

УДК 631.1+004.31

Свидрук І.І.

irena_svidruk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3099-6449

*д.е.н., проф., професор кафедри менеджменту,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

Куцик В.І.

valentynakutsyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8230-9436

*к.е.н., проф., професор кафедри економіки,
Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ТА ІОТ-ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗРОСТАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Анотація. Проблеми руйнації сільськогосподарських земель і розроблення стратегії їх післявоєнного відновлення потребують пошуку інноваційних шляхів землекористування із застосуванням ресурсоефективних технологій. Дана стаття присвячена виявленню впливу включення новітніх цифрових технологій та IoT-трансформації аграрного землекористування на можливість підвищення ефективності використання земельних ресурсів у межах післявоєнної відбудови аграрної галузі. Проаналізовано економічні рахунки сільського господарства України, рентабельність аграрного виробництва за областями, продуктивність аграрного виробництва. Виявлено основні проблеми землекористування на тлі повномасштабного вторгнення росії. Розглянуто можливості післявоєнного відновлення земельних ресурсів для розвитку аграрного виробництва. Визначено переваги використання цифрових технологічних рішень, Інтернету речей (IoT) та інтелектуальної техніки. Проведено регресійний аналіз впливу діджиталізації та IoT-трансформації процесів землеробства на продуктивність використання земельних ресурсів вітчизняних агрохолдингів. Рекомендовано включити до національної стратегії модернізації аграрної галузі програми діджиталізації та IoT-трансформації землекористування з відповідним виділенням бюджетного фінансування для розбудови цифрової інфраструктури, що дозволить забезпечити раціональний розподіл земельних ресурсів, динамічний моніторинг ризиків і науково обґрунтоване прийняття рішень, що сприятиме загальному зростанню продуктивності та стійкості аграрного виробництва. Рекомендовано прискорити інтеграцію цифрових технологій та IoT-трансформацію аграрного землекористування з екологічними агровиробничими практиками. В межах післявоєнного відновлення земельного фонду України запропоновано будувати систему просування новітніх технологій на засадах інтегрованості з цифровими платформами тестування адаптивності аграрного виробництва до цифрових інструментів, що підвищить доступність новітніх технологій у сільськогосподарських зонах різного ступеня екологічного збереження і придатності до використання у землеробстві.

Ключові слова: аграрне виробництво, земельні ресурси, землекористування, діджиталізація, Інтернет речей (IoT), післявоєнне відновлення.

Svydruk Irena

irena_svidruk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3099-6449

Researcher ID: F-8502-2019

Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Management,
Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Kutsyk Valentyna

valentynakutsyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8230-9436

Ph.D., Professor, Professor of the Department of Economics,

Lviv University of Trade and Economics, Lviv

DIGITIZATION AND IOT TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL LAND USE AS A SOURCE OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF LAND RESOURCES

Abstract. The problems of agricultural land destruction and the development of a strategy for their post-war restoration require the search for innovative ways of land use using resource-efficient technologies. This article is devoted to identifying the impact of the inclusion of the latest digital technologies and IoT-transformation of agricultural land use on the possibility of increasing the efficiency of land resource use within the framework of the post-war reconstruction of the agricultural sector. The economic accounts of Ukrainian agriculture, the profitability of agricultural production by region, and the productivity of agricultural production are analyzed. The main problems of land use against the background of the full-scale Russian invasion are identified. The possibilities of post-war restoration of land resources for the development of agricultural production are considered. The advantages of using digital technological solutions, the Internet of Things (IoT) and intelligent technology are determined. A regression analysis of the impact of digitalization and IoT-transformation of agricultural processes on the productivity of land resource use of domestic agricultural holdings is conducted. It is recommended to include in the national strategy for modernization of the agricultural sector programs for digitization and IoT-transformation of land use with appropriate allocation of budget funding for the development of digital infrastructure, which will ensure rational distribution of land resources, dynamic risk monitoring and scientifically based decision-making, which will contribute to the overall increase in productivity and sustainability of agricultural production. It is recommended to accelerate the integration of digital technologies and IoT-transformation of agricultural land use with ecological agricultural production practices. Within the framework of the post-war restoration of the land fund of Ukraine, it is proposed to build a system for promoting the latest technologies on the basis of integration with digital platforms for testing the adaptability of agricultural production to digital tools, which will increase the availability of the latest technologies in agricultural zones of varying degrees of ecological preservation and suitability for use in agriculture.

Keywords: agricultural production, land resources, land use, digitalization, Internet of Things (IoT), post-war reconstruction.

JEL Classification: C45, D81, Q16, M20

DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1256-2025-44-18>

Постановка проблеми. Розробка ефективних програм підтримки аграрного виробництва для створення більш ефективної та сталої системи сільського господарства є глобальною проблемою розвитку людства. Цифрові технології, включаючи штучний інтелект, великі дані, хмарні обчислення та Інтернет речей

(IoT), швидко впроваджуються в сільськогосподарському секторі, діджиталізація якого стала ключовою ініціативою сталого розвитку сільського господарства в багатьох країнах. Так, в ЄС організовано Спільний європейський простір сільськогосподарських даних (CEADS), в Японії діє платформа співпраці

