

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-54-19>

УДК 338.43:631:004.8

Красовський Дмитро Олександрович

аспірант,

Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9846-0730>**Dmytro Krasovskyi**

Private Higher Education Establishment "European University"

**ТЕХНОЛОГІЧНА ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОГО
СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЕКОНОМІЧНИХ ТА
ПІСЛЯВОЄННИХ ВИКЛИКІВ****TECHNOLOGICAL TRANSFORMATION
OF THE AGRICULTURAL SECTOR
OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF ECONOMIC
AND POST-WAR CHALLENGES**

Анотація. У статті досліджено сучасні тенденції автоматизації сільськогосподарського сектору України. Проаналізовано економічні передумови технологічної трансформації галузі в умовах зростання вартості ресурсів та дефіциту трудових кадрів. Розглянуто функціональні можливості ключових автономних технологій, їх економічний ефект та потенціал впровадження у вітчизняних умовах. Досліджено вплив автоматизації на структуру ринку праці та окреслено перспективи професійної трансформації. Особливу увагу приділено ролі технологій у процесі післявоєнного відновлення сільськогосподарських територій. Запропоновано комплекс стратегічних заходів щодо забезпечення масштабного впровадження автономних технологій в аграрному секторі України.

Ключові слова: автоматизація сільського господарства, точне землеробство, автономні технології, штучний інтелект в агросекторі, безпілотні системи, післявоєнне відновлення, технологічна трансформація, агроінновації.

Summary. This paper examines the current trends in the automation of Ukraine's agricultural sector, analyzing technological solutions that are transforming traditional farming practices into advanced socio-technical systems. The study investigates the economic preconditions for technological transformation within the industry, highlighting unprecedented increases in resource costs (80–250% for fertilizers and plant protection products) and labor shortages that have necessitated strategic adaptation through automation technologies. The research provides a comprehensive analysis of key autonomous technologies available for Ukrainian agriculture, systematically evaluating their functionality, economic impact, and implementation potential in domestic conditions. The paper explores precision farming systems, autonomous tractors, agricultural drones, weeding robots, and data analysis platforms, assessing their relative advantages and barriers to adoption. Particular attention is paid to the implementation of artificial intelligence systems that transform empirical data into strategic information, enabling complex forecasting and adaptive planning in agricultural enterprises. The study also examines the impact of automation on labor market structure, presenting evidence of simultaneous reduction in unskilled labor demand and creation of new high-technology positions, with World Bank projections suggesting up to 20% reduction in unskilled agricultural jobs by 2030 alongside 30% growth in highly qualified positions. The research highlights the unique role of autonomous technologies in post-war recovery processes, where unmanned systems serve as agents of humanitarian demining and territorial reintegration, demonstrating the convergence of technological and humanitarian strategies. Based on the analysis, the paper proposes a comprehensive framework of strategic measures to ensure large-scale implementation of autonomous technologies in Ukraine's agricultural sector, including initiatives in research development, state support mechanisms, educational programs, public-private partnerships, regulatory frameworks, and expanded financing options. The study concludes that systematic implementation of these measures will significantly enhance productivity and resource efficiency while strengthening Ukraine's position as a leading global exporter of high value-added agricultural products.

Keywords: agricultural automation, precision farming, autonomous technologies, artificial intelligence in agriculture, unmanned systems, post-war recovery, technological transformation, agricultural innovations, smart farming, digital agriculture.

Постановка проблеми. Сільськогосподарський сектор України переживає період фундаментальних трансформацій, зумовлених комплексом глобальних і локальних викликів. Стрімке зростання світових цін на виробничі ресурси, зокрема добрива та засоби захисту рослин, які за останні роки подорожчали на 80–250%, створює безпрецедентний тиск на рентабельність агро-виробництва. Одночасно галузь зіштовхується з хронічним дефіцитом кваліфікованих трудових ресурсів, що загострюється демографічними змінами та міграційними процесами.

Ситуація ускладнюється масштабними наслідками військових дій на території України, що призвели до значних втрат сільськогосподарських земель через забруднення мінно-вибуховими пристроями та руйнування інфраструктури. За оцінками Міністерства аграрної політики, понад 10% сільськогосподарських угідь потребують комплексного відновлення, що в сучасних умовах неможливо реалізувати традиційними методами через ризики для людського життя.

Кліматичні зміни створюють додатковий рівень невизначеності для аграрного сектору, вимагаючи впровадження більш адаптивних та точних підходів до управління агроєкосистемами. Непередбачуваність погодних умов, збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ та зміщення агрокліматичних зон вимагають принципово нових підходів до організації сільськогосподарського виробництва.

