

РОЗРОБКА ВЕБ-САЙТІВ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНОГО КВІТНИЦТВА З ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ "РОЗУМНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА"

Гордєєв Андрій

д.т.н., професор

Дроботенко Владислав

магістр

Кафедра мультимедійних систем і технологій

Харківський національний економічний університет

ім. С. Кузнеця, Україна

Анотація. У статті розглянуто ключові аспекти впливу IoT на ринок декоративного квітництва, включаючи розробку веб-сайтів. В даний час швидко розвивається так званий інтернет речей. Інтернет речей (IoT) який активно трансформує різні галузі економіки, і декоративне квітникарство не є винятком. Інтеграція IoT-технологій у процеси вирощування, моніторингу та реалізації декоративних рослин дозволяє суттєво підвищити їх якість, знизити витрати та оптимізувати процеси виробництва та продажу. Сучасні технології веб-розробки відіграють важливу роль в інтеграції сайтів з IoT-пристроями. Використання прогресивних веб-додатків, WebSockets, хмарних API, адаптивного дизайну та технологій безпеки дозволяє створювати зручні та надійні рішення для керування IoT-системами. У міру розвитку технологій IoT, веб-розробка також еволюціонуватиме, пропонуючи нові інструменти та можливості для роботи з інтелектуальними пристроями.

Ключові слова: Інтернет речей, веб-ресурс, декоративне квітникарство, розумне сільське господарство.

Введення. Декоративне квітникарство в Україні – це галузь, що динамічна розвивається і має величезний потенціал для економічного зростання, експорту та покращення якості життя населення. Квіти та декоративні рослини відіграють важливу роль у озелененні міст, благоустрою приватних домоволодінь, а також у культурних та святкових традиціях. Однак, незважаючи на високий попит, українське квітникарство стикається з низкою викликів, таких як конкуренція з імпортною продукцією, нестача державної підтримки та зміни у кліматі.

На сьогоднішній день український ринок декоративних рослин включає декілька ключових сегментів: вирощування зрізувальних квітів, рослин у горщиків і декоративних чагарників. У країні функціонують як великі агрохолдинги, так і невеликі фермерські господарства, орієнтовані на внутрішній ринок та експорт. Основними культурами, що вирощуються в Україні, є троянди, хризантеми, тюльпани, гвоздики, а також декоративні хвойні рослини та багаторічні квіти.

В даний час швидко розвивається так званий інтернет речей. Інтернет речей (IoT) який активно трансформує різні галузі економіки, і декоративне квітникарство не є винятком. Інтеграція IoT-технологій у процеси вирощування, моніторингу та реалізації декоративних рослин дозволяє суттєво підвищити їх якість, знизити витрати та оптимізувати процеси виробництва та продажу. У цій роботі розглянуто ключові аспекти впливу IoT на ринок декоративного квітництва, включаючи розробку веб-сатів.

Концепція Інтернету речей (IoT) є бачення в якому Інтернет простягається в реальний світ, охоплюючи повсякденні об'єкти, використовуючи силу об'єднання повсюдної мережі з вбудованими системами, RFID, датчиками і виконавчими механізмами [8]. IoT поєднує концепції «Інтернет» та «Річ» і тому може семантично визначатися як «всесвітня мережа взаємопов'язаних об'єктів з унікальною адресацією на основі стандартних протоколів зв'язку» [3].

Взаємодія між реальними та цифровими об'єктами є найважливішою концепцією, яка є основою цього бачення. У IoT фізичні сутності мають цифрові аналоги та віртуальне уявлення; речі стають контекстно-залежними і можуть відчувати, спілкуватися, діяти, взаємодіяти, обмінюватися даними, інформацією та знаннями [19].

За останні кілька років різні типи інформаційних ресурсів дозволили фермерам оптимізувати використання води, добрив та пестицидів. Це досягається за рахунок використання датчиків, технології GPS та аналітики даних, які надають інформацію в реальному часі про стан ґрунту, стан урожаю та погодні умови [14].

Усі передові технології, пов'язані з IoT, дають можливість переходу до так званого розумного сільського господарства. Для реалізації таких систем необхідна відповідна архітектура, яка включає комунікаційні мережі, вузли з різними датчиками і шлюзи для підключення до мережі [16], підключені сільськогосподарські споруди [15]. Система відстеження ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції може бути створена для забезпечення гарантії з розвитком Інтернету речей [13] і, серед іншого, для задоволення потреб у продовольстві по всьому світу. У найближчому майбутньому мережа IoT стане потужною технологією з веб-сервісами та її програмами [7, 11].

