

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-78-46>

УДК 330.34:65.011

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙНУ В АГРОБІЗНЕСІ

ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC POTENTIAL OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES IN AGRIBUSINESS

Трусова Наталя Вікторівнадоктор економічних наук, професор,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра МоторногоORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9773-4534>**Нехай Вікторія Василівна**доктор економічних наук, професор,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра МоторногоORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1184-6776>**Кукіна Наталя Володимирівна**кандидат економічних наук, доцент,
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра МоторногоORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3204-0624>**Trusova Natalia, Nekhai Viktoriia, Kukina Natalia**
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

У статті розкрито організаційно-економічний потенціал технологій блокчейну в агробізнесі, аналіз сучасних тенденцій їх застосування у світі та в Україні задля розподілу інноваційних цифрових рішень в аграрному виробництві. Доведено, що блокчейн є ключовим інструментом децентралізації для створення розподільно-уніфікованого запису даних та забезпечення високої безпеки та прозорості інформації. Обґрунтовано, що технології блокчейн звільняють учасників агробізнесу від необхідності комунікувати із централізованим вузлом інформаційного потоку та створюють блокчейн-системи в галузі сільського господарства з метою підвищення рівня автономної кооперації на ринку продукції та капіталу, який в контексті обумовлених зрушень цифрового середовища дозволяє регулювати цифрові фінансові активи як платіжні засоби на фондових ринках та убезпечувати їх від розриву ланцюга фінансових операцій в банківському секторі за життєво необхідними смарт-контрактами та угодами, із можливістю відкритого відстеження руху грошових потоків, що критично важливі для власників бізнесу та контрагентів національного та міжнародного рівня. Проведений аналіз використання технологій блокчейн на їх типах на глобальному ринку ланцюгів постачання продуктів агробізнесу. Визначено, що глобальний ринок блокчейн-рішень для агросектору зріс із \$128 млн у 2018 р. до понад \$1,8 млрд у 2023 р., із прогнозом досягти \$3,5 млрд у 2025 р. Найбільші інвестиції здійснюються у сфері логістики, трейдингу агропродукції, управління ланцюгами поставок та смарт-контрактами.

Ключові слова: технології, блокчейн, інформаційні потоки, організаційно-економічний потенціал, агробізнес, безпека.

The article reveals the organizational and economic potential of Blockchain technologies in agribusiness, analyzes current trends in their application in the world and in Ukraine for the distribution of innovative digital solutions in agricultural production. It is proven that Blockchain is a key decentralization tool for creating a distributed and unified data record and ensuring high security and transparency of information. It is substantiated that Blockchain technologies free agribusiness participants from the need to communicate with a centralized node of the information flow and create Blockchain systems in the agricultural sector in order to increase the level of autonomous cooperation in the product and capital market, which in the context of the resulting shifts in the digital environment allows regulating digital financial assets as means of payment in stock markets and securing them from breaking the chain of financial transactions in the banking sector under

vital smart contracts and agreements, with the possibility of open tracking of cash flows, which are critically important for business owners and counterparties at the national and international levels. An analysis of the use of Blockchain technologies by type in the global agribusiness supply chain market was conducted. It was determined that the global market for Blockchain solutions for the agricultural sector grew from \$128 million in 2018 to over \$1.8 billion in 2023, with a forecast to reach \$3.5 billion in 2025. The largest investments are made in the areas of logistics, agricultural trading, supply chain management and smart contracts. In Ukraine, the most significant Blockchain technologies in the agricultural sector are AgriChain, GrainChain, ProZorro. Sale. Agribusiness in Ukraine, using Blockchain technologies, creates new opportunities for financing the production process and entering global markets through transparent public registers that are able to provide customers with simple and effective tools for tracking the route of documenting transactions regarding the movement of assets and products. An important aspect of Blockchain logistics technologies is ensuring an uninterrupted chain of information along the investment flow and access of stakeholders to the information network of this process.

Keywords: technologies, Blockchain, information flows, organizational and economic potential, agribusiness, security.

Постановка проблеми. Цифровізація економіки створює передумови для суттєвого оновлення бізнес-моделей у різних секторах господарства. Однією з найбільших інновацій сьогодення є цифрові технології, які дозволяють забезпечувати прозорість, достовірність інформаційних потоків, простежуваність трансформації виробничих процесів, що особливо важливо для підвищення конкурентоспроможності агробізнесу на внутрішньому ринку сільськогосподарської продукції. Проте, проблеми господарського поступу до засад сталості агробізнесу в цифровому середовищі стикаються із потребою трансформації бізнес-моделей організаційно-економічного забезпечення аграрного виробництва через мінімізацію сільськогосподарських ризиків за тривалістю ланцюгових поставок продукції та контролю її якості на ринку без традиційних централізованих систем. Останні забезпечують певний рівень безпеки агробізнесу, але, водночас, за сучасних трансформаційних змін в цифровому просторі не відповідають вимогам, оскільки створюють умови для зловживань інформацією, витоку даних та кібератак на центральне ядро їх формування, розподілу та використання, тобто, характеризуються наявністю центру управління аграрного виробництва та просування продукції на ринок, який контролює рішення та процеси в системі розподілу ресурсів між суб'єктами господарювання та джерел їх забезпечення.

