

АРХІТЕКТУРА ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОСИСТЕМИ АГРОТРЕЙДИНГУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

ЯЦЕНКО Олександр¹, АНДРЮЩЕНКО Ангеліна², ОСАДЧУК Валерія³, КИРИЛЮК Оксана⁴

¹Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, старший фінансовий бізнес-партнер з насіння в Україні, ТОВ «Сингента»

<https://orcid.org/0000-0002-0388-728X>

e-mail: om.iatsenko@gmail.com

²Київський національний університет імені Вадима Гетьмана

<https://orcid.org/0000-0003-4174-2740>

e-mail: anhelina.andr@gmail.com

³Київський національний університет імені Вадима Гетьмана

<https://orcid.org/0000-0002-1478-7882>

e-mail: leraosadchuk09@gmail.com

⁴Київський національний університет імені Вадима Гетьмана

<https://orcid.org/0009-0002-6766-746X>

e-mail: kyryliuk.oksana@kneu.edu.ua

У статті проаналізовано застосування цифрових екосистем в аграрному сегменті як одного з ключових інструментів забезпечення сталого розвитку. Встановлено, що в Україні екосистемний підхід задекларовано на нормативному рівні, зокрема в постанові Кабінету Міністрів України «Про Єдину екологічну платформу “ЕкоСистема”» № 1065 від 11 жовтня 2021 р., де екосистема визначається як мережа організацій, сформована навколо цифрової платформи та орієнтована на створення цінності для користувачів. Обґрунтовано, що впровадження крипторішень в агропромисловий сектор сприяє формуванню інтегрованих платформ, спрямованих на оптимізацію ланцюгів постачання та розширення доступу фермерів до фінансових послуг. Показано, що такі рішення базуються на цифровій архітектурі, яка поєднує дані, алгоритми агрономічного управління, аналітичні інструменти та користувацькі сервіси. Функціонування цифрових агроекосистем забезпечується розвитком цифрової інфраструктури, ефективного державного регулювання, сільськогосподарських ринків та наявних і потенційних ресурсів людського капіталу.

Ключові слова: цифрові екосистеми, аграрний сегмент, агротрейдинг, сталий розвиток, інтегровані платформи, крипторішення, цифрова архітектура, державне регулювання.

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-18-52>

Стаття надійшла до редакції / Received 25.10.2025

Прийнята до друку / Accepted 02.12.2025

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

У статті зосереджено увагу на цифрових екосистемах аграрного сегменту як важливому елементі сталого розвитку. Сільське господарство традиційно є ключовою ланкою реальної економіки, однак в умовах посилення протекціоністської та рестрикційної торговельної політики аграрний сектор набуває особливого стратегічного значення.

Особливо слід зазначити, агросектор становить життєву основу не лише для країн, що розвиваються, а й для розвинених економік, виконуючи функції забезпечення продовольчої безпеки, формування доходів і підтримки засобів існування понад 500 млн фермерських господарств у світі.

Водночас дрібні фермери стикаються з низкою системних проблем, які суттєво обмежують їхню продуктивність і потенційні доходи, зокрема з дефіцитом інформації щодо сучасних агрономічних практик, обмеженим доступом до фінансових ресурсів, логістичних і транспортних послуг. Недостатній рівень планування та управління ризиками, а також складність контролю за поширенням хвороб і шкідників сільськогосподарських культур зумовлюють необхідність впровадження сучасних технологічних рішень, у тому числі на основі однорангових мереж, побудованих із використанням технології блокчейн.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Фундаментальні дослідження теоретико-методологічних і прикладних аспектів формування та розвитку інноваційних екосистем підприємств представлені у працях вітчизняних науковців, зокрема М. О. Боярської [1], Т. Г. Дудар, В. В. Мельниченко [2], В. І. Ляшенка, О. В. Прокопенка, В. А. Омеляненка [3], Н. В. Краснокутської [4], О. М. Сумця, Є. М. Ігнатова [6], Н. І. Чухрай [6] та інших. У зазначених дослідженнях розглядаються питання інноваційного розвитку, екосистемної взаємодії підприємств та інституційного забезпечення економічних

процесів. У сучасному світі цифрові технології докорінно змінюють ландшафт інноваційних екосистем агротрейдингу [27-30]. Зіткнувшись із глобальними викликами, цифрова трансформація екосистем стала ключовим фактором, що визначає конкурентоспроможність країн та підприємств на міжнародній арені [11-14]. Від інноваційних технологій до інвестиційних пріоритетів, цифрова революція приносить нові складнощі та можливості для національних та глобальних торговельних систем [15-20]. Значний внесок у розвиток концепції екосистем здійснено також у працях науковців, присвячених аналізу екосистемного підходу в умовах глобалізації та цифрової трансформації, серед яких слід виокремити дослідження І. Ю. Підричевої [7], а також зарубіжних авторів, зокрема М. Рассела [8].

ВИДІЛЕННЯ НЕВИРІШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень у сфері розвитку інноваційних та цифрових екосистем, у науковій літературі недостатньо проаналізовано застосування крипторішень в агропромисловому секторі як інструменту формування інтегрованих платформ. Зокрема, потребують подальшого дослідження питання архітектури агротрейдингових екосистем, спрямованих на оптимізацію ланцюгів постачання та розширення доступу фермерів до фінансових послуг.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є обґрунтування та аналіз застосування екосистемного підходу до управління архітектурою інноваційної екосистеми агротрейдингу в умовах цифровізації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У контексті галузевої цифровізації доцільно виокремити загальні підходи різних країн до впровадження технологічних інновацій. Зокрема, в Україні застосування екосистемного підходу задекларовано у постанові Кабінету Міністрів України «Про Єдину екологічну платформу “ЕкоСистема”» № 1065 від 11 жовтня 2021 р. [9] У зазначеній постанові екосистема визначається як мережа організацій, що формується навколо цифрової платформи та використовує її функціональні можливості для створення ціннісних пропозицій і забезпечення доступу до них. Відповідно до цієї концепції, під впливом цифровізації відбувається трансформація ланцюга створення вартості, яка передбачає виокремлення центрального координаційного елемента, що забезпечує узгодження взаємодії між учасниками екосистеми, впливає на структуру зв'язків між ними та визначає послідовність дій від створення продукту до його споживання кінцевим користувачем.

