

Бондар Н. І.

Паламарчук Є. А.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР РОСЛИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній статті представлений опис прототипу системи, що виконує вирощування культур рослин в атоматизованому режимі. Сам процес вирощування відбувається за рахунок того, що система слідкує за такими параметрами як вологість ґрунту та рівень світла, яке потрапляє на рослини. Цей контроль виконується завдяки відповідним датчикам та сенсорам, якими обладнаний розроблений пристрій. Завдяки використанню цієї системи можна суттєво скоротити витрати води та електроенергії під час процесу вирощування.

Ключові слова:

автоматизація, Інтернет речей, фермерська система, контроль вологості, контроль освітлення.

Annotation

This article presents a description of the system prototype that performs the cultivation of plant crops in an automated mode. The growing process itself occurs due to the fact that the system monitors such parameters as soil moisture and the level of light that falls on the plants. This control is performed thanks to the appropriate sensors and sensors equipped with the developed device. Thanks to the use of this system, it is possible to significantly reduce the consumption of water and electricity during the cultivation process.

Keywords:

automation, Internet of Things, farm system, humidity control, lighting control.

Постановка задачі

Виходячи із сучасних запитів, що ставляться перед такою галуззю як агрономія, процес вирощування рослин повинен бути оптимізованим, по відношенню до тих ресурсів, які задіюються у ньому. А також має надавати більші можливості для контролю умов вирощування та супутніх до них чинників. Для того аби використовувувати менше ресурсів, таких як час, особливо з боку людини, яка керує цим процесом [1]. Завдяки впровадженню системи, що могла би в автоматичному режимі контролювати процес вирощування, можна досягти кращих результатів завдяки більш точному [2] :

1. **Контроль вологості ґрунту**, що сприятиме кращому розвитку рослини відповідно до її потреб.
2. **Оптимізація освітлення**, що дозволить більш гнучко контролювати час який рослина буде зайнята фотосинтезом, а коли буде відпочивати.

Завдяки жорсткому контролю цих параметрів, а також швидкому втручання та виправленню відхилень від заданої норми, можна буде отримати кращий врожай та побудувати більш енергоефективну ферму, що дозволить, використовуючи таку ж кількість ресурсів, як і до впровадження автоматизації, отримувати значно більший врожай. Який у свою чергу може бути набагато кращим за той, що вдавалося отримувати до цього [3].

Ці завдання виражають основні вимоги до культур рослин, що вирощуються у наші дні, а тому їх дотримання вкрай важливе для сільського господарства в сучасному світі.

Сучані технології в області агрономії

Нище наведений список основних видів технологій та їх коротким описом, що використовуються в сучасній агрономії [4]:

1. **Інтернет речей або ж IoT.** Це технологія, яка дозволяє підключати різні пристрої та об'єкти до Інтернету, щоб вони могли "спілкуватися" між собою та обмінюватися інформацією. Що у свою чергу при поєднанні з відслідковуванням стану спеціальних сенсорів дає необмежене поле для розробки автоматизованих систем.
2. **Сенсорні технології.** Це технологія, що в собі використовує сенсори різноманітніших типів та специфікацій, дані з яких за допомогою дротів або є бездротових мереж передаються на головний пульт рекування, оператор якого буде приймати рішення про подальші дії на основі отриманих даних.
3. **Великі дані або ж Big Data.** Це технологія, яка використовує набори даних, які були отриманні, наприклад від певного процесу, для того аби на їх основі спрогнозувати або є побудувати можель подальшого розвитку системи, з якої ці дані і були отримані.
4. **Автоматизація управління.** Це технологія, що дозволяє відслідковувати зміни в значеннях отримуваних даних та при досягненні певного критичного значення відхилення, виконувати закладені у програму дії, для нормалізації вийшовшого із меж норми значення.

Аналіз існуючих рішень

У сучасному світі існує декілька різних способів та підходів до автоматизації процесу вирощування культур рослин. Серед них є ті, що використовують мікроконтролери, чи ситеми, що мають в своїй основі програмно логічні контролери, або ж рішення, що відносяться до інтернету речей [5].