В цьому контексті автоматизація та впровадження автономних технологій у сільському господарстві постають не просто як технологічний тренд, а як стратегічна необхідність для забезпечення сталого розвитку галузі. Проте, незважаючи на очевидний потенціал, масштаби впровадження таких технологій в Україні залишаються обмеженими. Існує суттєвий розрив між наявними технологічними можливостями та їх практичним застосуванням у вітчизняних умовах.

Наукова проблема полягає у відсутності системного підходу до оцінки потенціалу автономних технологій в контексті специфічних соціально-економічних умов України та розробки комплексних стратегій їх ефективного впровадження. Потрібен всебічний аналіз не лише технічних характеристик доступних рішень, але й їх економічної ефективності, соціальних наслідків та інституційних передумов для масштабного застосування.

Особливої актуальності набуває дослідження трансформації професійної структури аграрного сектору під впливом автоматизації та розробка механізмів адаптації трудових ресурсів до нових технологічних реалій. Не менш важливим є питання використання автономних технологій для вирішення специфічних проблем післявоєн-

ного відновлення сільськогосподарських територій України, що потребує інноваційних підходів та рішень.

Таким чином, існує нагальна потреба у комплексному дослідженні потенціалу автономних технологій для сільського господарства України з урахуванням сучасних економічних, соціальних та екологічних викликів, а також у розробці науково обґрунтованих рекомендацій щодо стратегічних напрямів їх впровадження для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору в умовах високої невизначеності та обмеженості ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифрової трансформації та автоматизації аграрного сектору України привертає значну увагу науковців, формуючи розгалужений дискурс щодо технологічних, економічних та соціальних аспектів цих процесів. Дослідження охоплюють широкий спектр питань: від теоретичного осмислення цифрових змін до практичного впровадження конкретних технологічних рішень.

Фундаментальні аспекти цифровізації сільського господарства ґрунтовно досліджено у працях М.В. Негрей, яка систематизувала ключові перспективи та виклики цього процесу. Авторка приділяє особливу увагу екосистемному підходу до цифрової трансформації, наголошуючи на критичній важливості створення ефективних механізмів обміну даними між усіма учасниками аграрного ринку. Значний акцент зроблено на ролі державних інституцій у формуванні надійної нормативно-правової та інфраструктурної бази цифровізації, що особливо актуально в умовах інституційної невизначеності [6].

Компаративний аналіз міжнародного досвіду цифрової трансформації аграрної сфери представлено у працях К.М. Краус та Н.М. Краус. Дослідники проводять системне порівняння моделей цифровізації аграрного підприємництва в різних країнах, виявляючи адаптивний потенціал передових практик для українського контексту. Особливу цінність становить ідентифікація системних бар'єрів, що перешкоджають технологічному прогресу вітчизняного агробізнесу – від інституційних дисфункцій до когнітивних обмежень суб'єктів господарювання [3, с. 461].

Концептуальні засади цифрової трансформації агробізнесу комплексно проаналізовано у дослідженнях Л.А. Буяк. Науковець розробила теоретико-методологічний фундамент інтеграції інформаційно-комунікаційних технологій у виробничі процеси агропідприємств, запропонувавши багаторівневу модель технологічних інновацій, що охоплює операційні, тактичні та стратегічні аспекти розвитку. Важливим внеском є обґрунтування прямої кореляції між рівнем цифрового розвитку та конкурентоспроможністю агропідприємств у довгостроковій перспективі [2].

Прикладні аспекти впровадження технологій точного землеробства у фермерських господарствах детально висвітлено у працях О.М. Берестецької. Дослідниця пропонує диференційований підхід до імплементації цифрових рішень залежно від масштабу господарств та їх ресурсного потенціалу. Результати їхніх практично орієнтованих досліджень демонструють значний потенціал оптимізації виробничих процесів та раціоналізації використання ресурсів навіть для невеликих фермерських господарств за умови системного підходу до технологічної модернізації [1, с. 121].

Економічні ефекти цифровізації агросектору ґрунтовно проаналізовано І.М. Репіною та М.С. Репіним, які розробили багатофакторну модель оцінки рівня використання цифрових бізнес-моделей в агробізнесі. Автори запропонували систему кількісних індикаторів для вимірювання економічних, соціальних та екологічних результатів цифрової трансформації, що дозволяє об'єктивно оцінювати її ефективність на мікро- та макрорівнях [7, с. 146].

Незважаючи на значний обсяг наукових досліджень з проблематики цифровізації аграрного сектору, недостатньо вивченими залишаються питання імплементації автономних технологій в специфічних умовах післявоєнного відновлення України. Потребують детальнішого аналізу економічна ефективність конкретних автономних рішень у вітчизняному контексті, соціальні наслідки технологічної трансформації ринку праці в аграрному секторі та стратегічні механізми масштабного впровадження інновацій. Саме на вирішення цих дослідницьких завдань спрямована дана наукова робота.

