

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict01.202.07>

УДК 167.7; 004.81

Інтернет речей та штучний інтелект у сільському господарстві

Кунуп Тетяна Василівна

Канд. техніч. наук, ст. викладач каф. Інформаційних технологій
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0246-0951>; Kunup.t.v.@op.edu.ua
Національний університет «Одеська політехніка», пр. Шевченка, 1. Одеса, 65044, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі розглядаються питання сучасних технологій, таких як інтернет речей та штучний інтелект, для розвитку сільського господарства, інтеграції в концепцію AIoT (Artificial Intelligence of Things). Це поєднання сприяє автоматизації процесів, підвищенню ефективності виробництва, оптимізації використання ресурсів і підвищенню якості продукції. Розглядається застосування у рослинництві та тваринництві, що допомагає фермерам приймати більш обґрунтовані рішення на основі реальних даних. Аналізуються виклики та економічні переваги впровадження AIoT, враховано необхідність значних інвестицій та забезпечення кібербезпеки. Увага приділена державній програмі України, спрямованій на підтримку інноваційних технологій, що дозволить країні зміцнити свої позиції на міжнародному ринку.

Ключові слова: Інтернет речей; штучний інтелект; концепція AIoT (Artificial Intelligence of Things); інноваційні технології

Актуальність. В роботі розглянуто завдання впровадження інтернету речей та штучного інтелекту у сільському господарстві в умовах сучасних викликів, зокрема необхідності підвищення продовольчої безпеки, адаптації до зміни клімату та раціонального використання ресурсів. Інтеграція інноваційних технологій, таких як інтернет речей і штучний інтелект, дозволяє вирішувати глобальні проблеми продовольства, оптимізувати використання ресурсів і покращити ефективність аграрного виробництва. У контексті України, державна підтримка цих технологій підкреслює важливість впровадження інновацій у пріоритетній галузі економіки, що сприяє зміцненню позицій країни на світовому ринку [1–4].

Метою дослідження є аналіз впровадження технологій інтернету речей та штучного інтелекту у сільському господарстві, зокрема їхнього впливу на підвищення продуктивності, оптимізацію використання ресурсів. Дослідження також має на меті проаналізувати переваги та виклики інтеграції сучасних технологій, оцінити аспекти цього впровадження та визначити перспективи розвитку цих технологій в аграрному секторі України та світі.

Сучасне сільське господарство стрімко розвивається, і на передній план виходять інноваційні технології, такі як інтернет речей і штучний інтелект, впровадження яких обіцяє революціонізувати аграрний сектор.

Сучасне сільське господарство потребує високої ефективності виробництва в поєднанні з високою якістю одержуваної продукції. Це стосується як рослинництва, так і тваринництва та ін. Щоб задовольнити ці вимоги, все частіше використовуються передові методи аналізу даних, у тому числі методи штучного інтелекту [5, с. 62].

Штучний інтелект розглядається як засіб для покращення якості врожаю, його моніторингу на різних етапах, вдосконалення основних сільськогосподарських операцій та інших технологічних компонентів, здатних пом'якшити негативний вплив кліматичних змін і адаптувати галузь до швидкого зростання світового населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що основними постачальниками сучасних систем штучного інтелекту для сільського господарства є країни Західної

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.uk>)

Європи, США та Китай. Дві найбільш розвинуті аграрні країни світу – США і Нідерланди. За ними йдуть Франція, Німеччина, Канада, Австралія. Їхнє аграрне лідерство базується на використанні високих технологій. Українці теж починають їх застосовувати, але набагато менше. Діаграма впровадження штучного інтелекту та інтернету речей в сільському господарстві у світі показано на рисунку.

В сільське господарство впроваджені такі технології штучного інтелекту та інтернету речей, як: комп'ютерний зір, роботизація та автоматизація, аналіз даних та прогнозування, безпілотні літальні апарати (дрони) з штучним інтелектом, штучний інтелект для управління тваринництвом, смарт-системи зрошення (датчики вологості ґрунту, автоматичні системи поливу), смарт-системи для контролю стану ґрунту (датчики температури та рН ґрунту, моніторинг рівня поживних речовин), смарт-ферми для тваринництва (носимі пристрої для худоби, автоматичне годування та доїння), агрометеорологічні станції (моніторинг погодних умов, прогнозування та попередження про екстремальні погодні явища), системи відстеження логістики та інше [5].

