

Пилипенко Вячеслав Валентинович

*кандидат економічних наук, професор,
професор кафедри економіки та підприємництва
Сумський національний аграрний університет*

Pylipenko Viacheslav

*PhD in Economics, Professor,
Professor of the Department of Economics and Entrepreneurship
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0000-0001-5995-013X*

Пилипенко Максим Вячеславович

*аспірант
Сумського національного аграрного університету*

Pylipenko Maksym

*Postgraduate Student of the
Sumy National Agrarian University
ORCID: 0009-0007-4097-7181*

DOI: 10.25313/2520-2294-2024-6-9966

**РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ АДАПТИВНОГО РОЗВИТКУ
АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN ENSURING ADAPTIVE DEVELOPMENT
OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

Анотація. Вступ. Сучасні виклики, такі як війна та виснаження ресурсів, потребують зміни підходів до управління аграрними підприємствами в контексті адаптивного розвитку. Штучний інтелект (ШІ) пропонує нові можливості для забезпечення адаптивності та стійкості аграрних підприємств, зокрема через аналіз даних, робототехніку та автоматизацію процесів, що дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати і покращити управління ресурсами. Використання ШІ стає все більш актуальним у контексті адаптації до нових умов та підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств.

Мета. Метою даного дослідження є вивчення потенціалу штучного інтелекту в адаптивному розвитку аграрних підприємств. Основні завдання включають аналіз сучасних технологій ШІ, їх вплив на продуктивність та ефективність аграрних підприємств, а також визначення шляхів подальшого впровадження ШІ у сільське господарство.

Матеріали і методи. Матеріалами для цього дослідження є наукові праці вітчизняних та зарубіжних авторів, які досліджують застосування ШІ в сільському господарстві, звіти консалтингових компаній які аналізують тренди автоматизації та використання ШІ в сільському господарстві. Метод теоретичного узагальнення та групування використовувався для систематизації інформації про сучасні технології ШІ та їх застосування в аграрному секторі. Цей метод дозволив виокремити основні напрями впровадження ШІ та їх вплив на продуктивність і ефективність аграрних підприємств. Метод логічного узагальнення використовувався для формулювання висновків щодо ролі ШІ в адаптивному розвитку аграрних підприємств. Цей метод дозволив зробити загальні висновки про економічну ефективність впровадження ШІ та визначити перспективи подальших досліджень у цій галузі.

Результати. В статті досліджено потенціал штучного інтелекту (ШІ) у трансформації сільського господарства. Систематизовано та узагальнено чинники, які підкреслюють численні можливості використання та переваги штучного інтелекту в підвищенні продуктивності та стійкості сільського господарства. Розкрито економічні вигоди від впровадження ШІ, зокрема підвищення продуктивності, зниження витрат, покращення якості продукції, зниження ризиків та підвищення конкурентоспроможності. Автори підкреслюють важливість державної підтримки та інвестицій у дослідження і розвиток технологій ШІ для сільського господарства. Впровадження ШІ здатне забезпечити істотне збільшення продуктивності та

економічної ефективності. Однак для реалізації повного потенціалу ШІ необхідні спільні зусилля урядів, дослідницьких установ і приватного сектору в галузі інвестицій, освіти та розроблення технологічних стандартів.

Перспективи. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу ШІ на різні типи сільськогосподарських підприємств з урахуванням їх розміру та специфіки, а також на аналіз бар'єрів для впровадження ШІ у сільське господарство та розробку рекомендацій щодо їх подолання.

Ключові слова: штучний інтелект, сільське господарство, адаптивний розвиток, аграрне підприємство, стійкість, управління ресурсами.

Summary. Introduction. The agricultural sector plays a crucial role in ensuring global food security and economic stability. Modern challenges such as war, resource depletion, and increasing demographic pressure require changes in the approaches to managing agricultural enterprises in the context of adaptive development. Artificial intelligence (AI) offers new opportunities for ensuring the adaptability and sustainability of agricultural enterprises, particularly through data analysis, robotics, and process automation, which allow for increased productivity, reduced costs, and improved resource management. The use of AI in agriculture is becoming increasingly relevant in the context of adapting to new conditions and enhancing the competitiveness of agricultural enterprises.

Purpose. The purpose of this study is to explore the potential of artificial intelligence in the adaptive development of agricultural enterprises. The main objectives include analyzing modern AI technologies, their impact on the productivity and efficiency of agricultural enterprises, and identifying ways to further implement AI in agriculture.