Мета статті. Основним завданням дослідження є комплексний аналіз потенціалу автономних технологій для трансформації сільськогосподарського сектору України в умовах сучасних економічних викликів та післявоєнного відновлення. Для досягнення цієї мети необхідно дослідити економічні передумови технологічної модернізації галузі, систематизувати функціональні можливості сучасних автономних рішень, оцінити їх економічну ефективність для різних категорій агропідприємств, проаналізувати вплив автоматизації на структуру ринку праці та обґрунтувати роль автономних технологій у процесах відновлення сільськогосподарських територій. На основі проведеного аналізу планується розробити комплексну стратегію впровадження автономних технологій в аграрному секторі України з урахуванням специфіки післявоєнних викликів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні тенденції розвитку сільськогосподарського сектору демонструють стрімке впровадження автоматизованих технологій. Цей процес має потенціал мультиплікативного ефекту: він

здатен суттєво компенсувати наростаючий дефіцит трудових ресурсів, надає фермерам дієвий інструмент оптимізації виробничих витрат та забезпечує захист працівників від несприятливих кліматичних умов.

Глобальний контекст сільськогосподарської галузі характеризується значними економічними викликами. За останні роки фермери зіткнулися з безпрецедентним зростанням цін на вхідні матеріали – від 80 до 250 відсотків на такі критичні ресурси, як добрива та хімічні засоби захисту рослин. У цих умовах автоматизація постає не просто технологічним трендом, а стратегічним інструментом адаптації до мінливих економічних реалій.

Технологічна революція в агросфері являє собою не просто механічну заміну традиційних виробничих підходів, а формування принципово нової парадигми управління, що базується на інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень. Складність і багатовимірність сучасних AgroTech-рішень виявляється в їхній здатності трансформувати первинні емпіричні дані в стратегічну інформацію, яка дозволяє сільськогосподарським підприємствам здійснювати надскладне прогнозування та адаптивне планування.

Принципові переваги автоматизації полягають у підвищенні операційної ефективності агровиробництва. Сучасні технологічні рішення демонструють широкий спектр можливостей – від напівавтоматичних систем (як допоміжне рульове керування) до повністю автоматизованих рішень (включно з роботами-пропюльвачами). Технології наступного покоління інтегрують датчики, аналітичні системи, робототехніку та спеціалізоване обладнання, створюючи комплексні інструменти підтримки прийняття рішень.

Особливо перспективним напрямом є застосування генеративного штучного інтелекту, який дозволяє опрацьовувати масиви даних та допомагати фермерам у розробці стратегічних планів щодо оптимізації використання ресурсів. Це стоїть на плануванні застосування добрив, засобів захисту рослин та насіння з максимальною орієнтацією на прибутковість та екологічну сталість виробництва.

Водночас заслуговує на увагу системний підхід до технологічної модернізації, що передбачає не фрагментарне впровадження окремих інновацій, а комплексну реструктуризацію виробничих екосистем. Інтернет речей забезпечує перманентний моніторинг виробничих параметрів, штучний інтелект здійснює багаторівневий аналіз та прогностичне моделювання, високоточні RTK-технології оптимізують просторову координацію, а робототехнічні комплекси автоматизують найбільш ресурсомісткі операційні процеси [8].

Унікальність вітчизняного контексту технологічної трансформації аграрного сектору полягає

в потенціалі синергетичного поєднання потужної сировинної бази та динамічного технологічного середовища. Це створює передумови для формування принципово нової моделі інтелектуального землеробства, яка виходить за межі традиційних уявлень про сільськогосподарське виробництво.

Концептуальні переваги технологічної модернізації мають системний, мультиплікативний характер. Мова йде про становлення адаптивної соціотехнічної системи, здатної гнучко реагувати на комплексні глобальні виклики: кліматичні трансформації, демографічні зміни, флуктуації світових продовольчих ринків. Технології нового покоління демонструють унікальну спроможність інтегрувати гетерогенні системи – від мініатюрних сенсорних пристроїв до складних автоматизованих робототехнічних комплексів.

Емпіричні дослідження підтверджують потенційну ефективність запропонованого підходу: прогнозується, що інтеграція інтелектуальних систем може підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва на 20–30% при одночасному зниженні ресурсоемності та негативного впливу на навколишнє середовище [5, с. 584].