1. **Мікроконтролери типу Arduino та ESP8266** широко використовуються у простих та навіть аматорських системах, які використовують базові функції по керуванню та маніторингу процесу. Основними перевагами даного підходу є його низька вартість та легкість інтеграції.
2. **Системи в основі яких знаходиться контролери PLC або ж ПЛК.** Такі системи пропонують високу надійність та відносну гнучкість в налаштуванні та інтеграції, проте мають високу собівартість, включаючи час розробки та інтеграції. Найчастіше використовуються великими аргохолдингами.
3. **Рішення IoT.** Такі рішення дозволяють використовувати система "на відстані" та керувати нею у такий же спосіб. А також обробляти дані, що надсилає система та на їх основі будувати прогнози стосовно її подальшого розвитку. Такі рішення найчастіше реалізуються на основі модулів Wi-Fi у поєднанні із датчиками, що збирають необхідну інформацію [6].

Після проведення детального аналізу існуючих рішення в області автоматизації процесів агрономії, виходячи із умов та завдань, що ставляються перед розробляємою системою, найкращим підходом та способом її організації були обрані такі мікроконтролери, як Arduino та ESP8266. Тому в даній системі плата Arduino буде відповідати за контроль показників сенсорів, а модуль ESP8266 буде обробляти запти користувача в офлайн режимі через веб сторінку, або в реджимі онлайн через телеграм бота.

Вибір компонентів для реалізації проекту

1. **Wi-Fi модуль ESP8266, в поєднанні із платою Arduino** для відстеження стану сенсорів та “спілкування” із користувачем верез веб сторінку або ж телеграм бота
2. **Датчики вологості та світла** для перевірки чи рослина має достатньо води або ж світла, для забезпечення необхідних перебігу просесів при її рості.
3. **Світлодіодна стрічка** забезпечуватиме рослину необхідним світлом, тоді, коли природнього світла буде не вистачати.
4. **Система із трубок та насосу** для виконання крапельного та рівномірного поливу, тоді, коли вологість ґрунту опускатиметься нище заданого користувачем значення.
5. **Реле**, яке за допомогою сигналів із плати Arduino, буде рекувати роботою системи поливу та освітленості
6. **Програмний скетч**, записаний у пам'ять мікроконтролерів, який буде керувати їхнею поведінкою, та опрацюванням необхідних даних.

Алгоритм роботи системи

1. **Перевірка вологості ґрунту** – перевірка рівня вологості ґрунту за замовчуванням будуть проводитися кожні 15-ть хвилин, звісно лише після того, як буде запущений відлік часу процесу вирощування. Додатково користувач може змінити діапазон моніторингу від 1 хвилини до 100.
2. **Перевірка рівня освітленості** – ця перевірка відстежуватиме чи достатньо світла потрапляє на рослину у даний момент часу. Також доступний нічний режим, коли підсвічування повністю вимкнено, незалежно від значення на датчику освітленості. Використовуються два способи освітлення підтримки оптимального рівня освітленості : денний режим, коли стежать за природним освітленням і при необхідності вмикають штучне, і нічний, коли світло вимикається та незалежно від показників сенсора залишається вимкненим протягом встановленого часу, для того аби рослина могла відпочивати.
3. **Протокол зв'язку** – цей протокол реалізований між платами Arduino та ESP-01. Плата ESP-01 відповідає за обробку запитів користувачів, і коли вона отримує один із них за допомогою спеціально розробленого для цієї роботи протоколу, вона відправляє запит на плату Arduino. Ви можете робити запити на отримання або зміну змінних у пам'яті плати Arduino та запускати чи зупиняти процес росту, або запитувати отримання даних від датчиків, що містять інформацію про вологість ґрунту, рівні освітлення та температуру навколишнього середовища.

