

РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДОГЛЯДУ ЗА КІМНАТНИМИ РОСЛИНАМИ

В. В. Брановський, З. Р. Мичуда

Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра комп’ютеризованих систем автоматизації,

E-mail: valentyn.branovskyi.mknuo.2023@lpnu.ua, zynovii.r.mychuda@lpnu.ua

© Брановський В. В., Мичуда З. Р., 2025

Охарактеризовано розробку системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами, яка базується на використанні мікроконтролера Arduino та IoT-технологій. Система містить датчики вологості ґрунту, температури та освітленості, що забезпечують моніторинг основних параметрів середовища для ефективного догляду за рослинами. Розроблено структурну та принципову схему і алгоритм роботи системи. Реалізовано прототип системи. Проведено тестування прототипу системи в реальних умовах, яке підтвердило правильність прийнятих рішень, а також ефективність та зручність використання системи. Встановлено, що система забезпечує автоматичний догляд за рослинами, контролюючи їх стан і мінімізуючи втручання користувача. Показано, що автоматична іригація забезпечує оптимальний рівень вологості без ризику перезволоження, а регульоване освітлення сприяє рівномірному розвитку рослин незалежно від зовнішніх змін освітленості. Розроблена система дає змогу економити до 30 % води та 25 % електроенергії завдяки адаптивному алгоритму поливу та освітлення.

Ключові слова: система автоматизації, догляд, кімнатні рослини, IoT, Arduino, датчики, моніторинг.

Вступ

У сучасному світі догляд за кімнатними рослинами часто є викликом через відсутність регулярного поливу та необхідного моніторингу стану рослин. Ця проблема особливо актуальна для зайнятих людей, які не мають часу на регулярний догляд за рослинами, або для тих, хто часто подорожує. Неналежний догляд за рослинами може призводити до їхнього висихання, захворювань або навіть загибелі, що є не лише матеріальною, а й емоційною втратою для багатьох людей [1].

Згідно з дослідженнями, понад 60 % людей, які мають кімнатні рослини, стикаються з труднощами у підтримці належного рівня поливу. Це зумовлено як відсутністю досвіду, так і банальним забуттям. Ускладнюють підтримку здорового стану рослин також умови навколишнього середовища, зокрема, недостатня освітленість, нерівномірна вологість ґрунту або перепади температури [2].

Дедалі більше зростає популярність використання технологій Інтернету речей (IoT) для вирішення повсякденних проблем. Розробка автоматизованих систем догляду за кімнатними рослинами дає змогу забезпечити стабільні умови для їхнього зростання та розвитку. Такі системи

мінімізують втручання користувача, надаючи можливість моніторингу та управління станом рослин дистанційно.

Проте відомі технічні рішення автоматичних систем догляду за рослинами часто мають обмежену функціональність або високу вартість, що робить їх недоступними для широкого кола користувачів.

Тому актуальною є проблема підвищення ефективності та зниження вартості автоматизованих систем догляду за кімнатними рослинами.

Огляд літературних джерел

Системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами активно розвиваються та знаходять застосування у повсякденному житті. Розглянемо основні властивості та можливості таких систем, описані в сучасних дослідженнях і публікаціях.

У праці [3] наведено використання ультразвукових датчиків та алгоритмів комп'ютерного зору для автоматизації моніторингу параметрів кімнатних рослин. Система дає змогу виявляти відхилення у стані рослин або середовища, наприклад, недостатній рівень вологості ґрунту чи аномальну температуру. Завдяки застосуванню алгоритмів машинного навчання пристрій забезпечує точну оцінку стану рослин і повідомляє користувача через мобільний додаток.

У публікації [4] проведено огляд наявних IoT-систем догляду за рослинами, зокрема розглянуто їхню архітектуру, складові та алгоритми управління. Автори також описують ключові виклики, зокрема енергозбереження та інтеграцію нових типів датчиків.

