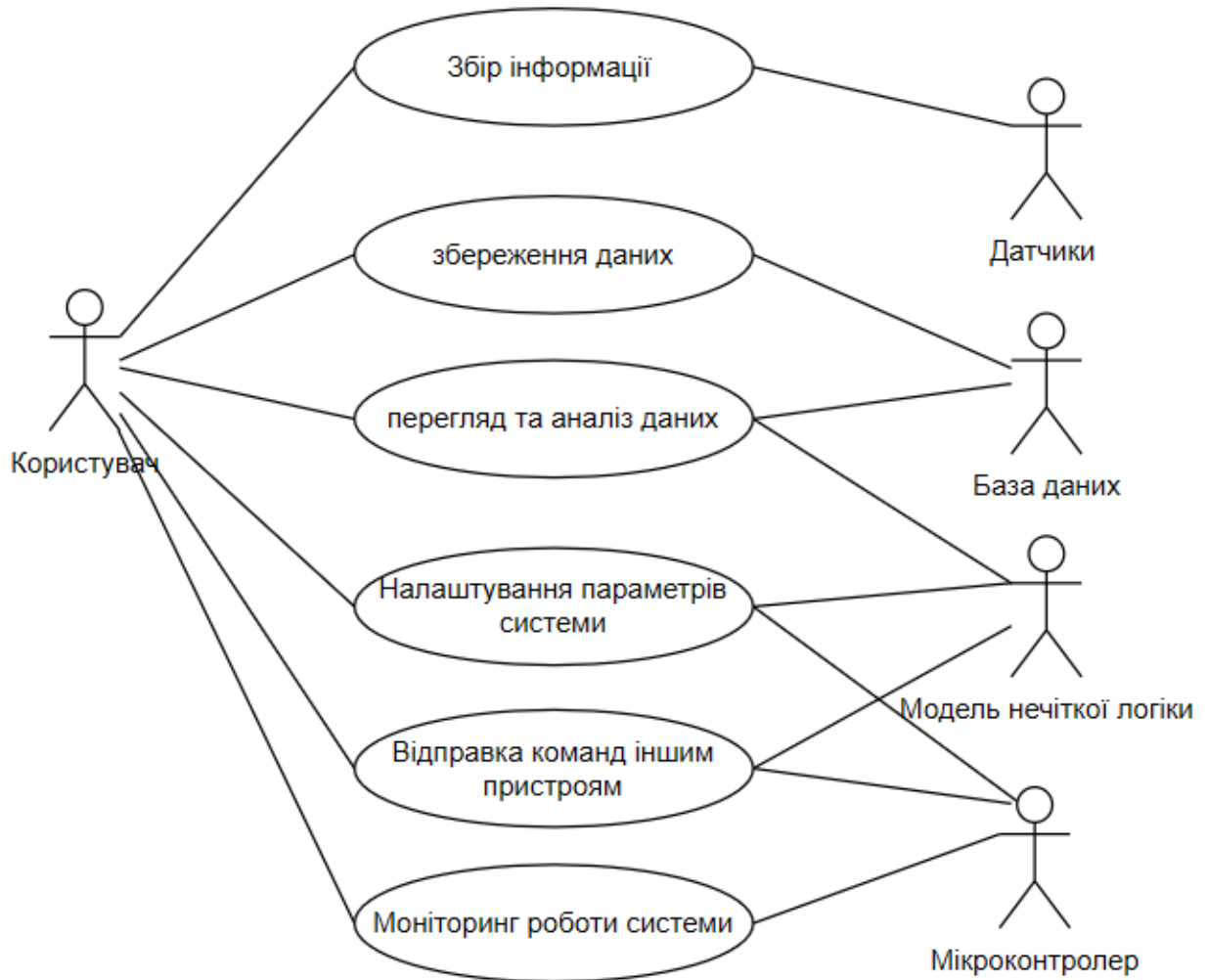


Рисунок 2.1 – UML-діаграма прецедентів

На цій діаграмі показано, як користувач взаємодіє із системою, деталізуючи кожен прецедент та його функціональність. Кожен прецедент представляє конкретну дію або операцію, яку користувач може виконати в системі. Діаграма демонструє, як користувач взаємодіє з різними частинами системи.

Діаграми станів використовуються для візуалізації можливих послідовностей станів і переходів, які описують поведінку модельованої

системи протягом її життєвого циклу[27]. Ці діаграми показують, як система реагує на події і які стани вона може приймати у відповідь на ці події. Вони забезпечують динамічний огляд переходів системи від одного стану до іншого, допомагаючи зрозуміти її функціональність і взаємодію з навколишнім середовищем. Діаграми станів зазвичай застосовуються для моделювання поведінки конкретних систем або підсистем, охоплюючи їхні можливі зміни станів і переходи між ними[28]. Нижче зображений приклад такої діаграми рис. 2.2.