Materials and methods. The materials for this study include scientific works by domestic and foreign authors who research the application of AI in agriculture, as well as reports from consulting companies that analyze trends in automation and the use of AI in agriculture. The method of theoretical generalization and grouping was used to systematize information about modern AI technologies and their application in the agricultural sector. This method allowed for the identification of the main directions of AI implementation and their impact on the productivity and efficiency of agricultural enterprises. The method of logical generalization was used to formulate conclusions regarding the role of AI in the adaptive development of agricultural enterprises. This method allowed for drawing general conclusions about the economic efficiency of AI implementation and determining the prospects for further research in this field.

Results. The article investigates the potential of artificial intelligence (AI) in transforming agriculture. The factors that emphasize the numerous possibilities and advantages of using AI to increase productivity and sustainability in agriculture have been systematized and summarized. The economic benefits of AI implementation have been revealed, including increased productivity, reduced costs, improved product quality, reduced risks, and enhanced competitiveness. The authors highlight the importance of government support and investment in AI research and development for agriculture. The implementation of AI can provide significant increases in productivity and economic efficiency. However, the full potential of AI requires joint efforts from governments, research institutions, and the private sector in the areas of investment, education, and the development of technological standards.

Discussion. Further research may be directed towards studying the impact of AI on different types of agricultural enterprises, taking into account their size and specificity, as well as analyzing the barriers to AI implementation in agriculture and developing recommendations to overcome them.

Key words: artificial intelligence, agriculture, adaptive development, agricultural enterprise, sustainability, resource management.

Постановка проблеми. Аграрний сектор в умовах війни та інших глобальних викликів стикається з численними проблемами, що загрожують його стійкості. З одного боку, необхідно забезпечити продовольчу безпеку. З іншого боку, галузь повинна функціонувати в умовах війни, а також скоротити негативний вплив на навколишнє середовище. Штучний інтелект (ШІ) пропонує трансформаційні рішення цих проблем, обіцяючи здійснити революцію в сільському господарстві, підвищивши продуктивність, стійкість і збереження навколишнього середовища. У цих умовах використання ШІ в аграрному секторі стає не просто актуальним, а й необхідним кроком на шляху до адаптації та сталого розвитку аграрних підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам впровадження ШІ у сільське господарство приділяли увагу багато науковців: О. Akintuyi [7],

V. Bisen [10], R. Bland [5], R. Briones [19], A. Cavazza [1], X. Chu [13], С. Дідух [21], S. Figiel [3], V. Ganesan [5], L. Ge [6], S. Heo [8], T. Halaye [2], E. Hong [5], E. Karunathilake [8], J. Kalanik [5], A. Kwilinski [14], A. Le [8], Y. Li [13], S. Mansoor [8], J. McFadden [9], W. Mu [13], E. Njuki [9], H. Patel [4], L. Prihodko [11], O. Prokopyshyn [14], J. Randall [11], T. Razzaghi [11], S. Sandoval [11], D. Tian [13], S. C. Tran [11], N. Trushkina [14], C. Verdouw [6], S. Vyhaniailo [16], S. Wang [12], S. Wolfert [6]. Так Cavazza A. досліджував можливості підвищення продуктивності та стійкості сільського господарства за допомогою ШІ [1]. Halaye T. аналізував світовий ринок ШІ в сільському господарстві та його перспективи зростання [2]. McFadden J. досліджував застосування технологій точного землеробства великими сільськогосподарськими підприємствами та їхній вплив на ефективність аграрного виробництва [9]. Patel H. досліджував

трансформаційну роль штучного інтелекту в сучасному сільському господарстві, акцентуючи увагу на його здатності оптимізувати виробничі процеси [4]. Chu X. та інші вивчали використання ШІ для прогнозування цін на сільськогосподарську продукцію, що дозволяє оптимізувати логістику та підвищити конкурентоспроможність підприємств [13].

Незважаючи на значну кількість наукових напрацювань у цій сфері, питання застосування ШІ в адаптивному розвитку сільськогосподарських підприємств залишається актуальним і потребує подальших досліджень. Особливу увагу варто приділити впровадженню штучного інтелекту та інших передових технологій у практичну діяльність аграрних підприємств для підвищення їхньої адаптивності та стійкості.

Метою статті є дослідження потенціалу штучного інтелекту в адаптивному розвитку аграрних підприємств. Основні завдання включають вивчення сучасних технологій ШІ, їхнього впливу на продуктивність та ефективність аграрних підприємств, а також визначення шляхів подальшого впровадження ШІ в сільське господарство.

Виклад основного матеріалу. Серед різних галузей, штучний інтелект на сьогоднішній день широко використовується і продовжує прогресувати. Його застосування охоплює виробництво, охорону здоров'я, банківську та фінансову сфери, авіацію та готельний бізнес. У сільському господарстві штучний інтелект також має своє застосування з метою підвищення врожайності та ефективності, а також

для розробки економічних прогнозів. Результати дослідження підкреслюють численні можливості використання та переваги штучного інтелекту в підвищенні стійкості сільського господарства, незважаючи на існуючі бар'єри [1].