сільськогосподарських даних, в Індії запущено Цифрову сільськогосподарську місію. В Україні проблема посилюється довгостроковими воєнними діями, які руйнують ґрунтові екосистеми, через зміну фізико-хімічних властивостей втрачається родючість ґрунтів, накопичені важкі метали мігрують у підземні води, спричиняючи забруднення середовища і поза межами інтенсивних боїв [23]. Проблеми руйнації сільськогосподарських земель і розроблення стратегії їх післявоєнного відновлення потребують уже сьогодні пошуку інноваційних шляхів землекористування із застосуванням ресурсоефективних технологій мінімального обробітку ґрунту (no till, low till) [16], що актуалізує завдання розроблення інженерно-технічного забезпечення агропромислового виробництва та впровадження гнучких технологічних процесів на засадах діджиталізації та IoT-трансформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення продуктивності використання земельних ресурсів за рахунок впровадження цифрових технологій є одним із основних шляхів вирішення проблем післявоєнного відновлення і розвитку аграрного виробництва в Україні. Однак реальна ефективність цих зусиль у середовищі науковців досі залишається невизначеною. Огляд наявних наукових публікацій засвідчує усвідомлення науковою спільнотою важливості діджиталізації у розвитку суб'єктів аграрного бізнесу. Зокрема, С. Стендер зі співавт. визначили відповідність розвитку вітчизняного сільського господарства цілям сталого розвитку, підтвердивши доцільність запровадження цифрових технологій в аграрному виробництві [22], М. Газуда зі співавт. розглянули інструменти інтегрування новітніх IoT-технологій у діяльність агропідприємств [4], П. Перерва зі співавт. сформулювали методичні рекомендації для переходу агропідприємств до цифрової екосистеми процесів виробництва для покращення результативності використання сільськогосподарських ресурсів [13], О. Петренко проаналізував потенціал основних цифрових технологій для забезпечення маркетингових переваг розвитку аграрних підприємств [14], М. Негрей визначила проблеми та обмеження цифрової трансформації аграрного сектору України [12].

Аналізуючи досягнення і проблеми точного землеробства, А. Бурлай і Б. Охрименко вказують на економічні, технологічно-інноваційні,

екологічні та соціальні ефекти як окремих технологій, так і агровиробництва в цілому [1], К. Лисенко та О. Старіков акцентують увагу на соціально значимих аспектах запровадження інтелектуальних систем управління у вітчизняних агрохолдингах [11].

Сучасні зарубіжні дослідження більше орієнтовані на використання новітніх технологій в аграрному бізнесі для сприяння екологічно орієнтованому розвитку сільського господарства; проведені науковцями дослідження виявили механізми, через які діджиталізація впливає на сільськогосподарські системи, охоплюючи виробничі процеси, операційну ефективність і розподіл ресурсів. Так, К. Šermukšnytė-Alešiūnienė та R. Melnikienė проаналізували вплив запровадження IoT-технологій для створення доданої вартості з одночасним пом'якшенням наслідків зміни клімату в сільському господарстві [29]. Наприклад, Q. Zhang зі співавт. визначили, що IoT-технології підвищують ефективність шляхом оптимізації розподілу ресурсів, мінімізації відходів, зменшення потреб у пестицидах і добривах, тим самим збільшуючи екологічну продуктивність факторів у аграрному виробництві [32], S. Sharma і R. Tyagi показали, як цифрові інструменти дозволяють приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації землекористування [30].

Цікавим є дослідження J. Pfeiffer зі співавт. щодо суспільного сприйняття наскрізної діджиталізації аграрного виробництва, проведене за результатами опитування в Німеччині [28]. R. Birner зі співавт. розглянули можливості цифрових аграрних технологій для подолання загроз надмірної концентрації сільськогосподарських ринків [25].

Водночас поодинокі дослідження охоплюють і питання продуктивності запровадження новітніх агротехнологій. Зокрема, С. Восеан представив аналіз впливу впровадження IoT-технологій на продуктивність аграрного виробництва в різноманітних соціально-економічних і сільськогосподарських ландшафтах країн ЄС [26]. Н. Wang та J. Zhu дослідили, що діджиталізація сприяє розширенню операцій із земельними угіддями, підвищуючи стійкість аграрного сектору економіки [31].

Однак у науковій літературі відсутні спроби системного аналізу впливу діджиталізації та IoT-трансформації землекористування на ефективність аграрного виробництва, що зумовлює необхідність всебічного

дослідження такого впливу на продуктивність використання земельних ресурсів.

Постановка завдання. Метою статті є виявлення впливу включення новітніх цифрових технологій та IoT-трансформації аграрного землекористування на можливість підвищення ефективності використання земельних ресурсів у межах післявоєнної відбудови аграрної галузі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ключовим ресурсом аграрного виробництва і найважливішим фактором зростання його продуктивності є сільськогосподарська земля, однак, за інформацією Світового банку, у світі спостерігається досить стрімке скорочення площ ріллі на одну особу (з 0,36 кв. км до 0,18 кв. км за останні 50 років) [24]. До повномасштабної війни в Україні було найбільше в Європі земель сільськогосподарського призначення – 33 млн га у 2021 р., тоді як, до прикладу, у Франції – 18 млн га, у Німеччині – 12 млн га, а у Польщі – 11 млн га. Більше того, внаслідок відкриття ринку землі [15] кількість сільськогосподарських угідь у більшості областей зросла, зокрема найбільше у Житомирській (+41,5%), Рівненській (+13,9%) та Чернігівській (+13,7%) областях, і лише в трьох областях відбулося скорочення: у Вінницькій на 0,6%, у Закарпатській на 2,1 % та в Одеській області на 11,7 % [6]. До 2022 р. спостерігалось і зростання випуску, і проміжного споживання в аграрному виробництві (рис. 1).

За таких умов нарощування земельного банку і максимізація залучення в аграрний обіг

сільськогосподарських земель стали каталізатором переходу від екстенсивного до інтенсивного зростання галузі, спричинивши до системного поліпшення технологій агровиробництва. Технологічне оновлення вітчизняної агропромисловості було визначено одним із середньострокових пріоритетів галузевого рівня, наголошуючи, зокрема, на необхідності екологічно збалансованого землекористування [16].

Водночас висока частка витрат в аграрному виробництві і неефективний розподіл сільськогосподарської землі призвели до надзвичайно низької рентабельності (рис. 2), яка в середньому по Україні у 2021 р. становила 14,5 % (найвищий рівень у Житомирській області – 27 %, найгірше значення в Закарпатській області – збитковість 2,7 %) [6].

