

4. Fuzzy automatic control of the irrigation process for the IoT-based smart farming systems / Y. Zheng et al. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*. 2024. P. 1-27. URL: <https://doi.org/10.3233/ais-230403>.

Кушнір Л. В.,
здобувач вищої освіти спеціальності
072 Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок
Нестерук Г. В.,
викладач циклової комісії фінансів, обліку і оподаткування,
ВСП «Хмельницький торговельно-економічний фаховий коледж
ДТЕУ»
м. Хмельницький

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В КОНТЕКСТІ СТРАТЕГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

На сучасному етапі розвитку світової цивілізації питання продовольчої безпеки перейшло з розряду суто аграрних проблем у площину національної безпеки та технологічного суверенітету кожної держави [1, с. 45].

Саме тому цифрова трансформація стає ключовим шляхом розвитку сучасної економіки [1, с. 50]. Впровадження інноваційних інформаційних систем дозволяє побудувати модель «розумного» виробництва та розподілу, де кожен крок супроводжується точним збором та аналізом великих масивів даних [2, с. 25]. Використання сучасного програмного забезпечення мінімізує вплив людського фактору, суттєво зменшує витрати сировини та дозволяє оперативно реагувати на будь-які загрози дефіциту [1, с. 52]. Метою є детальний розгляд найбільш ефективних цифрових інструментів, що стоять на варті продовольчої безпеки, та аналіз їхніх переваг над застарілими моделями управління [2, с. 28].

Цифрові технології:

1. Система «Сторіо». Це провідна платформа для дистанційного керування підприємствами, що забезпечує супутниковий моніторинг полів та контроль техніки у режимі реального часу [1, с. 88]. Програма інтегрує супутникові знімки, дані метеостанцій та телеметрію з датчиків [2, с. 108]. Вона автоматично обчислює вегетаційні індекси і виявляє аномалії в розвитку рослин на ранніх стадіях [1, с. 92]. Приклад: На звичайному підприємстві агроном витрачає тижні на об'їзд територій, часто пропускаючи осередки хвороб [2, с. 110]. У системі «Сторіо» сповіщення про проблему приходять миттєво на мобільний пристрій [2, с. 112]. Завдяки швидкому реагуванню економія палива становить 15%, а врожай зберігається у повному обсязі [1, с. 97; 2, с. 115].

2. WMS-системи управління складами. Управління запасами готової продукції вимагає високої точності, яку забезпечують сучасні WMS-системи [1, с. 120]. Вони дозволяють повністю контролювати кожну одиницю товару, автоматизувати розміщення на складах та виключити людські помилки [1, с.

122]. Програма контролює температурні режими та формує чергу на відвантаження за принципом FEFO [2, с. 133]. Приклад: У традиційній моделі складського обліку інформація часто заноситься вручну, що створює ризик псування продуктів через захаращення старих партій новими [2, с. 135]. У цифровій системі WMS така ситуація технічно неможлива — програма не дозволить відвантажити свіжіший товар раніше терміну, що знижує обсяги відходів до мінімуму [2, с. 138; 1, с. 130].

3. Технологія блокчейн у ланцюгах постачання. Це децентралізована база даних, яка забезпечує прозорість та незмінність історії походження кожного продукту [1, с. 140]. Кожен учасник ланцюга вносить дані, які неможливо підробити, що створює довіру між виробником та покупцем [2, с. 150; 2, с. 153]. Приклад: Якщо виявляється неякісна партія товару, у традиційній системі на пошук джерела проблеми витрачаються тижні [2, с. 155]. У системі блокчейн шлях продукту відстежується за лічені секунди, що дозволяє миттєво вилучити небезпечний об'єкт з обігу, не зупиняючи продаж інших безпечних партій [1, с. 148; 2, с. 158].

4. Розумні датчики та Інтернет речей (IoT). Ці технології дозволяють полю «говорити» з агрономом через мережу датчиків у ґрунті або на елеваторах [3, с. 42]. Вони в реальному часі передають дані про вологість землі та температуру повітря, що дозволяє точно знати потреби кожної ділянки поля [4, с. 15; 3, с. 45]. Приклад: Замість рівномірного поливу всього поля, система розумного зрошення вмикає воду тільки там, де датчик зафіксував критичну сухість [3, с. 48]. Це економить до 30% водних ресурсів та запобігає гниттю коренів, гарантуючи стабільний врожай [4, с. 20].