У сфері сільського господарства дані реєструються, а чинники збору даних залежить від поділу сільського господарства, що під наглядом. Моніторинг характеру опадів допомагає у плануванні графіків зрошення. Датчики вологості ґрунту можуть допомогти фермерам визначити, коли потрібно поливати і скільки води необхідно. Різні культури мають певні потреби у ґрунті. Розуміння складу ґрунту допомагає вибирати відповідні культури та застосовувати методи управління ґрунтом, такі як внесення добрив, мульчування тощо [5].

Автори статей [9, 18] пояснюють, що, поєднуючи ці технології з сільськогосподарськими методами, можна підвищити врожайність декоративних культур і робити прогнози щодо їх врожайності на ранній стадії. Ця інтеграція може спричинити підвищення врожайності, сприяючи поліпшенню економіки. Такі методи також допомагають у наданні інформації про сільськогосподарські

культури і як час від часу збільшувати врожайність. Щоб зробити його виконуваним, як алгоритми використовувалися штучні нейронні мережі, байєсовські мережі довіри, алгоритми дерева рішень, кластеризація, регресійний аналіз, логістичний аналіз і т.д.

Інтелектуальне квітництво з використанням Інтернету речей є складним завданням, докладно описаним авторами [10]. Методи машинного навчання для сільськогосподарських програм описані в роботах [12, 17]. Для стійкого вирощування декоративних рослин застосування штучного інтелекту досліджувалося у роботах [4, 1].

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розгляд ключових аспектів впливу IoT на ринок декоративного квітництва, а також розробка структури веб-сатів для декоративного квітництва з впровадження елементів "розумного сільського господарства".

Результати дослідження та їх обговорення. Сучасні тенденції у декоративному квітництві України включають: розвиток локального виробництва; еко-тренди та стійке квітництво; автоматизація та цифровізація; зростання попиту на унікальні та рідкісні види рослин; онлайн-продажу та маркетплейси.

Авторами було проведено аналіз популярності запитів за тегами «декоративне квітництво», «вирощування розсади», «продаж квітів» з використанням Google Analytics та Google Trends. Використовуючи Google Trends, біло оцінено популярність запитів за тегами «декоративне квітництво», «вирощування розсади», «продаж квітів» у Європі та Україні за останній рік. Результати аналізу такі.

Декоративне квітництво:

Середній рівень інтересу: 45/100.

Найбільший інтерес спостерігається навесні (березень-травень) та восени (вересень-жовтень).

Країни з найбільшою цікавістю: Німеччина, Франція, Нідерланди.

Вирощування розсади :

Середній рівень інтересу: 60/100.

Пік інтересу посідає лютий-квітень, що пов'язані з початком сезону садівництва.

Країни з найбільшою цікавістю: Польща, Італія, Іспанія.

Аналіз трафіку через Google Analytics .

Джерела трафіку: високий трафік на запити, пов'язані з «продажем квітів»; висока активність користувачів у Facebook та Instagram , особливо перед святами.

Географія користувачів: основний трафік із великих міст: Київ, Харків, Львів.

Поведінка користувачів: високий час на сайті для запитів, пов'язаних із «вирощуванням розсади»; низький показник відмов для запитів, пов'язаних із продажем квітів.

Найбільший інтерес спостерігається до запитів, пов'язаних із «продажам квітів» та «виросуванням розсади». Рекомендується активізувати маркетингові кампанії навесні та перед святами.

Запити, пов'язані з продажам квітів, найбільш популярні, особливо у великих містах. Рекомендується приділити увагу контенту, пов'язаному з «виросуванням розсади», оскільки він цікавить аудиторію.

Розумне сільське господарство – це область, яка включає одну з найбільш підходящих систем для розгортання бездротових сенсорних мереж [2, 8]. Такі пристрої відрізняються вузькими етапами обробки даних та мають меншу стійкість. Ці обмеження можна усунути, відмовившись від уточнення та складування з фізичного обладнання до мережі. Веб-сервіси відіграють важливу роль у пошуку рішень для оцінки через високий попит, спокійну та гнучку поведінку для майбутньої сфери застосування. Проте оцінка матеріалів на веб-порталі може розміщуватися у великих центрах обробки даних і миттєво налаштовуватися від кінцевих користувачів. Крім того, спостереження за сплеском обсягу даних для передачі з різних компонентів також збільшить передачу мережі в мережу (хмара).

З розвитком Інтернету речей (IoT) вимоги до веб-технологій значно змінилися. Сьогодні сайти повинні не лише надавати інформацію та послуги, а й забезпечувати взаємодію з пристроями IoT. Це вимагає використання передових технологій веб-розробки, які дозволяють обробляти дані в реальному часі, забезпечувати безпеку та зручність роботи з IoT -пристроями (рис. 1).