Формування сучасних бізнес-екосистем зумовлюється сукупною дією соціальних, технологічних та підприємницьких чинників, поєднання яких забезпечує перехід від традиційних моделей організації бізнесу до екосистемних форм взаємодії.

Соціальний чинник проявляється у зміні споживчих запитів та зростанні суспільного попиту на збалансований і сталий розвиток, що у сфері сільського господарства актуалізує необхідність поєднання економічної ефективності з екологічною та соціальною відповідальністю.

Визначальним драйвером трансформацій виступає технологічний чинник, пов'язаний з розвитком цифрових технологій, які змінюють підходи до управління, координації процесів та взаємодії між учасниками ринку.

Підприємницький чинник забезпечує практичну реалізацію екосистемних підходів, ґрунтуючись на гнучкості, адаптивності та інноваційній спрямованості суб'єктів господарювання, насамперед малих і середніх підприємств.

У тріаді перелічених чинників значну роль відіграє технологічний показник. Недарма у звіті консалтингової компанії McKinsey зазначено, що з семи компаній світових лідерів фінансового ринку за рівнем капіталізації шість створили та дотримуються філософії екосистем з опорою на інформаційні технології: Apple, Microsoft, Amazon, Alphabet, Facebook, Alibaba [10]. В основі ядра їх екосистем лежать інноваційні інформаційно-технологічні платформи, що використовують передачу даних у режимі реального часу, хмарні технології, машинне навчання, великі дані, програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, так званий Open API, інтерфейс для передачі даних між різними системами, а також інші інформаційно-технологічні рішення, що стрімко завойовують позиції в операційному менеджменті та управлінні процесами на підприємствах різних галузей як у розвинених економіках, так і в економіках, що розвиваються.

Наступним етапом цифрової трансформації сільськогосподарського сектору стає формування цифрових агроєкосистем. Цифрове сільське господарство здатне сприяти подоланню проблем, з якими стикаються дрібні фермери, зокрема шляхом підвищення рівня їх продуктивності та інтеграції у продовольчі виробничо-збутові ланцюги. Впровадження крипторішень в агропромисловий сектор спрямоване на формування інтегрованих платформ, орієнтованих на підтримку фермерів в управлінні ланцюгами постачання та розширенні доступу до фінансових послуг. Зазначені рішення зазвичай складаються з елементів цифрової структури, що охоплює дані у вигляді множин і таблиць, можливі операції у формі алгоритмів і схем агрономічного управління, різні рівні інтеграції між елементами, аналітичні модулі та користувацький рівень, включаючи прикладні сервіси й інструменти. Функціонування таких рішень ґрунтується на наявності надійної цифрової інфраструктури, розвиненого державного регулювання, ефективно функціонуючих сільськогосподарських ринків, а також наявних або потенційних ресурсів людського капіталу.

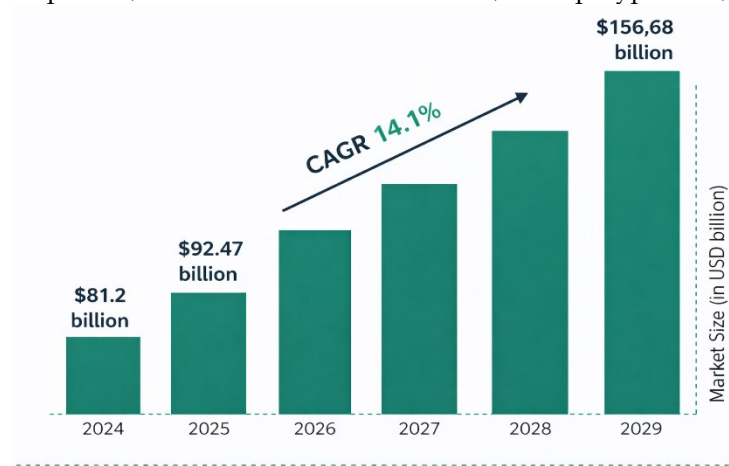


Рис. 1. Динаміка розвитку глобального ринку Agriculture 4.0 у 2024–2029 рр.

Джерело: [11]

У країнах, де аграрний сектор відіграє визначальну роль у національній економіці та де обсяги виробництва зернових культур мають вагомое значення у світовому або регіональному масштабі, набуває поширення практика випуску агротокенів, криптоактивів, забезпечених відповідною сільськогосподарською продукцією, зокрема пшеницею, соєю та кукурудзою. Зазначений підхід активно розвивається в Аргентині, Бразилії та на Філіппінах.

Водночас історія функціонування таких форм торгівлі є відносно короткою, що унеможливує однозначну оцінку їх довгострокової ефективності. Проте динаміка розвитку сільськогосподарського виробництва в зазначених країнах, представлена на рис. 1, свідчить про наявність стриманого оптимізму щодо перспектив упровадження нових бізнес-моделей та формування цифрової архітектури агроєкосистем.

Corn production (million metric tons)			Change from last month's projections
United States	2021/22 Estimates	382.89	
	2022/23 Dec. projections	353.84	
	Jan. projections	348.75	-5.09 ▼
China	2021/22 Estimates	272.55	
	2022/23 Dec. projections	274.00	
	Jan. projections	277.20	3.20 ▲
Brazil	2021/22 Estimates	116.00	
	2022/23 Dec. projections	126.00	
	Jan. projections	125.00	-1.00 ▼
European Union	2021/22 Estimates	70.98	
	2022/23 Dec. projections	54.20	
	Jan. projections	54.20	
Argentina	2021/22 Estimates	49.50	
	2022/23 Dec. projections	55.00	
	Jan. projections	52.00	-3.00 ▼
Ukraine	2021/22 Estimates	42.13	
	2022/23 Dec. projections	27.00	
	Jan. projections	27.00	

Рис. 2. Світові оцінки виробництва кукурудзи за країнами у 2021/2022–2022/2023 маркетингових роках

Джерело: [12]

За даними Міністерства сільського господарства США та Економічної дослідницької служби (USDA ERS), світове виробництво кукурудзи у 2022/2023 маркетинговому році характеризується

збереженням лідерських позицій США та Китаю, які формують основну частку глобальної пропозиції цієї культури (рис. 2). Водночас країни Європейського Союзу, Бразилія, Аргентина та Україна відіграють важливу роль у регіональному балансі виробництва і міжнародній торгівлі кукурудзою.

