

УДК 338.439:005.336.4-027.63:004.9:338.3-027.553

JEL Q18, L86, F42

Зарубіжний досвід цифровізації сільськогосподарського виробництва та напрями його використання у вітчизняній практиці

Адаменко І.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Адаменко І.В. E-mail: ivadamenko@btsau.edu.ua



Адаменко І.В. Зарубіжний досвід цифровізації сільськогосподарського виробництва та напрями його використання у вітчизняній практиці. Економіка та управління АПК. 2025. № 1. С. 62–72.

Adamenko I. Foreign experience in digitalization of agricultural production and directions of its use in domestic practice. AIC Economics and Management. 2025. № 1. PP. 62–72.

Рукопис отримано: 28.03.2025 р.

Прийнято: 11.04.2025 р.

Затверджено до друку: 22.05.2025 р.

doi: 10.33245/2310-9262-2025-197-1-62-72

У статті узагальнено досвід провідних країн світу щодо впровадження сільськогосподарськими товаровиробниками цифрових технологій та послуг та обґрунтовано напрями їх використання у вітчизняній практиці. Висвітлено основні глобальні ризики та вплив неспровокованого вторгнення росії, які впливають на розвиток вітчизняного сільського господарства, та зроблено висновок про необхідність активізації процесів впровадження цифрових технологій та послуг у діяльність товаровиробників галузі. Розкрито основні програми цифровізації сільського господарства, які виділено Світовим банком, а саме: кліматично-розумне сільське господарство; цифрові дорадчі послуги; цифрові фінансові послуги; цифрові ринкові зв'язки.

Висвітлено стратегічні програми цифровізації сільського господарства у Європейському Союзі, у яких представлено цілі цифрової трансформації до 2030 року, де передбачено зростання державних і приватних інвестицій в штучний інтелект, проведення підготовчих робіт до соціально-економічних змін і забезпечення відповідної етичної та правової бази. Узагальнено основні інструменти фінансового забезпечення як європейських фермерів, так і розробників цифрових технологій, що сприятиме використанню переваг у забезпеченні сталого розвитку сільського господарства.

Вивчено досвід США, де цифровізація сільського господарства здійснюється на основі поширення таких цифрових технологій: супутникове дистанційне зондування, системи візуалізації безпілотних літальних апаратів, системи зондування Інтернету речей (IoT), роботизовані системи. Ідентифіковано вузькі місця у практиці використання цифрових технологій американськими фермерами, які також мають місце у вітчизняних умовах. Наголошено на необхідності підготовки фахівців аграрного профілю зі знаннями та навичками використання цифрових продуктів, а також налагодження перепідготовки спеціалістів сільськогосподарських підприємств на курсах підвищення кваліфікації на базі українських аграрних закладів вищої освіти.

Встановлено, що у Великобританії діє комплексна програма підтримки як розробників, так і користувачів цифрових технологій на основі надання грантів для впровадження та просування цифрових агротехнологій. Розкрито функції Фонду програми інновацій у сільському господарстві, основним завданням якого є активізація розвитку інноваційних практик і технологій.

Зроблено висновок про унікальність досвіду Японії у цифровізації сільськогосподарського виробництва, де запроваджено низку стратегічних програм для сприяння цифровізації сільського господарства. Встановлено, що на сьогодні японські моделі сільського господарства експортуються до інших країн світу. Автором систематизовано досвід Індії, де поширення цифрових технологій у сільському господарстві відбувається повільно, однак створено сприятливі умови для їх поширення через функціонування відповідної інфраструктури.

Доведено, що в українській практиці використання цифрових технологій та послуг відстає від провідних країн світу та наголошено на необхідності посилення державної підтримки сільськогосподарських товаровиробників, наукових та освітніх закладів на основі розроблення стратегічної програми цифровізації сільського господарства, у якій доцільно передбачити механізм грантового фінансування проєктів та створення національної цифрової інфраструктури.

Ключові слова: сільськогосподарські підприємства, цифрова інфраструктура, цифрові технології, цифрові платформи, технології 5G, розумне сільське господарство, державна підтримка.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Розвиток сільськогосподарського виробництва відбувається під впливом глобальних кліматичних змін, розвитку цифрових технологій, зростання цін на сільськогосподарську продукцію та продовольство. Зазначені фактори зумовлюють для досліджуваної галузі ризики, однак водночас відбувається активізація впровадження інноваційних екологічнобезпечних розроблень, цифрових технологій, які сприяють підвищенню її конкурентоспроможності. На сьогодні на збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції впливають численні обмежувальні чинники економічного та екологічного характеру, а саме: скорочення площ сільськогосподарських угідь внаслідок поширення ерозії, забруднення земель хімічними добривами, пестицидами та гербіцидами, скорочення площ сільськогосподарських через розширення урбанізованих центрів, зниження рівня ґрунтових вод і родючості ґрунтів, різкого зростання цін на паливо та енергоносії тощо [1]. З іншого боку, очікується підвищення попиту на агропродовольство через зростання чисельності населення світу, підвищення купівельної спроможності за рахунок зростання частки середнього класу споживачів у країнах Південної та Південно-Східної Азії, що, за прогнозами експертів, зумовлюватиме підвищення цін на продукти харчування [2].

Окрім цього, неспровоковане вторгнення росії в нашу країну також негативно впливає на баланс світового ринку агропродовольства, оскільки Україна посідала провідні

позиції за постачанням багатьох видів сільськогосподарської продукції. Як зазначають експерти, наслідком воєнного вторгнення стало усунення України як одного з найбільших виробників та постачальників на світові ринки продовольчих товарів та сировини для їх виробництва, що підвело щонайменше 70 млн людей в усьому світі до межі голодної смерті, 345 млн - гострої нестачі продовольства, за даними ООН, загалом 82 країни потребують продовольчої допомоги [3].