У порівнянні з європейськими країнами продуктивність аграрного виробництва в Україні була недостатньою [19], зокрема додана вартість у розрахунку на один гектар у 2021 р. становила 440 дол. США, тоді як у Польщі – 1100 дол. США, у Німеччині – 1700 дол. США, у Франції – 2450 дол. США [3]. Тим не менше Міністерство економіки оцінювало вклад агропромислового виробництва у ВВП на рівні 10% (разом із переробкою сільськогосподарської продукції – 16%) і повідомляло про щорічне зростання галузі на 5-6% [21].

Проблеми ефективного землекористування особливо загострилися на тлі повномасштабного вторгнення росії, адже, за підрахунками

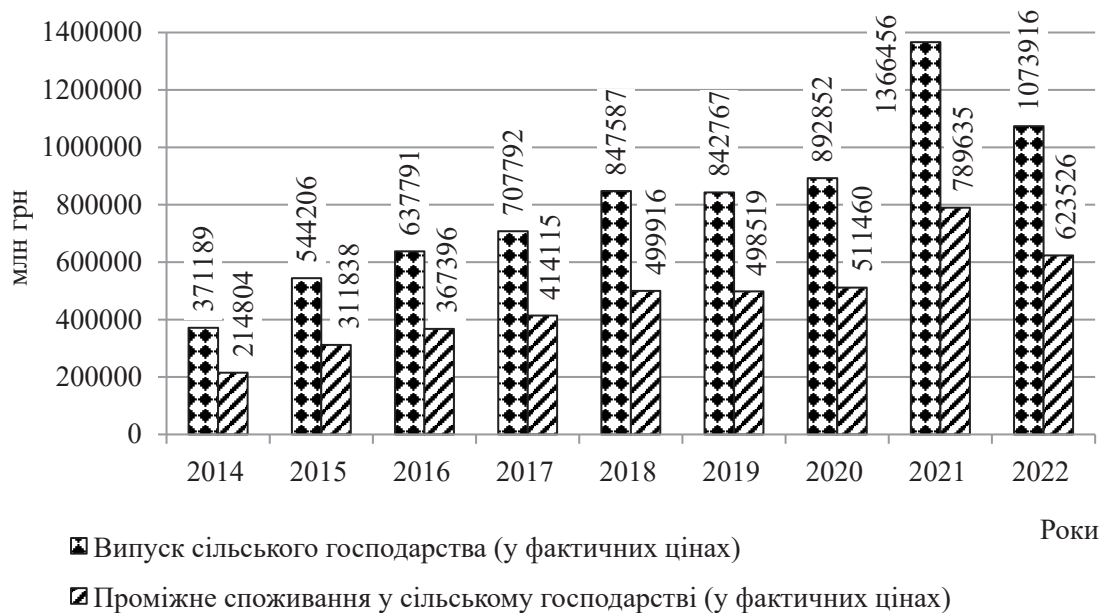


Рис. 1. Економічні рахунки сільського господарства України у 2014–2022 рр. (у фактичних цінах, млн грн)

Джерело: побудовано за даними [7]

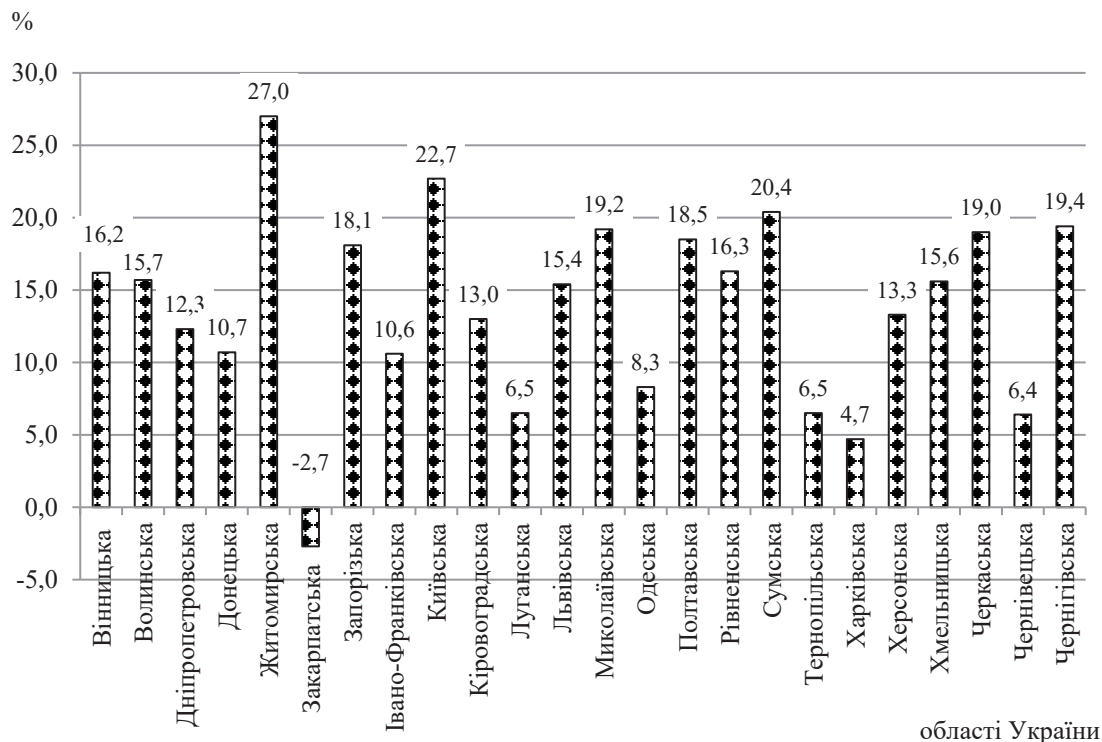


Рис. 2. Рентабельність аграрного виробництва в Україні за областями у 2021 р.

Джерело: розраховано за даними [6]

KSE, у перші два роки війни прямі втрати інфраструктури АПК і земельних ресурсів становили 10,3 млрд дол. США [9], непрямі збитки – 69,8 млрд дол. США [8]. У 2022 р. було пошкоджено близько 836 тис. га сільськогосподарських угідь, а до початку 2024 р. – вже 1,5 млн га (3,6% усіх сільськогосподарських земель), орієнтовна вартість рекультивації оцінюється у 329 млн дол. США [8].

Розглядаючи можливості післявоєнного відновлення земельних ресурсів для розвитку аграрного виробництва, зауважимо, що з точки зору технологічного прогресу діджиталізація є підходом до підвищення їх економічної ефективності. Запровадження технологій геоінформаційних систем та Інтернету речей (IoT), який передбачає використання дронів, датчиків та дистанційного зондування стану ґрунтів, дозволяє оптимізувати агровиробничі процеси, сприяючи точному землеробству [5] та розвитку інших креативних інновацій у традиційному аграрному виробництві для більш ефективного управління земельними ресурсами.

У традиційному аграрному виробництві прийняття рішень щодо використання земельних ресурсів зазвичай ґрунтується на існуючому досвіді щодо завдань зрошення та внесення добрив. Однак ризики нераціонального розподілу факторів виробництва заперечують повне

розкриття потенціалу продуктивності земель сільськогосподарського призначення [10]. Наприклад, для збереження запланованого рівня виробництва недостатність певних ресурсів може компенсуватися надмірним внесенням відносно недорогих добрив на одиницю землі, що в короткостроковому періоді підвищує продуктивність земельних ресурсів, але призводить до екологічного дисбалансу ґрунтів, їх деградації та у подальшому – до тривалого зниження продуктивності [2]. У перспективі надмірне використання добрив може спричинити до зниження родючості ґрунту, негативно впливаючи як на довгострокову продуктивність земельних ресурсів, так і на загальну результативність агровиробництва.

Використання цифрових технологічних рішень GPS та геоінформаційних систем дозволяє точно визначати потреби забезпечення родючості кожної земельної ділянки, підвищуючи ефективність добрив і мінімізуючи капіталовкладення. При цьому використання IoT та інтелектуальної техніки (автоматизовані трактори, дрони, датчики тощо) покликане підвищувати ефективність використання капіталу завдяки автономному виконанню завдань посіву, удобрення та збору врожаю.

За даними Agricultural Consulting Service, у 2021 р. найвищі рейтингові позиції за величиною земельного банку в Україні посідали агрохолдинги Kernel Holding (558 тис. га, ↓

за останній рік), Миронівський хлібопродукт (368 тис. га, ↓), NCH (Агропросперис) (360 тис. га, ↓), UkrLandFarming (358 тис. га, ↓), Астарта (209 тис. га, ↓), Контінентал Фармерз Груп (195 тис. га, ↓, на сьогодні діяльність припинено), Епіцентр Агро (160 тис. га, ↑), HarvEast (123 тис. га, ↓), ІМК (121 тис. га, ↓), Укрпромінвест-Агро (116,5 тис. га, ↓) [18]. Ми проаналізували основні показники діяльності найбільших латифундистів України за останні 3 роки, які в умовах війни зберегли або частково зберегли можливість результативного землекористування (табл. 1), і отримана картина чітко підтверджує наявність проблеми низької результативності використання ресурсів в аграрному виробництві (рис. 3).

Отож, постає питання, чи дійсно діджиталізація аграрного землекористування і використання IoT дозволяють підвищити продуктивність земельних ресурсів. Зауважимо, що на сьогодні в науковій літературі відсутні вичерпні рекомендації щодо параметрів вимірювання діджиталізації агробізнесу, однак узагальнення наукової думки дозволяє виокремити діджиталізацію землеробства, меліорації, насінневої селекції та сільськогосподарської техніки.

Наше дослідження обмежене завданням післявоєнного відновлення продуктивності земельних ресурсів. Отож, залежною змінною є ефективність використання земельних ресурсів ($E_{зр}$) з точки зору виробництва сільськогосподарських культур на одиницю

Таблиця 1

Результативність господарської діяльності окремих агрохолдингів

Агрохолдинг	Активи, тис. грн			Чистий прибуток / збиток (-), тис. грн		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Kernel Holding	42791748	52445513	51033726	-1719296	5138344	4373035
Миронівський хлібопродукт	34452069	32549331	46625668	-1626153	-423136	-747096
NCH	146855	264556	177783	16367	102079	-109829
HarvEast	762841	698342	713037	-10892	-21406	23033
ІМК	4855	3289	2445	98	164	219
Укрпромінвест-Агро	761010	451509	532245	-24	-46	-149

Джерело: дані YouControl [20]