Оцінки свідчать про помірні коливання обсягів виробництва між звітними періодами, що зумовлено поєднанням агрокліматичних чинників, змін у структурі посівних площ та впливом зовнішніх економічних і геополітичних умов. У цьому контексті дані USDA ERS відображають нестабільність світового аграрного ринку та підкреслюють зростаюче значення інструментів прогнозування, моніторингу та цифрової аналітики для управління попитом і пропозицією сільськогосподарської продукції.

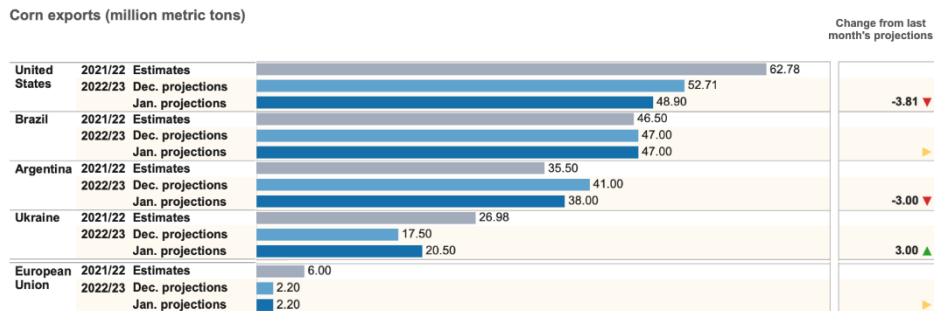


Рис. 3. Світові оцінки експорту кукурудзи за країнами у 2021/2022–2022/2023 маркетингових роках
Джерело: сформовано авторами на основі [12]

Оцінки експорту кукурудзи у 2022/2023 маркетинговому році свідчать про високу концентрацію міжнародних торговельних потоків серед обмеженого кола країн (рис.3). Провідні позиції на світовому ринку зберігають США та Бразилія, які формують основний обсяг глобального експорту цієї культури.

Аргентина та Україна відіграють важливу роль у забезпеченні регіональних експортних поставок, демонструючи при цьому чутливість експортної динаміки до змін агрокліматичних умов, логістичних обмежень та загальноекономічних факторів. Коливання експортних показників у звітних періодах відображають нестабільність світових ланцюгів постачання та підкреслюють зростаючу потребу у застосуванні цифрових інструментів моніторингу, прогнозування й координації міжнародної торгівлі сільськогосподарською продукцією.

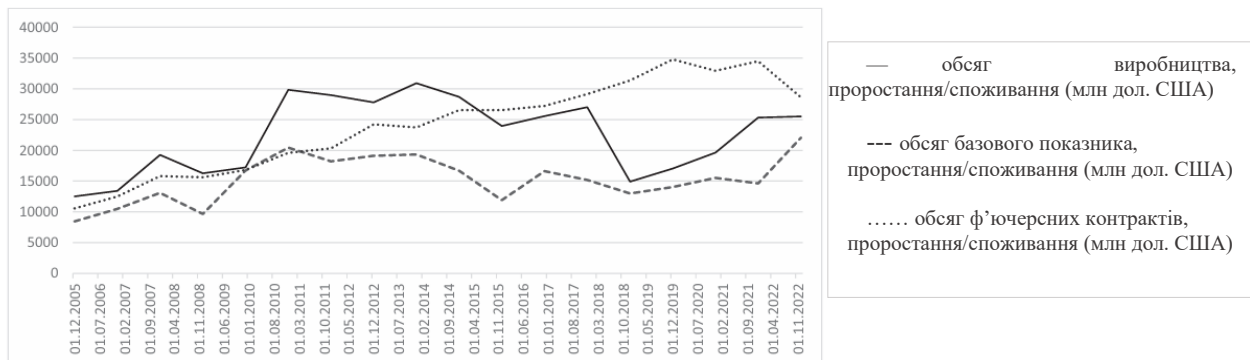


Рис. 4. Динаміка обсягів виробництва та споживання сої у світі у 2006–2022 рр.
Джерело: сформовано авторами на основі [12]

У загальному контексті трансформації світових аграрних ринків особливу аналітичну цінність має динаміка розвитку сільського господарства Аргентини, Бразилії та Філіппін, країн, для яких аграрний сектор є одним із ключових чинників економічного зростання та формування експортного потенціалу (рис. 4). Зазначені держави відрізняються як масштабами агровиробництва, так і моделями інтеграції у глобальні виробничо-збутові ланцюги, що робить їх репрезентативними прикладами для аналізу впливу цифровізації на аграрну економіку. Аналіз динаміки аграрного виробництва в цих країнах свідчить про переважання висхідних тенденцій, незважаючи на періодичні коливання, зумовлені агрокліматичними, ринковими та інституційними чинниками. Зростання обсягів виробництва поєднується з активним розширенням експортної орієнтації та поступовим впровадженням інноваційних технологічних рішень, зокрема цифрових платформ і елементів екосистемної організації агротрейдингу.

Важливою спільною рисою для Аргентини, Бразилії та Філіппін є зростаюча роль цифрових інструментів у забезпеченні координації між виробниками, трейдерами, фінансовими установами та логістичними операторами. Це створює передумови для формування цілісної архітектури агроєкосистем, здатної підвищити стійкість аграрного сектору до зовнішніх шоків, зменшити транзакційні витрати та підвищити ефективність управління виробничо-збутовими процесами.

Аналіз динаміки розвитку сільського господарства свідчить, що за досліджуваний період обидві латиноамериканські країни продемонстрували зростання обсягів аграрного виробництва в порівнянному діапазоні на рівні близько 13 млрд дол. США. Водночас приріст обсягу аграрної галузі Філіппін перевищив 18 млрд дол. США, що вказує на більш інтенсивну динаміку розвитку. Подальший аналіз показує, що зазначена тихоокеанська країна формує цілісну та структуровану архітектуру цифрової екосистеми зернової галузі.

Більшість криптоактивів, забезпечених найбільш затребуваними у світі зерновими культурами та ідентифікованих відповідними криптокодами (SOYA, CORA, WHEA, SOYB, CORB, Agri Token), почали функціонувати не раніше 2021 року. Соевий токен SOYA є першою у світі криптовалютою, забезпеченою зерновою продукцією, яка в межах цифрової платформи надає можливість здійснювати операції з агроактивами, забезпеченими соєю, з використанням технології блокчейн. Очікувані результати впровадження такої токенизації оцінюються як позитивні.