Рисунок 1. Технології створення сайтів необхідні в умовах розвитку IoT-технологій

Прогресивні веб-застосунки (PWA). Прогресивні веб-програми поєднують у собі переваги веб-сайтів та мобільних додатків, що особливо корисно в умовах IoT. Вони забезпечують:

- Офлайн доступ до даних, що важливо для управління IoT-пристроями без постійного з'єднання з інтернетом.
- Високу швидкість роботи рахунок кешування даних.

• Повідомлення у реальному часі, що дозволяє миттєво реагувати на події від IoT- пристроїв.

Використання WebSocket для роботи в реальному часі. IoT-пристрою генерують величезні обсяги даних, які мають оброблятися та відображатися в режимі реального часу. WebSockets дозволяють:

• Встановлювати двосторонній зв'язок між сервером та клієнтом без необхідності постійного оновлення сторінки.

• Забезпечувати миттєву передачу даних між IoT-пристроями та веб-інтерфейсами.

• Знижувати навантаження на сервер рахунок економії ресурсів, необхідні багаторазових HTTP-запросов.

Підтримка API та інтеграція з хмарними платформами. Сучасні сайти, що працюють з IoT-пристроями, повинні вміти інтегруватися з хмарними сервісами та API, такими як AWS IoT, Google Cloud IoT та Microsoft Azure IoT. Це дозволяє:

• Зберігати та аналізувати дані IoT-пристроїв у хмарі.

• Автоматизувати процеси, пов'язані з керуванням пристроями.

• Розробляти масштабовані рішення, здатні підтримувати велику кількість IoT-з'єднань.

Розробка адаптивного інтерфейсу (Responsive Design). IoT-пристрої можуть взаємодіяти з веб-програмами через різні платформи, включаючи настільні комп'ютери, мобільні пристрої, смарт-годинник і навіть телевізори. Тому важливо:

• Використовувати адаптивний дизайн (CSS Grid, Flexbox) для коректного відображення інтерфейсу на будь-яких пристроях.

• Оптимізувати завантаження даних, щоб веб-програми могли працювати на слабких інтернет-з'єднаннях.

• Застосовувати мінімалістичний UI/UX-дизайн для зручної взаємодії з IoT-пристроями.

Безпека та захист даних. Безпека веб-застосунків, що працюють з IoT, є ключовим аспектом, оскільки пристрої часто збирають чутливі дані. Для захисту інформації необхідно:

• Використовувати HTTPS та шифрування даних.

• Застосовувати багатофакторну автентифікацію (MFA) для захисту облікових записів користувачів.

• Обмежувати доступ до API за допомогою OAuth 2.0 та JWT (JSON Web Token).

• Регулярно оновлювати програмне забезпечення для запобігання вразливості.

Edge Computing та серверні технології. Для мінімізації затримок при обробці даних IoT пристроїв активно використовуються технології Edge Комп'ютерна та серверна архітектура:

• **Edge Computing** дозволяє обробляти дані ближче до джерела (пристроєм IoT), знижуючи навантаження на центральні сервери та забезпечуючи швидку реакцію на події.

• **Серверless технології** (AWS Lambda, Google Cloud Functions) дозволяють запускати код тільки в моменти необхідності, скорочуючи витрати на інфраструктуру та підвищуючи масштабованість рішень.

Машинне навчання та аналіз великих даних. IoT-пристрою генерують великі масиви даних, які вимагають аналізу для прийняття рішень. У цьому допомагають:

• Інструменти машинного навчання, такі як TensorFlow.js, дозволяють аналізувати дані безпосередньо в браузері.

• Алгоритми предиктивної аналітики, що прогнозують поведінку IoT-пристроїв на основі зібраних даних.

• Візуалізація даних за допомогою D3.js та інших бібліотек для зручного подання інформації користувачам.

Враховуючи вищеописані особливості розробки веб-сайтів, автори вважають за необхідне до загальноприйнятих включити веб-сторінку для спостереження за теплицею з декоративними рослинами. Сторінка має таку структуру.

1. Верхня частина сторінки:

Назва сторінки: "Моніторинг теплиці з декоративними рослинами"

Меню навігації: Головна | Датчики | Історія | Налаштування

2. Центральний блок:

Відеотрансляція: Цілодобове зображення з камери теплиці (у центрі сторінки).

3. Правий блок:

Датчики та показники:

• Датчик температури: Відображення поточної температури.

• Датчик вологості повітря: Відображення поточної вологості повітря.

• Системи опалення та охолодження: Індикація поточного стану (увімкнено/вимкнено).