Сільське господарство включає в себе ряд процесів і етапів, більшість з яких займають ручні. Доповнюючи прийняті технології, ШІ може полегшити виконання найскладніших і рутинних завдань. Він може збирати й обробляти великі дані на цифровій платформі, придумати найкращий план дій і навіть ініціювати цю дію в поєднанні з іншими технологіями [5, с.64].

Штучний інтелект може використовуватись у різних аспектах сільськогосподарської діяльності таких як: точне землеробство, тваринництво, рослинництво, птахівництво, розумні системи поливу, автоматизація теплиць, моніторинг кліматичних умов, керування сировиною та інше. Розглянемо деякі з них.

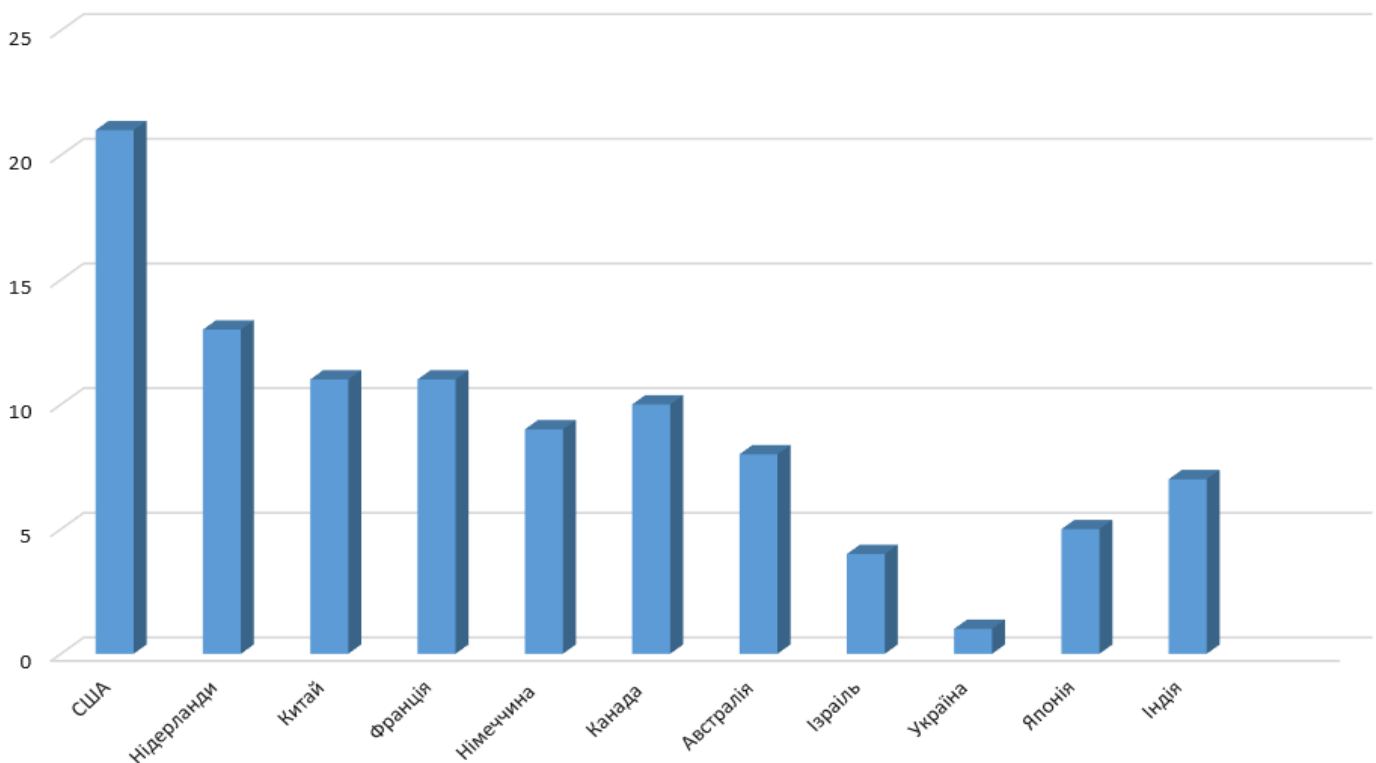


Рисунок. Впровадження штучного інтелекту та інтернету речей в сільському господарстві