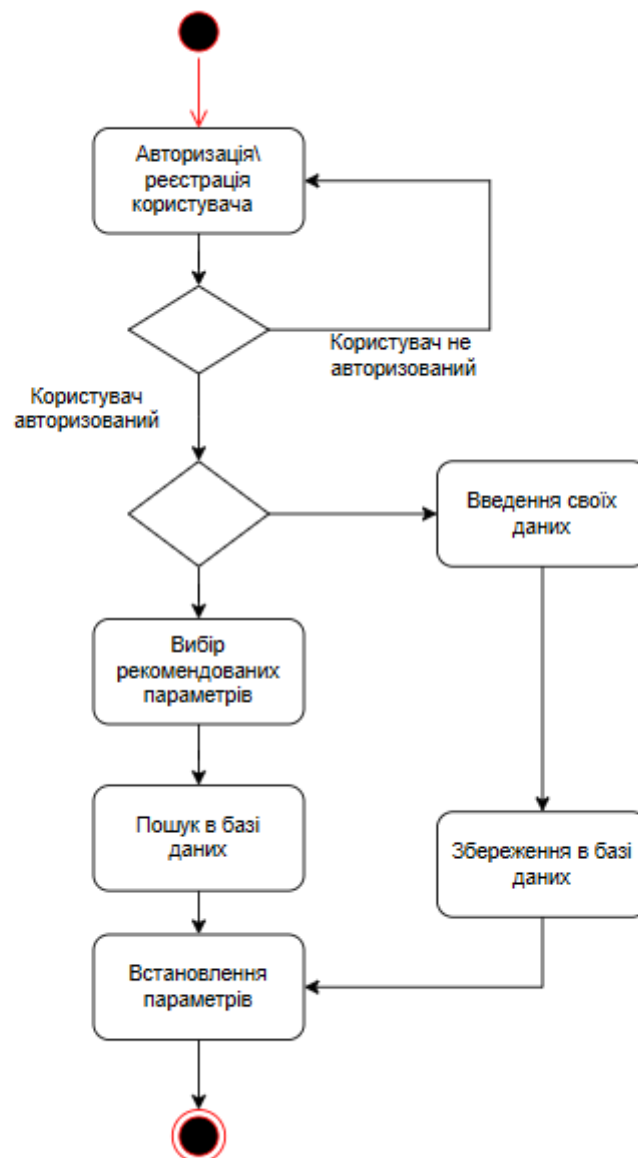


Рисунок 2.2 – UML-діаграма станів

Діаграма станів ілюструє, як система вегетації рослин у теплицях змінюється з часом. Вона описує послідовність станів, в яких система може перебувати, і переходи між цими станами. Це допомагає краще зрозуміти функціонування системи вегетації рослин у теплицях.

Діаграма послідовності використовується для відображення обміну повідомленнями між об'єктами[29]. Вона показує, які повідомлення передаються між об'єктами та в який момент часу. На діаграмі послідовності зображуються лише ті об'єкти, які безпосередньо взаємодіють між собою, демонструючи їхню взаємодію протягом часу[30] (рис 2.3).

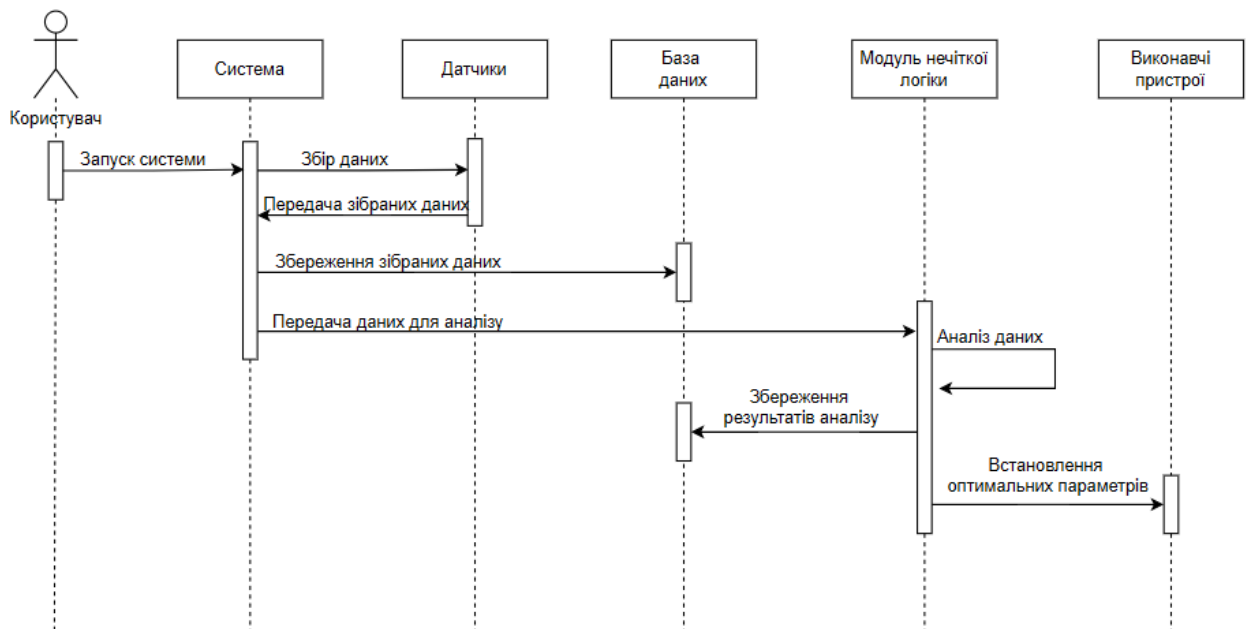


Рисунок 2.3 – UML-діаграма послідовностей

Діаграма послідовності демонструє спосіб взаємодії різних об'єктів у системі вегетації рослин для виконання певної операції або процесу. Вона уточнює, як ці об'єкти обмінюються інформацією між собою та в який момент часу це відбувається.