У [5] описано систему автоматичного поливу на основі мікроконтролера Arduino, яка використовує датчики вологості ґрунту. Розглянуто застосування датчиків освітленості для регулювання рівня світла в приміщенні, що забезпечує стабільні умови фотосинтезу та зростання рослин. Система продемонструвала економію води та покращення стану рослин порівняно з традиційними методами.

У [6] розроблено систему моніторингу стану рослин, що передбачає використання датчиків температури, вологості та освітленості. Система також інтегрована з мобільним застосунком, який дає змогу користувачам отримувати дані в реальному часі (рис. 1).

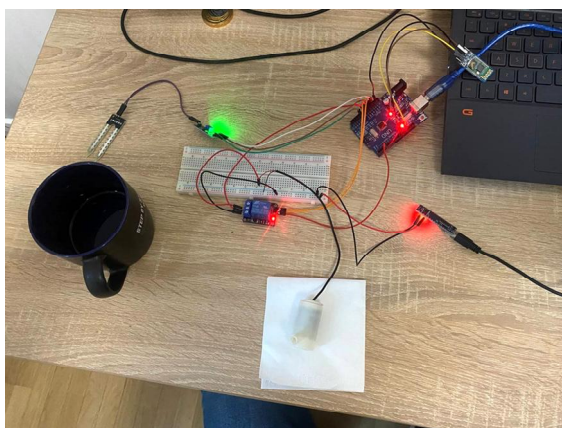


Рис. 1. Система автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

У [7] розглянуто узагальнену структурну схему, особливості конструкції IoT-системи моніторингу стану рослин, яка використовує мобільний додаток для передачі даних у режимі реального часу. Конструктивно система містить три складові частини: помпа, блютуз і комп'ютер (Arduino UNO). Система фокусується на оптимізації процесів поливу рослин з використанням датчиків контролю параметрів довкілля. Смартфон - інтерфейс для отримання зворотного зв'язку, дає змогу контролювати стан рослин незалежно від місця перебування користувача.

У праці [8] наведено систему автоматизації на базі IoT, яка забезпечує дистанційне управління поливом через мобільний додаток. У системі є зворотний зв'язок, який допомагає користувачеві коригувати параметри роботи системи. Описано інтеграцію мобільного застосунку, що дає змогу дистанційно налаштовувати параметри поливу та отримувати сповіщення про стан рослин. Завдяки Bluetooth-з'єднанню користувачі можуть легко змінювати налаштування системи навіть за відсутності доступу до Wi-Fi.

У [9] описано недорогу систему для догляду за рослинами, яка використовує керамічні датчики для регулювання подачі води до рослин без потреби в електриці (рис. 2). Пристрій для моніторингу стану рослин, оснащений сенсорами освітленості та температури. Дані обробляються мікроконтролером, а результати передаються у вигляді текстових сповіщень у мобільний додаток. Такий підхід забезпечує швидкий зворотний зв'язок та дає змогу користувачам приймати обґрунтовані рішення щодо догляду за рослинами.

У праці [10] описано систему автоматизованого управління поливом на основі Arduino, яка дає змогу регулювати рівень вологості ґрунту. Система може ефективно працювати в умовах обмеженого доступу до води та дає змогу отримувати інформацію про стан рослин за допомогою вбудованих сенсорів та аудіосигналів. У разі критичних відхилень параметрів середовища пристрій надсилає звукове повідомлення, попереджаючи користувача про необхідність втручання. У системі використовуються оптимізовані механізми роботи насоса, які забезпечують мінімальне споживання енергії за максимальної продуктивності.

У роботі [11] зосереджена увага на використанні датчиків вологості (рис. 3) для моніторингу стану рослин. Система забезпечує високий рівень точності у визначенні вологості ґрунту та автоматично регулює полив відповідно до заданих параметрів.