Точне землеробство. На основі вивчення міжнародного досвіду доведено, що врожайність на 80% залежить від природних умов. Однак, при використанні систем точного землеробства вплив клімату і погодних умов знижується до 20%, тоді як технології та управління у сільському господарстві стають визначальними і складають 80%. Для України, як регіону з високими ризиками в сільському господарстві, впровадження систем точного землеробства є доцільним з огляду на різноманіття кліматичних умов і неоднорідність полів, що дозволяє мінімізувати ризики та оптимізувати витрати. Цифрове землеробство охоплює кілька етапів: збір даних, аналіз інформації та прийняття агротехнічних рішень на основі цього аналізу.

Агрохімічний аналіз ґрунту за допомогою сенсорного обладнання дозволяє оцінити його родючість, отримати дані про придатність для вирощування конкретних культур, оптимізувати систему живлення та знизити витрати на добрива. Моніторинг посівів із використанням супутників або дронів забезпечує комплексну інформацію про стан ґрунту та рослин, що сприяє оперативному прийняттю управлінських рішень щодо обробки ґрунту або боротьби зі шкідниками. Завдяки метеомоніторингу можна визначати оптимальні періоди для початку посівної, поливу та внесення добрив, що також дозволяє зменшити витрати води. Точні технології у землеробстві орієнтовані на економічну ефективність і збереження ґрунтів, підвищення врожайності з одного гектара, зменшення втрат на полях і, загалом, на покращення ефективності використання земельного банку країни.

У тваринництві штучний інтелект відіграє ключову роль завдяки своїм потужним можливостям аналізувати великі обсяги даних та обчислювати складні алгоритми. Він сприяє підвищенню ефективності в різних галузях, таких як розведення свійських тварин, птахівництво, кролівництво, рибництво та інші.

Однією з основних переваг ШІ у тваринництві є його застосування в процесі селекції тварин. Використовуючи алгоритми машинного навчання і аналізу великих даних, фермери можуть обирати оптимальні пари для розведення, що дозволяє покращити генетичну якість стада, отримати здоровіших і продуктивніших нащадків. Це сприяє збільшенню продуктивності, задоволенню потреб ринку та вдосконаленню характеристик тварин [6, 7].

Крім того, ШІ значно полегшує управління фермерськими господарствами. Завдяки штучному інтелекту можна контролювати умови утримання тварин, такі як температура, вологість, освітлення та вентиляція. Алгоритми допомагають забезпечити оптимальні умови для мінімізації ризиків захворювань і стресу, що позитивно впливає на здоров'я і продуктивність тварин. Також ШІ генерує рекомендації для покращення умов утримання, сприяючи підвищенню добробуту тварин.

В [8, 9] дослідники описують досвід використання згорткових нейронних мереж (CNN) для визначення особливостей поведінки свиней та овець, що використовують алгоритми обробки зображень, щоб визначити стан тварин, місця годівлі та час годівлі. Крім того, показана важливість попереднього збору даних для навчання глибоких згорткових нейронну мережу, щоб виявити ключові точки ходьби і витягнути інформацію, що вводиться в моделі для класифікації. Тобто моніторинг харчової поведінки є ключовим елементом управління худобою, оскільки він забезпечує важливу інформацію про здоров'я, продуктивність та загальний добробут тварин. Завдяки штучному інтелекту та сенсорним системам цей процес автоматизується, надаючи дані в режимі реального часу. Зазвичай використовуються RFID-мітки або смарт-нашийники, які відстежують час і частоту годування, а також тривалість перебування тварини біля

годівниці. Отримані дані аналізуються штучним інтелектом для покращення управління тваринами [10].

