



УДК 631.115:004

DIGITALIZATION OF AGRICULTURAL SECTOR MANAGEMENT: NEW APPROACHES AND SOLUTIONS

ДИДЖИТАЛІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ АГРАРНОЮ СФЕРОЮ: НОВІ ПІДХОДИ ТА РІШЕННЯ

Osmyatchenko V.O. /Осмятченко В. О.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID-ідентифікатор 0000-0002-4174-2188

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій,

Київ, Соломянська 7, 03110

Muzychenko T. O /Музиченко Т. О.*s.e.s., as.prof. / к.е.н., доц.*

ORCID-ідентифікатор 0000-0003-2135-8522

Національний університет біоресурсів та природокористування України,

Київ, Героїв Оборони, 15, 03041

Анотація. Актуальність статті обумовлена необхідністю трансформації аграрної сфери в умовах цифрової економіки. Важливість якої полягає у виявленні та систематизації новітніх підходів до цифровізації управління аграрною сферою.

Дослідження здійснено на основі аналізу сучасних літературних джерел, практик впровадження цифрових технологій в агробізнесі та статистичних даних.

Основна гіпотеза полягає в припущенні, що цифровізація забезпечує підвищення ефективності та стійкості аграрного виробництва.

У результаті дослідження систематизовано цифрові рішення для агробізнесу, сформульовано основні напрямки їх інтеграції у виробничі процеси, визначено виклики та ризики цифрової трансформації в аграрній сфері.

Теоретичне значення роботи полягає в узагальненні нових підходів до управління аграрною сферою в контексті цифрової трансформації.

Практичне значення полягає у можливості застосування запропонованих рішень для підвищення ефективності аграрних підприємств.

Наукова новизна дослідження полягає в комплексній характеристиці цифрових інструментів аграрного менеджменту та виявленні їх впливу на продуктивність і сталий розвиток галузі. Перспективи подальших досліджень передбачають аналіз впровадження штучного інтелекту та великих даних у аграрне виробництво.

Ключові слова: цифровізація; агробізнес; управління; аграрний сектор; штучний інтелект; інновації; великі дані.

Вступ.

У сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій цифровізація стала одним із ключових чинників модернізації економічних систем у всьому світі. Особливо актуальним цей процес є для аграрної сфери, яка традиційно характеризується високим рівнем залежності від природних ресурсів, кліматичних змін та потребує підвищення ефективності використання земельних, водних і трудових ресурсів.



Використання цифрових технологій в агробізнесі відкриває нові можливості для оптимізації виробничих процесів, прийняття управлінських рішень на основі аналізу великих обсягів даних, підвищення прозорості ланцюгів постачання, забезпечення простежуваності продукції та адаптації до глобальних викликів, таких як зміна клімату та продовольча безпека. Інструменти штучного інтелекту, Інтернет речей (IoT), технології великих даних і блокчейн стають невід'ємними складовими сучасного аграрного менеджменту.

Разом із тим, процес цифровізації аграрної сфери супроводжується низкою викликів, серед яких – нерівномірний доступ до технологій, цифрова нерівність між великими та дрібними господарствами, проблеми кібербезпеки, високі витрати на впровадження інновацій та необхідність розвитку цифрових компетентностей серед працівників сільського господарства.

В Україні цифровізація аграрного сектору має особливе значення, оскільки аграрна продукція становить вагомую частку національного експорту та забезпечує продовольчу безпеку країни. Успішна інтеграція цифрових рішень у сільське господарство може сприяти зростанню продуктивності, покращенню якості продукції та посиленню конкурентоспроможності аграрних підприємств на міжнародному ринку.