За таких умов цифрові технології та послуги розглядаються як інноваційні продукти для трансформації сільськогосподарського виробництва та забезпечення його ефективності, які на сьогодні стрімко впроваджуються у бізнес-процеси провідних країн світу. Водночас цифрові технології сприяють скороченню забруднення навколишнього середовища та підвищенню продовольчої безпеки країни. Саме ці обставини зумовлюють необхідність узагальнення зарубіжного досвіду щодо впровадження цифрових технологій сільськогосподарськими товаровиробниками у технологічні процеси, ролі держави у цьому процесі з метою його використання у вітчизняних умовах.

Узагальненням результатів досліджень науковців виявлено, що посилена увага приділяється вивченню практики цифровізації у європейських країнах [4], що цілком зрозуміло з урахуванням орієнтації нашої країни до європейського економічного простору. У дослідженнях розкривається специфіка впровадження цифрових інновацій українськими аграрними підприємствами та ідентифікація

взаємовідносин між основними учасниками цього процесу [5], висвітлюється їх вплив на підвищення ефективності виробничої діяльності та сталий розвиток сільських територій [7, 8], узагальнено цифрові продукти, які розроблено українськими компаніями та впроваджено у їхню виробничу діяльність [9]. Відзначаючи вагомість результатів проведених досліджень, необхідно зазначити, що динамічність змін як в глобальному, так і в національному вимірі щодо поширення цифровізації в сільському господарстві вимагають поглибленого вивчення цієї наукової проблеми з метою чіткої ідентифікації інструментів та підходів щодо підтримки впровадження цифровізації у практичній діяльності сільськогосподарських підприємств. Саме тому важливо систематизувати набутий зарубіжний досвід у країнах світу щодо підтримки сільськогосподарських товаровиробників у впровадженні цифрових технологій та продуктів у виробничо-управлінські процеси та окреслити напрями його використання у вітчизняній практиці.

Метою дослідження є узагальнення теоретичних засад та досвіду підтримки сільськогосподарських товаровиробників у впровадженні цифрових технологій та продуктів у країнах світу та обґрунтування рекомендацій для вітчизняної практики щодо його використання у вітчизняних умовах.

Матеріал і методи. Теоретичними засадами дослідження стали наукові праці вітчизняних та зарубіжних науковців в аспекті підтримки процесу впровадження цифрових технологій та послуг у практичну діяльність сільськогосподарських товаровиробників у зарубіжних країнах як на державному, так і локальному рівнях управління. Під час виконання дослідження використано такі наукові методи: системного підходу, абстрактно-логічний, індукції, дедукції, монографічний, теоретичного узагальнення, порівняння.

Основними завданнями дослідження є вивчення зарубіжної практики впровадження цифрових технологій та послуг у сільськогосподарське виробництво; узагальнення державних інструментів та заходів щодо підтримки сільгосптоваровиробників у впровадженні ними цифрових технологій та послуг; розроблення рекомендацій для вітчизняної практики щодо активізації процесів цифровізації процесів сільськогосподарського виробництва.

Результати дослідження та обговорення. Вивчення наукової літератури дозволило встановити, що цифрові інновації не лише

істотно впливають на підвищення ефективності діяльності та результативності управлінських процесів на рівні сільськогосподарського підприємства, а також сприяють захисту довкілля та реалізації принципів сталого розвитку через більш ефективне використання ресурсів та енергоспоживання, оптимізацію бізнес-процесів по всьому ланцюгу створення вартості, а також покращення процесів моніторингу та використання навколишнього середовища.

Відомо, що Світовий банк виділив основні програми цифровізації сільського господарства, які сприятимуть покращенню продовольчої безпеки та стійкості малих фермерських господарств. Водночас кожному із напрямів відповідає відповідна програма Світового банку. Основні напрями цифровізації діяльності сільськогосподарських підприємств включають: кліматично-розумне сільське господарство: практику, яка допомагає фермерам адаптуватися до зміни клімату, скоротити викиди парникових газів та наростити обсяги виробництва продуктів харчування; цифрові дорадчі послуги: послуги, які надають фермерам вчасну та актуальну інформацію щодо провідних агрономічних практик, прогнози погоди, боротьби зі шкідниками, ринкових цін тощо через мобільні телефони або інші цифрові платформи; цифрові фінансові послуги, які дозволяють фермерам отримати доступ до кредитів, страхування, заощаджень, платежів тощо через мобільні гроші або інші цифрові канали; цифрові ринкові зв'язки: платформи, які з'єднують фермерів з покупцями або трейдерами через онлайн-платформи або мобільні додатки, які скорочують транзакційні витрати на укладення угод.

Упродовж тривалого періоду часу діджиталізація та штучний інтелект активно розробляються та впроваджуються у практику діяльності сільськогосподарських підприємств у зарубіжних країнах, а також в українських компаніях. Відомо, що Комісією Європейського Союзу прийнято важливі документи щодо впровадження штучного інтелекту (ШІ) у всі сфери діяльності, зокрема сільське господарство. Так, у 2018 р. було прийнято стратегічну програму «Artificial Intelligence for Europe» [10], у якій передбачено запровадження триєдиного підходу до її реалізації, а саме: збільшення державних і приватних інвестицій в штучний інтелект, проведення підготовчих робіт до соціально-економічних змін і забезпечення відповідної етичної та правової бази. Іншим важливим документом

є програма «2030 Digital Compass: the European way for the digital Decade» [11], у якій викладено бачення та цілі успішної цифрової трансформації Європи до 2030 року. Європейська стратегія розвитку ІІІ має на меті перетворити європейські країни на центр світового класу в галузі ІІІ та забезпечити, щоб штучний інтелект був орієнтований на людину та заслуговував на довіру.