Структуру учасників та функціональні ролі в екосистемі агротокенів доцільно охарактеризувати таким чином:

- ✓ виробники здійснюють конвертацію зібраного зерна в цифрові активи з метою подальшого обміну на товари та послуги;
- ✓ торговельні суб'єкти приймають агротокени як платіжний інструмент за реалізовані товари чи послуги;
- ✓ учасники процесу токенизації зерна, а також користувачі платформи формують потенційну цільову аудиторію екосистеми;
- ✓ інвестори, що працюють із криптоактивами, здійснюють операції з агротокенами на спеціалізованих біржових майданчиках.

Формується можливість інвестування в сою із використанням відповідного агротокена у глобальному масштабі на основі доступних децентралізованих технологій [6]. З урахуванням того, що Бразилія та Аргентина разом з Уругваєм і Парагваєм забезпечують понад 60 % світового виробництва сої, а провідна роль у цьому сегменті належить саме першим двом країнам, зростаючий інтерес їхніх сільськогосподарських виробників до цифрових технологій та побудованих на їх основі агроєкосистем є об'єктивно обґрунтованим. Такі екосистеми спрямовані на оптимізацію ланцюгів постачання та спрощення доступу до фінансових ресурсів у галузі.

Узагальнено агротокен, як правило, відповідає одній тонні зерна, заявленого як забезпечення, а його ціноутворення перебуває у прямій залежності від ринкових цін на соєві боби, кукурудзу або пшеницю. У межах біржової торгівлі можливе здійснення як комерційних операцій із фізичним постачанням продукції, так і фінансових транзакцій, орієнтованих на різницю цін. Розробники токенизованої біржової інфраструктури зазначають, що використання технології блокчейн підвищує ефективність і надійність торгівлі зерном завдяки прозорості операцій та фіксації транзакцій у розподіленому реєстрі. Децентралізований характер таких рішень сприяє зниженню транзакційних витрат і підвищенню зручності фінансових операцій.

За цих умов фермери та сільськогосподарські підприємства можуть здійснювати токенизацію власної зернової продукції, що за наявності відповідної інфраструктури реалізується в онлайн-режимі. У результаті суб'єкти господарювання отримують визначену кількість зернових токенів на електронний рахунок або цифровий гаманець і мають можливість використовувати їх для розрахунків, інвестування або доступу до інших цифрових банківських продуктів за допомогою персональних комп'ютерів чи мобільних пристроїв.

Модель цифрової агроєкосистеми для реалізації токенизованого виробничо-збутового ланцюга сільськогосподарської продукції представлено на рис. 5., де проілюстровані основні елементи цифрової агроєкосистеми, що забезпечують функціонування токенизованого виробничо-збутового ланцюга сільськогосподарської продукції. До ключових суб'єктів екосистеми належать фермерське господарство або сільськогосподарське підприємство, електронний гаманець фермера, фінансова організація (банк), криптовалютна біржа, електронна торгова платформа, сільськогосподарський регулятор, а також компанія-агрегатор, яка виконує координаційну роль у межах екосистеми.

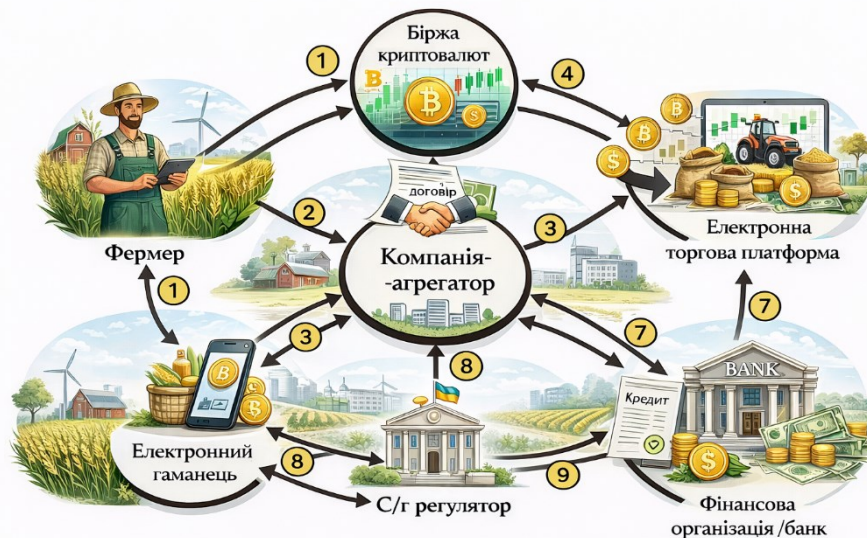


Рис. 5. Взаємодія елементів цифрової агроєкосистеми

Джерело: сформовано авторами на основі [8, 10]

Фінансова організація забезпечує здійснення цифрових банківських операцій і кредитування, криптовалютна біржа виконує функції обміну фіатної валюти на цифрові активи та проведення криптовалютних транзакцій, а електронна торгова платформа забезпечує обіг сільськогосподарських ресурсів і фермерської продукції. Регулятор, у ролі якого може виступати міністерство сільського господарства або інший спеціалізований державний орган, здійснює контроль і нагляд за відповідністю операцій встановленим нормам. Об'єднуючою ланкою всієї екосистеми виступає компанія-агрегатор, яка координує взаємодію між усіма учасниками та забезпечує узгоджене функціонування системи.

Цифрами на рисунку позначено послідовність взаємодії між елементами агроєкосистеми. На першому етапі (крок 1) відбувається укладання контракту між фермером та компанією-агрегатором цифрових послуг. Далі фермер створює електронний гаманець і звертається до фінансової організації з метою отримання кредиту (крок 2). У процесі розгляду заявки діяльність фермера перевіряється сільськогосподарським регулятором, після чого схвалене звернення передається до банку (крок 3).

Фінансова організація, оцінивши обсяги та якість зерна, що виступає забезпеченням, а також умови його зберігання, ініціює звернення до криптовалютної біржі (крок 4). Криптовалютна біржа здійснює емісію відповідної кількості агротокенів, забезпечених зерновою продукцією фермера, відповідно до умов контракту (крок 5). Отримані агротокени використовуються фермером на електронній торговій платформі для придбання необхідних ресурсів, обладнання та інших факторів виробництва (крок 6).