Рис. 2. Недорога система для догляду за рослинами



Рис. 3. Датчик вологості ґрунту YL-69

У [12] розроблено інтелектуальну систему для догляду за рослинами в приміщенні, яка аналізує рівень вологості, освітленості та температури для підтримки оптимального стану ґрунту. Система має обмежений радіус дії, проте ефективно працює в умовах кімнатного середовища, забезпечуючи автоматичний полив і нагадування про додатковий догляд через мобільний додаток.

Постановка задачі

Проведений аналіз літературних джерел показує, що системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами активно розвиваються та знаходять застосування у сучасному повсякденному житті. У цих системах загалом знаходять використання датчики температури, вологості та освітленості. Більшість систем має високу вартість, а дешеві системи мають обмежені функціональні можливості. Все це суттєво обмежує коло використання таких систем у побуті. Тому доцільним є подальше проведення досліджень в царині систем автоматизованого догляду за кімнатними рослинами для мінімізації згаданих вище недоліків.

Система автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

Розглянуто особливості реалізації системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами, розроблено структурну та принципову схеми, подано схему взаємодії компонентів, викладено сутність мобільної аплікації.

Метою цієї статті є розроблення системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами для покращення зручності використання, спрощення та здешевлення реалізації технічного рішення.

Структурна схема системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами, яку ми розробили на основі аналізу відомих аналогів, наведена на рис. 4. Вона містить мікроконтролер Atmega 328, модулі датчиків вологості ґрунту, температури та освітленості, Bluetooth-модуль та мобільний додаток.



Рис. 4. Структурна схема системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

Для забезпечення стабільної роботи системи необхідно подати напругу 5 В постійного струму. Користувач, який має пристрій на базі операційної системи Android, може під'єднатися до системи через Bluetooth-модуль. Після встановлення з'єднання користувачу потрібно налаштувати режими поливу для кожної рослини. Після завершення налаштувань дані передаються через асинхронний приймач-передавач UART до мікроконтролера Atmega 328.

Мікроконтролер ініціалізує отримані дані, звертається до датчика рівня води в резервуарі, щоб перевірити наявність достатньої кількості води, та визначає, чи потрібно подати логічний сигнал на транзистори. Далі система працює в безперервному циклі: кожен секунду мікроконтролер отримує дані від датчиків вологості ґрунту та приймає рішення щодо поливу. Якщо вологість ґрунту нижча за заданий користувачем рівень, транзистор відкривається і активує помпу. У разі достатнього рівня вологості транзистори залишаються у стані очікування.

Схема взаємодії компонентів системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами на прикладі реалізації режиму поливу наведена на рис. 5. Вона містить: мікроконтролер Arduino UNO, Датчик вологості ґрунту YL-69, Bluetooth модуль HC-06, реле і водяний насос.

У режимі поливу дані від датчика вологості передаються до мікроконтролера Arduino, який обробляє їх і через реле активує насос. Зв'язок із користувачем забезпечується через Bluetooth.

Розглянемо особливості реалізації окремих компонентів системи.

Arduino UNO: Центральний мікроконтролер, який обробляє дані від сенсорів та виконує керування іншими компонентами системи.