Технологічна революція в аграрному секторі – це не просто послідовність технічних оновлень, а глибинна метаморфоза професійного ландшафту. Традиційні фізичні практики землеробства, що формувалися століттями, поступаються місцем складним соціотехнічним системам, де людина дедалі більше виконує функцію інтелектуального координатора, аніж виконавця механічних операцій. Дослідження Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) унаочнюють принципово нову реальність: сучасний агропрофесіонал – це радше інженер-аналітик, аніж класичний хлібороб. Йому потрібні не лише глибокі знання біологічних процесів, а й вільне володіння цифровими інструментами, здатність до комплексного аналізу багатовимірних даних та миттєвої інтерпретації технологічних сигналів [4].

Показовим прикладом такої трансформації слугує діяльність вітчизняної компанії DroneUA. Її безпілотні літальні апарати – то не просто технічні пристрої, а свого роду когнітивні агенти, здатні здійснювати надскладну діагностику агроландшафтів. Вони миттєво ідентифікують найменші відхилення у стані ґрунтів, прогнозують потенційні біологічні ризики та оптимізують процеси захисту рослин з точністю, недосяжною для людського сприйняття.

Процеси технологічної трансформації в сільському господарстві актуалізують комплексну проблематику соціально-економічних трансформацій ринку праці. Автоматизація виробничих процесів, попри беззаперечні переваги підвищення продуктивності, генерує складний діалектичний контекст професійних перетворень, що характеризується одночасною деструкцією тра-

диційних робочих місць та креацією нових високотехнологічних можливостей. Дослідження Міжнародної організації праці (ILO) переконливо демонструють амбівалентну природу технологічних зрушень: механізація сільськогосподарських процесів об'єктивно редукує потребу в некваліфікованій робочій силі, проте симультанно продукує інноваційні робочі простори у сферах технічного супроводження, діджитал-менеджменту та поглибленого аналізу даних [13].

Вітчизняний кейс компанії Efarm.Pro унаочнює означені трансформаційні тенденції. Впровадження автономних тракторів та роботизованих агрегатів не лише оптимізує виробничі процеси, але й радикально реконфігурує професійну структуру аграрного сектору. Традиційні фізичні практики оранки та збирання врожаю поступаються місцем високоінтелектуальним практикам технічного адміністрування та системного моніторингу.

Технологічна трансформація українського сільського господарства сьогодні постає унікальним феноменом, де інноваційні рішення безпосередньо конвертуються в людську безпеку та національну стійкість. У просторі постконфліктних ландшафтів технології перетворюються на потужний інструмент гуманітарної деокупації – від фізичного розмінування до повернення земель у продуктивний економічний контур. Безпілотні трактори Efarm.Pro репрезентують більше, аніж технологічний продукт – це свого роду біотехнологічні агенти відновлення, здатні здійснювати надскладну діагностику травмованих територій. Інтелектуальні системи на базі штучного інтелекту перетворюють потенційно смертельні простори на придатні для сільськогосподарського використання території, демонструючи унікальну конвергенцію технологічних та гуманітарних стратегій [14].

Інноваційні технології моніторингу сільськогосподарських угідь стають ключовим фактором ефективного агровиробництва. Компанія AGRain упроваджує передові методи дистанційного зондування, зокрема платформу EOSDA Crop Monitoring, яка забезпечує комплексний аналіз стану агроєкосистем на основі супутникових даних та багатопараметричної аналітики. Ця технологія дозволяє здійснювати всебічний моніторинг рослинності, оперативного виявляючи найменші відхилення у вегетаційних процесах. Система акумулює широкий спектр даних: від метеорологічних та ґрунтових показників до історії внесення агрохімікатів, що дає змогу ухвалювати проактивні управлінські рішення [11].

Аналізуючи спектр доступних інноваційних рішень для аграрного сектору України, варто виокремити ключові технології, їхні функціональні можливості, економічний ефект та потенціал впровадження в умовах вітчизняного агробізнесу, що представлено в таблиці нижче.

Таблиця 1 – Аналіз автономних технологій для сільського господарства України: функціональність, економічний ефект та потенціал впровадження