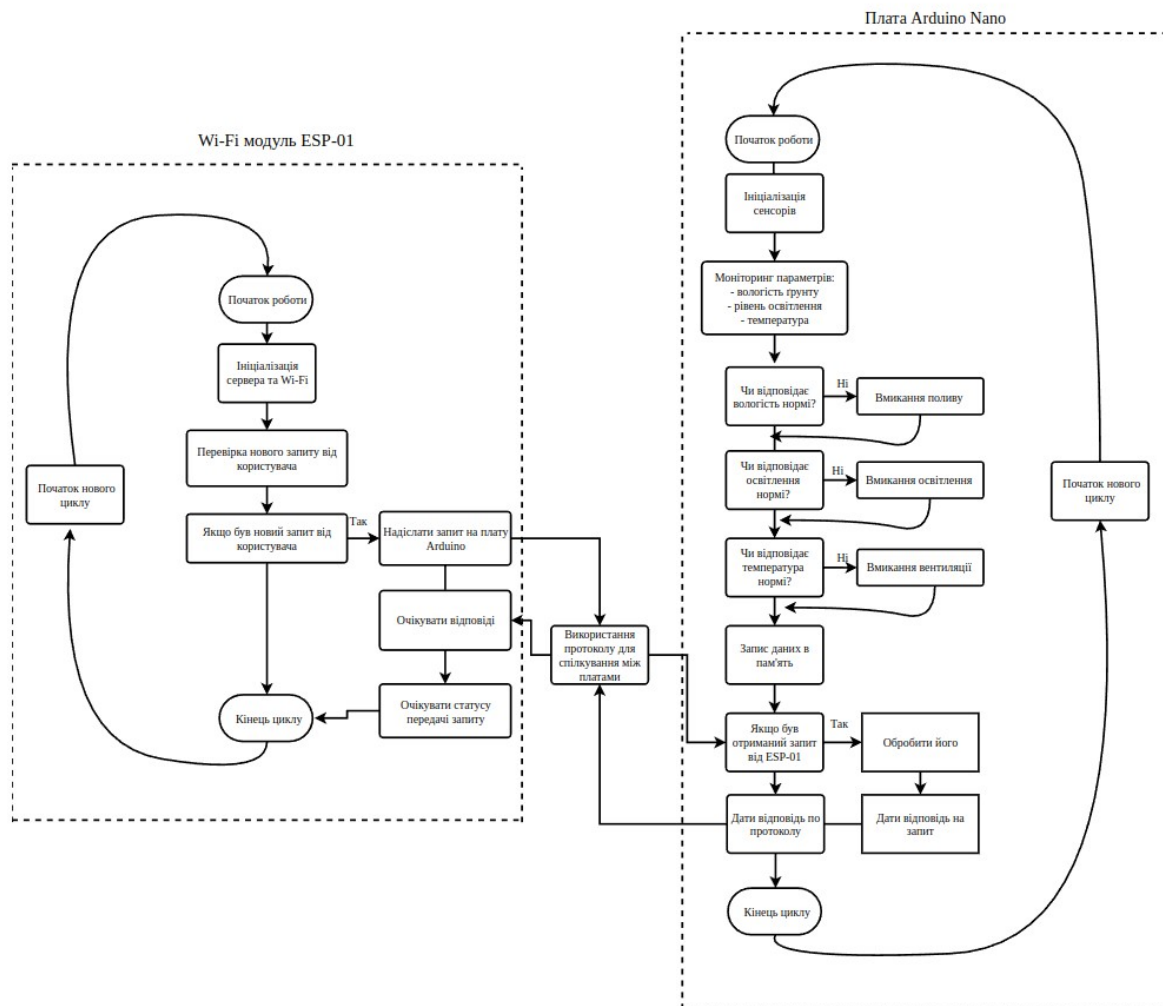


Рисунок 1. Блок-схема роботи системи

Ця блок-схема, зображена на рисунку 1, демонструє загальні принципи та сценарії, що були реалізовані у розглядаємій у цій станні автоматизованій системі вирощування культур рослин. Також наочно показаний принцип, завдяки якому був реалізований протокол спілкування між платою Arduino та модулем Wi-Fi ESP8266.

Пояснення до блок-схеми:

- Запуск** – після отримання відповідної команди від користувача починається відлік часу, що залишився до завершення вирощування та поїдльші перевірки.
- Отримання параметрів сенсорів** – під час цього етапу система отримує значення станів та значень сенсорів, що відповідають за моніторинг станів вологості та освітленості, після чого виконує перевірку похибки ціи значень.
- Перевірка відхилень отриманих параметрів** - Після порівнює отримані значення із тими, які задав користувач система вирішує чи потрібно приймати якісь дії для усунення похибки між еталонними значеннями та поточними.

Якщо присутнє відхилення у значенні вологості – система вмикає полив на задану користувачем кількість секунд, після чого очікує, певний час, що знову можна задати та змінити власноруч, для того баи вода як найкраще впиталася у ґрунт та значення на сенсорах могли змінитися більш оу'єктивно, після чого виконується повторний замір вологості. Якщо є вона виявиться недостатньою – усе повторюється знову.