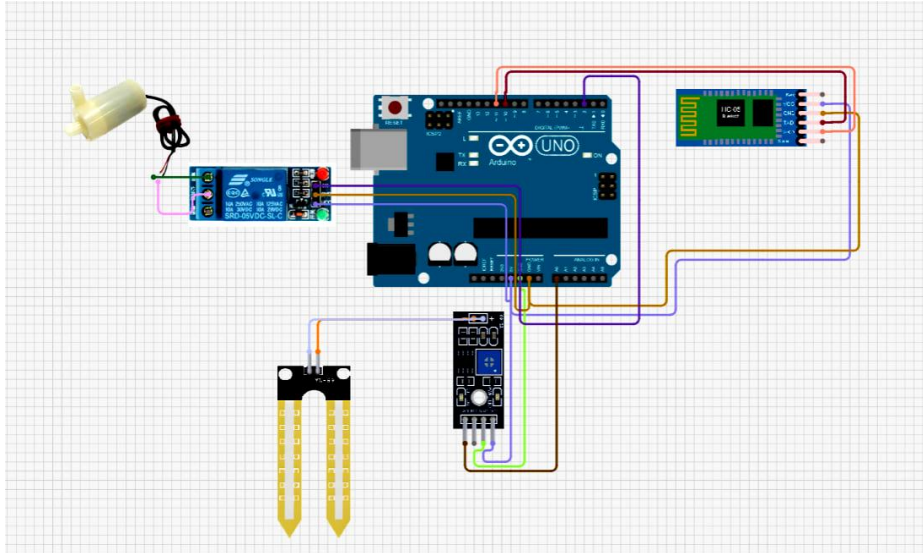


Рис. 5. Схема взаємодії компонентів системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

Датчик вологості ґрунту YL-69: використовують для вимірювання рівня вологості ґрунту. Датчик передає аналоговий сигнал до Arduino для подальшої обробки.

Bluetooth модуль HC-06 (з 6 контактами): забезпечує бездротовий зв'язок між системою та смартфоном або іншим пристроєм для моніторингу та керування.

Реле на 5В: компонент, який керує увімкненням та вимкненням водяного насоса залежно від сигналу, отриманого від мікроконтролера.

Водяний насос: використовують для автоматичного поливу рослин. Активується реле на основі показань датчика вологості.

Розглянемо детальніше особливості мобільного застосунку автоматизованої системи догляду за кімнатними рослинами.

Розроблення дизайну мобільного застосунку полягало у створенні зручного в користуванні інтерфейсу. Основна увага приділялася тому, щоб забезпечити користувачам легкий доступ до ключових функцій застосунку та забезпечити інтуїтивність його використання. Головне меню застосунку структуровано так, щоб охопити основні завдання системи. Для розробки дизайну використовувався сервіс Figma.

Вибір мови програмування для мобільного застосунку. Оскільки операції проводяться у системі на основі мікроконтролера Arduino, то найдоцільніше було запрограмувати його на основі мови C, спеціально модифікованої для Arduino.

Принцип роботи мобільного застосунку. Алгоритм роботи розробленої системи подано на рис. 6.

Робота системи розпочинається з увімкнення живлення. Для стабільної роботи необхідна напруга 5В. Після подачі живлення мікроконтролер Atmega328, який є центральним елементом системи, виконує ініціалізацію даних. З метою безпроводної передачі команд до мікроконтролера під'єднаний Bluetooth-модуль. Після ініціалізації мікроконтролер очікує дані через UART. Дані про вологість ґрунту отримуються за допомогою аналогових датчиків, які передають показники на мікроконтролер.

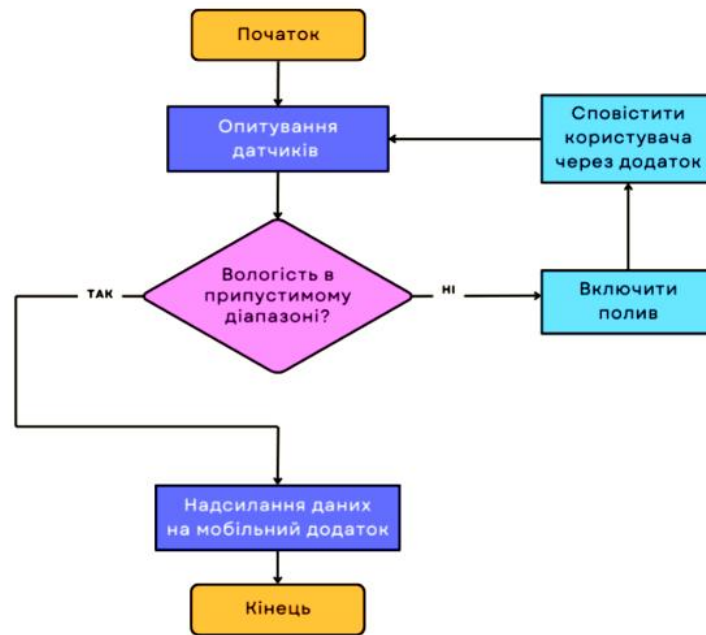


Рис. 6. Алгоритм роботи системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