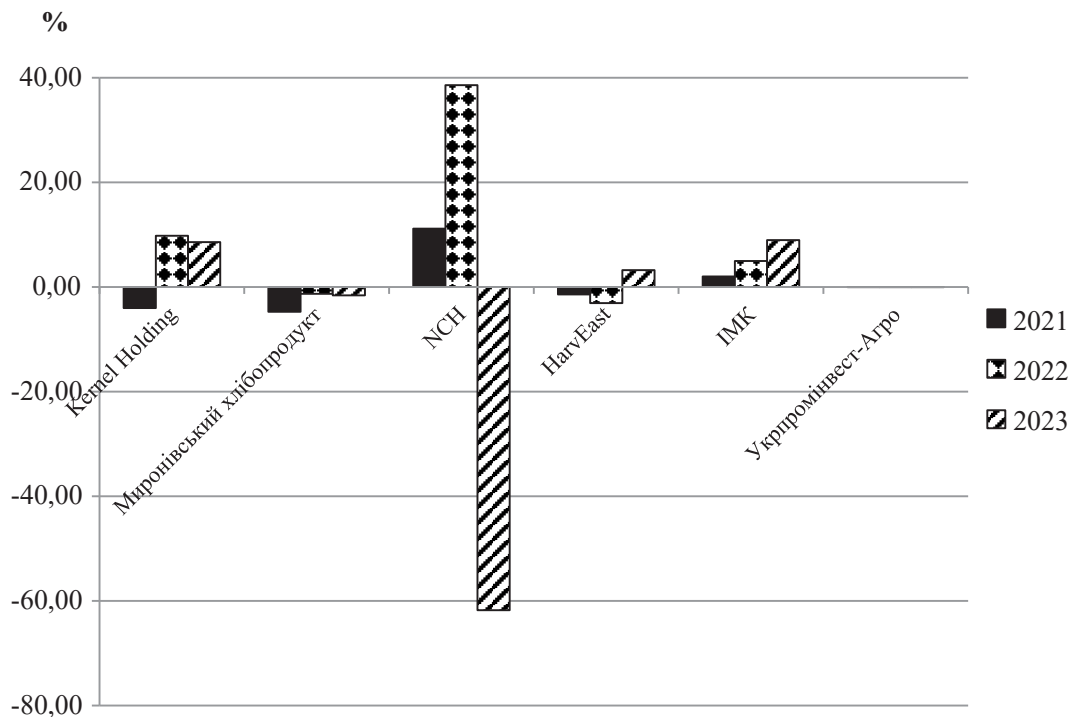


Рис. 3. Результативність використання ресурсів в аграрному виробництві вітчизняних агрохолдингів у 2021–2023 рр.

Джерело: власні розрахунки

площі. Пояснювальною змінною є діджиталізація аграрного виробництва в землеробстві (U_{AB}). Виходячи з припущення, що виробнича функція кожного агрохолдингу визначається моделлю Кобба-Дугласа [27], ми використали її для оцінки еластичності розподілу аграрного капіталу (I_{AK}) як ключової контрольної змінної впливу діджиталізації на зростання ефективності землеробства.

$$I_{AK_i} = \frac{1}{\gamma_{AK_i}} - 1,$$

де $\gamma_{AK_i} = \left(\frac{AK_i}{AK} \right) / \left(\frac{S_i \rho AK_i}{\rho AK} \right)$ – індекс викривлення вартості капіталу;
 $S_i = \frac{y_i}{Y}$ – частка продукції i -го холдингу у загальній вибірці Y ;
 $\frac{AK_i}{AK}$ – фактичне використання аграрного капіталу в загальній вибірці.

Загальна модель оцінювання впливу в році t описується рівнянням:

$$E_{zp_t} = \alpha_0 + \alpha_1 U_{ABit} + \sum \beta_j X_{j,it} + \gamma_t + \varepsilon_{it},$$

де $X_{j,it}$ – управляючі змінні, γ_t – фіксований у році t індекс викривлення вартості капіталу, ε_{it} – випадкова величина.

Ми проаналізували за відкритими джерелами (з урахуванням обмежень воєнного стану [17]) впровадження агрохолдингами IoT та інших цифрових технологій у процесах землеробства (табл. 2), оцінивши кількість застосувань новітніх технологій по відношенню до всіх типів застосовуваних технологій землеробства.

У табл. 3 представлено результати регресійного аналізу впливу діджиталізації та IoT-трансформації процесів землеробства на продуктивність використання земельних ресурсів агрохолдингів.

Таблиця 2

Впровадження агрохолдингами цифрових технологій землеробства

Агрохолдинг	Процеси землеробства					
	тестування ґрунтів	внесення добрив	догляд за культурами	боротьба зі шкідниками і хворобами	автоматизоване виробництво	водозберігаюче зрошення
Kernel Holding	–	+	+	+	+	+
Миронівський хлібопродукт	–	+	–	+	+	+
NCH	+	+	–	+	+	–
HarvEast	–	–	–	–	+	+
ІМК	+	–	–	+	+	+
Укрпромінвест-Агро	+	–	–	–	+	–

Джерело: дані web-сайтів агрохолдингів

Таблиця 3

Базові та скореговані оцінки впливу діджиталізації землеробства на продуктивність земельних ресурсів

Показник	Базові результати	Включення контрольних змінних	Включення індексів викривлення вартості капіталу
Діджиталізація землеробства в аграрному виробництві	0,13*	0,16*	0,14*
	(0,05)	(0,05)	(0,07)
Віддача від масштабу діджиталізації	6,76*	6,56*	6,37*
	(0,02)	(0,23)	(0,25)
Загальна вибірка застосовуваних технологій землеробства	278	221	221
Поправка на визначений рік	немає	немає	застосовано
Контрольні змінні еластичності розподілу аграрного капіталу	немає	застосовано	застосовано
R2	0,004	0,023	0,059

* $p < 0,05$; у дужках наведено стандартне відхилення.

Джерело: власні розрахунки

Базовий коефіцієнт діджиталізації I_{AB} (без урахування контрольних змінних I_{AK}) становить 0,13 ($p < 0,05$), що свідчить про існування позитивного впливу на продуктивність земельних ресурсів. Результати з включенням контрольних змінних та фіксованих за роками індексів викривлення вартості капіталу також демонструють позитивні коефіцієнти, що забезпечує емпіричну підтримку тези про покращення продуктивності земельних ресурсів внаслідок діджиталізації процесів землеробства. Також можна стверджувати, що позитивний вплив проявляється незалежно від підходу до його вимірювання. Отож, діджиталізацію та IoT-трансформацію землеробства доцільно включити до національної стратегії модернізації аграрної галузі в межах післявоєнної відбудови України з відповідним виділенням бюджетного фінансування для розбудови цифрової інфраструктури аграрного виробництва.

Для кращого розуміння того, як діджиталізація та IoT-трансформація процесів землеробства впливає на продуктивність використання земельних ресурсів, ми проаналізували коефіцієнти регресії за складниками процесів землеробства з наскрізним включенням контрольних змінних та фіксованих за роками індексів викривлення вартості капіталу (табл. 4).