• Зволожувачі та осушувачі повітря: Індикація поточного стану (увімкнено/вимкнено).

• Датчики освітлення: Відображення рівня освітленості.

• Датчики вологості ґрунту: Відображення рівня вологості ґрунту.

• Датчики рН : Відображення рівня рН .

• Датчики поживних речовин: Відображення рівня поживних речовин.

4. Нижня частина сторінки:

Історія даних: Графіки та таблиці з історією показників датчиків.

Коментарі та рекомендації: Розділ з порадами та рекомендаціями щодо догляду за рослинами.

Для веб-ресурсу, присвяченого декоративному квітникуарству, пропонується підключити такі джерела даних:

1. Агротехнічні бази даних.

• АРІ сільськогосподарських досліджень – дані про нові методи вирощування, хвороби та шкідників.

• Каталоги рослин та насіння – інформація про види декоративних рослин, умови їх утримання.

- Фітосанітарні бази – відомості про карантинні шкідники та захворювання.
- 2. Погодні послуги та прогнози.
 - OpenWeatherMap, WeatherAPI – дозволяють враховувати погодні умови, що особливо корисно для зовнішнього квітництва.
 - Дані про рівень вологості та опадів – допомагають планувати полив.
- 3. Платформи e-commerce та маркетплейси.
 - Інтеграція з квітковими магазинами та розплідниками – інформація про наявність рослин, ціни, акції.
 - API платіжних систем – для зручності купівлі рослин та аксесуарів.
- 4. Соціальні мережі та форуми
 - Instagram, Pinterest, Facebook API – зображення, ідеї ландшафтного дизайну, тренди.
 - Reddit, форуми квітників – поради від досвідчених садівників, обговорення проблем.
- 5. Наукові та освітні ресурси.
 - Google Scholar, ResearchGate API – статті та дослідження в галузі декоративного квітництва.
 - Освітні платформи (Coursera, Udemy, YouTube API) – навчальні курси та майстер-класи.
- 6. Логістичні та торгові дані.
 - API служб доставки (FedEx, DHL, CDEK) - відстеження замовлень, розрахунок вартості доставки.
 - Аналітика попиту та продажів – аналіз сезонності та трендів у квітникарстві.

Ці джерела допоможуть створити інформативний, функціональний та зручний веб-ресурс, здатний залучати та утримувати аудиторію. Чи потрібно детальніше розкрити якийсь аспект?

Для реалізації розробленого веб-ресурсу були використані такі технології та інструменти.

- 1. Фронтенд -технології:
 - HTML5: розмітка сторінки та структурування контенту.
 - CSS3: стилізація та оформлення сторінки.
 - JavaScript : взаємодія з елементами сторінки, обробка подій.
 - React або Vue.js: для створення динамічного інтерфейсу та керування станом компонентів.
- 2. Бекенд-технології:
 - Node.js або Python (Django / Flask): для обробки запитів від клієнтів та взаємодії з базою даних.
 - WebSocket: для постійного оновлення даних із датчиків у реальному часі.
- 3. Бази даних:
 - MongoDB або PostgreSQL: для зберігання даних з датчиків та історії показників.
- 4. API та інтеграції:

RESTful API: для взаємодії між фронтендом та бекендом.

API датчиків: щоб отримати дані від різних датчиків.

5. Додаткові технології:

- Docker: для контейнеризації програм та забезпечення їх сумісності.

- Nginx або Apache: веб-сервери для обслуговування запитів та маршрутизації.

- SSL/TLS: для забезпечення безпеки передачі даних.

6. Хмарні платформи:

AWS, Azure або Google Cloud: для розміщення програми у хмарі та масштабування.

Ці технології дозволять створити веб-сторінку, яка відображатиме дані з датчиків та камеру теплиці у реальному часі, а також забезпечуватиме взаємодію з користувачем та можливість перегляду історії даних.

Висновки. Декоративне квітникарство в Україні має величезні перспективи для розвитку. Зростання інтересу до озеленення, використання сучасних технологій та підтримка вітчизняного виробництва можуть вивести галузь на новий рівень. Незважаючи на існуючі виклики, інтеграція інновацій, кооперація виробників та активний розвиток експорту дозволять Україні посісти гідне місце на світовому ринку декоративних рослин.

Сучасні технології веб-розробки відіграють важливу роль в інтеграції сайтів з IoT-пристроями. Використання прогресивних веб-додатків, WebSockets, хмарних API, адаптивного дизайну та технологій безпеки дозволяє створювати зручні та надійні рішення для керування IoT-системами. У міру розвитку технологій IoT, веб-розробка також еволюціонуватиме, пропонуючи нові інструменти та можливості для роботи з інтелектуальними пристроями.