Світовий ринок штучного інтелекту в сільському господарстві поділено на три сегменти: за технологіями, пропозиціями та регіонами. Технології відіграють вирішальну роль в поліпшенні продуктивності та ефективності сільськогосподарського сектора. Технології машинного навчання дозволяють аналізувати великі набори даних та прогнозувати врожайність культур. Прогнозна аналітика допомагає передбачити тенденції та ризики, оптимізувати логістику та попит на ринку. Використання цих технологій дозволяє фермерам підвищити продуктивність, знизити витрати та вплив на навколишнє середовище, а також забезпечити стійкість. За прогнозами, обсяг світового ринку штучного інтелекту в сільському господарстві зросте з 1,7 млрд. доларів США у 2023 році до 6,96 млрд. доларів США до 2030 року, водночас середньорічний темп зростання становитиме 22,3% протягом прогнозованого періоду [2].

Штучний інтелект (ШІ) має значний потенціал для впровадження в сільське господарство і може мати великий вплив на ефективність цієї галузі. Різноманітність технологічних рішень і керованих процесів, заснованих на ШІ, дозволяє автоматизувати процеси виробництва і маркетингу сільськогосподарських продуктів. Використання ШІ в сільському господарстві сприятиме зростанню сукупної факторної

Таблиця 1

Чинники розвитку штучного інтелекту (ШІ) в сільському господарстві

Підвищення продуктивності	ШІ дає змогу оптимізувати процеси, що призводить до збільшення врожайності та ефективності роботи
Зниження витрат	Автоматизація і точне землеробство з використанням ШІ знижують витрати на робочу силу і ресурси
Поліпшення управління ресурсами	Точні дані про стан ґрунту, потреби у воді та здоров'я рослин дають змогу краще управляти ресурсами
Стійкість до зміни клімату	ШІ допомагає адаптуватися до кліматичних змін через прогнозування погодних умов і управління ризиками
Прогнозування врожайності	Аналіз даних за допомогою ШІ дає змогу точно прогнозувати врожайність і планувати діяльність
Моніторинг та управління шкідниками	Використання дронів та ШІ для моніторингу полів допомагає своєчасно виявляти та боротися зі шкідниками та хворобами
Поліпшення якості продукції	Технології ШІ сприяють підвищенню якості сільськогосподарської продукції через точне управління та контроль
Доступ до нових ринків	Цифрові платформи і технології на базі ШІ полегшують доступ до ринків збуту і покращують логістику
Інновації та дослідження	Впровадження ШІ стимулює проведення досліджень і розробку нових технологій у сільському господарстві
Державна підтримка	Політика та програми субсидування сприяють впровадженню ШІ в сільському господарстві
Соціально-економічні вигоди	Підвищення доходів фермерів, створення нових робочих місць і поліпшення умов життя в сільських районах

Джерело: систематизовано на основі [1–14]

продуктивності цього сектора [3]. Штучний інтелект також має значний потенціал для зменшення негативного впливу сільського господарства на зміну клімату. На сьогоднішній день такі технології включають аналітику, робототехніку та обладнання [4]. Використання передових технологій дозволяє фермерам приймати краще обґрунтовані рішення і збільшувати врожайність за менших витрат. Останні розробки в галузі штучного інтелекту надають можливості для автоматичного прийняття рішень, використовуючи доступні дані [6].

Таблиця 1 відображає основні чинники, які стимулюють і приваблюють розвиток штучного інтелекту в сільському господарстві, сприяючи його сталому та ефективному розвитку.

Важливими факторами залучення є потреби бізнесу у підвищенні ефективності та управлінні, а також громадські драйвери, такі як продовольча безпека та стійкість [7]. ШІ може створювати нові стійкі бізнес-моделі, що поліпшують науково-технічну якість виробничої системи [1]. Система ШІ дає змогу використовувати дані в режимі реального часу для поліпшення рішень, що стосуються управління сільським господарством. Очікується, що подальший розвиток ШІ-технологій і збільшення доступності даних сприятиме інноваціям у точному землеробстві [7].

Розглянемо деякі області застосування ШІ в сільському господарстві (рис. 1). Однією з найперспективніших сфер застосування ШІ є точне землеробство. Починаючи з висіву насіння і закінчуючи збором врожаю, все частіше використовуються роботи, керовані штучним інтелектом, які можуть виконувати такі завдання як: прополювання, збирання

врожаю і пакування продуктів харчування, звільняючи людей для складнішої роботи. Роботи можуть виконувати різні завдання, які традиційно виконують люди, але з більшою швидкістю і точністю.