Відомо, що у 2024 р. Європейська Комісія прийняла пакет заходів щодо підтримки стартапів малих та середніх підприємств (МСП) у розробці надійного ІІІ, що відповідає європейським цінностям і правилам. Одним із ключових елементів цього пакету є стимулювання стартапів та інноваційних підприємств у розробленні надійного ІІІ, яке встановлює стратегічні рамки інвестування з метою досягнення провідної у світі суперкомп'ютерної інфраструктури і сприяння розвитку інноваційної європейської екосистеми ІІІ.

Зазначимо, що знаковою ініціативою запропонованого пакету є конкурс «GenAI4EU» в робототехніці та промисловій автоматизації, що має на меті сприяння інтеграції технологій генеративного ІІІ (GenAI), зорієнтований на підвищення продуктивності, автономності та сталості. Конкурс підтримує два типи проєктів: GenAI для робототехніки, який спрямований на розробку передових базових моделей ІІІ, пристосованих для робототехніки з акцентом на підвищену адаптивність, автономність і взаємодію з фізичним середовищем у реальному часі; GenAI для виробництва, який передбачає використання ІІІ для вирішення критичних проблем у виробництві, таких як автоматизація виробничих процесів, покращення дотримання нормативних вимог та ефективна реконфігурація виробничих потужностей. Подані заявки повинні містити поєднання рішень на основі ІІІ для забезпечення багатопрофільного виробництва та прискорення інноваційних циклів при одночасному вирішенні завдань захисту навколишнього середовища та сталого розвитку. Основна вимога до представлених проєктів - це підвищення довіри та надійності додатків GenAI, згідно з європейськими стандартами, зокрема, Закон про штучний інтелект (AI Act), а також повинні передбачати значне фінансування (мінімум 10 000 000 євро) на фінансову підтримку третіх сторін (FSTP) для розроблення та доопрацювання галузевих застосунків.

Визначено, що фінансовим забезпеченням реалізації цих проєктів є програми «Горизонт Європа» і «Цифрова Європа», які

будуть інвестувати в розвиток ІІІ 1 мільярд євро на рік. Комісія також мобілізує додаткові інвестиції від приватного сектору та держав-членів, щоб досягти щорічного обсягу інвестицій у 20 млрд євро протягом цифрового десятиліття. Окрім цього, фонд відновлення та стійкості виділяє 134 млрд євро на цифрові технології, що дозволить європейським країнам стати світовим лідером у розробленні передового, надійного штучного інтелекту. Європейська комісія ЄС визнала сільськогосподарський сектор ключовою сферою застосування ІІІ, яка потребує достатніх інвестицій для досягнення цілей з охорони навколишнього середовища та сталого розвитку, а також соціальних та охорони здоров'я. Отже, європейський досвід переконує, що комплексна програма прискорення розвитку цифрової трансформації сільського господарства використовує переваги цифрових технологій у забезпеченні сталого розвитку сільського господарства та його відповідності вимогам майбутніх поколінь планети.

Зауважимо, що підтримку цифровізації сільського господарства у європейських країнах було розпочато ще з 2013 р., з прийняття низки нормативних актів у межах Спільної аграрної політики (САП) щодо сприяння сталому розвитку та впровадження інновацій у сільському господарстві на основі підтримки цифрової трансформації. Сучасну систему управління сільським господарством ЄС на основі великих масивів даних експерти називають гібридною, яка характеризується переходом від формального, ієрархічного розроблення сільськогосподарської політики до більш відкритих та інклюзивних способів управління за участю суб'єктів в уряді, представників ринку та громадянського суспільства.

Цікавим для вітчизняної практики є досвід Сполучених Штатів Америки, які також активно просувають цифрові технології у діяльність фермерів на основі поширення технології 5G у сільському господарстві. Із цією метою планується інвестувати 9 млрд дол. США у розвиток 5G для сільської місцевості Америки протягом наступного десятиліття [12]. Цифрові технології: супутникове дистанційне зондування, системи візуалізації безпілотних літальних апаратів (БПЛА), системи зондування Інтернету речей (IoT), а також наземні роботизовані системи швидко поширюються у сільському господарстві з метою збирання великих часових і просторових даних з високою роздільною здатністю про посіви, тварин, навколишнє середовище

та сільськогосподарське обладнання. Логічно, що розвиток технологій аналізу великих даних та штучного інтелекту дозволяє використовувати цифрові дані з метою моніторингу виробництва, підвищення ефективності та стійкості сільського господарства.

Водночас наголошується на відсутності повноусюдної у країні інфраструктури бездротової мережі для передачі даних в сільському господарстві. Заслугує на увагу вітчизняної практики американський досвід, коли приватні компанії, такі як Farmobile, The Climate Corporation, Trimble, Farmers Edge, Ag Leader і John Deere створюють власні мережі у сільських регіонах. Окремі з них цю діяльність проводять за допомогою інших компаній, таких як Trilogy, яка пропонує використовувати приватну мережу 4G LTE на фермі. Однак стримувальним фактором є те, що 80 % з 24 млн американських ферм не мають надійного, доступного, високошвидкісного широкосмугового зв'язку в сільській місцевості

Безперечно цифрові технології змінюють діяльність фермера та вимагають відповідних знань та навичок щодо їх використання. Цікавими є дані, що цифрові технології для просапних культур вже впроваджуються фермерами, проте галузь тваринництва та вирощування спеціальних культур залишається на ранніх стадіях впровадження цифрових інновацій у країні [13]. Іншою невирішеною проблемою є те, що зібрані масиви даних на 90 % не аналізуються, оскільки у більшості випадків фермери не знають яким чином їх використовувати. Саме тому у наукових публікаціях наголошується на необхідності надання консультативної підтримки та навчання фермерів з використання цифрових продуктів. Вважаємо, що ця проблема постане й у вітчизняній практиці, що вимагатиме включення в освітні програми підготовки фахівців аграрного профілю спеціальних дисциплін з цифрових технологій, а також налагодження перепідготовки спеціалістів сільськогосподарських підприємств на курсах підвищення кваліфікації на базі українських аграрних закладів вищої освіти.