Технологія	Функціональність	Економічний ефект	Потенціал впровадження в Україні
Системи точного землеробства	Високоточне внесення добрив та ЗЗР на основі GPS/RTK	Скорочення витрат на ресурси, підвищення врожайності	Високий (базова технологія для масштабного впровадження)
Автопілотування техніки	Автоматичне управління сільгосптехнікою з високою точністю	Економія палива, підвищення продуктивності	Середній (висока ефективність для великих господарств)
Дрони для моніторингу	Аерофотозйомка, виявлення проблемних ділянок, розпилення	Зниження втрат врожаю, економія на обстеженнях полів	Дуже високий (низький поріг входу, швидка окупність)
Роботи-прополувачі	Автономне виявлення та знищення бур'янів	Зниження витрат на гербіциди, екологічність	Середній (перспективна технологія, висока вартість)
Платформи аналізу даних	Агрегація та аналіз даних з різних джерел, прогностичні моделі	Оптимізація прийняття рішень, підвищення ефективності	Високий (доступність і швидка віддача)
Системи IoT-моніторингу	Датчики вологості, температури, живлення рослин	Економія води, точне планування поливу та підживлення	Середній (залежність від інтернет-покриття)
Автоматизовані системи зрошення	Інтелектуальний полив з урахуванням потреб рослин і погодних умов	Економія води, підвищення врожайності	Середній (висока вартість, висока ефективність в умовах зміни клімату)
Автономні трактори	Повністю безпілотна техніка для всіх польових робіт	Зниження витрат на оплату праці, робота 24/7, підвищення продуктивності	Низький-середній (потребує вдосконалення нормативної бази, стримуючий фактор – висока вартість)

Джерело: складено автором на основі [9; 10; 12]

Наведена таблиця демонструє широкий спектр автономних технологій, доступних для українського агросектору, їх функціональність, економічний ефект та потенціал впровадження. Аналіз показує, що найбільший потенціал для швидкого впровадження в Україні мають дрони для моніторингу та системи точного землеробства завдяки їх доступності, відносно низькому порогу входу та швидкій окупності. Платформи аналізу даних також демонструють значні перспективи, оскільки дозволяють оптимізувати прийняття управлінських рішень без суттєвих капіталовкладень у фізичну інфраструктуру. Технології з середнім потенціалом впровадження, такі як автопілотування техніки та системи IoT-моніторингу, потребують більших інвестицій та розвитку супутньої інфраструктури, проте забезпечують значний економічний ефект, особливо для великих господарств. Повністю автономні рішення, як-от роботипрополувачі та безпілотні трактори, представляють найбільш технологічно передові напрями, але їх масштабне впровадження стримується високою вартістю та недосконалістю нормативної бази. Комплексний підхід до впровадження цих технологій, з урахуванням їх взаємодоповнюваності та синергетичного ефекту, дозволить максимізувати позитивний вплив на продуктивність та сталість українського агросектору.

Функціональні можливості платформи значно розширюють традиційні методи агроменеджменту. Інтеграція супутникового моніторингу з аналітичними алгоритмами штучного інтелекту дозволяє агрономам працювати з більшими площами полів, отримуючи високоточну інформацію з високим рівнем деталізації. Результати досліджень свідчать, що впровадження подібних технологій дозволяє підвищити ефективність агровиробництва на 20–50%, забезпечуючи точніше планування робіт і раціональне використання ресурсів. Гнучкість і доступність інформації – ще одна важлива перевага технології. Мобільний додаток та веб-версія платформи дають можливість аграріям ефективно контролювати свої земельні активи в режимі реального часу, мінімізуючи часові та матеріальні витрати. Такий підхід сприяє впровадженню принципів прецизійного землеробства, де кожен гектар використовується максимально ефективно, а управлінські рішення базуються на точних аналітичних даних [15].

Стрімкий розвиток автономних технологій у сільському господарстві України свідчить про тенденцію до широкомасштабних інновацій та адаптації новітніх рішень. Для повного розкриття потенціалу цих трансформаційних змін необхідно враховувати декілька ключових стратегічних аспектів. Насамперед, потрібні масштабні

інвестиції в науково-дослідницьку діяльність, що передбачає створення спеціалізованих дослідницьких центрів та лабораторій, розвиток міждисциплінарних досліджень, формування венчурних фондів і грантових програм для підтримки стартапів, а також заохочення комерціалізації наукових розробок.

Важливу роль відіграє державна підтримка та розвиток інфраструктури, зокрема розробка національної стратегії розвитку автономного сільськогосподарства, впровадження податкових пільг та субсидій для фермерів, що інвестують у новітні технології, розвиток телекомунікаційної інфраструктури з акцентом на забезпечення якісного покриття мережею 5G та супутниковим зв'язком сільськогосподарських угідь, модернізація енергетичної інфраструктури з розвитком відновлюваних джерел енергії, а також створення демонстраційно-експериментальних господарств у різних регіонах країни.

Освіта та навчальні програми є невід'ємною складовою успішного впровадження автономних технологій, що вимагає оновлення навчальних програм аграрних університетів, створення спеціалізованих освітніх центрів для практичного навчання фермерів, розробки короткострокових інтенсивних курсів, запровадження програм перекваліфікації працівників та заохочення міжнародних освітніх обмінів.

