

РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В УПРАВЛІННІ АГРОПРОМИСЛОВИМ КОМПЛЕКСОМ

Холодняк Ю.В., к.т.н.,

Гавриленко Є.А., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Сільське господарство відіграє важливу роль у забезпеченні харчової безпеки та економічного розвитку країн по всьому світу. Проте, цей ключовий сектор стикається з низкою складних викликів, які вимагають сучасних рішень і технологій для забезпечення ефективного виробництва та стійкості [1-2]:

- зростаюче населення світу вимагає постійного збільшення обсягів продукції сільського господарства;
- зміни клімату призводять до нестабільних погодних умов, які можуть суттєво впливати на виробництво сільськогосподарської продукції;
- дефіцит робочої сили, оскільки молодь віддає перевагу міському життю та іншим секторам економіки;
- необхідність підвищення продуктивності для задоволення зростаючого попиту на сільськогосподарські продукти.

Сільське господарство не лише забезпечує харчову безпеку, але і сприяє економічному розвитку країн. Інновації в агропромисловому комплексі (АПК) можуть призвести до створення нових робочих місць, збільшення виробництва та повернення інвестицій. Тому АПК залишається важливим сектором, який вимагає постійного розвитку та сучасних рішень. Використання інноваційних технологій, таких як автоматизація та IoT, має великий потенціал для вирішення проблем сільського господарства та забезпечення його сталого розвитку [3]. Відповідь на виклики сьогодення залежить від впровадження інновацій і використання сучасних технологій, що стануть ключовими факторами для забезпечення харчової безпеки та економічного зростання.

Метою роботи є розгляд ролі автоматизації та IoT в агропромисловому комплексі. Основні завдання статті включають: аналіз інноваційних технологій в галузі сільського господарства, зокрема автоматизації та IoT; визначення викликів та перешкод, з якими стикаються аграрні підприємства при впровадженні цих технологій; оцінка досягнень і позитивного впливу автоматизації та IoT на агропромисловий комплекс; надання рекомендацій для подальшого розвитку та інтеграції інновацій у сільське господарство.

Основні матеріали дослідження. Автоматизація в сільському господарстві передбачає використання різних систем і пристроїв для автоматизації та оптимізації агропроцесів. Однією з ключових технологій є автоматизовані сільськогосподарські машини та роботи. Вони можуть виконувати такі завдання, як сівба, полив, внесення добрив, збір врожаю та обробка землі без прямого участі людини. Це сприяє збільшенню продуктивності та зниженню витрат на робочу силу.

Автоматизація також охоплює системи моніторингу, які вимірюють показники якості ґрунту, вологості, температури та інші важливі параметри. Отримані дані можуть бути використані для прийняття рішень щодо оптимізації виробництва [1].

Іншим варіантом застосування інноваційних технологій в АПК є впровадження Інтернету речей (Internet of Things або IoT). IoT відкриває нові можливості для сільського господарства. Його суть полягає в з'єднанні фізичних об'єктів (наприклад, сільськогосподарських машин, датчиків, апаратів) з Інтернетом. Розглянемо основні аспекти використання IoT в агропромисловому комплексі.

Спеціальні сільськогосподарські датчики можуть надсилати дані про показники ґрунту, погодні умови, врожай та стан рослин в реальному часі, які будуть використовуватися для подальшого моніторингу. Зібрані дані можуть бути аналізовані за допомогою розумних аналітичних систем, які надають інформацію для прийняття рішень, таких як оптимізація поливу або внесення добрив.

IoT може використовуватися для дистанційного керування сільськогосподарською технікою, забезпечуючи точність та ефективність процесів. Також застосування IoT дозволяє відстежувати вантажі та виробництво, що допомагає знижувати втрати та підвищувати якість.

Системи IoT в сільському господарстві можуть включати в себе такі компоненти [4]:

- сенсори вологості ґрунту, які розміщені в ґрунті та вимірюють рівень вологості в ґрунті в реальному часі;
- метеостанції, обладнані сенсорами для вимірювання погодних умов, які надають дані про температуру, опади, швидкість вітру та інші метеорологічні показники;
- системи збору та аналізу даних, які опрацьовуються в хмарному середовищі (cloud-based systems);
- системи автоматичного поливу, які можуть самостійно регулювати полив, включаючи кількість води, тривалість та час поливу.

Ці приклади показують, як IoT допомагає фермерам оптимізувати процес поливу, знижувати витрати води та підвищувати врожай. Використання сучасних технологій дозволяє фермерам досягти

кращих результатів в сільському господарстві та стати більш стійкими до зовнішніх викликів, таких як зміни клімату.