У разі недостатнього рівня води в резервуарі сигнал на запуск помпи не подається. Якщо води достатньо, мікроконтролер відкриває транзистор, який замикає коло живлення помпи, і запускає процес поливу. Помпа працює 2–3 секунди, після чого зупиняється, щоб дати змогу мікроконтролеру обробити нові дані з датчиків.

Цикл повторюється доти, доки рівень вологості не досягне заданого значення. Якщо рівень вологості в нормі, система переходить у режим моніторингу, виконуючи постійне опитування датчиків у безкінечному циклі.

Принципова електрична схема системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами на прикладі реалізації режиму поливу наведена на рис. 7. Схема містить елементи: DD1 – основний елемент для обробки команд користувача; DD2 – елемент для бездротового зв’язку через Bluetooth; DD3 – датчик рівня води; X3, X5, X6 і X7 – клемні блоки для під’єднання датчиків вологості; X2 і X4 – клемні блоки для під’єднання помп; VT1 і VT2 – транзистори, що керують роботою помп; X1 – клемний блок для під’єднання загального живлення схеми.

Дані з датчиків вологості надходять на аналогові порти мікроконтролера: “A0, A1”, “A2, A3”.

Мікросхема DD1 виконує роль основного елемента для обробки команд користувача. Для її живлення передбачено під’єднання до виводів “VIN” (5 В) та “GND” (загальний).

Мікросхема DD2, яка відповідає за бездротовий зв’язок через Bluetooth, також підключається до виводів “5V” (5 В) та “GND”. Передача даних між мікросхемами DD1 і DD2 здійснюється через виводи “TX” і “RX”, які з’єднуються відповідно до “RX” і “TX”.

Датчики вологості ґрунту підключаються через клемні блоки X3, X5, X6, X7 відповідно до аналогових портів “A0, A1”, “A2, A3” мікросхеми DD1.

До виводів клемних блоків X3, X5, X6, X7 підключаються:

- **SIG (P1)** – аналоговий сигнал від датчика;
- **VCC (P2)** – живлення (5 В);
- **GND (P3)** – загальний контакт.

Датчик рівня води DD3 підключається до аналогового порту “A4” мікросхеми DD1.

Цифрові виводи “D11” і “D12” мікросхеми DD1 з’єднуються з базами транзисторів VT1 і VT2, що керують роботою помп.

Входи клемних блоків X2 і X3 під'єднані до стоків транзисторів VT1 і VT2, а виходи – до pomp подачі води.

Живлення для всієї схеми подається на клемний блок X1 (5 В і загальний).