Таким чином, дослідження нових підходів та рішень щодо цифровізації управління аграрною сферою є надзвичайно актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору. Аналіз існуючих практик та розробка рекомендацій для ефективної цифрової трансформації агробізнесу мають стати важливим внеском у забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сучасні дослідження акцентують увагу на стрімкому розвитку цифрових технологій в аграрному секторі та їхньому впливі на ефективність виробничих процесів. Зокрема, за даними Klerkx, Jakku та Labarthe [2], цифрові рішення сприяють не лише підвищенню продуктивності аграрних підприємств, а й створенню нових бізнес-моделей, заснованих на обробці великих обсягів даних. Аналогічні висновки наведено у роботі Wolfert та співавторів [3], де зазначено,



що застосування великих даних у розумному землеробстві (Smart Farming) дозволяє оптимізувати використання ресурсів, прогнозувати врожайність та оперативно реагувати на зміни в агроєкосистемах.

Проте низка дослідників звертає увагу на виклики та ризики цифровізації агробізнесу. Bronson і Knezevic [1] акцентують на тому, що великі дані в харчовому виробництві можуть призводити до посилення інформаційної нерівності між великими агрокомпаніями та дрібними фермерами. Нерівномірний доступ до цифрових технологій, проблеми безпеки даних, а також ризики монополізації інформації є одними з ключових перешкод на шляху до справедливої цифрової трансформації сільського господарства.

Окрему увагу у сучасній літературі приділено використанню Інтернету речей (IoT) для моніторингу стану ґрунтів, рослин та кліматичних умов у реальному часі. Використання сенсорних мереж та безпілотних літальних апаратів дозволяє аграріям отримувати точні дані про стан посівів і здійснювати точкове управління агротехнологіями [3].

Ще один важливий аспект цифровізації пов'язаний із застосуванням блокчейн-технологій у ланцюгах постачання продовольства. За даними звіту FAO [4], блокчейн забезпечує прозорість, простежуваність та безпеку даних про рух продукції від виробника до кінцевого споживача, що особливо актуально для органічного виробництва та експорту.

Водночас автори вказують на необхідність підвищення цифрових компетентностей сільськогосподарських виробників та розвитку відповідної інфраструктури. Без належного навчання фермерів та забезпечення доступу до швидкісного інтернету впровадження цифрових рішень ризикує залишитись фрагментарним і нерівномірним [2; 4].

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що цифровізація аграрної сфери є багатовимірним процесом, який має як значний потенціал підвищення ефективності виробництва, так і серйозні виклики, що потребують системного вирішення на рівні як окремих підприємств, так і державної політики.



Мета і завдання дослідження.

Мета дослідження – виявити нові підходи та рішення щодо цифровізації управління аграрною сферою, оцінити їх ефективність та визначити основні напрями подальшого розвитку.

Завдання дослідження:

- дослідити сучасні цифрові інструменти в аграрному управлінні;
- систематизувати ефекти від впровадження технологій;
- визначити виклики цифровізації аграрного сектору.

Виклад основного матеріалу.

У процесі дослідження було застосовано комплекс загальнонаукових і спеціалізованих методів, що дозволило отримати об'єктивні та надійні результати.

По-перше, використано системний підхід, який передбачає розгляд цифровізації аграрного сектору як багаторівневої інтегрованої системи, що включає технічні, економічні, організаційні та соціальні елементи. Це дало змогу оцінити взаємозв'язки між впровадженням цифрових технологій та змінами в аграрному виробництві.

По-друге, застосовано методи аналізу та синтезу. За допомогою аналізу було здійснено вивчення окремих аспектів цифровізації, таких як використання Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data), штучного інтелекту та блокчейн-технологій. Синтез дозволив інтегрувати ці знання в єдину концептуальну модель цифрового агробізнесу.

Третім етапом було використання статистичних методів, зокрема аналізу вторинних даних. Обробка відкритих даних Євростату, FAO, Світового банку, а також національних статистичних служб України дозволила оцінити тенденції цифровізації в аграрному секторі, виявити рівень впровадження окремих технологій та їхній вплив на продуктивність господарств

Також проведено кейс-аналіз (case study) практик впровадження цифрових інновацій на прикладі аграрних підприємств України, Нідерландів, Німеччини та інших країн Європейського Союзу. Оцінка конкретних кейсів дала змогу



виявити ключові чинники успіху та бар'єри цифрової трансформації в агробізнесі.