4. **Збереження налаштувань** – після кожної зміни будь яких налаштувань, система оновлює ці данні в енергонезалежній пам'яті. Завдяки чому навіть після вимкнення або є перебою в живленні, можна бузе будь яких би то не було проблем відновити роботу на моменті перебою або після перезавантаження.

Отрианні результати

Система тестувалася протягом доволі довго часу, під час якого відслідковувалася її працездатність та коректність виконання поставлених задач, таких як автоматичний контроль вологості та рівня освітленості. Протягом чього часу система завдяки тому, що більш точно визначає стани вологості ґрунту та рівня освітленості, показала більшу економію ресурсів, які затрачувалися при ї роботі, а саме :

- Використання води зменшилося приблизно на 30 % повівняно із звичайним поливом, в основі якого знаходиться метод “на око”.
- Вдалося заощадити аж до 60 % електроенергії, завдяки тому, що система моніторить стан природнього рівня освітленості, та при його достатній силі вимикає штучне освітлення, що є набагато кращив підходом, а ніж постійно ввімкнуте штучне освітлення.

Виконання більш точних розрахунків

1. **Витрата води.** Для забезпечення достатнього рівня вологості система використовує 0,56 літра води на квадратний метр ґрунту протягом дня, а це є на 30 % меньше, а ніж від 0.8 литри і до 1 літра води, для пливу одного квадратного метру ґрунту.

2. **Розрахувати енергоспоживання освітлення.** Завдяки тому, що світлодіодна підсвітка вмикається лише тоді, коли відчувається достатній брак природнього освітлення, то вдалося заощадити аж до 60 % електроенергії, виходячи із того, що вдень через хмарність система працювала на штучному світлої лише 4 години, під час випробувань системи.

Параметр	Ручне управління	Автоматизована система	Зниження витрат (%)
Витрати води (л/м ² на день)	0,8 ~ 1	0,56	30+
Витрати електроенергії, залежно від інтенсивності рівня природнього освітлення (кВт·год/м ² на обу)	0,09	0,027	60+
Час роботи поливу (сек.)	20	8	55
Час роботи освітлення (год/доба)	16	4	80

Таблиця 1. Представлення проведених розрахунків

Висновки

Наведенна у цій станні автоматизована система вирощування культур рослин може значно заощадити витрати води та електроенергії, необхідні протягом вирощування. Також завдяки тому, що контроль вищезазначених параметрів виконується постійно, Perez заданий користувачем інтервал, система може набагато швидше та ефективніше реагувати на зміни цих параметрів та може більш ефективно приводити ці значення до заданих користувачем нормальних меж.

Як перспективу в її подальшому розвитку можна спрямувати у інтеграцію з хмарними сервасіми, та вкористання більш прогресивних методів аналітики, за для того, щоб краще прогнозувати подальший розвиток культури, при збереженні або ж змінні поточних параметрів вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics. J. Plant. Interact. 2018 Lakhari, I.; Gao, J.; Syed, T.; Chandio, F.; Buttar, N.
2. Growth Responses and Root Characteristics of Lettuce Grown in Aeroponics, Hydroponics, and Substrate Culture. 2018. Li, Q.; Li, X.; Tang, B.; Gu, M. c. 4
3. Fully Automated Hydroponic System for Indoor Plant Growth .2018. Vaibhav Palande, Adam Zaheer, and Kiran George c. 487
4. What Is Aeroponics Farming & Why You Should Care? / URL: <https://medium.com/krisi-wise/whatis-aeroponics-farming-why-you-shouldcare-238617517711> (дата звернення: 11.11.2024)
5. Smart Indoor Farms: Leveraging Technological Advancements to Power a Sustainable Agricultural Revolution. 2021. Anirban Jyoti Hati. Rajiv Ranjan Singh c. 734
6. “Aeroponics growth system wireless control system and method of using,” US Patent20160021836A1, 2016. K. Kernahan and C. A. Cupertino

Бондар Нікіта Ігорович – студент групи ЗАКІТР-24М, факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nikita.bondar.edbo@gmail.com

Паламарчук Євген Анатолійович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Bondar Nikita Igorovich – student of group ЗАКІТР-24М, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nikita.bondar.edbo@gmail.com

Palamarchuk Yevhen Anatoliyovych - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the AIIT Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia