

Макеєв В. В.,
здобувач вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки,
Миколаївський національний аграрний університет
Смельянов С. І.,
доктор філософії (фізика та астрономія),
старший викладач кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Миколаївський національний аграрний університет,
м. Миколаїв

ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Фермерство 4.0 це про практичні інструменти, такі як датчики на полях, бездротові мережі, дрони, автопілоти для трактора і платформи для збирання й аналізу даних. Завдяки IoT агрономи отримують змогу приймати рішення на основі поточних параметрів поля, а не виключно на підставі традиційного досвіду. Це підвищує врожайність і зменшує втрати.

Бездротові сенсорні мережі (WSN) складаються зі стрічкових або точкових вузлів, які вимірюють вологість ґрунту, температуру, рН, електропровідність, концентрацію нітратів та інші показники. Дані передаються по LoRaWAN, NB-IoT або іншому протоколу на шлюз, звідки потрапляють у хмару. За останні роки в Україні дуже розвинувся протокол LoRaWAN. Серед переваг можна назвати, перш за все, великий радіус дії та високу проникну здатність. Правда, розмір пакета складе всього 51 байт, а швидкість передачі – 292 біти/сек. Пристроїв основному перебувають в режимі «сну», прокидаються за розкладом, обмінюються з сервером інформацією, а далі знову «засинають»[1].

Коли дані потрапляють у хмару то там відбувається агрономічна обробка. В залежності від потреб це може бути згладжування шуму, комбінування показників із метеоданими і побудова карт просторового розподілу параметрів. Один з прикладів застосування це диференційоване внесення добрив і зрошення. Система формує картограму потреби рослин за азотом чи вологою і віддає інструкцію розподільникам: в одних ділянках вносять менше добрив, в інших більше. Це зменшує витрати ресурсів і знижує ризик вимивання нітратів у підґрунтові води, що корисно для екології й економіки.

Яскравим прикладом реалізації таких мереж в Україні є проєкти великих агрохолдингів, наприклад, Kernel чи МХП, які покривають свої поля мережею власних метеостанцій та датчиків вологості ґрунту. Вони використовують технологію LoRaWAN для передачі даних з полів, де немає мобільного зв'язку. Внаслідок цього агрономи в режимі реального часу бачать, чи не пересох верхній шар ґрунту перед посівною, і можуть коригувати глибину загортання насіння, не виїжджаючи на кожне поле особисто.

IoT-контролери в поєднанні з місцевими датчиками і прогнозами погоди автоматично регулюють полив. Контролер отримує дані про вологість на різних

глибинах, температуру повітря й очікувану кількість опадів, після чого визначає обсяги поливу і час його запуску. Такий підхід оптимізує використання води. Вона подається лише там, де рослини дійсно її потребують, і в потрібний час. Окрім економії, це зменшує ймовірність розвитку кореневих хвороб та ерозії. Окрім дозування води варто згадати українські ягідні господарства, де ціна помилки з поливом надзвичайно висока. Тут активно застосовуються контролери, які керують фертигацією – одночасною подачею води та поживних речовин. Система сама замішує суміш з добрив, спираючись на показники рН-сенсорів у магістралі, і подає його рослинам саме тоді, коли сонячна активність є найвищою.

Комбінація IoT-даних з супутниковими знімками й метеомоделями дає багатовимірну картину стану посівів. Машинні алгоритми використовують часові ряди сенсорних вимірювань, спектральні індекси з супутників і погодні прогнози для оцінки вегетаційного стану, потенційної врожайності та ризиків (шкідники, посуха, заморозки). Результат – раннє сповіщення про вогнища стресу рослин і можливість точкових заходів: локальна обробка регіону, оперативна підтримка технікою або зміна агротехнологій.

Впровадження IoT вимагає стандартів інтероперабельності, захисту передачі даних і навичок для інтерпретації аналітики. Питання конфіденційності й доступу до інформації також важливі, наприклад хто володіє картами врожайності і як це впливає на ринок? Водночас доступні рішення з відкритим кодом знижують бар'єри входу для малого бізнесу й підвищують стійкість системи постачання продуктів.

IoT дає інструменти для більш раціонального використання ресурсів, швидшого виявлення проблем і точнішого планування робіт у полі та господарстві. З'являється можливість заощадити час працівників чи взагалі скоротити кількість персоналу. Внаслідок цього підвищується передбачуваність і стійкість продовольчої системи, що має прямий вплив на якість і доступність продуктів.

Списки використаних джерел

1. Пилипенко О. Особливості побудови мережі Інтернету речей від lifecell та IoT Ukraine. *Домени – перевірка та реєстрація доменів в Україні | Imena.ua*. URL: <https://www.imena.ua/blog/the-internet-of-things-from-lifecell-and-iot-ukraine/> (дата звернення: 29.11.2025).
2. Rajak P., Ganguly A., Adhikary S., Bhattacharya S. Internet of Things and smart sensors in agriculture: Scopes and challenges. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 14. Article No. 100776. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100776>
3. Бондаренко Д. А. Застосування технологій Інтернету речей в сільському господарстві. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. 2022. № 2(75). DOI: <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2022.026167>