Діаграма активності є типом діаграми, що використовується для відображення поведінки об'єктів[31]. Вона дозволяє моделювати не лише стани об'єктів, але й бізнес-процеси, які ці об'єкти виконують. Цей тип

діаграми може застосовуватись для моделювання поведінки об'єктів будь-якої складності і для створення структурних схем[32] (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – UML діаграма активностей

Діаграма активності в контексті вегетації рослин у теплицях відображає послідовність дій і операцій, які виконуються для створення та підтримки оптимальних умов для зростання рослин.

2.2 Проектування структури бази даних системи вегетації рослин

Структура даних - це спосіб організації та зберігання інформації в комп'ютерній системі або базі даних[33]. Вона визначає, як дані будуть представлені і доступні для подальшої обробки і використання. Основні аспекти структури даних включають типи даних, які вони можуть зберігати, способи організації цих даних (наприклад, таблиці, списки, дерева, графи), а також методи доступу до них і правила їх використання для забезпечення ефективності та надійності системи [34].

База даних - це структурована колекція інформації, яка об'єднується за спільним критерієм[35]. Дані можуть бути організовані за різними принципами, такими як алфавітний порядок, хронологічний порядок або за іншими параметрами. Об'єднання даних у базу дозволяє їх використання для різних цілей[36]. Наприклад, база даних системи збору та аналізу даних для IoT платформи вегетації рослин в теплицях може включати інформацію про параметри росту рослин, такі як температура, вологість, освітлення, а також дані про використання ресурсів, таких як вода та добрива. Основна перевага баз даних - швидкий доступ до даних, завдяки спеціальним алгоритмам, які дозволяють швидко знаходити необхідну інформацію. Крім того, дані в базі даних можуть бути взаємозалежними, що дозволяє автоматично оновлювати весь набір даних при зміні в одному рядку. Така взаємодія робить роботу з базами даних більш простою і ефективною[37] (Рис.2.6).

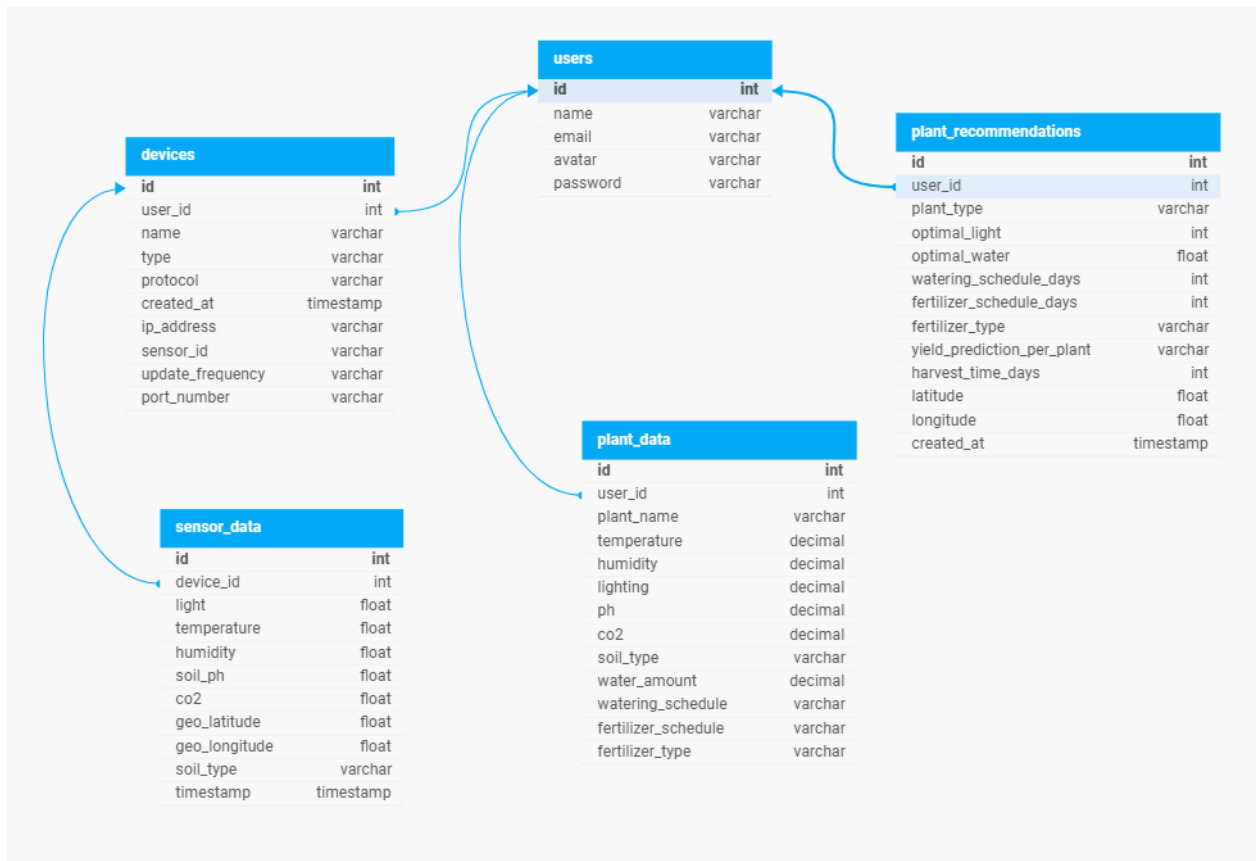


Рисунок 2.6 – Структура бази даних

2.3 Математична модель нечіткої логіки

Нечітка логіка - це розширення традиційної булевої логіки, яке дозволяє враховувати ступінь істинності або хибності в термінах лінгвістичних змінних. Вона оперує нечіткими множинами, де значення можуть виражати різні ступені належності до певних категорій. Наприклад, вмістити "дуже високий", "частково високий", "невеликий" і т. д. Основна ідея полягає в тому, щоб мати можливість моделювати нечіткі або неоднозначні поняття, які зустрічаються в реальному світі, такі як "високий", "низький" або "близький"[18].

Побудова моделі нечіткої логіки для системи збору та аналізу даних для вегетації рослин в теплиці з використанням ІОТ платформ.

Кроки побудови моделі:

1. Визначення вхідних змінних:

- Температура (temperature): вимірюється в градусах Цельсія.

Низька (Low): Трикутна функція належності

- Починається з 1 при температурі 0°C і зменшується до 0 при 15°C.

- Формула: $\mu_{\text{Low}}(x) = \max\left(0, \frac{15-x}{15-0}\right)$ де x - температура.

Середня (Medium): Трикутна функція належності

- Досягає максимального значення 1 при температурі 15°C і зменшується до 0 при 0°C і 30°C.

$$\mu_{\text{Medium}}(x) = \begin{cases} \frac{x-0}{15-0}, & \text{якщо } 0 \leq x \leq 15 \\ \frac{30-x}{30-15}, & \text{якщо } 15 < x \leq 30 \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}$$

- Формула:

Висока (High): Трикутна функція належності

- Починається з 1 при температурі 30°C і зменшується до 0 при 15°C.

- Формула: $\mu_{\text{High}}(x) = \max\left(0, \frac{x-15}{30-15}\right)$ де x - температура.

- Вологість повітря (humidity): вимірюється у відсотках.
- Тип ґрунту (soil_type): якісна змінна, наприклад, піщаний, суглинковий, глинистий.
- Кислотність ґрунту (soil_ph): вимірюється у рН.

2. Визначення нечітких множин та функцій належності:

Температура (temperature):

- Низька (Low): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при температурі 0°C і зменшується до 0 при 15°C.
- Середня (Medium): Трикутна функція належності, яка досягає максимального значення 1 при температурі 15°C і зменшується до 0 при 0°C і 30°C.

- Висока (High): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при температурі 30°C і зменшується до 0 при 15°C.

Вологість повітря (humidity):

- Низька (Low): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при вологості 0% і зменшується до 0 при 40%.
- Середня (Medium): Трикутна функція належності, яка досягає максимального значення 1 при вологості 50% і зменшується до 0 при 40% і 60%.
- Висока (High): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при вологості 100% і зменшується до 0 при 60%.

Тип ґрунту (soil_type):

- Піщаний (Sandy): Категорична змінна.
- Суглинковий (Loamy): Категорична змінна.
- Глинистий (Clayey): Категорична змінна.

Кислотність ґрунту (soil_ph):

- Кислий (Acidic): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при рН 4 і зменшується до 0 при рН 6.
- Нейтральний (Neutral): Трикутна функція належності, яка досягає максимального значення 1 при рН 7 і зменшується до 0 при рН 6 і 8.
- Лужний (Alkaline): Трикутна функція належності, яка має значення 1 при рН 9 і зменшується до 0 при рН 8.

3. Визначення вихідних змінних:

- Графік поливу (watering_schedule): Часові інтервали для поливу рослин.
- Кількість води (water_amount): Об'єм води для поливу.
- Розклад внесення добрив (fertilizer_schedule): Часові інтервали для внесення добрив.
- Тип добрив (fertilizer_type): Категорія добрив, яка підходить для даних умов.

4. Визначення правил нечіткої логіки:

Створення правил, які визначають, як вхідні змінні впливають на вихідні змінні. Наприклад:

- Якщо температура висока і вологість низька, то графік поливу частий і кількість води велика.
- Якщо кислотність ґрунту нейтральна і тип ґрунту суглинковий, то тип добрива органічний і розклад внесення добрив рідкий.

Висновки до другого розділу

У ході моделювання інформаційної системи збору та аналізу даних вегетації рослин в теплицях було створено ряд UML-діаграм, які описують систему з різних точок зору. Ці діаграми допомагають краще зрозуміти структуру та взаємодії системи.

На основі цих діаграм була розроблена структура бази даних, яка забезпечує зберігання та доступ до даних, що використовуються системою.

Структура бази даних забезпечує ефективне зберігання та доступ до даних, що використовуються системою[19]. Вона також дозволяє взаємопов'язувати дані з різних таблиць, що робить систему більш гнучкою та ефективною.