Однак централізація інформаційних потоків в агробізнесі призводить до зловживання органами влади своїми повноваженнями щодо просування якісних та неупереджених інформаційних ресурсів серед посередницьких структур аграрного виробництва на рівні сільських територій та спричиняє відмову від гнучкості та адаптивності до швидкозмінних умов цифрового середовища. Відповідно,

існує потреба в альтернативних підходах, які спроможні відповісти сучасним вимогам безпеки, прозорості та ефективності розвитку агробізнесу, на засадах децентралізованої інформаційної системи, яка забезпечується організаційно-економічним потенціалом технологій блокчейну, здатного змінити принципи взаємодії між суб'єктами агробізнесу та контрагентами. Ці питання вирішуються шляхом інтеграції технологій блокчейну в глобальні стартапи, які здатні стати базою для нових моделей економічного розвитку аграрного бізнесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методичні аспекти розвитку механізму забезпечення прозорості та зниження трансакційних витрат через технології блокчейн, як визначального стратегічного інструменту економічного розвитку суб'єктів агробізнесу досліджувалися О. Грибинюк, Б. Духницький, О. Шеремет, які акцентували увагу на підтверджувальному підході щодо походження та якості агропродовольчої продукції, оптимізації відносин між продавцем і покупцем, підвищенні ефективності та зниження залежності від посередників [1]. Водночас Т. Мороз наголошує на децентралізованості, відкритості доступу, синхронізації записів і рівності прав учасників використання технологій блокчейну, що створюють прозорий і надійний ланцюг виробництва та постачання агропродукції, мінімізуючи ризики шахрайства [2]. Л. Ткач та З. Шацька, А. Данкевич, В. Малінов вивчали функції блокчейну в криптовалютних технологіях, як інноваційного механізму фінансування агробізнесу, що забезпечує прозорість транзакцій, зниження витрат та можливість здійснювати міжнародні платежі без посередників [7; 2]. А. Каміларіс, А. Фонтс, Ф. Пренафета-Болду проводили огляд існуючих ініціатив блокчейну у сфері

агропродовольчих ланцюгів, аналізували його потенціал і бар'єрів (технічні, освітні, регуляторні) в агробізнесі [16]. Н. Фірсова, Й. Абрахам використовували стратегічні інструменти аналіз потенціалу блокчейну в агробізнесі в країнах ЄС з метою відстеження продукції за новими бізнес-моделями фінансування прямих продажів та їх взаємодії з дражними регуляторами [15]. Н. Сударсан запропонував фреймворк із застосуванням блокчейну та IoT у продовольчому ланцюгу, який забезпечує довіру, цілісність, безпеку й відсутність необхідності в посередника [19].

Формування цілей дослідження. Метою дослідження є розкриття організаційно-економічного потенціалу технологій блокчейну в агробізнесі, аналіз сучасних тенденцій їх застосування у світі та в Україні задля розподілу інноваційних цифрових рішень в аграрному виробництві.

Виклад основного матеріалу. Розвиток організаційно-економічного потенціалу технологій блокчейну дозволяє створювати глобальні, безпечні та невідомі реєстри для зберігання інформації про різні види операцій та активів, в яких усі учасники агробізнесу мають рівні права та можуть взаємодіяти один з одним без посередників. Вони взаємодіють на основі певних протоколів та консенсусів, які забезпечують згоду учасників агробізнесу щодо дійсності даних та транзакцій.

Блокчейн, як один із ключових інструментів децентралізації, надає можливість створювати розподільно-уніфікований запис даних, забезпечуючи їх високу безпеку та прозорість. Технології блокчейн звільняють учасників агробізнесу від необхідності комунікувати із централізованим вузлом інформаційного потоку та створюють блокчейн-системи в галузі сільського господарства з метою підвищення рівня автономної кооперації на ринку продукції та капіталу, які в контексті обумовлених зрушень цифрового середовища дозволяють регулювати цифрові фінансові активи як платіжні засоби на фондових ринках та убезпечувати їх від розриву ланцюга фінансових операцій в банківському секторі за життєво необхідними смарт-контрактами та угодами, із можливістю відкритого відстеження руху грошових потоків, що критично важливі для власників бізнесу та контрагентів національного та міжнародного рівня.