У подальшому агротокени можуть бути конвертовані через електронну торгову платформу та криптовалютну біржу у фіатну валюту, зокрема у процесі реалізації сільськогосподарської продукції інвесторам або іншим покупцям (крок 7). У визначений умовами криптодоговору термін фермер постачає продукцію у заставному обсязі компанії-агрегатору (крок 8), яка, виконуючи функцію «диригента» екосистеми, здійснює остаточні розрахунки з фінансовою організацією (крок 9).

Таким чином, сільське господарство поступово трансформується зі стратегічної в інноваційну високотехнологічну галузь, що є основою розвитку економіки держави та гарантом її суверенітету. У сучасних умовах такі технології, як блокчейн, штучний інтелект та комп'ютерний зір, дедалі активніше використовуються у сільському господарстві з метою підвищення врожайності, оптимізації ланцюгів постачання та забезпечення стійкості розвитку галузі. Зазначені трансформаційні процеси мають універсальний характер, проте їх практична реалізація значною мірою залежить від національних економічних умов. У цьому контексті особливої уваги заслуговує аграрний сектор України. Обсяг капітальних інвестицій в агросектор України у розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь, що становить близько 100 дол. США, є одним із найнижчих порівняно з Великою Британією та країнами Європейського Союзу. Динаміка капітальних інвестицій у

розвиток сільського господарства в умовах воєнного часу залишається нестабільною, а їх загальні обсяги є недостатніми для забезпечення розширеного розвитку галузі [12].

За останні десять років відбулося три інвестиційні спади, зокрема у 2015, 2020 та 2022 роках. У найкращому довоєнному 2021 році обсяг інвестицій в аграрний сектор становив 68 млрд грн, або 2,5 млрд дол. США [13]. У 2023 році рівень інвестицій скоротився до 63,8 млрд грн, або 1,7 млрд дол. США, що свідчить про спад у доларовому еквіваленті майже на третину. Такі обсяги інвестування є недостатніми, оскільки у світовій практиці вважається, що стабільний розвиток сільського господарства забезпечується за умови, коли розміри капітальних інвестицій перевищують 150 дол. США на гектар.

Попри обмежені інвестиційні ресурси, Україна просунулася у питанні цифровізації агробізнесу достатньо давно. У країні сформовано екосистему, здатну підтримувати замкнутий виробничо-збутовий цикл. Серед причин, що спонукали представників аграрного сектору звернутися до цифрових технологій та нової філософії ведення агробізнесу, окрім прагнення відповідати глобальним тенденціям, важливе місце посідає покращення динаміки зернової експортної виручки [14]. За даними Державної митної служби України, станом на середину листопада 2025 року з початку 2025/2026 маркетингового року Україна експортувала 10,429 млн тонн зернових та зернобобових культур, з яких 1,049 млн тонн було відвантажено протягом поточного місяця. З початку 2025/2026 маркетингового року обсяги експорту пшениці становили 6,573 млн тонн, ячменю 1,134 млн тонн, кукурудзи 2,523 млн тонн та жита 0,2 тис. тонн. Крім того, загальний експорт українського борошна з початку сезону станом на 12 листопада оцінюється у 23 тис. тонн, у тому числі пшеничного 22,3 тис. тонн [15].

Згідно з рейтингом Online Services Index, що є складовою міжнародного дослідження E-Government Development Index, яке охоплює 193 країни світу та розробляється Організацією Об'єднаних Націй, Україна посідає 5 місце за рівнем розвитку цифрових державних послуг [16]. У цьому контексті актуальним є подальше впровадження цифрових сервісів із акцентом на потреби та інтереси малих і середніх агрогосподарств та фермерів, а також на підтримку їх виробничих і збутових ланцюгів.



Рис. 6. Структура взаємозв'язків та взаємодії в межах цифровізації аграрної екосистеми

Джерело: сформовано авторами на основі [8, 10]

На рис. 6 представлено структуру взаємозв'язків та взаємодії в межах цифровізації екосистеми агробізнесу. Запропонована модель відображає інтеграцію ключових функціональних компонентів цифрової екосистеми, зокрема бізнес-сервісів, агросервісів, цифрових банківських послуг, освітніх ресурсів та онлайн-бухгалтерії, які формують єдине цифрове середовище підтримки діяльності аграрних суб'єктів господарювання.

Взаємодія зазначених елементів забезпечує замкнутий цикл інформаційних, фінансових та управлінських процесів, сприяючи підвищенню ефективності виробничої діяльності, прозорості фінансових операцій та доступу агровиробників до знань і сервісів. Така структура цифрової екосистеми орієнтована передусім на потреби малих і середніх агрогосподарств та фермерів і створює передумови для масштабування цифрових рішень у межах національного аграрного сектору.

Стратегічною метою розвитку аграрного сектору доцільно визначити підвищення його продуктивності щонайменше вдвічі. Водночас на сучасному етапі лише великі агрохолдинги мають достатні фінансові та організаційні можливості для створення власних цифрових екосистем. У

зв'язку з цим ключовим завданням для України є формування умов, за яких цифрові екосистеми стануть доступними для малих і середніх суб'єктів сільськогосподарського бізнесу.

Актуальною залишається необхідність спрощення логістичних і збутових ланцюгів з метою зниження витрат обох сторін торговельних операцій, значна частина яких формується за рахунок посередницьких структур. Значною мірою це може бути досягнуто завдяки цифровізації взаємодії між учасниками ринку. Архітектура цифрової платформи, що передбачає структурування товарів і виробників за відповідними категоріями, підвищує зручність пошуку для споживачів та сприяє розширенню клієнтської бази. Виробничо-збутові ланцюги залишаються одним із найбільш уразливих елементів діяльності агровиробників, а застосування рішень на основі технології блокчейн, завдяки прозорості та фіксації транзакцій, створює передумови для зменшення цінкових диспропорцій між виробником і посередником, а також для підвищення виробничої мотивації фермерів.