Встановлено, що у Великобританії розроблено комплексну програму підтримки як розробників, так й користувачів цифрових технологій, тобто, фермерських господарств [14]. Так, через DEFRA (Департамент навколишнього середовища, продовольства та сільських справ) надаються гранти для допомоги у впровадженні та просуванні цифрових агротехнологій. У межах гранту

«Підвищення продуктивності фермерських господарств» визначено максимальну величину в розмірі 500 тис. фунтів стерлінгів, із яких 25-500 тис. доступні для роботизованого та автоматизованого обладнання та систем, а 15-100 тис. – для сонячного обладнання. Цей грант можна використовувати лише на інноваційне сільськогосподарське обладнання, що сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарського виробництва та збереженню навколишнього середовища.

За програмою «Інновації в сільському господарстві – великі науково-дослідні партнерства» виділено загальну суму 7,8 млн фунтів стерлінгів, яка спрямовується на фінансування бізнесу для подальшого розроблення інноваційних сільськогосподарських продуктів або послуг з метою їх комерціалізації. Програма передбачає мотивування сільгоспвиробників та лісівників Англії до реалізації концепції підвищення продуктивності, стійкості та життєздатності, а також скорочення викидів шкідливих речовин в атмосферу досліджуваною галуззю.

Важливо відзначити, що в країні передбачено також виділення грантів за програмою «Farming Futures R&D», яка дозволяє здійснювати розумне управління поживними речовинами. Гранти за цією програмою надаються дослідникам для розроблення довгострокових інновацій, які передбачають фінансування у розмірі до 25 млн фунтів стерлінгів, що буде розподілене між двома конкурсними раундами.

Окрім цього, в країні створено Фонд програми інновацій у сільському господарстві (ADOPT), основним завданням якого є активізація розвитку інноваційних практик і технологій на основі надання грантів для підтримки груп фермерів, садівників і лісівників у проведенні експериментів і випробувань на фермах. Ця програма орієнтується до зниження ризиків участі фермерів у дослідженнях та інноваціях. Зазначимо, що великі ферми у країні працюють над комплексним проектом сільської тестової мережі 5G.

Вважаємо, що не можна залишити поза увагою досвід Японії, яка не є потужною аграрною державою, однак навіть за умови обмеження ресурсного забезпечення веде активне впровадження інноваційних цифрових технологій з метою підвищення продовольчої безпеки країни. Так, починаючи з 1993 р., у країні запроваджено низку програм для сприяння цифровізації та інтелектуалізації сільськогосподарської діяльності через обмежен-

ня у чисельності робочої сили та її старіння. Уряд Японії просуває Міжвідомчу Стратегічну програму сприяння інноваціям (SIP) [15] та поетапно створює платформу колаборації WAGRI [16] з метою об'єднання різних джерел даних та послуг для сприяння співпраці між різними суб'єктами в сільському господарстві.

Зазначимо, що програма створення технологій нового покоління в сільському, лісовому та рибному господарствах країни вже забезпечила одержання вагомих результатів, серед яких слід виокремити розроблення сільськогосподарської техніки з автоматичним приводом, селекційні оміксні технології, нові функціональні продукти харчування та нові матеріали, вироблені з відходів. Зазначимо, що оміксні технології – це комплекс сучасних технологій в молекулярній біології та біоінформатиці, які дозволяють вивчати організм і його частини на різних рівнях, починаючи з найглибшого рівня ДНК. Окрім цього, досягнуто збирання та оброблення великих масивів даних на основі використання технології ІІІ, які надходили від науково-дослідних інститутів та Інтернету речей від фермерів. Ця програма сприяла також впровадженню ІІІ в сільськогосподарську техніку, безпілотні трактори і безпілотні комбайни, а також розробляються системи для автоматизації управління водними ресурсами на рисових полях. Як результат, вирощування рису в країні отримало вигоду від інформації, включаючи погодні дані, інформацію про розвиток рослини, зібрану безпілотниками, дані про навколишнє середовище і одержану врожайність рису.

Одержані результати оброблення зібраної інформації використовуються з метою визначення оптимального часу для посіву та внесення добрив, що забезпечить підвищення врожайності та якості вирощеної продукції. Окрім цього, ІІІ впроваджено у тепличне господарство овочевої продукції з метою розроблення оптимальних сортів із високою якістю та високої врожайності на основі аналізу великих масивів даних з метою максимізації потенціалу рослини відповідно до умов навколишнього середовища.

З метою сприяння поширення практики розумного сільського господарства в Японії розроблено платформу даних WAGRI, яка сприяє обміну та одержанню доступу до всіх видів даних. Одержання даних із різних сільськогосподарських інформаційно-кому-

нікаційних технологій (ІКТ), сільськогосподарського обладнання, датчиків та інших джерел, а також інформації від науково-дослідних інститутів.

Зазначимо, що в країні створено Раду WAGRI, метою функціонування якої є розширення спільноти платформи через залучення всіх заінтересованих компаній-учасників. У модельних областях проводять демонстраційні випробування, в яких сільгоспвиробники використовують дані, надані різними виробниками сільгосптехніки через платформу WAGRI. Отже, запроваджені на державному рівні інструменти щодо сприяння цифровізації сільського господарства дозволили розробити унікальні японські моделі для сільського та лісового господарств, які перетворили ці технології на інтелектуальну власність та забезпечили конкурентоспроможність сільського господарства країни у світовому вимірі. Цікавим є те, що розроблені цифрові технології країна експортує до країн Азії, Океанії та інших держав. Так, уряд Таїланду здійснив закупівлю «розумних» сільськогосподарських технологій, а саме роботів-тракторів. Отже, досягнення Японії у розробленні та впровадженні цифрових технологій у сільське господарство підвищило конкурентоспроможність галузі на міжнародному рівні, надало можливість для фермерів отримувати дохід впродовж життя, який можна порівняти з доходами працівників в інших галузях.