Розділ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ІОТ ПЛАТФОРМИ

3.1 Проектування інтерфейсу інформаційної системи

Інтерфейс користувача (UI) - це механізм взаємодії між користувачем і комп'ютерною програмою чи пристроєм, який включає в себе всі елементи, які користувач використовує для взаємодії з системою. Його головна мета - забезпечити зручність, ефективність та задоволення від використання програми чи пристрою. В UI використовуються візуальні та тактильні елементи, такі як кнопки, панелі інструментів, вікна, меню, які дозволяють користувачеві виконувати різноманітні завдання, змінювати налаштування та керувати програмними функціями[20].

На початковому етапі було створено простий інтерфейс для входу користувача, який не перенавантажений зайвою інформацією. Для авторизації необхідно ввести логін та пароль. Якщо користувач не має облікового запису, він може створити новий профіль. На зображенні нижче показано цей інтерфейс(рис.3.1).

The image displays two side-by-side form panels. The left panel is titled 'Вхід' (Login) and contains fields for 'Email' (with the value 'ivan@gmail.com') and 'Пароль' (Password, masked with '*****'). A blue button labeled 'Вхід' is at the bottom. The right panel is titled 'Реєстрація' (Registration) and contains fields for 'Логін' (Login, with the value 'Іван Пупкін'), 'Email' (with the value 'ivan@gmail.com'), 'Пароль' (Password, masked with '*****'), and 'Підтвердження пароля' (Confirm password, masked with '*****'). A checkbox labeled 'Я згоден з умовами користування' (I agree with the terms of use) is checked. A blue button labeled 'Продовжити' (Continue) is at the bottom.

Рисунок 3.1 – Авторизація та реєстрація користувача

Наступним етапом у розробці веб-застосунку є створення головного меню або головної сторінки. Оскільки головна сторінка є основним елементом веб-застосунку, вона повинна бути простою та зрозумілою для користувачів. У цьому проекті головна сторінка має мінімалістичний дизайн, що забезпечує зручність користування та коректну роботу веб-застосунку.

У верхній частині інтерфейсу розташована панель кнопок, які дозволяють користувачеві швидко переходити до вибраної операції. У лівому верхньому куті знаходиться кнопка для виходу з веб-сайту. У центрі головної сторінки відображаються поточні дані метеопараметрів у теплиці та графіки зміни цих даних. Приклад цього інтерфейсу наведений на рис. 3.2.

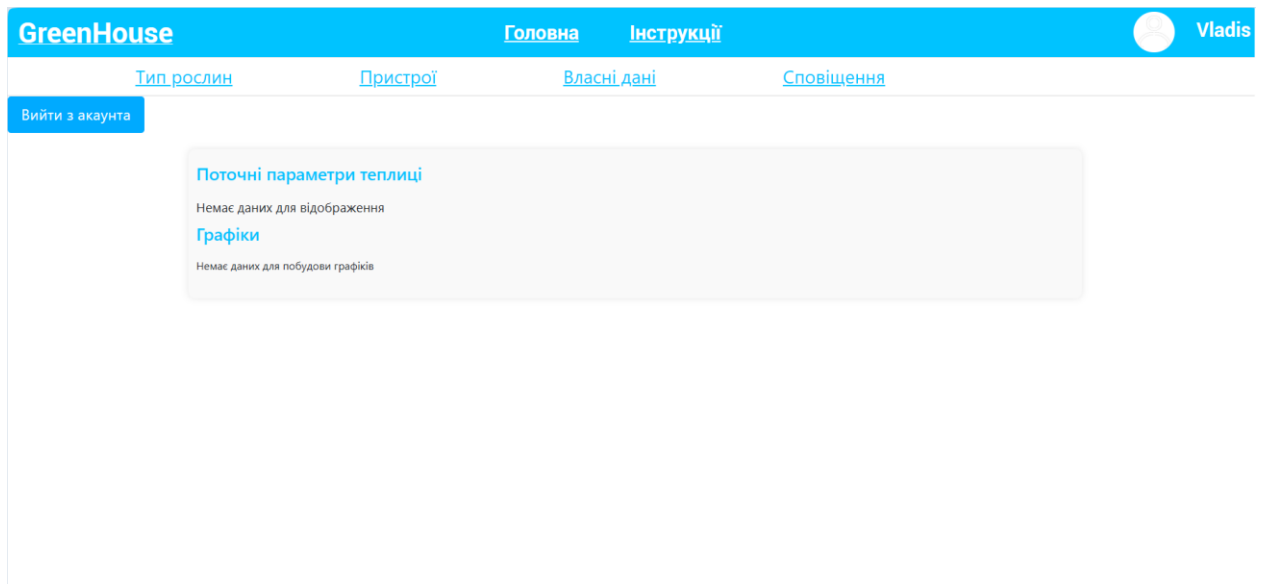


Рисунок 3.2 – Інтерфейс головної сторінки

При натисканні на кнопку «Інструкція» відкривається вікно з інформацією про програму, її призначення, функції та використання. У цьому вікні представлена наступна інформація: опис програми та інструкція з використання програми. При натисканні кнопки "Тип рослин" з'являється вкладка з вхідними даними на якій користувач може ввести свої дані або обрати рекомендовані Рис. 3.3.