Важливу роль у функціонуванні цифрових агроекосистем відіграють цифрові банківські послуги, спрямовані на задоволення фінансових потреб агропідприємств. До таких інструментів належать дистанційне кредитування, електронне оформлення пільг і страхових продуктів. Фінансовий компонент цифрової екосистеми має тенденцію до розширення у міру розвитку технологічних можливостей та самої екосистеми загалом. Водночас впровадження цифрових фінансових рішень потребує врахування потенційних кіберзагроз і посилення механізмів інформаційної безпеки.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Зростаюча глобальна потреба у сільськогосподарській продукції зумовлює посилення економічної ролі аграрного сектору у світовій економіці. Водночас продовольча безпека залишається одним із ключових чинників геополітичної нестабільності, що проявляється у загостренні політичних конфліктів та воєн. У цих умовах аграрний сектор набуває не лише економічного, а й стратегічного значення для національних економік.

Основним висновком дослідження є твердження, що зростаюча роль аграрного сектору в економіці принципово трансформується під впливом цифрових технологій та поступово вписується в парадигму екосистемного варіанту організації його функціонування. Використання цифрових платформ, блокчейн-рішень, інструментів аналітики та токенизації створює передумови для формування нової архітектури агротрейдингових екосистем, здатних підвищити прозорість, ефективність і стійкість виробничо-збутових ланцюгів.

Отримані результати свідчать про зростання наукового та практичного інтересу до розроблення перспективних моделей архітектури аграрних екосистем, які поєднують виробничі, фінансові, торговельні та регуляторні компоненти в єдиному цифровому середовищі. Такі моделі мають потенціал суттєво підвищити технологічний і соціально-економічний рівень розвитку сільського господарства як галузі національного стратегічного значення, особливо для країн із високим аграрним потенціалом.

Водночас прикладом деструктивного впливу зовнішніх шоків на розвиток аграрного сектору є війна в Україні, яка суттєво обмежує інвестиційні можливості, ускладнює логістичні процеси та підвищує рівень ризиків для суб'єктів агробізнесу. За таких умов особливого значення набувають інструменти цифрової секторальної та міжкраїнової взаємодії, зокрема платформні рішення на основі технології блокчейн, які можуть виконувати роль альтернативного фінансового та організаційного механізму підтримки аграрного виробництва та торгівлі у середньостроковій перспективі.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямі пов'язані з поглибленим аналізом економічної ефективності цифрових агроекосистем, оцінкою ризиків і обмежень застосування токенизованих фінансових інструментів, а також розробленням практичних рекомендацій щодо адаптації екосистемних моделей агротрейдингу до умов національних аграрних ринків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Боярська М.О. Обґрунтування моделей інноваційних процесів з урахуванням особливостей української економіки. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/3125d76a-e97f-4920-b188be391e7d23cb/content>
2. Дудар Т. Г., Мельниченко В. В. Інноваційний менеджмент: навч. посіб. Тернопіль: Економічна думка. 2008. 250 с.

3. Ляшенко В. І., Прокопенко О. В., Омеляненко В. А. та ін. Інституціональна модель інноваційної економіки: колективна монографія. Інститут економіки промисловості. Київ: НАН України. 2019. 327 с.
4. Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент: навч. посібник. Київ: КНЕУ. 2003. 504 с.
5. Сумець О. М., Ігнатова Є. М. Товарна інноваційна політика: навч. посібник. Київ: Хай Тек Прес. 2010. 368 с. URL: https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/sumets_9.0009.pdf
6. Чухрай Н. І. Механізми інноваційних перетворень в країнах ЄС та можливості їх трансформації в економіку України. *Економіка і прогнозування*. 2003. № 1. С. 23–33. URL: http://eip.org.ua/docs/EP_03_1_23_uk.pdf
7. Підоричева І. Ю. Розвиток інноваційних екосистем України в умовах глокалізації та європейської інтеграції: дис. д-ра екон. наук; 08.00.03 – економіка та управління національним господарством. Київ : ІЕП, 2021. 554 с.
8. Russell M. G., Smorodinskaya N. V. Leveraging complexity for ecosystemic innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 2018. Vol. 136. P. 114–131. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.024>.
9. Кабінет Міністрів України. Про Єдину екологічну платформу «ЕкоСистема» : постанова Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2021 р. № 1065. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1065-2021-%D0%BF#Text>
10. McKinsey & Company. The power of ecosystems: How companies can create value through ecosystems. 2021. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/business-building/how-we-help-clients>
11. Osadchuk, V., Yatsenko, O., & Iatsenko, O. (2024). Digital imperative and innovations in international trade. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*, 13, 25–58. <http://doi.org/10.33111/nfmte.2024.025>
12. Iatsenko O., Stašys R., Tsygankova T., Yatsenko O., Rudenko V., Hurenko D. Agrot trading in the system of new formats of international trade relations. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. Vol. 47 No. 4 (2025). P. 658–669. <https://doi.org/10.15544/mts.2025.52>
13. Kudlaenko S., Yatsenko O., Lunova T., Iatsenko O., Sharuk T., Dendeberia D. (2025). Strategic management and improvement of national export support and promotion systems to ensure sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(63), 280–295. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.4.63.2025.4811>
14. Zavadzka, Y., Shlapak, A., Yatsenko, O., Iatsenko, O., Mykhailova, M., & Dluhopolskyi, O. (2025). Sustainable and Resilient International Agricultural Trade: Global Uncertainty and Regional Reactions. *Problemy Ekorozwoju*, 20(2), 101–113. <https://doi.org/10.35784/preko.7276>
15. Shlapak A., Yatsenko O., Ivashchenko O., Zarytska N., Osadchuk V. (2023). Digital transformation of international trade in the context of global competition: technological innovations and investment priorities. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(53), 334–347. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.6.53.2023.4241>
16. Mykhailova M., Yatsenko O., Zavadzka Y., Afanasieva O., Haas R. (2023). The War in Ukraine and its Impact on Global Agricultural Trade (Auswirkungen des Ukrainekriegs auf den globalen Agrarhandel). *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. Volume 74, Issue 2, 91–105. <https://doi.org/10.2478/boku-2023-0008>
17. Mozgovyy O., Rudenko-Sudarieva L., Shevchenko Y., Yatsenko O., Zhou W. (2023). Factors for choosing of investment models by asian companies in the implementation area of global business initiatives. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2(49), 149–162. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.2.49.2023.4000>
18. Tsygankova T., Yatsenko O., Obolenska T., Gordieieva T., Osadchuk V. (2023). Influence of industry 4.0 on strategies of companies entering the global market of data integration services. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (2): 141 – 148; <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/141>
19. Tananaiko, T.; Yatsenko, O.; Osypova, O.; Nitsenko, V.; Balezentis, T.; Streimikiene, D. Economic rationale for manifestations of asymmetry in the global trading system. *Sustainability*. 2023, 15, 5316. <https://doi.org/10.3390/su15065316>
20. Yatsenko O., Zavadzka, Y., Khrystenko, O., Musiiets, T., & Aksyonova, O. (2021).