Автоматизований підрахунок великої рогатої худоби та відстеження її руху мають вирішальне значення для визначення ланцюга постачання. Окрім простої чисельності, контроль поголів'я відіграє важливу роль у боротьбі з хворобами, управлінні запасами, відстеженні переміщень, підвищенні продуктивності та забезпеченні рентабельності підприємств. Традиційні методи ручного підрахунку тварин часто є неточними, трудомісткими та складними для великих стад.

Штучний інтелект і сенсорні технології пропонують кардинальне рішення цієї проблеми. Радіочастотна ідентифікація (RFID) стає основною технологією для автоматичного підрахунку та відстеження тварин. RFID-мітки, імплантовані у худобу, забезпечують автоматичну ідентифікацію та відстеження кожної тварини на різних етапах ланцюга постачання. Зчитувачі, стратегічно розташовані вздовж цього ланцюга, збирають дані, забезпечуючи повний облік і мінімізацію похибок порівняно з традиційними методами підрахунку [10].

Із зростанням попиту на м'ясо птиці та яйця розвивається галузь птахівництва швидко розвивається в напрямку індустріалізації та масштабу. Інформаційний рівень сучасного птахівництва безперервно вдосконалювалося і вдосконалювалося.

В різних країнах були запропоновані стандартизовані умови вирощування птахів, визначені фактори, що впливають на добробутне розведення птиці. Аналіз показує, що інформація про поведінку домашньої птиці може добре відображати рівень добробуту і стан здоров'я птиці. Але традиційне ручне спостереження та аналіз поведінки займає багато часу та залежить від досвіду фермерів. Тому впровадження методів штучного інтелекту та Інтернету речей з використанням Інтернет-камер для аналізу даних з моніторингу поведінки курей під час розведення має хороший потенціал у розв'язанні задачі виявлення поведінки птиці, оцінки поведінкових змін в курей. Таким чином, в птахівництві штучний інтелект використовується для автоматизації та контролю процесів вирощування птахів, дозволяє проводити моніторинг та запис поведінки курей, тим самим завчасно попередити та передбачити їх захворювання, провести діагностику хвороб. Крім того ШІ аналізуючи поведінку птахів, дозволяє виявляти ознаки не тільки захворювань, а й стресу, що дозволяє швидко реагувати та запобігати можливим проблемам.

Цікава розробка належать команді японських дослідників під керівництвом професора Токійського університету Адріана Девіда Чеока, які створили систему, здатну перекладати куряче кудахкання на людську мову за допомогою штучного інтелекту. Їхня система інтерпретує різні емоційні стани курей, такі як голод, страх, гнів, задоволення, хвилювання та страждання, використовуючи метод, який вони назвали «глибокий емоційний аналіз» [11].

Для тестування системи команда записала та проаналізувала звукові зразки від 80 курей, а потім передала ці дані алгоритму ШІ. Алгоритм зіставив ці голосові зразки з відповідними емоційними станами птахів. У співпраці з психологами-зоотехніками та ветеринарами, дослідники змогли з високою точністю визначити психічний стан окремих птахів. Також вони навчили штучний інтелект розпізнавати емоційний стан птахів на основі їхніх звуків, що може суттєво покращити умови їх утримання та виробництво [10].

У сучасному рослинництві робототехніка має значний потенціал для автоматизації різних процесів, що сприяє підвищенню якості вирощування, збільшенню врожайності та зниженню витрат. Вона застосовується на різних рівнях – від великих фермерських господарств до теплиць і навіть приватних господарств. Робототехніка знаходить своє

місце у таких сферах, як вирощування зернових, садівництво, виноградарство, ягідництво та городництво.