Це може підвищити продуктивність і поліпшити умови праці. Наприклад, комбайни зі штучним інтелектом можуть розрізняти стиглі й недостиглі фрукти та овочі, забезпечуючи збір тільки готової продукції. ШІ може використовуватися для збору та аналізу даних з датчиків, встановлених на полях, для оптимізації використання води, добрив і пестицидів. Це може призвести до збільшення врожайності, зниження витрат і скорочення впливу на навколишнє середовище. За допомогою датчиків, дронів і GPS-технологій збирають дані про стан ґрунту і мікроклімат [8].

Алгоритми штучного інтелекту аналізують ці дані, щоб дати точні рекомендації щодо ведення сільського господарства: оптимальні терміни посадки, стратегії управління ґрунтом і використання води. Такий індивідуальний підхід допомагає мінімізувати втрати і підвищити врожайність, даючи змогу фермерам ефективніше застосовувати пестициди та добрива. Наприклад, автоматизоване прецизійне обприскування з використанням датчиків і польових даних (як збережених, так і в реальному часі) може виявляти проміжки між рослинами та відповідно регулювати об'єм і час розпилення хімікатів, що дає змогу використовувати менше хімікатів. Деякі технології застосування гербіцидів використовують комп'ютерний зір для вибіркового обприскування бур'янів, не зачіпаючи посіви. Також системи штучного інтелекту можуть передбачати напади шкідників і спалахи хвороб ще до їхньої появи. Моделі машин-



Рис. 1. Напрямки застосування ШІ для підвищення економічної ефективності сільськогосподарських підприємств
Джерело: систематизовано на основі [1–14]

ного навчання, навчені на історичних даних, можуть виявляти закономірності та ознаки потенційних спалахів, даючи змогу заздалегідь вживати профілактичних заходів. Це не тільки зберігає врожайність, а й знижує потребу в хімічних пестицидах, сприяючи оздоровленню навколишнього середовища [10].

ІІІ допомагає прогнозувати врожайність сільськогосподарських культур, що, своєю чергою, сприяє ефективнішому управлінню ланцюжками поставок. Завдяки точному прогнозуванню врожайності ІІІ дає змогу краще планувати зберігання, транспортування і розподіл продукції на ринку, скорочуючи псування і забезпечуючи найбільш ефективне надходження продукції на ринок. ІІІ та машинне навчання використовуються для аналізу генетичних даних рослин, щоб передбачити, які ознаки призведуть до підвищення врожайності, стійкості до хвороб і адаптації до різних кліматичних умов. Це прискорює процес селекції та допомагає у створенні генетично поліпшених культур, здатних протистояти стресам навколишнього середовища. ІІІ може прискорити процес створення культур і тварин, краще адаптованих до мінливих кліматичних умов, використовуючи методи машинного навчання для аналізу та прогнозування результатів на основі даних [11].

ІІІ може бути використаний для прогнозування потреб у ресурсах. Це дозволяє ефективно розподіляти робочу силу, техніку та інші ресурси, знижуючи операційні витрати. Інтеграція великих даних і штучного інтелекту дозволяє підвищити продуктивність та економічну ефективність аграрних підприємств [12].

ІІІ може аналізувати ринкові тенденції та прогнозувати майбутній попит [13]. Прогнозування попиту та управління запасами з використанням ІІІ

покращують координацію між постачальниками, виробниками і роздрібними продавцями, мінімізуючи витрати і підвищуючи ефективність ринкових операцій. Це дає можливість фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо посадки, ціноутворення та дистрибуції, максимізуючи свої прибутки. ІІІ також відіграє ключову роль в оптимізації логістики та управлінні ланцюгами поставок. Використання сучасних цифрових технологій для поліпшення логістичних процесів в аграрних підприємствах, включно з оптимізацією процесів постачання, управління транспортом, обслуговування клієнтів і продажів, є необхідним для підвищення їхньої ефективності та конкурентоспроможності. Цифрові платформи, що зв'язують фермерів з ринками, допомагають у логістиці та забезпечують доступ до ринкової інформації. Це знижує бар'єри для виходу на нові ринки і покращує умови торгівлі. Зниження транзакційних витрат і доступ до актуальної інформації про ціни та попит дає змогу фермерам ухвалювати більш поінформовані рішення і збільшує їхні доходи [14].

Отже, ІІІ пропонує широкий набір інструментів для підвищення економічної ефективності сільськогосподарських підприємств. Застосування ІІІ в сільському господарстві надає фермерам потужні інструменти для підвищення ефективності, стійкості та прибутковості їхніх господарств [15]. Технології ІІІ дають можливість отримати економічні вигоди та мінімізувати вплив на навколишнє середовище (рис. 2).

Крім того, застосування ІІІ сприяє підвищенню прозорості та дегінізації економіки. ІІІ-технології, включно із системами моніторингу, аналізу даних та автоматизації процесів, сприяють більш точному обліку та контролю за сільськогосподарською продукцією, що зменшує можливості для нелегальної діяльності.

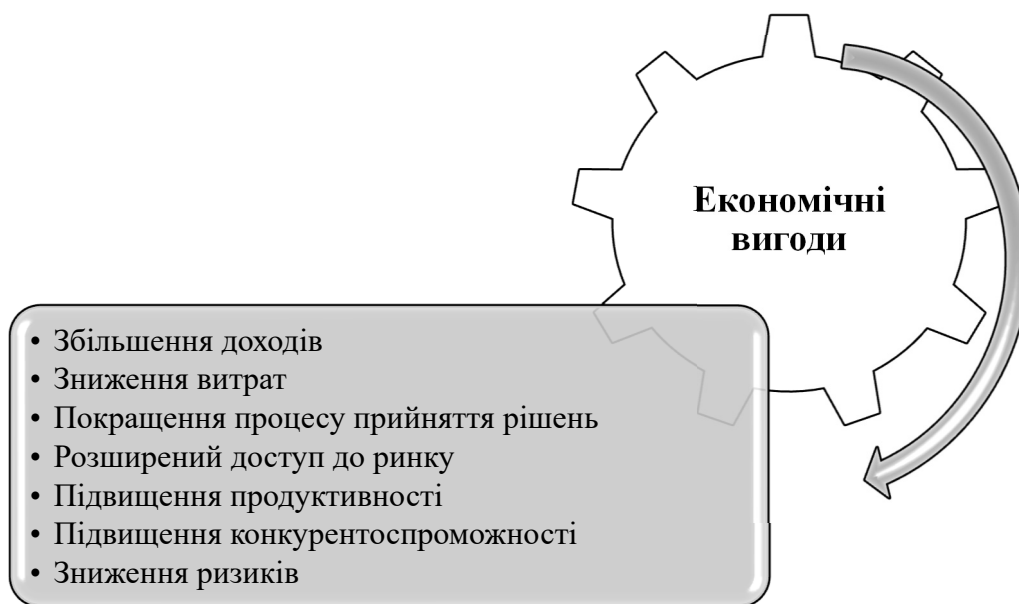


Рис. 2. Економічні вигоди впровадження ІІІ для сільськогосподарських підприємств
Джерело: запропоновано авторами

Таким чином, взаємодія цих процесів посилює позитивний ефект, ведучи до більш стійкого та продуктивного розвитку сільського господарства, що, своєю чергою, сприяє загальному економічному зростанню та соціальній стабільності в сільських регіонах [16].

Таким чином, роль ІІІ в сільському господарстві є трансформаційною, пропонуючи інноваційні рішення, які можуть призвести до більш прибуткового та сталого ведення сільського господарства, тим самим підвищуючи економічну ефективність сільськогосподарських підприємств, забезпечувати таким чином конкурентоспроможний розвиток [17]. Зі зростанням усвідомлення виробниками потрібної вигоди від автоматизації ферм — збільшення продуктивності та прибутковості сільського господарства, покращення безпеки ферм і просування до екологічної стійкості — інтерес до цих технологій буде поширюватися [5].

Значний вплив на прийняття технологій точною землеробства має розмір підприємства. Великі сільськогосподарські підприємства мають більше ресурсів і можуть легше розподілити витрати на впровадження нових технологій. Вони також можуть отримувати більше вигід від економії масштабу, що робить інвестиції в технології більш виправданими. Великі підприємства часто мають кращі можливості для навчання персоналу та управління складними технологічними системами, що сприяє успішному впровадженню та використанню передових методів ведення сільського господарства [9].

ІІІ також може стати потужним інструментом інклюзивного зростання [18]. Концепція інклюзивного зростання в контексті сільського господарства та використання ІІІ полягає в тому, щоб забезпечити рівномірний розподіл вигод від економічного зростання й технологічних інновацій серед усіх прошарків суспільства, включно з малими фермерами, сільськими громадами та вразливими групами. Впровадження ІІІ в сільському господарстві може сприяти інклюзивному зростанню, якщо воно супроводжується заходами, спрямованими на усунення наявних бар'єрів і забезпечення рівного доступу до технологій [19].

Незважаючи на переваги, впровадження ІІІ в сільське господарство пов'язане з певними труднощами. Серйозними перешкодами є високі початкові інвестиції, відсутність технічних знань у фермерів, а також побоювання з приводу конфіденційності та безпеки даних [4]. Крім того, існує культурний опір впровадженню нових технологій, особливо в регіонах, де протягом багатьох поколінь переважали традиційні методи ведення сільського господарства. Щоб подолати ці перешкоди, необхідний комплексний підхід. Перш за все, це ефективна державна політика підтримки, що заохочує дослідження і розробки, надає субсидії на інтеграцію ІІІ. Кабінет Міністрів України схвалив концепцію Державної цільової науково-технічної програми з використання

технологій ІІІ у пріоритетних галузях економіки, включно з агросектором, на період до 2026 року. Пріоритетні галузі, такі як сільське господарство, отримуватимуть державну підтримку для впровадження ІІІ-технологій, що має сприяти підвищенню їхнього економічного потенціалу та конкурентоспроможності на світовому ринку [20].

Важливим є розвиток співпраці між технологічними компаніями і сільськогосподарським сектором, що стимулюватиме розроблення рішень у сфері ІІІ, які відповідають специфічним потребам сільського господарства. ІІІ являє собою потужний інструмент, здатний трансформувати сільське господарство. Однак для досягнення істинного прогресу важливо, щоб ці технології сприяли інклюзивному зростанню, надаючи рівні можливості та ресурси малим фермерам і сільським громадам [21]. Малі фермери та сільські господарства часто стикаються з фінансовими й технічними бар'єрами під час спроби впровадження ІІІ та сучасних технологій. Тому вкрай важливо розробляти і поширювати недорогі та прості у використанні рішення, які можуть бути адаптовані під потреби невеликих господарств. Наприклад, розумні датчики, дрони та аналітичні платформи мають бути доступні не лише великим агрохолдингам, а й малим фермерам, щоб вони могли оптимізувати свої виробничі процеси.

Для ефективного використання ІІІ в сільському господарстві необхідне проведення освітніх програм і тренінгів. Навчання фермерів і сільських працівників новітнім технологіям сприяє підвищенню їхніх компетенцій і впевненості у використанні ІІІ. Важливу роль тут відіграють агрономічні консультаційні служби, які можуть надавати допомогу в адаптації та впровадженні інновацій. Підтримка і супровід з боку фахівців допомагає подолати початкові труднощі та сприяє більш швидкому й успішному впровадженню технологій.

Отже, важливо готуватися до використання ІІІ в сільському господарстві на політичному, правовому і економічному рівнях. Науково-технічний прогрес в сільському господарстві, що базується на ІІІ, вимагає різноманітних моделей досліджень та освіти. Додаткові заходи включають розробку міждисциплінарних дослідницьких та навчальних програм, співпрацю між академічними закладами та промисловістю, доступ до технологічних тренінгів для сільськогосподарських громад, а також залучення фермерів і ветеранів до співпраці з розробниками [11].

Таким чином, ІІІ має потенціал для істотного поліпшення сільськогосподарської практики, роблячи її більш стійкою та ефективною. Однак для реалізації всіх переваг ІІІ необхідні узгоджені зусилля уряду, освітніх установ і приватного сектора. Поеднання ІІІ та сільського господарства справді може ознаменувати нову еру сільськогосподарських інновацій, яка відповідатиме глобальним цілям сталого розвитку та екологічної відповідальності.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Штучний інтелект пропонує революційні можливості для аграрних підприємств, даючи їм змогу не тільки адаптуватися до мінливих умов, а й досягти більшої прибутковості та стійкості. Впровадження ШІ здатне забезпечити істотне збільшення продуктивності та економічної ефективності, а також допомогти аграрним підприємствам досягти значних успіхів у вирішенні проблеми продовольчої безпеки на глобальному рівні. Однак для реалізації

повного потенціалу ШІ необхідні спільні зусилля урядів, дослідницьких установ і приватного сектору в галузі інвестицій, освіти та розроблення технологічних стандартів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу ШІ на різні типи сільськогосподарських підприємств з урахуванням їх розміру та специфіки, а також на аналіз бар'єрів для впровадження ШІ у сільське господарство та розробку рекомендацій щодо їх подолання.