Innovative transformations of the agricultural complex in the context of global challenges of sustainable development. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 5(40), 216–224. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v5i40.244989>

21. Agriculture 4.0 Global Market Report 2025. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/6076417/agriculture-4-0-global-market-report?srsltid=AfmBOorLmJc638kEJdXLj3YsDemW-WRqjA5PzI2Nu798UneGaymvTkf>
22. U.S. Department of Agriculture. World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE). January 13, 2023. URL: <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>
23. Державна служба статистики України. Капітальні інвестиції за видами економічної діяльності. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ioz.htm
24. Україна 2030Е – країна з розвинутою цифровою економікою: цифрові тренди. Виклики та можливості для України. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html#6-2-1>
25. Державна митна служба України. Інформація щодо експорту зернових культур з початку 2025/2026 маркетингового року. URL: <https://customs.gov.ua/news>
26. United Nations. United Nations E-Government Survey 2022: The Future of Digital Government. New York: United Nations, 2022. URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2022>
27. Yatsenko, O., & Sysoieva, A. (2025). Information systems as a driver of international trade development and value chain formation in conditions of global instability. *Finance of Ukraine*, (11), 31-45. <https://doi.org/10.33763/finukr2025.11.031> URL: <https://finukr.com.ua/index.php/journal/article/view/181>
28. Яценко О. М., Тананайко Т. С. Вплив цифровізації міжнародної торгівлі на економічний розвиток країн. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Том 8. № 2. С. 260-269. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-2-38>
29. Яценко О.М., Яценко О.М., Яремко К.А. Конкурентне середовище та лідерство агротрейдерів на глобальному ринку зерна. *Збірник наукових праць "Вчені записки"*. 2025. № 41(4). С. 408-426. http://doi.org/10.33111/vz_kneu.41.25.04.29.203.209
30. Руденко-Сударева Л.В., Яценко О.М., Панченко Є.Г., Швиданенко О.А. Інвестиційні пріоритети Китаю у фінансуванні програм екологічного сталого розвитку. *Збірник наукових праць "Вчені записки"*. 2023. №31 (2). С. 89-105. DOI https://doi.org/10.33111/vz_kneu.31.22.02.31.215.221

REFERENCES:

1. Boyarska, M. O. (2022). Obgruntuvannya modelei innovatsiinykh protsesiv z urakhuvanniam osoblyvostei ukrainiskoi ekonomiky [Substantiation of models of innovation processes considering the specifics of the Ukrainian economy]. Retrieved October 15, 2025, from <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/3125d76a-e97f-4920-b188be391e7d23cb/content>
2. Dudar, T. H., & Melnychenko, V. V. (2008). *Innovatsiinyi menedzhment* [Innovation management]. Ternopil: Ekonomichna dumka.
3. Liashenko, V. I., Prokopenko, O. V., Omelianenko, V. A., et al. (2019). *Institutsiina model innovatsiinoi ekonomiky* [Institutional model of the innovation economy]. Kyiv: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics.
4. Krasnokutska, N. V. (2003). *Innovatsiinyi menedzhment* [Innovation management]. Kyiv: KNEU.
5. Sumets, O. M., & Ihnatova, Ye. M. (2010). *Tovarna innovatsiina polityka* [Commodity innovation policy]. Kyiv: Hai-Tek Pres. Retrieved October 12, 2025, from https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/sumets_9.0009.pdf
6. Chukhrai, N. I. (2003). *Mekhanizmy innovatsiinykh peretvoren v krainakh YeS ta mozhlyvosti yikh transformatsii v ekonomiku Ukrainy* [Mechanisms of innovation transformations in EU countries and possibilities of their adaptation to the Ukrainian economy]. *Ekonomika i prohnuzuvannia*, (1), 23–33. Retrieved October 15, 2025, from http://eip.org.ua/docs/EP_03_1_23_uk.pdf
7. Pidorycheva, I. Yu. (2021). *Rozvytok innovatsiinykh ekosystem Ukrainy v umovakh hlobalizatsii ta yevropeiskoi intehratsii* [Development of innovation ecosystems of Ukraine under globalization and European integration] (Doctoral dissertation). Kyiv: Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine.
8. Russell, M. G., & Smorodinskaya, N. V. (2018). Leveraging complexity for ecosystemic innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 114–131. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.024>
9. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021). On the Unified Environmental Platform "EcoSystem" (Resolution No. 1065, October 11, 2021). Retrieved October 13, 2025, from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1065-2021-%D0%BF#Text>
10. McKinsey & Company. (2021). The power of ecosystems: How companies can create value through ecosystems. Retrieved October 15, 2025, from <https://www.mckinsey.com/capabilities/business-building/how-we-help-clients>
11. Osadchuk, V., Yatsenko, O., & Iatsenko, O. (2024). Digital imperative and innovations in international trade. *Neuro-Fuzzy Modeling Techniques in Economics*, 13, 25–58. <http://doi.org/10.33111/nfnte.2024.025>
12. Iatsenko O., Stašys R., Tsygankova T., Yatsenko O., Rudenko V., Hurenko D. Agrot trading in the system of new formats of international trade relations. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. Vol. 47 No. 4 (2025). P. 658-669. DOI: <https://doi.org/10.15544/mts.2025.52>