Розглянемо досвід Індії, у якій поширення цифрових технологій у сільськогосподарське виробництво відбувається повільно, де доступною є велика кількість робочої сили. Так, у цій країні у 2015 р. прийнято стратегічну програму «Цифрова Індія», яка передбачала створення 250 000 центрів надання державних послуг на рівні сільських центрів для вирішення проблеми недискримінаційного доступу для сільських жителів, а також активно розвиває електронну торгівлю сільськогосподарською продукцією [17].

У країні найбільш поширеними цифровими продуктами у сільському господарстві є технологія Інтернет речей, яка включає датчики, комунікаційні мережі, безпілотні літальні системи, штучний інтелект, робототехніку та інше обладнання, які забезпечують збирання, управління й оброблення інформації, а одержані результати в подальшому використовують в управлінні фермами. Серед цифрових технологій, які використовуються в управлінні сільським господарством в країні слід виділити: дистанційне

зондування; географічну інформаційну систему; аналіз даних; ІІІ, машинне навчання та технології Інтернету речей.

Відомо, що технологія Інтернету речей (IoT) дозволяє інтегрувати дані у сільському господарстві в єдину інформаційну систему, використання якої поширене у веденні моніторингу теплиць, тварин і сільськогосподарської техніки. Використання технології IoT забезпечує достатнім обсягом інформації сільськогосподарські підприємства для розрахунку прогнозного обсягу продукції за відповідного ресурсного забезпечення та погодних умов. Окрім цього, використовуючи інструменти аналізу великих даних на основі хмарних обчислень і мережевого інтелектуального обладнання, сільськогосподарські товаровиробники можуть розробляти раціональні схеми внесення мінеральних добрив для підвищення врожайності.

Важливе місце у цифровізації сільського господарства в країні відводиться хмарним обчисленням, програмному забезпеченню, доступу до даних і послуг зі зберігання інформації, що є прикладами інтелектуальних сільськогосподарських рішень [18]. Відомо, що хмарні обчислення забезпечують низькі інвестиційні витрати та оперативний доступ до даних, які дозволяють переглядати, контролювати та коригувати за потреби бізнес-процеси у сільськогосподарському виробництві. За допомогою підключених пристроїв хмарні обчислення забезпечують миттєве збирання даних про погоду та іншу кліматичну інформацію, яка використовується товаровиробниками для прийняття управлінських рішень у здійсненні сільськогосподарської діяльності. Створення системи підтримки прийняття управлінських рішень та інтеграції даних з різних джерел є основним завданням використання хмарних платформ в управлінні фермами, таких як SmartFarm і Agrivi. На сьогодні індійські фермери мають доступ до великих масивів інформації для динамічного планування управління, яка раніше була доступна лише для корпоративних мегаферм [19].

Сільськогосподарські товаровиробники в країні активно впроваджують у діяльність робототехніку та автономні системи, які дозволяють одержати такі ефекти: раціональне використання вхідних ресурсів, таких як добрива, насіння та паливо (енергію); скорочення негативного впливу сільського господарства на навколишнє середовище та інші природні ресурси; підвищення ефективності та точності сільськогосподарських процесів та обладнання; підвищення результативності

управлінських рішень фермерів на основі покращення догляду за посівами та зменшення відходів.

Фермери країни активно використовують дистанційне зондування, датчики ґрунту, безпілотну аерофотозйомку, аналіз ринку та інші технологічні інструменти, які дозволяють збирати, візуалізувати та оцінювати стан посівів сільськогосподарських культур та ґрунту на різних етапах виробництва, що дозволяє виявляти можливі загрози та оперативно їх вирішувати, а також прогнозувати урожайність. Водночас алгоритми ІІІ та машинного навчання сприяють оперативному одержанню раціональної інформації за допомогою скринінгу ґрунту, що дає можливість підвищити врожайність культур, налагодити контроль шкідників і знизити навантаження на фермерів.

У практиці ведення виробництва сільськогосподарської продукції та продовольства товаровиробники використовуються технології блокчейну, які забезпечують відстеження даних від місця виробництва сировини на фермі, переробних підприємствах, потужностях розподільчої логістики до кінцевого споживача. У результаті фермерам не потрібно створювати файли чи паперові документи для запису та збереження важливої інформації.

Вищеперелічені результати стали можливими для досягнення фермерами країни за рахунок сприяння процесів цифровізації сільського господарства на державному рівні. Так, Міністерство сільського господарства та добробуту фермерів розробило основні цифрові додатки з метою підтримки фермерів у використанні цифрових технологій: створено платформу «Національний сільськогосподарський ринок» (eNAM), яку було відкрито 2016 р., основним завданням якої є надання підтримки фермерам в організації продажів вирощеної продукції без посередників, що забезпечує одержання ними вищої величини прибутку; запроваджено у дію Центральний сільськогосподарський портал Direct Benefit Transfer, який розпочав свою роботу 2013 р., допомагає фермерам одержати доступ до сучасної сільськогосподарської техніки за рахунок державних субсидій.