Література

1. Cavazza A., Dal Mas F., Paoloni P., Manzo M. Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal*. 2023. 125(13). P. 436–461. doi: <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2023-0132>.
2. Halaye T. Artificial intelligence (AI) in agriculture market. *Exactitude Consultancy*. 2024. URL: <https://cutt.ly/3euMWTAN> (дата звернення: 16.05.2024)
3. Figiel S. Development of Artificial Intelligence and Potential Impact of Its Applications in Agriculture on Labor Use and Productivity. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*. 2022. 373(4). P. 5–21. doi: <https://doi.org/10.30858/zer/153583>.
4. Patel H. M. The Transformative Role of Artificial Intelligence in Modern Agriculture. *Review of Artificial Intelligence in Education*. 2023. 4(00). P. 1–08. doi: <https://doi.org/10.37497/rev.artif.intell.educ.v4i00.14>.
5. Bland R., Ganesan V., Hong E., Kalanik J. Trends driving automation on the farm. *McKinsey & Company*. 2023. URL: <https://cutt.ly/4euMEpHg> (дата звернення: 16.05.2024).
6. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.-J. Big Data in Smart Farming — A review. *Agricultural Systems*. 2017. 153. P. 69–80. doi: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.
7. Akintuyi O. B. Adaptive AI in precision agriculture: A review: Investigating the use of self-learning algorithms in optimizing farm operations based on real-time data. *Research Journal of Multidisciplinary Studies*. 2024. 07(02). 016–030. doi: 10.53022/oarjms.2024.7.2.0023.
8. Karunathilake E. M., Le A. T., Heo S., Chung Y. S., Mansoor S. The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture. *Agriculture*. 2023. 13(8). 1593 p. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture13081593>.
9. McFadden J., Njuki E., Griffin T. Precision agriculture in the digital era: Recent adoption on U.S. farms (EIB-248). U. S. Department of Agriculture, Economic Research Service. 2023. URL: <https://cutt.ly/UeuMEX2l> (дата звернення: 19.05.2024).
10. Bisen V. S. How AI can help in agriculture: Five applications and use cases. *Medium*. 2019. URL: <https://cutt.ly/3euMRuwn> (дата звернення: 19.05.2024)
11. Geli H., Prihodko L., Randall J., Tran S. C., Cao H., Misra S., Boucheron L., Razzaghi T., Sandoval S., Daniel D., Mora C., Arslan F. Climate Adaptive Smart Systems for Future Agricultural and Rangeland Production: A White Paper on Artificial Intelligence Applications in Agriculture. New Mexico State University. 2019. URL: <https://cutt.ly/JeuMRTil> (дата звернення: 25.05.2024)
12. Zhang L., Wang S. Input-output analysis of agricultural economic benefits based on big data and artificial intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. 1574. 012121. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1574/1/012121>.
13. Chu X., Li Y., Tian D., Feng J., Mu W. An optimized hybrid model based on artificial intelligence for grape price forecasting. *British Food Journal*. 2019. Vol. 121, No. 12. P. 3247–3265. doi: <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2019-0390>.
14. Kwilinski A., Hnatyshyn L., Prokopyshyn O., Trushkina N. Managing the logistic activities of agricultural enterprises under conditions of digital economy. *Virtual Economics*. 2022. 5(2). P. 43–70. doi: [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02\(3\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02(3)).
15. Pylypenko N., Pylypenko V. Sustainability of the competitive position of agricultural enterprise: evaluation and forecasting of possible scenarios. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*. 2021. № 2 (34). doi: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30062021/7548.
16. Павленко Н. В., Виганяйло С. М., Пилипенко Н. М. Детінізація економіки України як чинник економічного зростання. *Економіка та держава*. 2021. № 7. С. 21–28. URL: <http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4971&i=3> (дата звернення: 20.05.2024).
17. Пилипенко Н. М., Прядка С. І. Конкуренентоспроможність як чинник економічно-безпечного розвитку сільськогосподарського підприємства. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки»*. 2019. № 10. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-10-5256>.
18. United Nations Development Programme. *UNDP's Strategy for Inclusive and Sustainable Growth*. 2017. URL: <https://hdl.handle.net/10419/126960> (дата звернення: 23.05.2024).

19. Briones R. M. *Agriculture, Rural Employment, and Inclusive Growth*. PIDS Discussion Paper Series No. 2013–39. Philippine Institute for Development Studies. 2013. URL: <https://hdl.handle.net/10419/126960>. (дата звернення: 20.05.2024)
20. Концепція Державної цільової науково-технічної програми з використання технологій штучного інтелекту в пріоритетних галузях економіки на період до 2026 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2024 р. № 320-р. URL: <https://cutt.ly/zeuMTxCl> (дата звернення: 24.05.2024).
21. Дідух С. М. Державне регулювання інклюзивного розвитку агропродовольчої сфери. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2020. Вип. 4. С. 18–25. doi: 10.36887/2524-0455-2020-4-3.