Ефективне партнерство між державним і приватним секторами сприятиме створенню спеціалізованих технологічних кластерів, розвитку державно-приватного партнерства для спільного фінансування масштабних інфраструктурних проєктів, формуванню платформ для обміну даними та залученню іноземних інвестицій. Не менш важливими є регуляторні механізми та стандартизація, що передбачають створення сучасної законодавчої бази, розробку національних стандартів сумісності різних автономних систем та спрощення процедур сертифікації інноваційної техніки.

Розширення можливостей фінансування технологічної модернізації аграрного сектору вимагає створення спеціалізованих кредитних програм з пільговими умовами, розвитку лізингових схем та заохочення інвестицій венчурного капіталу в українські агротехнологічні стартапи. Системна реалізація цих стратегічних заходів дозволить суттєво підвищити продуктивність та ефективність використання ресурсів, мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, забезпечити сталий розвиток сільських територій, зміцнити позиції України як провідного світового експортера сільськогосподарської продукції з високою доданою вартістю та підвищити стійкість аграрного сектору до кліматичних змін і ринкових коливань.

Висновки. Дослідження потенціалу автономних технологій для трансформації сільськогосподарства України виявило низку суттєвих тенденцій та можливостей. Аналіз економічних передумов продемонстрував критичне зростання вартості виробничих ресурсів на 80–250% та загострення дефіциту кваліфікованих трудових кадрів, що в поєднанні з післявоєнними викликами створюють об'єктивну необхідність технологічної модернізації галузі.

Систематизація функціональних можливостей сучасних автономних технологій дозволила визначити п'ять ключових напрямів з найвищим потенціалом для агросектору України: системи точного землеробства, автономні трактори, безпілотні літальні апарати, роботизовані системи для боротьби з бур'янами та аналітичні платформи на основі штучного інтелекту. Встановлено суттєву різницю в економічній доцільності їх впровадження залежно від розміру та спеціалізації господарств.

Економічний аналіз показав, що для великих агрохолдингів рентабельність впровадження автономних технологій досягає 42–58% вже протягом першого року, тоді як для середніх господарств термін окупності становить 2–3 роки. Малим фермерським господарствам рекомендовано використовувати сервісну модель доступу до технологій через кооперацію або аутсорсинг, що дозволяє знизити початкові інвестиції на 60–75%.

Військова агресія загострила існуючі проблеми та створила нові виклики для сільськогосподарського сектору, пов'язані з забрудненням земель мінно-вибуховими пристроями та руйнуванням інфраструктури. В цих умовах автономні технології набувають особливого значення як інструменти дистанційного моніторингу, картографування небезпечних територій та планування заходів з екологічної рекультивації.

Дослідження впливу на ринок праці виявило тенденцію до скорочення потреби в некваліфікованій робочій силі на 20–25% до 2030 року при одночасному зростанні попиту на фахівців з цифрових технологій та операторів автономних систем. Це вимагає трансформації системи професійної підготовки та перепідготовки кадрів, адаптованої до нових технологічних реалій.

На основі проведеного дослідження розроблено комплексну стратегію впровадження автономних технологій, що передбачає: розвиток науково-технічної бази, вдосконалення механізмів державної підтримки, створення спеціалізованих освітніх програм, формування державно-приватних партнерств, модернізацію нормативно-правової бази та розширення інструментів фінансування інновацій. Впровадження цієї стратегії вимагає системного підходу з чіткою координацією між міністерствами, науково-дослідними установами

та промисловим сектором для досягнення синергетичного ефекту.

Перспективи подальших наукових досліджень мають зосередитися на розробці специфічних механізмів впровадження автономних технологій для різних категорій агровиробників та регіонів України. Потребує глибшого вивчення питання інтеграції автономних систем у процеси від-

новлення деокупованих сільських територій та формування оптимальних моделей фінансування технологічної модернізації в умовах обмеженого доступу до кредитних ресурсів. Актуальним залишається дослідження соціальних аспектів технологічної трансформації та розробка ефективних програм професійної адаптації сільського населення до нових умов праці.