GreenHouse Головна Інструкції Vladis

Тип рослин Пристрої Власні дані Сповіщення

Тип рослини:
Полунця

Навколишнє середовище:
Теплиця

Середня вологість:
85

Середня температура повітря:
23

Кислотність ґрунту:
6

Тип ґрунту:
Супіщани

Вміст CO2 (ppm):
400

Широта:
28.67337

Довгота:
28.673371

Отримати рекомендації Встановити дані

Рисунок 3.3 – Вхідні дані для рекомендаційного алгоритму

Після введення вхідних даних користувач отримує рекомендації на основі цих даних для оптимізації вирощування рослин (рис. 3.4).

GreenHouse Головна Інструкції Vladis

Тип рослин Пристрої Власні дані Сповіщення

Тип рослини:
Полунця

Навколишнє середовище:
Теплиця

Середня вологість:
85

Середня температура повітря:
23

Кислотність ґрунту:
6

Тип ґрунту:
Супіщани

Вміст CO2 (ppm):
400

Широта:
28.67337

Довгота:
28.673371

Отримати рекомендації Встановити дані

Рекомендації для Полунця
 Рекомендована кількість освітлення: 8000 люкс
 Рекомендована кількість води: 5 літрів на 1 полив
 Графік поливу: кожні 3 днів
 Розклад внесення добрив: кожні 10 днів
 Тип добрив: Калійне добриво
 Прогноз урожайності з куща: 1-2 кг

Рисунок 3.4 – Вихідні дані на основі моделі нечіткої логіки

При натисканні на клавішу “Пристрої” користувач може додавати нові пристрої або переглядати, які пристрої наразі підключені до системи Рис. 3.5.

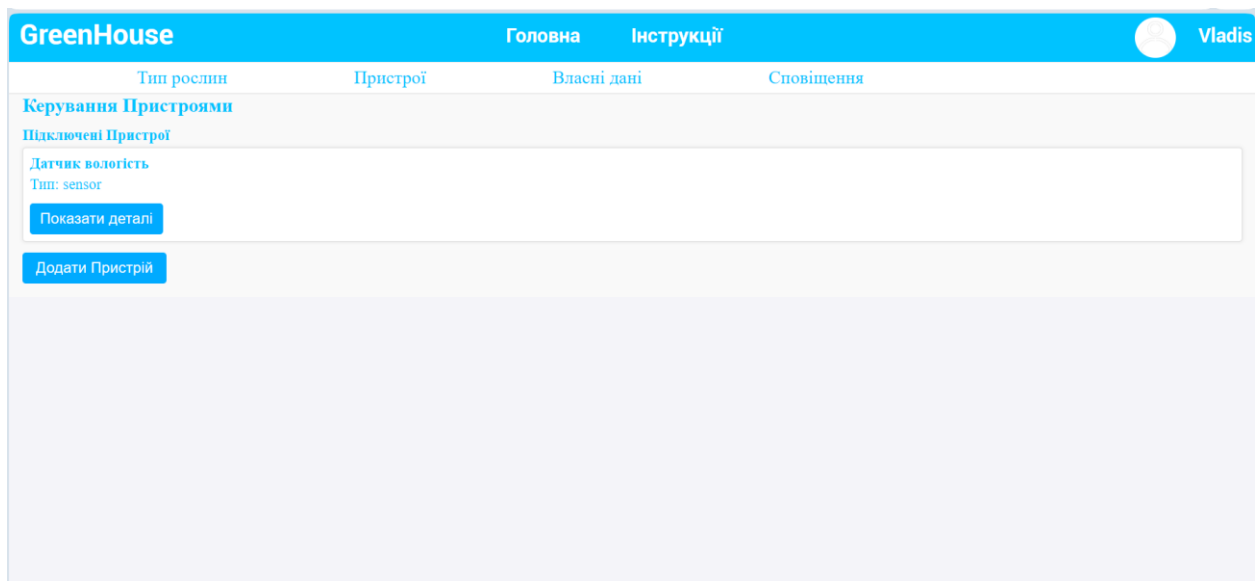


Рисунок 3.5 – Панель управління теплицею

Натискання клавіші “Показати деталі” дозволяє користувачеві бачити частоту збору даних датчиком, його ідентифікатор та IP-адресу. При виборі “Додати пристрій” користувач може додати два типи пристроїв: датчики, які збирають інформацію про навколишнє середовище, та актуатори, які на основі зібраних датчиками даних і встановлених параметрів мікроклімату регулюють навколишнє середовище для підтримки необхідних умов. Вигляд інтерфейса зображений на рис. 3.5.

Рисунок 3.6 – Додавання пристрою

При переході користувача на вкладку «Власні дані» користувач може налаштувати процес вегетації будь-якої рослини, може обрати будь-який графік поливу, будь-яку кількість добрив, налаштувати освітлення для рослини, відстежувати ріст та розвиток рослини за допомогою журналу спостережень, отримувати нагадування про необхідність поливу або внесення добрив, задавати оптимальні температурні режими та вологість повітря для кожного етапу розвитку рослини (рис.3.6).