Автоматизація та IoT можуть суттєво покращити продуктивність та якість сільськогосподарського виробництва. Вони спрощують процеси, зменшують витрати та знижують вплив на навколишнє середовище завдяки оптимізації використання ресурсів. Однак існують виклики, які необхідно враховувати. Однією з головних перешкод для аграрних підприємств є фінансові витрати на впровадження автоматизації та IoT [5-6]. Придбання сучасної техніки, датчиків, програмного забезпечення та навчання персоналу може вимагати значних інвестицій. Це особливо актуально для невеликих сільськогосподарських господарств та малих фермерів.

Додатково може бути проблемою нестабільність зв'язку, що є важливим аспектом для передачі даних в реальному часі. Низька доступність високошвидкісного Інтернету може обмежити можливості впровадження IoT-систем та моніторингу в сільських районах.

Також важливою перешкодою є необхідність навчання фермерів та працівників, щоб вони могли використовувати нові технології ефективно. Часто аграрні підприємства стикаються з проблемами кібербезпеки, оскільки дані, що збираються і обробляються в рамках цих технологій, мають важливе значення та можуть бути під загрозою кібератак.

Наведені виклики не тільки є перешкодами, але також стимулюють галузь шукати нові та інноваційні рішення, які можуть призвести до покращення якості сільського господарства і його стійкості в умовах сучасного світу.

Одним з найважливіших позитивних аспектів впровадження автоматизації та IoT є підвищення продуктивності сільського господарства. Автоматизовані сільськогосподарські машини та роботи можуть виконувати завдання, такі як сівба, полив, внесення добрив та збір врожаю, набагато ефективніше та швидше, ніж люди. Це призводить до збільшення врожаю та зниження втрат під час виробництва.

За допомогою систем моніторингу та IoT, фермери можуть в режимі реального часу відстежувати стан ґрунту, погодні умови та рослин. Це дозволяє їм приймати докладні та обґрунтовані рішення щодо виробництва та ресурсного управління, що також підвищує продуктивність.

Автоматизація та IoT допомагають знижувати витрати на сільському господарстві. Машини, які працюють безперервно, дозволяють ефективно використовувати паливо, добрива та інші ресурси. Оптимізація процесів діагностики та ремонту машин за допомогою IoT може знизити витрати на обслуговування.

Збільшена продуктивність та кращий контроль над процесами дозволяють оптимізувати використання ресурсів, зокрема води та добрив, що також призводить до зниження витрат. Використання автоматизації та IoT може покращити якість продукції сільського господарства. Моніторинг параметрів якості ґрунту та рослин дозволяє аграріям вчасно вживати заходи для підвищення врожаю та покращення якості культур.

За допомогою систем IoT, фермери можуть відстежувати і контролювати весь процес виробництва, включаючи умови зберігання продукції. Це допомагає у запобіганні втратам та забезпеченні безпечності продукції.

Автоматизація та IoT допомагають зробити сільське господарство більш стійким до зовнішніх факторів, таких як зміни клімату. Можливість відстежувати та реагувати на погодні умови в реальному часі дозволяє аграріям приймати рішення щодо захисту врожаю від негоди та створювати більш стійкі агрокультури.

Для подальшого розвитку інновацій у сільському господарстві необхідно розширювати доступ фермерів до сучасних технологій. Це включає в себе підтримку фінансових програм та пільгових умов для придбання сільськогосподарської техніки та IoT-пристроїв. Також важливо створити навчальні програми та центри для навчання фермерів використанню цих технологій.

Для оптимального використання інновацій в сільському господарстві, необхідно створювати системи співпраці та обміну даними між сільськогосподарськими підприємствами, дослідницькими інститутами та виробниками технологій. Це допоможе забезпечити обмін цінною інформацією та знизити витрати на дублювання даних.

При інтеграції IoT та автоматизації важливо приділити належну увагу кібербезпеці та конфіденційності даних. Системи повинні бути надійно захищені від кібератак та несанкціонованого доступу. Регулювання та стандарти щодо кібербезпеки в сільському господарстві мають бути вивчені та впроваджені.

Для постійного розвитку інновацій в сільському господарстві потрібні дослідження та розробки. Важливо підтримувати фінансування досліджень та співпрацю між науковими установами та сільськогосподарськими підприємствами для створення нових технологічних рішень та вдосконалення існуючих.

При впровадженні інновацій необхідно враховувати екологічні аспекти. Автоматизація та IoT можуть допомогти зменшити вплив сільського господарства на навколишнє середовище, але важливо контролювати викиди та використання ресурсів.

Навчання та освіта фермерів та працівників сільського господарства щодо використання інноваційних технологій мають бути постійними та доступними. Навчальні програми та курси повинні

бути розроблені та проведені з метою підвищення навичок та компетенцій у галузі використання автоматизації та IoT.