Крім того, застосовано порівняльний аналіз міжнародного досвіду цифровізації аграрної сфери, що дало можливість окреслити перспективні напрямки адаптації передових технологій до українських реалій.

Визначення ризиків і викликів цифрової трансформації здійснювалося за допомогою експертного оцінювання, зокрема через вивчення думок провідних вчених, аналітиків галузі та практиків.

Методологічна основа дослідження дозволила не лише систематизувати наявні знання, а й запропонувати практичні рекомендації для аграрних підприємств щодо ефективного впровадження цифрових технологій у виробничу та управлінську діяльність.

У результаті проведеного дослідження було систематизовано основні напрями цифровізації аграрного сектору, а також визначено цифрові технології, які мають найбільший потенціал для підвищення ефективності аграрного виробництва.

Серед основних напрямів цифрової трансформації в аграрному секторі виділено:

Моніторинг стану ґрунтів, рослин і тварин із використанням сенсорних технологій та Інтернету речей (IoT). Завдяки сенсорам фермери можуть в режимі реального часу отримувати дані про вологість ґрунту, рівень поживних речовин, температуру навколишнього середовища, фізіологічний стан тварин, що дає можливість оперативно реагувати на зміни та запобігати втратам.

Застосування великих даних (Big Data) для аналізу історичних даних, прогнозування врожайності, оптимізації схем сівозміни та планування ресурсів. Використання аналітики великих даних сприяє більш точному прийняттю рішень, заснованих на комплексному аналізі факторів, що впливають на аграрне виробництво.

Точне землеробство за допомогою дронів, супутникових знімків та геоінформаційних систем (GIS). Технології дистанційного зондування землі



дають змогу точно визначати ділянки з дефіцитом вологи, пошкодженнями культур або ознаками захворювань, що дозволяє здійснювати диференційоване внесення добрив і засобів захисту рослин.

Використання блокчейн-технологій для прозорого й безпечного відстеження ланцюгів постачання сільськогосподарської продукції. Блокчейн забезпечує незмінність і доступність інформації про походження продукції, що підвищує довіру споживачів та сприяє розвитку органічного виробництва.

Інтеграція штучного інтелекту (AI) та машинного навчання у процес прийняття управлінських рішень. Системи на базі AI здатні здійснювати самостійний аналіз складних виробничих процесів, прогнозувати ризики, оптимізувати строки та способи проведення агротехнічних заходів.

Автоматизація аграрних процесів із використанням роботизованої техніки. Зокрема, автономні трактори, роботи для збирання врожаю та дрони для обробки полів стають дедалі популярнішими на великих аграрних підприємствах, дозволяючи зменшити залежність від сезонної робочої сили.

Розвиток цифрових платформ для аграрного консалтингу та електронної комерції. Такі рішення дають можливість аграріям отримувати консультації щодо ведення господарства в онлайн-режимі, укладати угоди на продаж продукції, закуповувати насіння, добрива й техніку через інтернет, розширюючи ринки збуту.

Використання мобільних додатків для управління господарством. Сучасні мобільні технології дозволяють аграріям контролювати ключові виробничі процеси зі смартфона, що особливо актуально для невеликих та середніх фермерських господарств.

Аналіз практичного досвіду аграрних підприємств в Україні та країнах ЄС засвідчив, що інтеграція цифрових технологій дозволяє підвищити продуктивність на 10–30 %, зменшити використання ресурсів (води, добрив, пального) на 15–25 %, а також поліпшити якість продукції.

Основні результати систематизовано у Таблиці 1.