Виявилося, що за всіма складниками простежується позитивний вплив, забезпечуючи зменшення невизначеності аграрного виробництва щодо якості оброблюваних ґрунтів та формуючи більш раціональний підхід до

внесення добрив і гербіцидів, кращий розподіл земельних ресурсів для вирощування сільськогосподарських культур та підтримку стійких практик ощадливого агровиробництва. Також за рахунок діджиталізації та IoT-трансформації аграрного виробництва зменшуються виробничі ризики і зростає стійкість до шоків середовища. Отож, позитивний вплив діджиталізації також підтверджує роль IoT та цифрових платформ у дифузії інноваційних інструментів землекористування за всіма його напрямками, що робить її корисним інструментом післявоєнного відновлення продуктивності земельних ресурсів.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.

1. Діджиталізацію та IoT-трансформацію методів землекористування в аграрному виробництві доцільно розглядати як основну рушійну силу для післявоєнного відновлення продуктивності земельних ресурсів в Україні. Діджиталізація забезпечує ефективне вирішення проблем дефіциту та недостатньої ефективності використання сільськогосподарської землі, відповідно, вона має бути включена до національної стратегії модернізації аграрної галузі з відповідним виділенням бюджетного фінансування для розбудови цифрової інфраструктури. IoT-трансформація дозволить забезпечити раціональний розподіл земельних ресурсів, динамічний моніторинг ризиків і науково обґрунтоване прийняття рішень, що сприятиме загальному зростанню продуктивності та стійкості аграрного виробництва.

Таблиця 4

Діагностика механізму впливу діджиталізації на продуктивність земельних ресурсів за складниками процесів землеробства

Показник	Тестування ґрунтів	Внесення добрив	Догляд за культурами	Боротьба зі шкідниками і хворобами	Автоматизоване виробництво	Водозберігаюче зрошення
Діджиталізація процесів землеробства	1,75*	0,95 *	0,15*	0,15*	1,38*	0,03*
	(0,10)	(0,12)	(0,07)	(0,08)	(0,23)	(0,01)
Віддача від масштабу діджиталізації	0,45*	0,63*	5,55*	4,57*	0,41*	6,36*
	(0,13)	(0,20)	(0,28)	(0,31)	(0,15)	(0,45)
Вибірка застосовуваних технологій	2021	2021	1909	1900	2021	536
R2	0,178	0,183	0,126	0,151	0,160	0,180

* $p < 0,05$; у дужках наведено стандартне відхилення.

Джерело: власні розрахунки

2. Діджиталізація та IoT-трансформація процесів землеробства відіграє вирішальну роль у впровадженні інноваційних технологій в аграрне виробництво. Тому в межах післявоєнного відновлення земельного фонду України система просування новітніх технологій має будуватися на засадах інтегрованості з цифровими платформами тестування адаптивності аграрного виробництва до цифрових інструментів, що підвищить доступність новітніх технологій у сільськогосподарських зонах різного ступеня екологічного збереження і придатності до використання у землеробстві.

3. Важливо прискорити інтеграцію цифрових технологій та IoT-трансформацію аграрного землекористування з екологічними агро-виробничими практиками, що сприятиме оптимізації використання ресурсів і зменшенню забруднення середовища, забезпечуючи післявоєнне відновлення галузі на засадах сталого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурляй А. П., Охрименко Б. О. Точне землеробство як напрям модернізації аграрного виробництва. *Modern Economics*. 2021. № 29. С. 29–34. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V29\(2021\)-05](https://doi.org/10.31521/modecon.V29(2021)-05)
2. Бутенко Є. В., Харитоненко Р. А., Петриченко С. В. Аналіз науково-методичних підходів до оцінки впливу бойових дій на продуктивність земель. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2023. № 1. С. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2023.01.10>
3. Відкриття ринку землі для зростання сільського господарства: спеціальна доповідь. The World Bank, 2019. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc>
4. Газуда М. В., Газуда Л. М., Герцег В. А. Ключові аспекти цифровізації сільського господарства. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2024. № 1 (63). С. 79–86. DOI: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1\(63\).79-86](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1(63).79-86)
5. Галич І. В., Байдужий В. В., Волошин А. С. Точне землеробство як ключ до підвищення якості агропродукції: переваги та перешкоди. *Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали XX міжнар. форуму молоді*. 04-05.05.2024. Харків : ДБТУ, 2024. С. 167–168.
6. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Економічні рахунки сільського господарства. Держстат, 2024. URL: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/ekonomichni-rakhunky-silskoho-hospodarstva-0>
8. Нейтер Р., Зоря С., Муляр О. Збитки, втрати та потреби сільського господарства через повномасштабне вторгнення. Центр досліджень продовольства та землекористування KSE, 2024. 32 с. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/02/RDNA3_ukr.pdf
9. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на початок 2024 року. KSE, 2024. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf
10. Клепанчук О. Ю., Свидрук І. І., Підлипна Р. П. Забезпечення продовольчої безпеки засобами відновлення агропромислового ринку України. *Вісник ЛТЕУ. Серія економічна*. 2022. Вип. 69. С. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.3647/7/2522-1205-2022-69-14>
11. Лисенко К. М., Старіков О. Ю. Точне землеробство як інструмент соціальної відповідальності аграрних підприємств. *Агробізнес 2024: відповіді на нові виклики : матеріали Всеукр. наук. конф.* 17.04.2024. Київ : КНЕУ, 2024. С. 63–69.
12. Негрей М. В. Цифрова трансформація аграрного сектору: перспективи, виклики та рішення. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. 2023. Т. 8. Вип. 1. С. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.94-100>
13. Перерва П. Г., Косенко О. П., Шаульська Л. В. Діджиталізація бізнес-процесів на підприємствах агропромислового комплексу. *Маркетинг і цифрові технології*. 2024. Вип. 8 (2). С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15276/mdt.8.2.2024.1>
14. Петренко О. І. Інтеграція цифрових технологій у маркетингову стратегію аграрних підприємств: організаційно-економічний підхід. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-127>
15. Русан В. М. Пріоритетні напрями та завдання завершення земельної реформи в Україні. Національний інститут стратегічних досліджень, 2018. 15 с. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2018-04/land-reform-26477.pdf>
16. Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 18 жовтня 2017 р. № 980 : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.2023 № 1321. Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1321-2023-%D0%BF#Text>
17. Про правовий режим воєнного стану: Закон України / Верховна Рада України. Документ 389-VIII, ред. від 08.02.2025. Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>
18. Рейтингові позиції агрохолдингів України щодо розміру земельного банку у 2021 р. Agricultural Consulting Service, 2021.