На сьогодні в сільському господарстві країни функціонують такі цифрові додатки: AirFarm, який надає користувачам можливість оперативного перегляду звітів та матеріалів, які вони вибрали на основі власних вподобань, та приймає обґрунтовані управлінські рішення щодо посіву, поли-

ву, внесення добрив, боротьби з бур'янами тощо. Це програмне забезпечення підтримує офлайн-доступ та є практичним для фермерів, які працюють у полі [20]; страхова платформа, що підтримує фермерів через нейтралізацію та зниження фінансових ризиків, спричинених нестабільністю цін на сільськогосподарську продукцію. Цей інструмент спрощує управління ризиками сільськогосподарської діяльності та забезпечує більш точне планування для виробника; платформа під назвою Stable діє як ринок для придбання інструменту страхування волатильності врожаю. Інвестори в сировинні товари можуть торгувати товарами, які не пропонуються на основних біржах, і можуть робити це в різних географічних зонах, що забезпечує диверсифікацію їхніх продуктових портфелів [20]; платформа AgriSync - створена зі стартапу, основним завданням якої є надання допомоги фермерам та їхнім працівникам у вирішенні поточних проблем. Сервіс використовує відеоз'єднання для зв'язку користувачів із технічними експертами та консультантами з різних галузей, що дозволяє оперативно вирішувати проблеми, вартість має тенденцію до зниження; шведський стартап Ignitia розробив унікальну модель прогнозування погоди, яка дозволяє дрібним фермерам підвищувати стійкість врожайності. Ця модель була розроблена з метою надання допомоги фермерам у тропічних регіонах, результати діяльності яких залежать від клімату. Ця компанія тісно співпрацює з сільськогосподарськими товаровиробниками, неурядовими організаціями, компаніями з розвитку цифрових технологій та операторами стільникового зв'язку для створення та трансляції прогнозів погоди для дрібних фермерів [21]; ініціативи міжнародної організації ICRISAT, яка займається розвитком і вдосконаленням систем ведення сільського господарства та агропродовольчої продукції в посушливих районах: 1. Krishi Vani – додаток для консультування фермерів на основі голосових повідомлень, передбачено отримання до 35 голосових повідомлень місцевою мовою безкоштовно щотижня за допомогою певної SIM-карти у своїх мобільних телефонах; 2. Krishi Gyan Sagar (KGS) – додаток з підтримкою ІКТ (інформаційно-комунікаційних технологій), який передбачає надання дрібним фермерам індивідуальних порад. Цей додаток дозволяє збирати дані, завантажувати та обмінюватися інформацією з фермерами, працює як на мобільному пристрої (планшеті чи смартфоні), так і в Інтернеті.

Узагальнюючи вищезазначене, можна зробити висновок про те, що в Індії створено умови для поширення цифрових технологій сільськогосподарськими товаровиробниками, оскільки функціонує відповідна інфраструктура для їх широкого використання, що, відповідно, дозволяє фермерам одержувати переваги та забезпечувати прибутковість діяльності.

Встановлено, що в сільськогосподарському виробництві вітчизняними товаровиробниками поширено такі цифрові продукти, як система точного землеробства, аерозйомка, впровадження датчиків і пристроїв Інтернету речей для моніторингу посівів та худоби, автоматизація, роботизація, лабораторне дослідження ґрунту для отримання інформації про біохімічний склад та інші. У вітчизняній практиці найбільшого поширення набули цифрові технології в українських вертикально інтегрованих компаніях холдингового типу. Слід зазначити, що ринок інформаційних технологій насичується пропозиціями програмних продуктів для сільськогосподарських підприємств вітчизняними ІТ-компаніями, що є позитивним моментом. Доказом цієї думки є кейс комплексної системи цифрових рішень для управління агробізнесом ІТ-компанії AgriChain, який впроваджено у практику діяльності агропромхолдингу «Астарта-Київ» [22]. Водночас більшість малих фермерських господарств та середніх сільськогосподарських підприємств використовують лише програмні продукти для ведення бухгалтерського обліку та складання фінансової звітності, GPS-системи контролю використання техніки та автотраспорту, що вимагає проведення заходів з доведення економічної доцільності використання цифрових технологій. Безперечно, що окрім цього, необхідно створювати відповідні цифрові платформи на національному рівні, налагодити систему підвищення кваліфікації менеджменту сільськогосподарських підприємств на базі аграрних закладів вищої освіти, а також запровадити комплексну державної підтримки товаровиробників у використанні цифрових продуктів і технологій.

Висновки. Очевидно, що просування цифрових технологій та послуг є неминучою тенденцією забезпечення модернізації сільськогосподарського виробництва та важливим засобом створення інтелектуального сільського господарства. Як переконують одержані нами результати дослідження, країни світу здійснюють всебічну підтримку сільськогосподарських виробників у застосуванні

цифрових технологій, але водночас спостерігаються певні проблеми, які передусім пов'язують із наступними чинниками: аграрна політика країни і законодавство не забезпечують належного розвитку цифрових технологій та послуг; цілі розвитку сільгоспвиробників та інтереси стейкхолдерів можуть не співпадати у використанні цифрових технологій: відсутність інклюзивного та мета-управління інформаційними потоками; нерівномірний доступ до цифрової інфраструктури та інформації між міським та сільським населенням, що ускладнює повноцінну участь фермерів у цифровій трансформації; відсутність ефективних стимулів і правил для повноцінного функціонування ринку цифрових технологій та послуг.