13. Kudlaenko S., Yatsenko O., Lunova T., Iatsenko O., Sharuk T., Denderberia D. (2025). Strategic management and improvement of national export support and promotion systems to ensure sustainable development. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(63), 280–295. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.4.63.2025.4811>
14. Zavadzka, Y., Shlapak, A., Yatsenko, O., Iatsenko, O., Mykhailova, M., & Dluhopolskyi, O. (2025). Sustainable and Resilient International Agricultural Trade: Global Uncertainty and Regional Reactions. *Problemy Ekorozwoju*, 20(2), 101–113. <https://doi.org/10.35784/preko.7276>
15. Shlapak A., Yatsenko O., Ivashchenko O., Zarytska N., Osadchuk V. (2023). Digital transformation of international trade in the context of global competition: technological innovations and investment priorities. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 6(53), 334–347. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.6.53.2023.4241>
16. Mykhailova M., Yatsenko O., Zavadzka Y., Afanasieva O., Haas R. (2023). The War in Ukraine and its Impact on Global Agricultural Trade (Auswirkungen des Ukrainekriegs auf den globalen Agrarhandel). *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. Volume 74, Issue 2, 91–105. <https://doi.org/10.2478/boku-2023-0008>
17. Mozgovyy O., Rudenko-Sudariava L., Shevchenko Y., Yatsenko O., Zhou W. (2023). Factors for choosing of investment models by asian companies in the implementation area of global business initiatives. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2(49), 149–162. <https://doi.org/10.55643/fcaptop.2.49.2023.4000>
18. Tsygankova T., Yatsenko O., Obolenska T., Gordieieva T., Osadchuk V. (2023). Influence of industry 4.0 on strategies of companies entering the global market of data integration services. *Naukovi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (2): 141 – 148; <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/141>
19. Tananaiko, T.; Yatsenko, O.; Osypova, O.; Nitsenko, V.; Balezentis, T.; Streimikiene, D. Economic rationale for manifestations of asymmetry in the global trading system. *Sustainability*. 2023, 15, 5316. <https://doi.org/10.3390/su15065316>
20. Yatsenko O., Zavadzka, Y., Khrystenka, O., Musiets, T., & Aksyonova, O. (2021). Innovative transformations of the agricultural complex in the context of global challenges of sustainable development. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 5(40), 216–224. DOI: <https://doi.org/10.18371/fcaptop.v5i40.244989>
21. Agriculture 4.0 Global Market Report 2025. (2025). Retrieved October 12, 2025, from <https://www.researchandmarkets.com/reports/6076417/agriculture-4-0-global-market-report>
22. U.S. Department of Agriculture. (2023). World Agricultural Supply and Demand Estimates (WASDE) (January 13, 2023). Retrieved October 10, 2025, from <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>
23. State Statistics Service of Ukraine. (2025). Capital investments by types of economic activity. Retrieved October 10, 2025, from https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ioz.htm
24. Ukrainian Institute for the Future. (2025). Ukraine 2030E: A country with a developed digital economy: Digital trends, challenges and opportunities. Retrieved October 15, 2025, from <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html#6-2-1>
25. State Customs Service of Ukraine. (2025). Information on grain exports from the beginning of the 2025/2026 marketing year. Retrieved October 15, 2025, from <https://customs.gov.ua/news>
26. United Nations. (2022). United Nations E-Government Survey 2022: The future of digital government. New York: United Nations. Retrieved October 15, 2025, from <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2022>
27. Yatsenko, O., & Sysoieva, A. (2025). Information systems as a driver of international trade development and value chain formation in conditions of global instability. *Finance of Ukraine*, (11), 31-45. <https://doi.org/10.33763/finukr2025.11.031> URL: <https://finukr.com.ua/index.php/journal/article/view/181>
28. Yatsenko O., Tananaiko T. Impact of digitalization of international trade on the economic development of countries. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*. 2023. Volume 8. № 2, pp. 260 – 269. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-2-38>
29. Yatsenko, O., Iatsenko, O., & Yaremko, K. (2025). Competitive environment and agritraders leadership in the global grain market. *Collection of Scientific Papers "Scientific Notes"*, 41 (4), 408–426. http://doi.org/10.33111/vz_kneu.41.25.04.29.203.209
30. Rudenko-Sudariava, L., Yatsenko, O., Panchenko, Y., & Shvydanenko, O. (2023). China's investment priorities in financing environmental sustainable development programs. *Collection of Scientific Papers "Scientific Notes"*, 31 (2), 352–364. http://doi.org/10.33111/vz_kneu.31.22.02.31.215.221

ARCHITECTURE OF AN INNOVATIVE AGRICULTURAL TRADING ECOSYSTEM IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

IATSENKO OLEKSANDR, ANDRIUSHCHENKO Anhelina, OSADCHUK Valeriia, KYRYLIUK Oksana
Kyiv National Economic University Named after Vadym Hetman

The article analyzes the use of tools for applying digital ecosystems in the agricultural segment as an important element of sustainable development. It was established that in Ukraine the application of an ecosystem approach was declared in the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine On the Unified Ecological Platform "EcoSystem" No. 1065 of October 11, 2021. The same resolution defined an ecosystem as a network of organizations that is created around the platform and uses its services to form the best offers to customers and access them.

The introduction of crypto solutions into the agro-industrial sector is designed to create integrated platforms in it aimed at helping farmers manage the supply chain or gain access to financial services. These solutions usually consist of elements of a digital structure that includes data in the form of sets and tables, possible operations in the form of algorithms and agronomic management schemes, levels of integration between elements, analytics and a user-oriented level (including applications and tools). All this is built on the basis of a reliable digital infrastructure, developed appropriate state regulation, functioning agricultural markets and existing or potential human capital resources.

It is noted that most cryptoassets backed by the world's most popular grain crops with cryptoidentifiers assigned to them: SOYA, CORA, WHEA, SOYB, CORB, Agri Token - began trading no earlier than 2021, therefore, the nature of the growth dynamics of the agricultural industry

is of interest in the period from the last quarter of 2021 to the first quarter of 2023, as shown in Table 1. As for the soy token SOYA, it is the world's first grain-backed cryptocurrency, which, when traded on a digital platform, allows you to buy agricultural assets backed by soy digitally via the blockchain. The expected result of this tokenization seems positive.

It is proposed to describe the structure of participants and their functions in the agrotoken ecosystem as follows: producers can convert harvested grain into digital assets to quickly and securely exchange them for goods and services; stores accept agrotokens in exchange for goods or services; participants tokenizing their own grain, as well as platform users, create a potential audience; investors working with cryptoassets can purchase agrotokens on major exchanges.

Keywords: digital ecosystems, agricultural segment, agri-trading, sustainable development, integrated platforms, crypto solutions, digital architecture, state regulation.