URL: <https://farming.org.ua/Agricultural%21Consulting%21Service.html>

19.Свидрук І. І. Можливості креативізації аграрного сектору економіки України. *Бізнес, цифрові інновації та підприємництво: стан, аналіз тенденцій та науково-економічний розвиток : матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції*, 22.12.2018. Львів. С. 51–54.

20.Сервіс перевірки контрагентів YouControl, 2024. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/

21.Сільське господарство. Міністерство економіки України, 2024. URL: <https://me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=efde37c0-cc99-4560-80c8-c419fa571ccb&tag=SilskeGospodarstvo>

22.Стендер С. В., Балла І. В., Борковська В. В. Сучасні тенденції розвитку сільського господарства в умовах цифровізації економіки України. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2024. Вип. 11. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13867199>

23.Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. *Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем : монографія*. Полтава : Астроя, 2022. С. 232–281.

24.Arable land (hectares per person). World Bank, 2024. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC>

25.Birner R., Daum T., Pray C. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2021. Vol. 43(4). P. 1260–1285. DOI: <https://doi.org/10.1002/aep.13145>

26.Bocean C. G. A Cross-Sectional Analysis of the Relationship between Digital Technology Use and Agricultural Productivity in EU Countries. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, 519. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14040519>

27.Dolgikh Y. V. Improvement of crop production planning in Ukraine using the Cobb-Douglas production function. *Економіка АПК*. 2022. Вип. 29 (1). С. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202201010>

28.Pfeiffer J., Gabriel A., Gandorfer M. Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. *The Agriculture, Food, & Human Values Society (AFHVS)*. 2021. Vol. 38(1). P. 107–128. DOI: <https://doi.org/10.51193/IJAER.2023.9210>

29.Šermukšnytė-Alešiūnienė K., Melnikienė R. The Effects of Digitalization on the Sustainability of Small Farms. *Sustainability*. 2024. Vol. 16, 4076. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16104076>

30.Sharma S., Tyagi R. Digitalization of Farming Knowledge Using Artificial Intelligence

and Vedic Scripture. In *Proceedings of the IEEE Internat. Conf. on ICT in Business Industry & Government*, Indore, India, 8-9.12.2023. P. 1–6.

31.Wang H. M., Zhu J. J. An empirical study on the impact of agricultural digitalization on fertilizer utilization efficiency. *Chin. J. Eco-Agric.* 2024. Vol. 32. P. 1857–1868. DOI: <https://doi.org/10.12357/cjea.20240323>

32.Zhang Q., Yang Y., Li X., Wang P. Digitalization and Agricultural Green Total Factor Productivity: Evidence from China. *Agriculture*. 2024. Vol. 14. Art. 1805. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14101805>

REFERENCES

1. Burliaj A. P. and Okhrymenko B. O. (2021), *Tochne zemlerobstvo iak napriam modernizatsii aharnoho vyrobnytstva. Modern Economics*, № 29, s. 29–34. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V29\(2021\)-05](https://doi.org/10.31521/modecon.V29(2021)-05)

2. Butenko Ye. V., Kharytonenko R. A. and Petrychenko S. V. (2023). Analiz naukovo-metodychnykh pidkhodiv do otsinky vplyvu bojovykh dii na produktyvnist' zemel'. *Zemleustrii, kadastr i monitoringh zemel'*, № 1, s. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31548/zemleustriy2023.01.10>

3. Vidkryttia rynku zemli dlia zrostantia sil's'koho hospodarstva: spetsial'na dopovid'. The World Bank (2019), available at: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc>

4. Hazuda M. V., Hazuda L. M. and Hertseh V. A. (2024), *Kliuchovi aspekty tsyfrovizatsii sil's'koho hospodarstva. Naukovyj visnyk Uzhhorods'koho universytetu*, № 1 (63), s. 79–86. DOI: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1\(63\).79-86](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1(63).79-86)

5. Halych, I. V., Bajduzhyj, V. V. and Voloshyn, A. S. (2024), *Tochne zemlerobstvo iak kliuch do pidvyschennia iakosti ahroproduktii: perevahy ta pereshkody. Molod' i industriia 4.0 v XXI stolitti : materialy KhKh mizhnar. forumu molodi*. 04-05.05.2024. DBTU, Kharkiv, s. 167–168.

6. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

7. Ekonomichni rakhunky sil's'koho hospodarstva. Derzhstat (2024), available at: <https://stat.gov.ua/uk/datasets/ekonomichni-rakhunky-sil'skoho-hospodarstva-0>

8. Nejter R., Zoria S. and Muliar O. (2024), *Zbytky, vtraty ta potreby sil's'koho hospodarstva cherez povnomasshtabne vtorhnnennia. Tsentrdoslidzhen' prodovol'stva ta zemlekorystuvannia KSE*, 32 s., available at: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/02/RDNA3_ukr.pdf

9. Zvit pro priami zbytky infrastruktury vid rujnuvan' vnaslidok vijs'kovoï ahresii rosii proty Ukrainy stanom na pochatok 2024 roku. KSE (2024), available at: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf

10. Klepanchuk O. Yu., Svydruk I. I. and Pidlypna R. P. (2022), Zabezpechennia prodovol'choi bezpeky zasobamy vidnovlennia ahropromyslovoho rynku Ukrainy. *Visnyk LTEU. Serii ekonomichna.*, vyp. 69, s. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1205-2022-69-14>
11. Lysenko K. M. and Starikov O. Yu. (2024), Tochne zemlerobstvo iak instrument sotsial'noi vidpovidal'nosti ahrarykh pidpriemstv. *Ahrobiznes 2024: vidpovid na novi vyklyky : materialy Vseukr. nauk. konf.* 17.04.2024. KNEU, Kyiv, s. 63–69.
12. Nehrej M. V. (2023), Tsyfrova transformatsiia ahrarynogo sektoru: perspektyvy, vyklyky ta rishennia. *Naukovi zapysky NaUKMA. Ekonomichni nauky.*, T. 8. Vyp. 1, s. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.18523/2519-4739.2023.8.1.94-100>
13. Pererva P. H., Kosenko O. P. and Shaul's'ka L. V. (2024), Didzhytalizatsiia biznes-protsesiv na pidpriemstvakh ahropromyslovoho kompleksu. *Marketynh i tsyfrovi tekhnologii*, vyp. 8 (2), s. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.15276/mdt.8.2.2024.1>
14. Petrenko O. I. (2024), Intehratsiia tsyfrovyykh tekhnologiy u marketynhovu stratehiu ahrarykh pidpriemstv: orhanizatsiino-ekonomichnyy pidkhid. *Ekonomika ta suspil'stvo*, vyp. 65. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-127>
15. Rusan V. M. (2018), Priorytetni napriamy ta zavdannia zavershennia zemel'noi reformy v Ukraini. Natsional'nyy instytut stratehichnykh doslidzhen', 15 s., available at: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2018-04/land-reform-26477.pdf>
16. Pro vnesennia zmin do postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 zhovtnia 2017 r. № 980 : Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17.11.2023 № 1321. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1321-2023-%D0%BF#Text>
17. Pro pravovyy rezhyim voiennoho stanu: Zakon Ukrainy / Verkhovna Rada Ukrainy. Dokument 389-VIII, red. vid 08.02.2025. Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy, available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/389-19#Text>
18. Rejtnykhovi pozytsii ahrokholdynhiv Ukrainy schodo rozmiru zemel'noho banku u 2021 r. Agricultural Consulting Service (2021), available at: <https://farming.org.ua/Agricultural%21Consulting%21Service.html>
19. Svydruk I. I. Mozhlyvosti kreatyvizatsii ahrarynogo sektoru ekonomiky Ukrainy. *Biznes, tsyfrovi innovatsii ta pidpriemnytstvo: stan, analiz tendentsij ta nauko-ekonomichnyy rozvytok : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii*, 22.12.2018. L'viv, s. 51–54.
20. Servis perevirky kontrahentiv YouControl (2024), available at: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/
21. Sil'ske hospodarstvo. Ministerstvo ekonomiky Ukrainy (2024), available at: <https://me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=efde37c0-cc99-4560-80c8-c419fa571ccb&tag=SilskeGospodarstvo>
22. Stender S. V., Balla I. V. and Borkov's'ka V. V. (2024), Suchasni tendentsii rozvytku sil's'koho hospodarstva v umovakh tsyfrovizatsii ekonomiky Ukrainy. *Zdobutky ekonomiky: perspektyvy ta innovatsii*, vyp. 11. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13867199>
23. Chajka, T. O. and Korotkova, I. V. (2022), Vidnovlennia rodiuchosti gruntu v Ukraini pislia voiennykh dij. Zakhyst i vidnovlennia ekolohichnoi rivnovahy ta zabezpechennia samovidnovlennia ekosystem : monohrafiia. Astraiia, Poltava, s. 232–281.
24. Arable land (hectares per person). World Bank (2024), available at: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC>
25. Birner R., Daum T. and Pray C. (2021), Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, vol. 43(4), p. 1260–1285. DOI: <https://doi.org/10.1002/aep.13145>
26. Bocean C. G. (2024), A Cross-Sectional Analysis of the Relationship between Digital Technology Use and Agricultural Productivity in EU Countries. *Agriculture*, vol. 14, 519. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14040519>
27. Dolgikh Y. V. (2022), Improvement of crop production planning in Ukraine using the Cobb-Douglas production function. *Ekonomika APK*, vyp. 29 (1), s. 10–17. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202201010>
28. Pfeiffer J., Gabriel A. and Gandorfer M. (2021), Understanding the public attitudinal acceptance of digital farming technologies: a nationwide survey in Germany. *The Agriculture, Food, & Human Values Society (AFHVS)*, vol. 38(1), p. 107–128. DOI: <https://doi.org/10.51193/IJAER.2023.9210>
29. Šermukšnytė-Alešiūnienė K. and Melnikienė R. (2024), The Effects of Digitalization on the Sustainability of Small Farms. *Sustainability*, vol. 16, 4076. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16104076>
30. Sharma S. and Tyagi R. Digitalization of Farming Knowledge Using Artificial Intelligence and Vedic Scripture. In *Proceedings of the IEEE Internat. Conf. on ICT in Business Industry & Government*, Indore, India, 8–9.12.2023. P. 1–6.
31. Wang H. M. and Zhu J. J. (2024), An empirical study on the impact of agricultural digitalization on fertilizer utilization efficiency. *Chin. J. Eco-Agric.*, vol. 32, p. 1857–1868. DOI: <https://doi.org/10.12357/cjea.20240323>
32. Zhang Q., Yang Y., Li X. and Wang P. (2024), Digitalization and Agricultural Green Total Factor Productivity: Evidence from China. *Agriculture*, Vol. 14, Art. 1805. DOI: [10.3390/agriculture14101805](https://doi.org/10.3390/agriculture14101805)

Стаття надійшла до редакції
23 грудня 2024 року