Таблиця 1- Цифрові технології в аграрному секторі: можливості та очікувані ефекти

№	Технологія	Напрямок застосування	Основні ефекти	Виклики впровадження
1	Інтернет речей (IoT)	Моніторинг стану ґрунтів, рослин, тварин	Оптимізація використання ресурсів, раннє виявлення проблем	Вартість обладнання, обмеження інфраструктури
2	Великі дані (Big Data)	Прогнозування врожайності, оптимізація агропроцесів	Підвищення точності прогнозів, скорочення витрат	Доступність якісних даних, безпека даних
3	Дрони та супутникові технології	Точне землеробство, картографування полів	Підвищення врожайності, зменшення втрат	Висока початкова вартість
4	Блокчейн	Відстеження ланцюгів постачання	Підвищення прозорості, боротьба з фальсифікаціями	Низький рівень цифрової грамотності
5	Штучний інтелект (AI)	Автоматизація прийняття рішень, прогнозування ризиків	Підвищення оперативності управління, зниження помилок	Складність інтеграції в існуючі процеси

Джерело: сформовано автором

Таким чином, результати дослідження демонструють, що впровадження цифрових технологій в аграрний сектор не лише підвищує ефективність виробничих процесів, але й сприяє сталому розвитку сільських територій та зміцненню продовольчої безпеки.

Проте для повноцінної цифрової трансформації необхідно подолати ряд викликів, пов'язаних із фінансуванням, освітою кадрів та розвитком цифрової інфраструктури.

Результати дослідження свідчать, що цифровізація дозволяє істотно підвищити ефективність аграрного виробництва, оптимізувати використання ресурсів і покращити екологічні показники за рахунок точного моніторингу, прогнозування та автоматизації процесів. Впровадження таких технологій, як Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), штучний інтелект (AI) і блокчейн відкриває нові можливості для побудови ефективних, прозорих і стійких аграрних систем.



Проте дослідження також виявило низку серйозних викликів. Однією з головних проблем є висока вартість впровадження цифрових рішень, що обмежує доступність технологій для малих і середніх фермерських господарств. Ця ситуація загрожує посиленням цифрової нерівності, коли великі аграрні корпорації швидко впроваджують інновації, а дрібні виробники залишаються на периферії технологічного розвитку.

Іншим значним викликом є дефіцит цифрових компетентностей серед працівників аграрної сфери. Без відповідного навчання та підтримки навіть найсучасніші технології можуть залишитися недосяжними або неефективно використаними. Це свідчить про нагальну потребу в реалізації спеціалізованих освітніх програм і тренінгів для фермерів.

Крім того, на порядку денному стоїть питання захисту даних. Із зростанням цифровізації агробізнесу виникають ризики, пов'язані з витоком конфіденційної інформації, кібератаками та маніпулюванням даними, що вимагає розробки національних і міжнародних стандартів кібербезпеки для аграрної сфери.

Також варто зазначити, що впровадження цифрових рішень повинно супроводжуватися розвитком інфраструктури: доступом до швидкісного інтернету, модернізацією логістичних мереж і впровадженням «розумних» систем моніторингу навіть у віддалених сільських районах.

З огляду на міжнародний досвід, Україна має шанс швидко адаптувати найкращі практики цифровізації, зокрема через залучення іноземних інвестицій, партнерство з міжнародними організаціями та участь у програмах технічної допомоги.

Таким чином, успішна цифрова трансформація аграрної сфери можлива лише за умови комплексного підходу, що передбачає технічні інновації, освітні реформи, розвиток цифрової інфраструктури та активну участь усіх стейкхолдерів – від уряду до фермерів.

Висновки.

Проведене дослідження підтвердило, що цифровізація є одним із ключових чинників модернізації аграрної сфери в умовах цифрової економіки. Інтеграція



цифрових технологій у виробничі та управлінські процеси дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, забезпечити більш точне планування агротехнічних заходів, мінімізувати вплив людського чинника на виробництво та сприяти сталому розвитку аграрного сектору.