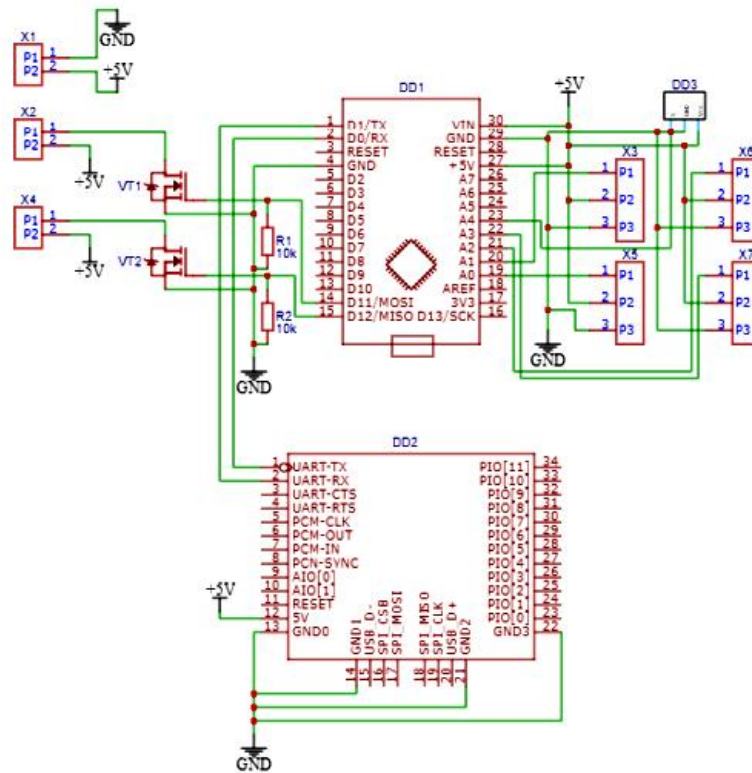


Рис. 7. Принципова схема системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

Практично реалізований прототип розробленої системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами подано на рис. 8.

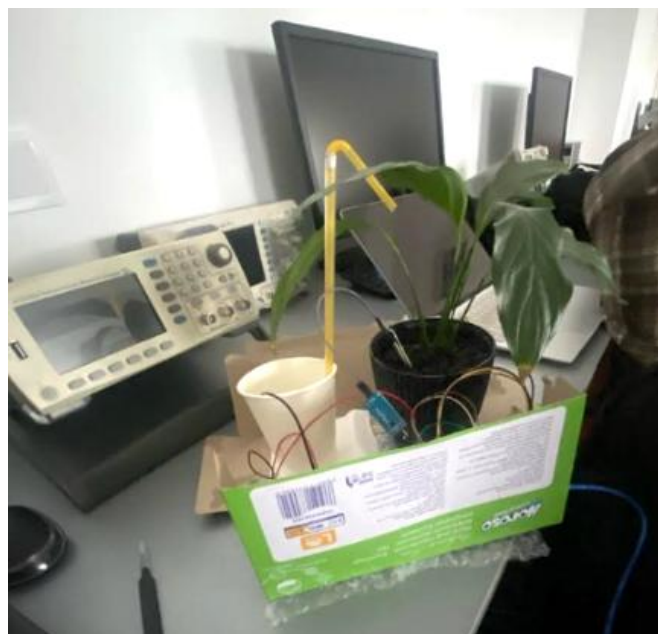


Рис. 8. Прототип розробленої системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами

Проведене тестування прототипу розробленої системи в реальних умовах підтвердило правильність прийнятих рішень, а також ефективність та зручність використання системи. Встановлено, що система здатна забезпечувати автоматичний догляд за рослинами, контролюючи їх стан і мінімізуючи втручання користувача.

Результати досліджень

Мобільний додаток розроблено для платформи Android, оскільки вона має широку аудиторію користувачів і більшу гнучкість у налаштуванні. Вибір Android також зумовлений простішим процесом публікації в Google Play порівняно з App Store. Окрім того, розробка під Android дає змогу використовувати різноманітне апаратне забезпечення, що робить додаток доступним для більшої кількості пристроїв.

У процесі дослідження було розглянуто ефективність розробленої системи автоматизованого догляду за кімнатними рослинами. Аналіз показав, що автоматизація догляду за рослинами дає змогу значно покращити умови їх вирощування, зменшити вплив людського фактора та підвищити точність виконання агротехнічних процесів. Розроблена система забезпечує контроль вологості ґрунту, освітленості та температурного режиму, що є ключовими параметрами для здорового росту рослин.