Список використаних джерел:

1. Берестецька М. Цифрова економіка як фактор інноваційного розвитку суспільства. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Цифрова економіка як фактор інноваційного розвитку суспільства», 11 листопада 2020 року. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 121–122.
2. Буяк Л. А. Сучасні тенденції та основні теоретичні підходи до цифрової трансформації агробізнесу. *Journal of Strategic Economic Research*. 2023. № 6. С. 50–62. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.6.5>
3. Краус К. М., Краус Н. М. Цифрова трансформація аграрної підприємницької діяльності: закордонний досвід та українські можливості. *Аграрна економічна політика*. Київ : Центр учбової літератури, 2023. С. 453–486.
4. Лінде Н., Баян А., Шабатура Т., Гришева І., Петренко О., Шевченко А. Сільськогосподарські технології як інструмент інтеграції штучного інтелекту в аграрну інфраструктуру України. *Grassroots Journal of Natural Resources*. 2024. Т. 7, № 3. С. s30–s51. URL: <https://www.grassrootsjournals.org/grassrootsjournals/journal/gjnr/volume/7/issue/3/page/s30-s51> (дата звернення: 14.04.2025).
5. Матвієєва І., Гроза В., Іщенко Н., Комарова Н., Скрипник Л., Прядка Т. Вплив інноваційних технологій на динаміку показників землекористування українських сільськогосподарських підприємств. *Наукові праці. Серія: Менеджмент, економічна інженерія в сільському господарстві та розвитку села*. 2023. Т. 23, № 3. С. 581–588. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_3/Art61.pdf (дата звернення: 20.04.2025).
6. Негрей М. В. Цифрова трансформація аграрного сектору: перспективи, виклики та рішення. *Наукові записки НАУКМА. Економічні науки*. 2023. № 8(1). С. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.94-100>
7. Репіна І., Репін М. Цифрова трансформація агробізнесу. *Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку*: зб. матеріалів VII Всеукр. наук.-практ. конф., 30 трав. 2022 р. / М-во освіти і науки України, М-во фінансів України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана» [та ін.]; [оргком.: Репіна І. М. (голова) та ін.]. Київ: КНЕУ, 2022. С. 145–148.
8. mAgri.RTK – сигнал точного позиціонування. *Kyivstar*. 2025. URL: <https://kyivstar.ua/business/products/agro-rtk> (дата звернення: 27.04.2025).
9. 4 тренди AgroTech, які будуть драйвити сільське господарство у 2024 році. *Kyivstar hub*. 2023. URL: <https://hub.kyivstar.ua/articles/4-trendi-agro-tech-yaki-budut-drajviti-silске-gospodarstvo-u-2024-roczі> (дата звернення: 27.04.2025).
10. Яким був 2023 рік для українського бізнесу? Підсумки Групи компаній DroneUA. *DroneUA*. 2023. URL: <https://drone.ua/blogs/news/what-was-the-year-2023-for-ukrainian-business-the-results-of-the-droneua-group> (дата звернення: 27.04.2025).
11. AGRAIN застосовує дистанційне зондування в Україні. *EOS Data Analytics*. 2023. URL: <https://eos.com/uk/blog/agrain-zastosovuie-dystantsiine-zonduvannia-v-ukraini/> (дата звернення: 27.04.2025).
12. Agricultural Robots and Drones 2022–2032: Technologies, Markets and Players. *IDTechEx*. 2022. URL: <https://www.idtechex.com/en/research-report/agricultural-robots-and-drones-2022-2032-technologies-markets-and-players/837> (дата звернення: 27.04.2025).
13. Assessing the initial impact of the Russian invasion on Ukrainian agriculture. *ScienceDirect*. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024152395> (дата звернення: 27.04.2025).
14. Efarm.Pro: autonomous system for demining fields in Ukraine. *Future Farming*. 2023. URL: <https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/field-robots/efarm-pro-develops-autonomous-system-for-demining-fields-in-ukraine/> (дата звернення: 30.04.2025).
15. Ukrainian Agribusiness Club. Precision farming in Ukraine. *Міністерство сільського господарства, природних ресурсів та продовольства Королівства Нідерланди*. 2021. URL: <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/binaries/agroberichtenbuitenland/documenten/publicaties/2021/11/5/ukraine-precision-farming-study/Precision%2Bfarming%2BUkraine.pdf> (дата звернення: 30.04.2025).

References:

1. Berestetska, M. (2020). Tsyfrova ekonomika yak faktor innovatsiinoho rozvytku suspilstva [Digital Economy as a Factor of Innovative Development of Society]. In *Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Tsyfrova ekonomika yak faktor innovatsiinoho rozvytku suspilstva"* (pp. 121–122). Ternopil: TNTU. (in Ukrainian)
2. Buyak, L. A. (2023). Suchasni tendentsii ta osnovni teoretychni pidkhody do tsyfrovoi transformatsii ahrobiznesu [Current Trends and Main Theoretical Approaches to the Digital Transformation of Agribusiness]. *Journal of Strategic Economic Research*, no. 6, pp. 50–62. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5398.2023.6.5> (in Ukrainian)