Тип рослини	Пристрої	Власні дані	Сповіщення
Введення власних даних рослини			
Назва рослини:			
<input type="text"/>			
Температура (°C):			
<input type="text"/>			
Вологість повітря (%):			
<input type="text"/>			
Освітлення (лк):			
<input type="text"/>			
рН ґрунту:			
<input type="text"/>			
Вміст CO ₂ (ppm):			
<input type="text"/>			
Тип ґрунту:			
<input type="text" value="Піщаний"/>			
Кількість води на 1 полив для 1 куща (л):			
<input type="text"/>			
Графік поливу:			
<input type="text"/>			
Розклад внесення добрив:			
<input type="text"/>			
Тип добрив:			
<input type="text" value="Азотні"/>			
			<input type="button" value="Зберегти дані"/>

Рисунок 3.7 – Додавання пристрою

Клавіша «Сповіщення» надає користувачен інформацію про аномалії в системі, також нагадує користувачеві про внесення добрив, а також дозволяє користувачеві дивитися події які відбувалися.

3.2 Інструкція користувачу інформаційної системи

Для початку налаштування системи збору та аналізу даних необхідно увійти в систему, ввівши логін та пароль. Якщо користувач не має облікового запису, він може створити новий профіль. Після авторизації ви потрапляєте на головну сторінку веб-застосунку. Головна сторінка є основним елементом веб-застосунку, тому вона повинна бути простою та зрозумілою. У цьому проекті головна сторінка має дуже простий вигляд для забезпечення коректної роботи та комфортного використання. На верхній частині інтерфейсу розташована

панель кнопок, які дозволяють користувачеві швидко перейти до вибраної операції. У лівому верхньому куті розташована кнопка для виходу з веб-сайту. В центрі головної сторінки розташовані поточні дані метеопараметрів у теплиці та графіки зміни даних. При натисканні на кнопку «Інструкція» відкривається вікно з інформацією про програму, її призначення, функції та використання. У цьому вікні представлена наступна інформація: опис програми та інструкція з використання програми. При натисканні кнопки "Тип рослин" з'являється вкладка з вхідними даними, на якій користувач може ввести свої дані або обрати рекомендовані. Після обрання вхідних даних користувач отримує рекомендації на основі вихідних даних щодо оптимізації вирощування рослин. При натисканні на клавішу "Пристрої" користувач може додавати пристрої або переглядати, які пристрої зараз підключені до системи. При натисканні на клавішу "Показати деталі" користувач може побачити, як часто датчик збирає інформацію, його ідентифікатор та IP-адресу. При обранні "Додати пристрій" користувач може додати два види пристроїв: датчики, які збирають інформацію про навколишнє середовище, та актуатори, які на основі зібраних даних датчиками та встановлених параметрів мікроклімату підлаштовують навколишнє середовище під потрібні параметри мікроклімату. При переході користувача на вкладку "Власні дані" користувач може налаштувати процес вегетації будь-якої рослини, обрати будь-який графік поливу, будь-яку кількість добрив, налаштувати освітлення для рослини, відстежувати ріст та розвиток рослини за допомогою журналу спостережень, отримувати нагадування про необхідність поливу або внесення добрив, задавати оптимальні температурні режими та вологість повітря для кожного етапу розвитку рослини. Клавіша «Сповіщення» надає користувачеві інформацію про аномалії в системі, нагадує про внесення добрив, а також дозволяє користувачеві переглядати події, які відбувалися.

Висновок до третього розділу

Проектування інтерфейсу інформаційної системи збору та аналізу даних для Інтернету речей було виконано з урахуванням принципів зручності та інтуїтивної зрозумілості. Дизайн інтерфейсу простий і дозволяє користувачам без зусиль виконувати необхідні завдання. Всі елементи інтерфейсу легко впізнавані та зрозумілі. Інтерфейс також гнучкий, що дозволяє користувачам налаштовувати його відповідно до своїх уподобань. Інструкція користувача містить всю необхідну інформацію для налаштування та використання системи. Вона написана простою мовою, що забезпечує легкість у її розумінні.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Система збору та аналізу даних для IoT платформ вегетації рослин, демонструє успішну інтеграцію інноваційних технологій та глибоке розуміння потреб сучасних аграріїв. Використовуючи сучасні методи збору даних та зручний веб-інтерфейс, система може надавати персоналізовані та точні рекомендації, що підвищують ефективність управління вирощуванням рослин. На етапі розробки було особливо важливо забезпечити чітку структуру бази даних, логічну взаємодію з користувачем і високий рівень технічної реалізації. Система збирає та аналізує дані про температуру, вологість повітря, тип ґрунту та його кислотність, щоб створити оптимальні умови для росту рослин. Вона генерує графіки поливу, визначає необхідну кількість води, а також розклад та тип добрив. Для забезпечення захисту даних користувачів платформа слугує не лише інструментом для управління вегетацією рослин, а й надійним ресурсом для збереження та аналізу агрономічної інформації. Система стала важливим кроком у покращенні доступності сучасних технологій для аграріїв та спрощенні управління процесами вирощування рослин, що сприяє розвитку аграрного сектору та підвищенню врожайності в умовах цифрових технологій. У майбутньому очікується подальший розвиток системи, що дозволить об'єднати новітні технології та запропонувати користувачам ще більше вдосконалених можливостей для ефективного управління процесами вегетації рослин.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мікроклімат виробничих приміщень, вплив параметрів мікроклімату на організм людини : веб-сайт. URL: <http://surl.li/pymrei>
2. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів: веб-сайт. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01003qnw-c7a5.doc.html>
3. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З КУРСУ «СУЧАСНЕ ОВОЧІВНИЦТВО» : веб-сайт. URL: https://era-ukraine.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/Konspekt_lektsiy_SO_teor_kurs.pdf
4. Використовуйте добрива та пестициди безпечно! : веб-сайт. URL: <https://www.vingudpss.gov.ua/news/vykorystovuyte-dobryva-ta-pestycydy-bezpechno>
5. ОБҐРУНТУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКИХ РІШЕНЬ І ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ : веб-сайт. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/147035773.pdf>
6. Система моніторингу та контролю теплиць на основі Інтернету речей для розумного сільського господарства: веб-сайт. URL: <https://www.dusuniot.com/uk/case-study/iot-greenhouse-monitoring-and-control-system-for-smart-agriculture/>
7. Farmos: веб-сайт. URL: <https://farmos.org/>
8. Farmos: веб-сайт. URL: <https://v1.farmos.org/>
9. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційнотехнічними та технологічними комплексами» : веб-сайт. URL: <https://dSPACE.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4c927394-ae5d-4c7e-adc8-063d6a23a3c7/content>
10. Upl: веб-сайт. URL: <https://www.upl-ltd.com/ua/open-ag>
11. Еталонна архітектура Microsoft Azure IoT : веб-сайт. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/204963/mod_resource/content/1/201.pdf
12. «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційнотехнічними та технологічними комплексами» : веб-сайт. URL: http://kist.ntu.edu.ua/konferencii/09_konf_2017.pdf
13. Hortimat: веб-сайт. URL: <https://www.hortimat.com/en/brands/hortimax>
- 14.3.5. Автоматизація управління мікрокліматом у теплицях: веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/35508/>
15. Збірник лекцій з теми: «Технологія виробництва продукції рослинництва» : веб-сайт. URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/010041cd-4df4.docx.html>