Результати тестування розробленої системи у контрольованих умовах підтвердили її ефективність: автоматична іригація забезпечила оптимальний рівень вологості без ризику перезволоження, а регульоване освітлення сприяло рівномірному розвитку рослин незалежно від зовнішніх змін освітленості. Зокрема, впровадження автоматизованого поливу знизило споживання води на 30 %, порівняно з ручним доглядом, а використання адаптивного освітлення дало змогу зменшити енергоспоживання на 25 %.

Окрім того, було встановлено, що інтеграція розробленої системи з мобільним застосунком дає змогу користувачам дистанційно контролювати стан рослин і отримувати аналітику щодо їхнього розвитку. Це особливо актуально для зайнятих людей або тих, хто часто подорожує. Отримані результати узгоджуються з сучасними тенденціями розвитку “розумного дому” та підтверджують перспективність впровадження таких технологій у побут.

Отже, проведене дослідження підтвердило, що використання автоматизованих систем догляду за рослинами підвищує ефективність вирощування, мінімізує втрати ресурсів і створює комфортні умови для рослин без постійного втручання людини.

Подальші дослідження

У подальших дослідженнях основна увага буде зосереджена на розвитку та вдосконаленню автоматизованих систем догляду за рослинами, в межах яких буде проведено:

- уточнення особливостей вирощування різних видів рослин у кімнатних і тепличних умовах;
- вдосконалення алгоритмів адаптивного управління поливом та освітленням для точнішого підлаштування під потреби окремих видів рослин;
- інтеграцію додаткових датчиків для моніторингу рівня CO₂ і поживних речовин у ґрунті для покращення контролю за станом рослин;
- розширення функціоналу мобільного застосунку шляхом впровадження аналітики на основі штучного інтелекту для прогнозування стану рослин і надання користувачам персоналізованих рекомендацій.

Висновки

На підставі проведених досліджень стверджуємо:

1. Більшість відомих систем автоматизованого догляду за кімнатними рослинами мають високу вартість або обмежену функціональність. Доступні аналоги здебільшого створені на рівні стартапів чи проєктів і не є масовими продуктами. Загальним недоліком цих рішень є відсутність інтеграції з мобільними застосунками, що значно обмежує можливості дистанційного керування та моніторингу.

2. Система, яку ми розробили, автоматизованого догляду за кімнатними рослинами є перспективним рішенням для практичного використання, оскільки поєднує високий рівень функціональності з низькою вартістю та забезпечує інтеграцію з мобільним застосунком. Це надає низку переваг, зокрема зручність дистанційного керування параметрами догляду за рослинами (вологість ґрунту, температура, освітленість), можливість автоматичного поливу на основі заданих параметрів, отримання сповіщень про стан рослин у реальному часі, ведення історії змін параметрів середовища для подальшого аналізу, можливість налаштування системи та взаємодія з користувачем через інтуїтивно зрозумілий мобільний додаток.

3. Система, яку ми розробили, автоматизованого догляду за рослинами є значно дешевшою від відомих аналогів і може знайти широке використання як у “розумних домах”, так і у тепличних підприємствах.