References

1. Cavazza, A., Dal Mas, F., Paoloni, P., & Manzo, M. (2023). Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal*, 125(13), 436–461. doi: <https://doi.org/10.1108/BFJ-02-2023-0132>.
2. Halaye, T. (2024). Artificial intelligence (AI) in agriculture market. Exactitude Consultancy. URL: <https://cutt.ly/3euMWTAH>.
3. Figiel, S. (2022). Development of Artificial Intelligence and Potential Impact of Its Applications in Agriculture on Labor Use and Productivity. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej / Problems of Agricultural Economics*, 373(4), 5–21. doi: <https://doi.org/10.30858/zer/153583>.
4. Patel, H. M. (2023). The Transformative Role of Artificial Intelligence in Modern Agriculture. *Review of Artificial Intelligence in Education*, 4(00), 1–08. doi: <https://doi.org/10.37497/rev.artif.intell.educ.v4i00.14>.
5. Bland, R., Ganesan, V., Hong, E., & Kalanik, J. (2023). Trends driving automation on the farm. McKinsey & Company. URL: <https://cutt.ly/4euMEpHg>.
6. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming — A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. doi: 10.1016/j.agsy.2017.01.023.
7. Akintuyi, O. B. (2024). Adaptive AI in precision agriculture: A review: Investigating the use of self-learning algorithms in optimizing farm operations based on real-time data. *Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 07(02), 016–030. doi: 10.53022/oarjms.2024.7.2.0023.
8. Karunathilake, E. M., Le, A. T., Heo, S., Chung, Y. S., & Mansoor, S. (2023). The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture. *Agriculture*, 13(8), 1593. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture13081593>.
9. McFadden, J., Njuki, E., & Griffin, T. (2023). Precision agriculture in the digital era: Recent adoption on U.S. farms (EIB-248). U. S. Department of Agriculture, Economic Research Service. URL: <https://cutt.ly/UeuMEX2l>.
10. Bisen, V. S. (2019). How AI can help in agriculture: Five applications and use cases. *Medium*. URL: <https://cutt.ly/3euMRuwn>.
11. Geli, H., Prihodko, L., Randall, J., Tran, S. C., Cao, H., Misra, S., Boucheron, L., Razzaghi, T., Sandoval, S., Daniel, D., Mora, C., & Arslan, F. (2019). Climate Adaptive Smart Systems for Future Agricultural and Rangeland Production: A White Paper on Artificial Intelligence Applications in Agriculture. New Mexico State University. URL: <https://cutt.ly/JeuMRTil>.
12. Zhang, L., & Wang, S. (2020). Input-output analysis of agricultural economic benefits based on big data and artificial intelligence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1574, 012121. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1574/1/012121>.
13. Chu, X., Li, Y., Tian, D., Feng, J., & Mu, W. (2019). An optimized hybrid model based on artificial intelligence for grape price forecasting. *British Food Journal*, 121, 12, 3247–3265. doi: <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2019-0390>.
14. Kwilinski, A., Hnatyshyn, L., Prokopyshyn, O., & Trushkina, N. (2022). Managing the logistic activities of agricultural enterprises under conditions of digital economy. *Virtual Economics*, 5(2), 43–70. doi: [https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02\(3\)](https://doi.org/10.34021/ve.2022.05.02(3)).
15. Pylypenko, N., & Pylypenko, V. (2021). Sustainability of the competitive position of agricultural enterprise: evaluation and forecasting of possible scenarios. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 2 (34). doi: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30062021/7548.
16. Pavlenko, N., Vyhaniailo, S., & Pylypenko, N. (2021). Unshadowing of Ukraine’s economy as a factor of economic advance. *Ekonomika ta derzhava*, 7, 21–28. doi: 10.32702/2306-6806.2021.7.21 [in Ukrainian].
17. Pylypenko, N. M., & Priadka, S. I. Konkurentospromozhnist yak chynnyk ekonomichno-bezpechnoho rozvytku silskohospodarskoho pidpriemstva. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal “Ynternauka”. Serii: “Ekonomichni nauky”*. doi: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2019-10-5256> [in Ukrainian].
18. United Nations Development Programme. (2017). *UNDP’s Strategy for Inclusive and Sustainable Growth*. URL: <https://hdl.handle.net/10419/126960>.
19. Briones, R. M. (2013). *Agriculture, Rural Employment, and Inclusive Growth*. PIDS Discussion Paper Series No. 2013–39. Philippine Institute for Development Studies. URL: <https://hdl.handle.net/10419/126960>.
20. Kontseptsiia Derzhavnoi tsilovoi naukovo-tekhnichnoi prohramy z vykorystannia tekhnolohii shtuchnoho intelektu v priorytetnykh haluziakh ekonomiky na period do 2026 roku: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy. (2024). URL: <https://cutt.ly/zeuMTxCl> [in Ukrainian].
21. Didukh, S. M. (2020). Derzhavne rehuliuвання inkliuzyvnoho rozvytku ahroprodovolchoi sfery. *Aktualni problemy innovatsiinoi ekonomiky*, (4), 18–25. doi: 10.36887/2524-0455-2020-4-3 [in Ukrainian].