Основні напрями використання роботів у рослинництві включають:

1) полив і живлення рослин: роботи для поливу можуть автоматично зволожувати рослини, враховуючи їхні потреби, тип ґрунту та погодні умови, що дозволяє ефективно використовувати воду і підтримувати оптимальні умови для росту;

2) розпушування ґрунту та висівання насіння: спеціалізовані роботи можуть автоматично розпушувати ґрунт і садити насіння на заданій глибині та з потрібним інтервалом, забезпечуючи рівномірне розміщення насіння і максимальне використання площі;

3) видалення бур'янів: роботи-видалювачі можуть ідентифікувати бур'яни і видаляти їх без ручного втручання, що сприяє чистоті полів і зменшує негативний вплив бур'янів на врожайність;

4) збір врожаю: роботи-збирачі автоматично визначають зрілість плодів за допомогою сенсорів або комп'ютерного зору і акуратно збирають урожай, мінімізуючи пошкодження плодів;

5) захист від шкідників і хвороб: роботи для обробки рослин можуть виявляти шкідників та ознаки хвороб, автоматично застосовувати пестициди або добрива за необхідності. Завдяки використанню сенсорів і камер, вони здійснюють точне моніторинг і обробку окремих ділянок, що допомагає ефективно контролювати шкідників і захворювання рослин.

Ці технології дозволяють оптимізувати процеси в рослинництві, покращуючи якість і продуктивність господарств.

Ще одним прикладом є «розумні теплиці», де інтернет речей дає змогу створити в теплицях відповідний мікроклімат для «примхливих» культур: керувати поливом, освітленням, вологістю повітря й температурою. Наприклад, штучний інтелект може передбачити потребу рослин у поливі або добривах для їхнього оптимального росту. Для раціональної витрати води на всьому полі встановлюють датчики, які фіксують сухість і рихлість ґрунту. Як тільки система помітить відхилення від норми, спрацює автоматичне зрошення. Таке рішення рятує і від сухості і від надмірного поливу.

Американський фермер, співзасновник «Farm Hack» – всесвітнього співтовариство фермерів, які створюють та модифікують власні інструменти, Дорн Кокс виробляє на своїй 120-гектарній фермі в шт. Нью-Хемпшир органічну продукцію переважно для ресторанів: лохину, гриби, овочі, кленовий сироп, соняшникову олію і випічку з власного зерна. В 2011 р., коли об'єднання виникло, однією з перших проблем, яку в ньому обговорювали, стало дистанційне визначення підвищення температури в теплиці вище критичного рівня. Використовуючи модифікований GSM-сигнал і мобільний телефон, проект створив температурний датчик, який відсилає текстове повідомлення у випадку підвищення температури в теплиці вище норми [12].

Контроль якості продуктів харчування є важливим аспектом захисту здоров'я та безпеки споживачів. Важливою складовою контролю є також моніторинг умов зберігання та транспортування продукції, що особливо важливо для продуктів з обмеженим терміном придатності. Вибір відповідного програмного забезпечення для цих процесів також має велике значення для забезпечення якості продуктів. Використання датчиків дає змогу в реальному часі відстежувати температуру, вологість та інші параметри, що впливають на якість продукту.

Впровадження суворих стандартів і регулярні перевірки на всіх етапах виробництва і реалізації – запорука високого рівня і безпеки продуктів харчування. Таким чином,

сучасні технології та суворі стандарти контролю землеробства допомагають забезпечувати захист здоров'я споживачів і зміцнювати довіру до виробників [13].

Економічні аспекти впровадження штучного інтелекта та інтернета речей у сільському господарстві в різні галузі відкриває нові можливості для оптимізації рішень і управління процесами. Впровадження інноваційних технологій дозволяє значно покращити якість прогнозування погодних умов, управління ресурсами, використання машинного навчання для аналізу даних сільськогосподарських виробництв та багато іншого.

В останні роки впровадження інформаційних технологій в сільському господарстві призвело до коригування способів обробки сільськогосподарських культур та управління полями. Технології докорінно змінили концепцію сільського господарства, зробивши його більш вигідним, ефективним, безпечним та простим.