5. Штучний інтелект (AI) для захисту рослин. Штучний інтелект може за секунди впізнати хворобу рослини по фото та проаналізувати стан полів з дронів [4, с. 65]. Програми підказують, якими саме препаратами треба обробити конкретні ділянки, що зменшує використання пестицидів [3, с. 90]. Приклад: Камера на дроні з підтримкою AI фіксує перші плями на листках соняшника, які ще не видно людському оку [3, с. 98]. У результаті обробляється лише вогнище інфекції замість усього поля, що робить продукцію екологічно чистішою та знижує її собівартість [4, с. 75].

Таким чином, цифрові технології є головною частиною сучасної продовольчої безпеки [1, с. 149]. Використання систем «Cropio», WMS та блокчейн-платформ забезпечує новий рівень управління та прозорості ланцюгів постачання [2, с. 205]. Впровадження мережі IoT-датчиків гарантує збереження ресурсів на кожному етапі, мінімізуючи вплив людського фактору [3, с. 118]. Застосування штучного інтелекту для прогнозування дозволяє державі вчасно реагувати на ринкові зміни, гарантуючи продовольчу стабільність та якість продуктів для населення за будь-яких умов [4, с. 130; 2, с. 210].

Список використаних джерел

1. Громов О. В. Цифрова трансформація агробізнесу: підручник. Київ, 2023. 150 с.

2. Петренко С. І. Інформаційні системи в менеджменті та логістиці: навч. посібник. Хмельницький, 2024. 210 с.
3. Ковальчук А. М. Цифрові технології в АПК: інновації та безпека. Львів, 2023. 185 с.
4. Сидоренко В. П. Розумні системи управління сільським господарством. Одеса, 2024. 142 с.

Литвинюк К. Є.,
здобувач вищої освіти спеціальності F3 Комп'ютерні науки
Науковий керівник: Пархоменко О. Ю., к.ф.-м.н., доцент кафедри економічної
кібернетики, комп'ютерних наук та інформаційних технологій
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв

ПРОМИСЛОВИЙ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ (IIOT) НА БАЗІ 5G ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РОБОТИЗОВАНИМИ КОМПЛЕКСАМИ У ТЕПЛИЧНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Сучасне тепличне господарство стикається з трьома взаємопов'язаними викликами: дефіцитом кваліфікованої робочої сили, необхідністю підвищення врожайності та жорсткими вимогами до екологічної безпеки виробництва. Цифровізація агросектору пропонує вирішення цих проблем через впровадження роботизованих комплексів та систем точного землеробства. Однак традиційні бездротові технології (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee) виявляються неефективними в умовах теплиць: металеві каркаси, скляне покриття та густа рослинність створюють значні перешкоди для радіохвиль, що призводить до нестабільності сигналу, втрати пакетів даних та затримок, критичних для керування автономними маніпуляторами [1]. Крім того, обмежена пропускна здатність мереж 4G (до 100 Мбіт/с) не дозволяє масштабувати системи до сотень датчиків та десятків роботів одночасно.

Вирішенням зазначених проблем є впровадження стандарту 5G, зокрема його підтипу URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communications – надійний зв'язок із наднизькими затримками). Основні характеристики URLLC: затримка передачі даних не більше 1 мс, надійність доставки пакетів 99,999% та можливість підключення до 10^6 пристроїв на 1 км². Для порівняння, Wi-Fi 6 забезпечує затримки на рівні 10-20 мс за значно нижчої надійності в умовах перешкод. Ці переваги дозволяють синхронізувати роботу кількох автономних маніпуляторів з точністю позиціонування до 1 см, що критично для делікатних операцій (збирання томатів, обрізання листя, запилення) [2].

Для ефективного розподілу ресурсів між різними типами трафіку в тепличному комплексі застосовується технологія мережевої сегментації (Network Slicing). Вона дозволяє створити декілька віртуальних незалежних підмереж на одній фізичній інфраструктурі 5G:

– слот управління роботами – пріоритетний канал із затримкою <1 мс для передачі команд руху та зупинки;