Список літератури

1. Abu N. S., Bukha W. M., Firdaus M. A., Sukri N. M. *Smart Indoor Plantation System Using Soil Moisture Sensor and Light Dependent Resistor Sensor. International Journal of Robotics and Control Systems*. 2022. 2(4), 721–738. Doi: <http://dx.doi.org/10.31763/ijrcs.v2i4.845>.
2. Syed Musthak Ahmed, Kovela B., Gunjan Vinit Kumar. *IoT-Based Automatic Plant Watering System Through Soil Moisture Sensing. In book: Advances in Cybernetics, Cognition, and Machine Learning for Communication Technologies*. (2020). Doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-3125-5_28.
3. Iqlima Zahari, Bonifacius Vicky, Wildan Mahmud et al. *Utilization of Internet of Things for Automatic Plant Watering System. Jurnal Informatika Polinema*. 2023. 9(2):173–182. DOI: 10.33795/jip.v9i2.1220.
4. Mohomad Aqeel Abdhul Rahuman, Rayazan Raheem, Tharaga Sharmilan. *Design a Smart Mini Robot for Indoor Plant Watering System. International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*. 2022. 61 (1). 1–9. URL: https://www.researchgate.net/publication/357577624_Design_a_Smart_Mini_Robot_for_Indoor_Plant_Watering_System.
5. Saban Kumar K. C., Sanjivan Satyal. *IoT Application in Agriculture: A Spotlight on Indoor Plant Monitoring System – IPMS. Kathford Journal of Engineering and Management*. 2024. 3 (1). 124–133. DOI: <https://doi.org/10.3126/kjem.v3i1.62887>.
6. Muhammad Ikhwan Hanif bin Ismail, Norashikin M Thamrin. *IoT Implementation for Indoor Vertical Farming Watering System. International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE)*. 2017. DOI: 10.1109/ICEESE.2017.8298388.
7. Vighnesh B Pati, Ahmed Shah, Vighnesh Patil. *Automated Watering and Irrigation System using Arduino UNO. International Journal of Innovative Science & Technology*. 2019. 4 (12). 928–932. URL: https://www.researchgate.net/publication/343675925_Automated_Watering_and_Irrigation_System_using_Arduino_UNO.
8. Priyanshu Kumar, Sumit Sharma, Sanjay Prajapati et al. *IoT Based Smart Plant Monitoring System. International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*. 2024. 9 (5). Pp. 1623–1626. DOI: 10.38124/ijisrt/ijisrt24may543.
9. Fidaus Kamaruddin, Nik Noordini Nik Abd Malik, Noor Asniza Murad et al. *IoT-based intelligent irrigation management and monitoring system using Arduino. TELKOMNIKA*. 2019. 17 (5). 2378–2388. DOI: <http://doi.org/10.12928/telkomnika.v17i5.12818>.
10. John Michael Cadao, Jefrey Jumawid, Nissan Polestico et al. *Automated Plant Watering System Using Arduino. Conference: Research Project Presentation for Bachelor of Science in Computer Engineering 3 in CPE 323 – Microprocessor System S.Y., Republic of the Philippines. ACM SIG Proceeding*. 2021. DOI:10.13140/RG.2.2.28774.40004.
11. Safwan A. Hamoodi, Ali N. Hamoodi, Ghanim M. Haydar. *Automated Irrigation System Based on Soil Moisture Using Arduino Board. Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. 2020. 9(3). 870–876. DOI: 10.11591/eei.v9i3.1736.
12. Waworundeng J. M. S., Suseno N. C., Manaha R. R. Y. *Automatic Watering System for Plants with IoT Monitoring and Notification. CogITO Smart Journal*. 2019. 4(2). 316. Doi: <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i2.138.316-326>.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED PLANT CARE MANAGEMENT SYSTEM**V. V. Branovskyi, Z. R. Mychuda**

Lviv Polytechnic National University,
Department of Computerized Automation Systems

© *Branovskyi V. V., Mychuda Z. R., 2025*

The article is devoted to the development of an automated care system for indoor plants based on the use of an Arduino microcontroller and IoT technologies. The system contains soil moisture, temperature, and light sensors that monitor the main environmental parameters for effective plant care. The structural and schematic diagrams and algorithm of the system were developed. A prototype of the system was implemented. The prototype of the system was tested in real conditions, which confirmed the correctness of the decisions made, as well as the efficiency and usability of the system. It was found that the system provides automatic plant care, monitoring their condition and minimizing user intervention. It has been shown that automatic irrigation provides an optimal level of humidity without the risk of waterlogging, and adjustable lighting contributes to the uniform development of plants regardless of external changes in illumination. The developed system saves up to 30 % of water and 25 % electricity due to the adaptive irrigation and lighting algorithm.

Keywords: Automation system, care, indoor plants, IoT, Arduino, sensors, monitoring.