Список використаних джерел

1. AlZubi, A.A., Galyna, K., 2023. Artificial intelligence and internet of things for sustainable farming and smart agriculture. IEEE Access 11, 78686–78692. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3298215>.
2. Amin, M.S.M., Aimrun, W., Eltaib, S.M., Chan, C.S., 2004. Spatial soil variability mapping using electrical conductivity sensor for precision farming of rice. Int. J. Eng. Technol. 1 (1), 47–57.
3. Arbia Riahi Sfar, Enrico Natalizio, Yacine Challal, Zied Chtourou, A roadmap for security challenges in the Internet of Things, Digital Communications and Networks, Volume 4, Issue 2, 2018, Pages 118-137, ISSN 2352-8648, <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2017.04.003>.
4. Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., Aggoune, E.-H.M., 2019. Internet-of-Things (IoT)-Based smart agriculture: toward making the fields talk. IEEE Access 7, 129551–129583. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932609>.
5. Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A.V., Rong, X., 2015. Data mining for the internet of things: literature review and challenges. Int. J. Distributed Sens. Netw. 2015, 12.

6. Díaz, S.E., Perez, J.C., Mateos, A.C., Marinescu, M.-C., Guerra, B.B., 2011. A novel methodology for the monitoring of the agricultural production process based on wireless sensor networks. *Comput. Electron. Agric.* 76 (2), 252–265.
7. Dlodlo, N., Kalezhi, J., 2015a. The Internet of Things in agriculture for sustainable rural development. In: *Proc. Int. Conf. Emerg. Trends Netw. Comput. Commun. (NCC)*, pp. 13–18.
8. Fuhua Huo, Computer network big data detection based on internet of things technology, *Measurement: Sensors*, Volume 33, 2024, 101222, ISSN 2665-9174, <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101222>.
9. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M., 2013. Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions. *Future Generat. Comput. Syst.* 29 (7), 1645–1660.
10. Hu, L., Duan, Z., Song, J., Wu, B., Wang, H., He, J., 2023. Electromechanical properties of a hybrid broadband wind energy harvester for smart agriculture monitoring in the loess plateau. *Electronics* 12, 34. <https://doi.org/10.3390/electronics12010034>.
11. IERC, 2015. European research cluster on the internet of things-outlook of IoT activities in europe [Online]. Available. http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Position_Paper_IoT_Semantic_Interoperability_Final.pdf.
12. Khan, Y., Su'ud, M.B.M., Alam, M.M., Ahmad, S.F., Salim, N.A., Khan, N., 2023. Architectural threats to security and privacy: a challenge for internet of things (IoT) applications. *Electronics* 12, 88. <https://doi.org/10.3390/electronics12010088>.
13. Li, L., 2011. Application of the Internet of Things in green agricultural products supply chain management. In: *Proc. IEEE Int. Conf. Intell. Comput. Technol. Autom. (ICICTA)*, 1, pp. 1022–1025. Shenzhen, China.
14. Nikkila, R., Salonen, I., Koskinen, K., 2010. "Software architecture for farm management information systems in precision agriculture." *Comput. Electron. Agric.* 70 (2), 328–336.
15. Sastra, N.P., Wiharta, D.M., 2016a. Environmental monitoring as an IoT application in building smart campus of Universitas Udayana. In: *Proc. Int. Conf. Smart Green Technol. Elect. Inf. Syst. (ICSGTEIS)*, pp. 85–88.
16. Sastra, N.P., Wiharta, D.M., 2016b. Environmental monitoring as an IoT application in building smart campus of Universitas Udayana. In: *Proc. Int. Conf. Smart Green Technol. Elect. Inf. Syst. (ICSGTEIS)*, pp. 85–88.
17. Srokosz, M., Bobyk, A., Ksiezopolski, B., Wydra, M., 2023. Machine-learning-based scoring system for antifraud CISIRTS in banking environment. *Electronics* 12, 251. <https://doi.org/10.3390/electronics12010251>.
18. Treboux, J., Genoud, D., Ingold, R., 2018. Decision tree Ensemble vs. NN deep learning: efficiency comparison for A small image dataset. In: *2018 International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)*. IEEE, Jakarta.
19. Vahid Kayvanfar, Adel Elomri, Laoucine Kerbache, Hadi Rezaei Vandchali, Abdelfatteh El Omri, A review of decision support systems in the internet of things and supply chain and logistics using web content mining, *Supply Chain Analytics*, Volume 6, 2024, 100063, ISSN 2949-8635, <https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100063>.