Доведено, що в українській практиці поширення цифрових технологій та послуг відстає від провідних країн світу, що дозволяє зробити висновок про значний потенціал вітчизняних ІТ-компаній у формуванні пропозиції цифрових технологій та послуг для вітчизняних сільськогосподарських підприємств. Однак з метою активізації процесів цифровізації вітчизняного сільського господарства існує необхідність у посиленні державної підтримки галузі та аграрної науки й освіти в аспекті створення умов для впровадження цифрових технологій. Основними інструментами державної підтримки у період повоєнного відновлення країни щодо мотивації вітчизняних сільгосптоваровиробників до створення та функціонування розумного сільськогосподарського виробництва доцільно розробити стратегічну програму цифровізації сільського господарства, у якій слід передбачити механізм грантового фінансування проєктів із впровадження цифрових технологій та створення національної цифрової інфраструктури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Trendov N., Varas S., Zeng M. Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas; Status Report; FAO: Rome, Italy, 2019. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/885161de-dc-cf-4589-8376-07fe37b68799/content>
2. FAO Food Price Index rises in February 2025. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-food-price-index-rises-in-february/en>
3. Центр зовнішньополітичних досліджень. Агресія РФ проти України як загроза глобальній продовольчій безпеці Аналітична доповідь. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.10>
4. Дугінець Г. В., Ніжейко К. А. Цифровізація аграрного сектору єс: досвід для України. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-148>
5. Газуда М. В., Газуда Л. М., Герцег В. А. Ключові аспекти цифровізації сільського господарства. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка». 2024. №1 (63). URL: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1\(63\).79-86](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1(63).79-86)
6. Негрей М. В., Клименко Н. А. Цифрова трансформація сільського господарства: аналіз агротехнологічного ландшафту України. Агросвіт 2024. №5. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.5.61>
7. Руденко М. Вплив цифровізації сільськогосподарських підприємств на розвиток сільських територій. Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2021. №2. URL: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-02-137-144>
8. Гавриш О. М., Зоргач А. М. Вплив діджиталізації на ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2022. №3. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2022-3-41>
9. Фернандес Реа Крістіан Еліас. Стратегії цифрової трансформації бізнес-процесів аграрних підприємств. Академічні візії. 2023. Вип. 13. URL: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10901974>
10. European Commission. COM. Final. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Artificial Intelligence for Europe; European Commission: Brussels, Belgium, 2018.
11. European Commission. COM. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 2030 Digital Compass: The European Way for the Digital Decade; European Commission: Brussels, Belgium, 2021.
12. Bernhardt H., Schumacher L. G., Zhou J., Treiber M. Digital Agriculture Infrastructure in the USA and Germany. Engineering Proceedings. 2021. Vol. 9(1):1. DOI: [10.3390/engproc2021009001](https://doi.org/10.3390/engproc2021009001)
13. A Case for Rural Broadband. USDA Publication. URL: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/casefor-rural-broadband.pdf>
14. Current trends and technologies in the UK Agricultural Technology industry. URL: <https://www.pricebailey.co.uk/reports/current-trends-technologies-uk-agricultural-technology-industry/>
15. Strategic Innovation Promotion Program (SIP). Technologies for Smart Bioindustry and Agriculture. Research and Development Plan. URL: https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/sip/sip2_kenkyugaiyo_en.pdf
16. Agricultural Collection Data Platform: WAGRI-System Structure and Operation: URL: <https://ap.fttc.org.tw/article/1634>
17. Satrugan Behera. Digitalisation an Indian Government Initiative in Agriculture. International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR). 2023. Volume 5, Issue 3. URL: <https://www.ijfmr.com/papers/2023/3/4030.pdf>

18. Lakshmisudha K., Hegde S., Kale N., Iyer S. Smart Precision Based Agriculture Using Sensors. *International Journal of Computer Applications*. 2016. 146 Vol. 11. Pp. 36-38. DOI:10.5120/ijca2016910916
19. Basso B., & Antle J. Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*. 2020. Vol. 3(4). Pp. 254-256. DOI:10.1038/s41893-020-0510-0
20. Shepherd M., Turner J. A., Small B., & Wheeler, D. Priorities for science to overcome hurdles. *Food and Agriculture*. 2020. Vol. 100(14). Pp. 5083-5092. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>
21. Tang S., Zhu Q., Zhou X., Liu S., & Wu M. A conception of digital agriculture. In *IEEE international geoscience and remote sensing symposium*. 2002. Vol. 5. Pp. 3026-3028. DOI:10.1109/IGARSS.2002.1026858
22. Цифровізація агросектора в дії: що підвищує ефективність та прибутковість. URL: <https://mind.ua/publications/20233015-cifrovizaciya-agrosektora-v-diyi-shcho-pidvishchue-efektivnist-ta-pributkovist>

REFERENCES

1. Trendov, N., Varas, S., Zeng, M. (2019). *Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas; Status Report*; FAO: Rome, Italy. Available at: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/885161de-dccf-4589-8376-07fe37b68799/content>
2. FAO. (2025). Food Price Index rises in February. Available at: <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-food-price-index-rises-in-february/en>
3. Tsentr zovnishnopolitychnykh doslidzen. Ahresiiia rf proty Ukrainy yak zahroza hlobalnii prodovolchii bezpetsi Analitychna dopovid [Center for Foreign Policy Studies. Russian aggression against Ukraine as a threat to global food security Analytical report]. Available at: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.10>
4. Duginets, G. V., Nizheyko, K. A. (2023). Tsyfrovizatsiia ahrarynoho sektoru YeS: dosvid dlia Ukrainy [Digitalization of the EU agricultural sector: experience for Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo* [Economy and Society]. Issue. 56. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-148>
5. Gazuda, M. V., Gazuda, L. M., Herceg, V. A. (2024). Kliuchovi aspekty tsyfrovizatsii silskoho hospodarstva [Key aspects of digitalization of agriculture]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya «Ekonomika»* [Scientific Bulletin of Uzhgorod University. Series «Economy»]. No. 1 (63). Available at: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1\(63\).79-86](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2024.1(63).79-86)
6. Negrey, M. V., Klymenko, N. A. (2024). Tsyfrova transformatsiia silskoho hospodarstva: analiz ahrotekhnolohichnoho landshaftu Ukrainy [Digital transformation of agriculture: analysis of the agro-technological landscape of Ukraine]. *Ahrosvit* [Agrosvit]. No. 5. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.5.61>
7. Rudenko, M. (2021). Vplyv tsyfrovizatsii silskohospodarskykh pidpriemstv na rozvytok silskykh