16. Системи автоматизації бізнесу BAS : веб-сайт. URL: <https://erp-s.com/it-solutions/programs/1c-bas/>
17. Для чого потрібні UML діаграми? : веб-сайт. URL: <https://foxminded.ua/uml-diagramy/>
18. IDEF0. Знайомство з нотацією та приклад використання: веб-сайт. URL: <https://trinion.org/blog/idef0-znakomstvo-s-notaciey-i-primer-ispolzovaniya>
19. Лекція 6. Нотація IDEF0: веб-сайт. URL: <http://surl.li/njvera>
20. Функціональна модель системи 122-125ст: веб-сайт. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11320265.pdf>
21. Знайомство з контекстною діаграмою та чудовим програмним забезпеченням для легкого створення: веб-сайт. URL: <https://www.mindonmap.com/uk/blog/context-diagram/>
22. МЕТОДИ І ЗАСОБИ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТІВ : веб-сайт. URL: <https://uhmi.org.ua/rozr/agro/>
23. РІШЕННЯ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ : веб-сайт. URL: https://winncom.ua/solutions/data_systems/
24. Системи керування даними та технології підвищення ефективності операцій в рослинництві: веб-сайт. URL: <http://surl.li/tlrnrv>
25. Діаграми Прецедентів (Use Case UML Diagram) : веб-сайт. URL: <https://lvivqaclub.blogspot.com/2008/10/use-case-uml-diagram.html>
26. Інтерфейс користувача : веб-сайт. URL: <https://ube.nlu.org.ua/>
27. Діаграма станів : веб-сайт. URL: <http://surl.li/ybhxws>
28. Діаграма станів: веб-сайт. URL: www.wikidata.uk-ua.nina.az
29. Діаграма послідовності (Sequence Diagrams) : веб-сайт. URL: <https://www.maxzosim.com/sequence-diagrams/>
30. Проектування програмного забезпечення засобами UML: веб-сайт. URL: http://mmsa.kpi.ua/sites/default/files/disciplines/%D0%A0%D0%BE%80%D0%B0%D0%BC/didkovska_m_v_testing_lecture_4.pdf
31. Діаграма діяльності в UML : веб-сайт. URL: <https://www.guru99.com/uk/uml-activity-diagram.html>
32. Діаграма активності (Activity diagram): веб-сайт. URL: <http://um.co.ua/1/1-7/1-73653.html>
33. Про структури даних : веб-сайт. URL: <https://foxminded.ua/struktura-danyh-tse/>
34. Бази даних: проектування: веб-сайт. URL: https://stud.com.ua/77196/informatika/struktura_danih

35. Що таке база даних? : веб-сайт. URL: <https://apeps.kpi.ua/shco-take-basa-danykh>
36. Зв'язки в базах даних: що це і як вони працюють: веб-сайт. URL: <https://foxminded.ua/zviazok-u-bazi-danykh/>
37. Бази даних: проектування: веб-сайт. URL: https://stud.com.ua/77196/informatika/struktura_danih
38. Тема 5 Некласична математична логіка : веб-сайт. URL: https://elearning.sumdu.edu.ua/free_content/lectured:5de5178bb62ca7a97fe35cba8b92d1b337ee8101/latest/8080/index.html#p3.
39. Що таке база даних: веб-сайт. URL: <https://apeps.kpi.ua/shco-take-basa-danykh>
40. User interface це не просто прикраса продукту: веб-сайт. URL: <https://foxminded.ua/user-interface-tse/>