Отже розглянувши досвід впровадження штучного інтелекта та інтернета речей в сільському господарстві можна зробити висновок, що ці технології докорінно змінює галузь, перетворюючи процес, яким людство займається не одну тисячу років, на технологічний бізнес із високою продуктивністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gutierrez, J. V., et al. "Smart Agriculture: IoT, AI and Their Applications in Agriculture". *Wiley*. 2023.
2. Piddubna A. "AI in Agriculture – the Future of Farming". *Intellias*. 2024. – Available from: <https://intellias.com/artificial-intelligence-in-agriculture>.
3. Sandeep K. "Artificial Intelligence and Machine Learning in Agriculture". *Naukova Dumka*. Kyiv, Ukraine. 2021.
4. Sharma, R. K., Singh, A. K. "IoT in agriculture: Innovation, applications and challenges". *Elsevier*. 2022. 350 p.
5. Бондаренко Д. А. «Застосування технологій інтернету речей в сільському господарстві». *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. 2022; 2 (75): 61–68. DOI: <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2022.026167>
6. Гуменюк В. І., Ковальчук С. М. «Інтернет речей у сільському господарстві: технології та застосування». *Аграрна освіта*. Київ. Україна. 2021.
7. Петренко О. М. «Штучний інтелект у сільському господарстві: практичний посібник». *Видавництво «Агроосвіта*. Львів. Україна. 2022.
8. Chen C., Zhu W., Steibel J., Siegford J., Han J., Norton T. "Recognition of feeding behaviour of pigs and determination of feeding time of each pig by a video-based deep learning method". *Comput Electron Agric*. 2020; 176: 105642. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105642>.
9. Kleanthous N., Hussain A., Khan W., Sneddon J., Liatsis P. "Deep transfer learning in sheep activity recognition using accelerometer data". *Expert Syst Appl*. 2022; 207: 117925. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117925>.
10. Neethirajan S. "Artificial intelligence and sensor technologies in dairy livestock export: Charting a digital transformation". *Sensors*. 2023; 23 (16): 7045. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23167045>.
11. Ковтун Ю. «Японія створила штучний інтелект, що розшифровує «мову» курей». *PaySpace Magazine*. 2023. – Доступно з: <https://psm7.com/uk/iskusstvennyj-intellekt/yaponiya-sozdala-iskusstvennyj-intellekt-rasshifrovuyayushhij-yazyk-kur.html>.

12. «Інтернет речей у сільському господарстві». *Київстар бізнес*. – Доступно з: <https://hub.kyivstar.ua/articles/internet-rechej-u-silisikomu-gospodarstvi-8-porad>.

13. Сергєєва К. «Сучасні технології в сільському господарстві». – Доступно з: <https://eos.com/uk/blog/suchasni-tehnolohii-v-silskomu-hospodarstvi>.

14. Савченко А. С. «Методи та системи штучного інтелекту: посібник». *НАУ Київ*. 2017.

15. Солоня О. В., Скоромна О. І., Огородничук Н. «Застосування цифрових технологій у галузі тваринництва». *Техніка, Енергетика, Транспорт АПК*. 2023; 4 (123): 43–50. DOI: <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2023-4-5>.

16. «Big Data в великих господарствах». *Пропозиція. Головний журнал з питань агробізнесу*. 2017. – Доступно з: <https://propozitsiya.com/ua/big-data-v-bolshih-hozyaystvah>.

DOI: <https://doi.org/10.15276/ict01.2024.07>

UDC 167.7; 004.81

Internet of things and artificial intelligence in agriculture

Tetyana V. Kunup

PhD, senior lecturer, Department of Information Technologies

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0246-0951>; Kunup.t.v.@op.edu.ua

Odesa Polytechnic National University, 1, Shevchenko Ave. Odesa, 65044, Ukraine

ABSTRACT

This robot is considered to be a source of modern technologies, such as the Internet of speech and artificial intelligence, for the development of rural rule. integration into the concept of AIoT (Artificial Intelligence of Things). This includes process automation, increased production efficiency, optimization of resource resources and increased product quality. There appears to be a stagnation of the plant's production, which helps farmers make more informed decisions based on real data. The results and cost-effective benefits of implementing AIoT are analyzed, including the need for significant investments and cybersecurity. Respect is given to the government program of Ukraine, aimed at supporting innovative technologies, which will allow the country to significantly improve its position on the international market.

Keywords: Internet of speeches; piece intelligence; AIoT (Artificial Intelligence of Things) concept; innovative technologies