- terytorii [The impact of digitalization of agricultural enterprises on the development of rural areas]. *Ekonomichniy chasopys Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesya Ukrainka Volyn National University*. 2021. No. 2. Available at: <https://doi.org/10.29038/2786-4618-2021-02-137-144>
8. Gavrish, O. M., Zorgach, A. M. (2022). Vplyv dydzhytalizatsii na efektyvnist diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv [The impact of digitalization on the efficiency of agricultural enterprises]. *Ukrainskyi zhurnal pykladnoi ekonomiky ta tekhniky* [Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology]. No. 3. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2022-3-41>
9. Fernandez Rea, Christian Elias. (2023). Strategii tsyfrovoy transformatsii biznes-protsesiv ahrarynykh pidpriemstv [Strategies for digital transformation of business processes of agricultural enterprises]. *Akademichni vizii* [Academic Visions]. Issue. 13. Available at: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10901974>
10. European Commission. (2018). COM. Final. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Artificial Intelligence for Europe; European Commission: Brussels, Belgium, Available at: <https://citizens-initiative-forum.europa.eu>
11. European Commission. (2021). COM. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 2030 Digital Compass: The European Way for the Digital Decade; European Commission: Brussels, Belgium, Available at: <https://www.europarl.europa.eu>
12. Bernhardt, H., Schumacher, L. G., Zhou, J., Treiber, M. (2021). Digital Agriculture Infrastructure in the USA and Germany. *Engineering Proceedings*. Vol. 9(1):1. DOI:10.3390/engproc2021009001
13. A Case for Rural Broadband. USDA Publication. Available at: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/casefor-rural-broadband.pdf>
14. Current trends and technologies in the UK Agricultural Technology industry. Available at: <https://www.pricebailey.co.uk/reports/current-trends-technologies-uk-agricultural-technology-industry/>
15. Strategic Innovation Promotion Program (SIP). Technologies for Smart Bioindustry and Agriculture. Research and Development Plan. Available at: https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/sip/sip2_kenkyugaiyo_en.pdf
16. Agricultural Collection Data Platform: WAGRI-System Structure and Operation. Available at: <https://ap.fttc.org.tw/article/1634>
17. Satrughan Behera. (2023). Digitalisation an Indian Government Initiative in Agriculture. *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)*. Vol. 5, Issue 3. Available at: <https://www.ijfmr.com/papers/2023/3/4030.pdf>
18. Lakshmisudha K., Hegde S., Kale N., Iyer S. (2016). Smart Precision Based Agriculture Using Sensors. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 11. Pp. 36-38. DOI:10.5120/ijca2016910916

19. Basso B., Antle J. (2020). Digital agriculture to design sustainable agricultural systems. *Nature Sustainability*. Vol. 3(4). Pp. 254-256. DOI:10.1038/s41893-020-0510-0

20. Shepherd M., Turner J. A., Small B., Wheeler, D. (2020). Priorities for science to overcome hurdles. *Food and Agriculture*. Vol. 100(14). Pp. 5083-5092. Available at: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>

21. Tang, S., Zhu, Q., Zhou, X., Liu, S., Wu, M. (2002). A conception of digital agriculture. In *IEEE international geoscience and remote sensing symposium*. Vol. 5. Pp. 3026-3028. DOI:10.1109/IGARSS.2002.1026858

22. Tsyfrovizatsiia ahrosektora v dii: shcho pidvyshchuie efektyvnist ta prybutkovist [Digitalization of the agricultural sector in action: what increases efficiency and profitability]. Available at: <https://mind.ua/publications/20233015-cifrovizaciya-agrosektora-v-diyi-shcho-pidvishchuie-efektivnist-ta-pributkovist>

Foreign experience in digitalization of agricultural production and directions of its use in domestic practice

Adamenko I.

The article summarizes the experience of leading countries in the world in the implementation of digital technologies and services by agricultural producers and justifies the directions of its use in domestic practice. The main global risks and the impact of Russia's unprovoked invasion, which affect the development of the domestic agricultural economy, are highlighted, and the conclusion is drawn about the need to intensify the processes of introducing digital technologies and services into the activities of the industry producers. The main programs of the agricultural digitalization program, which were allocated by the World Bank, are revealed, namely: climate-smart agriculture; digital advisory services; digital financial services; digital market connections.

The strategic programs for the digitalization of agriculture in the European Union are highlighted, which present the goals of digital transformation by 2030, which provide for an increase in public and private investments in artificial intelligence, preparatory work for socio-economic changes, and ensuring the appropriate ethical and legal framework. The main financial support tools for both European farmers and developers of digital technologies are

summarized, which will contribute to the use of advantages in ensuring sustainable development of agriculture.

The experience of the USA is studied, where the digitalization of agriculture is carried out on the basis of the spread of the following digital technologies: satellite remote sensing, unmanned aerial vehicle visualization systems, Internet of Things (IoT) sensing systems, robotic systems. Bottlenecks in the practice of using digital technologies by American farmers are identified, which also occur in domestic conditions. The need to train agricultural specialists with knowledge and skills in using digital products is emphasized, as well as the establishment of retraining of agricultural enterprises specialists at advanced training courses based on Ukrainian agricultural higher education institutions is established.

It is established that in the UK there is a comprehensive program of support for both developers and users of digital technologies based on the provision of grants for the implementation and promotion of digital agricultural technologies. The functions of the Agricultural Innovation Program Fund are revealed, the main task of which is to activate the development of innovative practices and technologies.

The conclusion is made about the uniqueness of Japan's experience in the digitalization of agricultural production, where a number of strategic programs have been introduced to promote the digitalization of agriculture. It is established that today Japanese agricultural models are exported to other countries of the world. The author systematizes the experience of India, where the spread of digital technologies in agriculture is slow, but favorable conditions have been created for their spread through the functioning of the appropriate infrastructure.

It is proven that in Ukrainian practice the use of digital technologies and services lags behind the leading countries of the world and the need to strengthen state support for agricultural producers, scientific and educational institutions is emphasized on the basis of the development of a strategic program for the digitalization of agriculture, in which it is advisable to provide for a mechanism for grant financing of projects and the creation of a national digital infrastructure.

Key words: agricultural enterprises, digital infrastructure, digital technologies, state support, digital platforms, 5G technologies, smart agriculture.



Copyright: Адаменко І.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Адаменко І.В.

<https://orcid.org/0009-0001-9425-3492>