Запровадження Інтернету речей (IoT), аналізу великих даних (Big Data), штучного інтелекту (AI), блокчейн-технологій та систем точного землеробства відкриває нові можливості для агробізнесу, зокрема підвищення врожайності, скорочення витрат ресурсів, підвищення якості продукції та зміцнення довіри споживачів через прозорість ланцюгів постачання.

Водночас результати дослідження засвідчили наявність суттєвих викликів цифрової трансформації аграрного сектору, серед яких: високі витрати на впровадження технологій, нерівномірний доступ до цифрової інфраструктури, низький рівень цифрової грамотності серед фермерів та загрози інформаційній безпеці.

Успішна цифрова трансформація аграрної сфери України потребує реалізації комплексного підходу, що має включати:

- розвиток доступної цифрової інфраструктури в сільських регіонах;
- підтримку малих і середніх аграрних підприємств у впровадженні цифрових інновацій;
- запровадження програм підготовки та підвищення кваліфікації аграрних кадрів;
- створення сприятливого регуляторного середовища для цифрового розвитку агробізнесу;
- стимулювання міжнародного співробітництва для обміну знаннями та технологіями.

Перспективи подальших досліджень полягають у глибшому аналізі впровадження штучного інтелекту та великих даних у сільськогосподарське виробництво, дослідженні ефективності конкретних цифрових рішень на різних рівнях аграрного виробництва, а також у розробці моделей стійкої цифрової трансформації аграрних екосистем в Україні.



Таким чином, цифровізація аграрного сектору виступає не лише як інструмент підвищення продуктивності, але й як основа для забезпечення продовольчої безпеки, конкурентоспроможності на міжнародних ринках та сталого розвитку

Література:

1. Bronson, K., & Knezevic, I. (2016). Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*, 3(1), <https://doi.org/10.1177/2053951716648174> [in English]
2. Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91 (1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315> [in English]
3. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.J. (2017). Big Data in Smart Farming. A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023> [in English]
4. Melo-Velasco J, Hendrickson M. (2022). The Digital Agriculture Revolution: What To Consider To Make It Work For Small Or Marginalized Farmers? *Proceedings of the National Conference On Next Generation Sustainable Technologies For Small Scale Producers*. (North Carolina, USA September 7-9, 2022). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24070.04162> [in English]

Abstract. The relevance of this study is driven by the urgent need for the transformation of the agricultural sector within the framework of the digital economy. As agriculture faces increasing pressures from climate change, resource scarcity, and global food security challenges, digitalization emerges as a strategic tool for enhancing the sector's efficiency, transparency, and resilience.

The purpose of the article is to identify, systematize, and critically evaluate innovative approaches to the digitalization of agricultural sector management. The research methodology is based on the use of general scientific methods of analysis and synthesis, a systems approach, statistical analysis of secondary data, and case study analysis of best practices from Ukraine and EU countries.

The central hypothesis of the study posits that digitalization not only improves production efficiency but also significantly contributes to the sustainable development of the agricultural sector by optimizing resource use, reducing production costs, and enhancing product traceability.

Key results of the study include the systematization of digital technologies relevant to agribusiness – such as the Internet of Things (IoT), Big Data analytics, Artificial Intelligence (AI), blockchain, and precision farming techniques – and the identification of the main benefits and challenges associated with their integration. Special attention is paid to the risks related to unequal



access to technology, cybersecurity concerns, and the necessity of digital skills development among agricultural workers.

The theoretical significance of the study lies in the generalization and conceptualization of new management approaches in the context of digital agricultural transformation. The practical value is demonstrated by the formulation of recommendations for agribusinesses aiming to effectively implement digital solutions to increase productivity and competitiveness.

Future research directions are suggested to focus on the application of Artificial Intelligence, Machine Learning, and Big Data technologies to further optimize agricultural production and management processes.

Key words: digitalization; agribusiness; management; agricultural sector; artificial intelligence; innovations; big data.

Статтю надіслано: 12.09.2025 р.

© Осмятчко О.О.