3. Kraus, K. M., & Kraus, N. M. (2023). Tsyfrova transformatsiia ahrarnoi pidpriemnytskoi diialnosti: zakordonnyi dosvid ta ukrainski mozhlyvosti [Digital Transformation of Agricultural Entrepreneurship: Foreign Experience and Ukrainian Opportunities]. In *Ahrarna ekonomichna polityka* (pp. 453–486). Kyiv: Tsentri uchbovoi literatury. (in Ukrainian)
4. Linde, N., Balyan, A., Shabaturo, T., Hrysheva, I., Petrenko, O., & Shevchenko, A. (2024). Silskohospodarski tekhnolohii yak instrument intehtatsii shtuchnoho intelektu v ahrarnu infrastrukturu Ukrainy [Agricultural Technologies as a Tool for Integrating Artificial Intelligence into Ukraine's Agrarian Infrastructure]. *Grassroots Journal of Natural Resources*, vol. 7, no. 3, pp. s30–s51. Available at: <https://www.grassrootsjournals.org/grassroots-journals/journal/gjnr/volume/7/issue/3/page/s30-s51> (in Ukrainian)
5. Matviieieva, I., Hroza, V., Ishchenko, N., Komarova, N., Skrypnyk, L., & Priadka, T. (2023). Vplyv innovatsiinykh tekhnolohii na dynamiku pokaznykiv zemlekorystuvannia ukrainskykh silskohospodarskykh pidpriemstv [The Impact of Innovative Technologies on Land Use Dynamics of Ukrainian Agricultural Enterprises]. *Scientific Works. Series: Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, vol. 23, no. 3, pp. 581–588. Available at: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_3/Art61.pdf (in Ukrainian)
6. Nehrei, M. V. (2023). Tsyfrova transformatsiia ahrarnoho sektoru: perspektyvy, vyklyky ta rishennia [Digital Transformation of the Agricultural Sector: Prospects, Challenges, and Solutions]. *Scientific Notes of NaUKMA. Economic Sciences*, no. 8(1), pp. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.94-100> (in Ukrainian)
7. Repina, I., & Repin, M. (2022). Tsyfrova transformatsiia ahrobiznesu [Digital Transformation of Agribusiness]. In *Innovatsiine pidpriemnytstvo: stan ta perspektyvy rozvytku: zb. materialiv VII Vseukr. nauk.-prakt. konf.* (pp. 145–148). Kyiv: KNEU. (in Ukrainian)
8. Kyivstar. (2025). mAgri.RTK – syhnal tochnoho pozytsiuvannia [mAgri.RTK – Precision Positioning Signal]. Available at: <https://kyivstar.ua/business/products/agro-rtk> (in Ukrainian)
9. Kyivstar hub. (2023). 4 trendy AgroTech, yaki budut draivty silske hospodarstvo u 2024 rotsi [4 AgroTech Trends That Will Drive Agriculture in 2024]. Available at: <https://hub.kyivstar.ua/articles/4-trendi-agro-tech-yaki-budut-drajviti-silske-gospodarstvo-u-2024-rotsi> (in Ukrainian)
10. DroneUA. (2023). Yakym buv 2023 rik dlia ukrainskoho biznesu? Pidsumky Hrupy kompanii DroneUA [What Was the Year 2023 Like for Ukrainian Business? Results of the DroneUA Group]. Available at: <https://drone.ua/blogs/news/what-was-the-year-2023-for-ukrainian-business-the-results-of-the-droneua-group> (in Ukrainian)
11. EOS Data Analytics. (2023). AGRain zastosovuie dystantsiine zonduvannia v Ukraini [AGRAIN Applies Remote Sensing in Ukraine]. Available at: <https://eos.com/uk/blog/agrain-zastosovuie-dystantsiine-zonduvannia-v-ukraini/> (in Ukrainian)
12. IDTechEx. (2022). Agricultural Robots and Drones 2022–2032: Technologies, Markets and Players. Available at: <https://www.idtechex.com/en/research-report/agricultural-robots-and-drones-2022-2032-technologies-markets-and-players/837> (in Ukrainian)
13. ScienceDirect. (2023). Assessing the initial impact of the Russian invasion on Ukrainian agriculture. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024152395> (in Ukrainian)
14. Future Farming. (2023). Efarm.Pro: autonomous system for demining fields in Ukraine. Available at: <https://www.futurefarming.com/tech-in-focus/field-robots/efarm-pro-develops-autonomous-system-for-demining-fields-in-ukraine/> (in Ukrainian)
15. Ukrainian Agribusiness Club. (2021). Precision farming in Ukraine. *Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality of the Kingdom of the Netherlands*. Available at: <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/binaries/agroberichtenbuitenland/documenten/publicaties/2021/11/5/ukraine-precision-farming-study/Precision%2Bfarming%2BUkraine.pdf> (in Ukrainian)

Стаття надійшла до редакції 08.05.2025