Загалом розвиток інновацій у сільському господарстві через автоматизацію та IoT має великий потенціал для підвищення продуктивності та стійкості галузі. Проте для досягнення цих цілей необхідно ретельне планування, співпраця та врахування всіх аспектів, включаючи фінансові, екологічні та соціокультурні. Висунуті рекомендації є кроками до створення інноваційного та стійкого сільського господарства майбутнього.

Висновки. У результаті дослідження впливу автоматизації та Інтернету речей (IoT) на сільське господарство, отримано висновки щодо переваг і викликів цих інноваційних технологій:

- впровадження автоматизації та IoT призводить до підвищення продуктивності сільського господарства завдяки ефективному використанню ресурсів та вдосконаленню процесів виробництва;

- ці технології дозволяють знижувати витрати на виробництво, включаючи паливо, добрива та інші ресурси, а також обслуговування сільськогосподарської техніки.

- моніторинг та контроль в режимі реального часу допомагають покращити якість виробництва та забезпечити безпеку продукції, що важливо для споживачів та фермерів.

- використання інновацій допомагає зробити сільське господарство більш стійким до змін клімату та інших зовнішніх факторів.

- для подальшого розвитку інновацій у сільському господарстві важливо розширювати доступ до технологій, співпрацювати та обмінювати даними, забезпечувати кібербезпеку та конфіденційність даних, проводити дослідження та розробки, враховувати екологічні аспекти та забезпечувати навчання та освіту для фермерів та працівників сільського господарства.

У цілому, інноваційні технології автоматизації та IoT є важливими інструментами для трансформації сільського господарства та створення більш стійкої та продуктивної галузі. Правильне впровадження та розвиток цих технологій вимагають спільних зусиль фермерів, науковців, виробників та влади, і можуть стати ключовим чинником у вирішенні глобальних викликів у сфері продовольства та сільського розвитку.

Перспективи подальших досліджень в галузі застосування автоматизації та IoT в АПК можуть охоплювати наступні напрями:

- розширення застосування штучного інтелекту;
- інтеграція блокчейн-технологій для забезпечення безпеки та прозорості в сільському господарстві;

- розвиток мереж сенсорів та засобів IoT, спрямованих на вирішення специфічних завдань сільського господарства, таких як моніторинг врожаю, управління водними ресурсами та тваринництво;

- вивчення впливу інноваційних технологій на довкілля та розроблення практик, що сприяють сталому та екологічно чистому сільському господарству;
- розробка та використання автономних сільськогосподарських машин та дронів для автоматизації робіт на полі;
- дослідження впливу інновацій на міжнародну торгівлю сільськими продуктами та розвиток нових торговельних моделей;
- аналіз соціальних та економічних викликів, що виникають при впровадженні інновацій у сільському господарстві, включаючи питання зайнятості, регулювання та суспільний прийом цих технологій.

Ці напрями досліджень сприятимуть подальшому розвитку сільського господарства, покращенню ефективності та сталості виробництва та забезпечать необхідну адаптацію галузі до сучасних викликів і можливостей.

Список використаних джерел

1. Quy V.K., Hau N.V., Anh D.V., Quy N.M., Ban N.T., Lanza S., Randazzo G., Muzirafuti A. IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. *Applied Sciences*. Vol. 12. Iss. 7: 3396. DOI: 10.3390/app12073396
2. Sinche S., Raposo D., Armando N., Rodrigues A., Boavida F., Pereira, V., Silva, J.S. A Survey of IoT Management Protocols and Frameworks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2020. Vol. 22. Iss. 2. P. 1168–1190. DOI: 10.1109/COMST.2019.2943087
3. Elijah O., Rahman T.A., Orikumhi I., Leow C.Y., Hindia M.N. An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. 2018. Vol. 5. Iss. 5. P. 3758–3773. DOI: 10.1109/JIOT.2018.2844296
4. Li W., Logenthiran T., Phan V., Woo W.L. A Novel Smart Energy Theft System (SETS) for IoT-based Smart Home. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019. Vol. 6. Iss. 3. P. 5531–5539. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2903281
5. Shin D., Yun K., Kim J., Astillo P.V., Kim J.-N., You I. A Security Protocol for Route Optimization in DMM-Based Smart Home IoT Networks. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 142531–142550. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2943929
6. An J.G., Le Gall F., Kim J., Yun J., Hwang J., Bauer M., Zhao M., Song J.S. Toward Global IoT-Enabled Smart Cities Interworking Using Adaptive Semantic Adapter. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019. Vol. 6. Iss. 3. P. 5753–5765. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2905275