Галузь сільського господарства України, яка формує понад 40% експортних надходжень держави, має певні проблеми з прозорістю транзакційних операцій, доступом до

фінансування, контролем земельних ресурсів та забезпеченням довіри між учасниками ринку. На допомогу приходять нові системи цифрової відстежуваності та використання інформаційно-комунікаційних технологій блокчейн, що створюють ланцюжок доданої вартості, на засадах інновацій, та забезпечують стрімкий технологічний розвитком аграрної галузі України, із гарантією якості й безпеки, автоматизації фінансових операцій та токенизації активів (землі, майбутніх врожаїв).

Зазначимо, що у 2022–2024 рр. через військову агресію росії обсяги аграрного виробництва скоротилися, але завдяки «зерновому коридору» та підтримці ЄС агросектор зберіг роль драйвера економіки. За даними FAO, у 2021 р. аграрний сектор формував 10,7% ВВП України і понад 41% валютних надходжень від експорту, в 2022 р. – 9,4% ВВП та 48,5% валютних надходжень, в 2023 р. – 9,8% ВВП та 46,3% валютних надходжень. За 2024 р. аграрна продукція формувала 7,1% ВВП, а частка аграрного сектора в загальному експорті зменшилась до 44% тобто до \$24,6 млрд. Основні експортні позиції – зернові, олійні та продукти переробки [14].

Організаційно-економічні проблеми управління агропродовольчими ланцюгами в Україні за 2018–2024 рр. мають низку проблем: надмірна фрагментованість фермерських господарств; високі транзакційні витрати під час експорту; ризики контрафактної продукції; нестача інфраструктури простежуваності. Це підтверджують високу залежність економіки України від аграрного експорту, що робить питання інтеграції інноваційних технологій в агробізнесі актуальними, які здатні зменшити транзакційні витрати, підвищити прозорість поставок і пришвидшити відновлювальний процес ланцюга доданої вартості шляхом довіри міжнародних партнерів до українських аграріїв. Саме блокчейн здатний стати таким інструментом та забезпечити потребу в цифрових технологіях контролю щодо виконання експортних зобов'язань на зовнішніх ринках.

У 2018 р. за оцінками глобального ринку потенціал блокчейну в агробізнесі складав \$1.4 млрд із прогнозом до 2028 р. Станом на 2023 р. він досяг \$0.5 млрд, і за прогнозами, зростатиме зі середньорічним темпом приблизно 45,6% до 2033 р. і може досягти \$21,46 млрд [14]. Згідно з іншими оцінками, у 2023 р. ринок блокчейн в агробізнесі зріс до \$296 млн і за прогнозами досягне \$8,49 млрд до 2032 р. (CAGR $\approx$ 45,2%) [12]. За альтернативним прогнозом: ринок блокчейн у 2023 р.

становив \$174,5 млн із очікуваним зростанням до \$292,6 млн до 2032 р. (CAGR $\approx$ 5,6%) [12]. Попри різницю в оцінках, очевидна тривала та динамічна експансія впровадження блокчейну в агросфері.

Один із важливих виборів у реалізації блокчейн-системи полягає в прийнятті рішення між публічним, приватним та гібридним типами блокчейнів. Публічні блокчейни, які використовуються у криптовалютних системах, відкриті для усіх учасників та забезпечують максимальну децентралізацію. Приватні блокчейни, навпаки, обмежують доступ до певних учасників та зазвичай використовуються в корпоративних або урядових системах. Гібридні блокчейни поєднують елементи обох, дозволяючи гнучкість в залежності від конкретних вимог системи [12]. Типи блокчейн на глобальному ринку ланцюгів постачання продуктів агробізнесу на 2023–2033 рр., представлено на рис. 1.

Світові тенденції застосування блокчейн в агросекторі свідчать, що період з 2018 р. по 2024 р. характеризувався активним зростанням інтересу до цифрових технологій у цій сфері. За даними Markets and Markets, глобальний ринок блокчейн-рішень для агросектору зріс із \$128 млн у 2018 р. до понад \$1,8 млрд у 2023 р., із прогнозом досягти \$3,5 млрд у 2025 р.

Найбільші інвестиції здійснюються у сфері логістики, трейдингу агропродукції, управління ланцюгами поставок та смарт-контрактами (табл. 1).

В Україні з 2019 р. започатковані перші ініціативи щодо використання технологій блок-

чейн у агросекторі. Найбільш значущими є: AgriChain (2019) – система для управління агрологістикою; GrainChain (2020) – інтеграція з українськими трейдерами – платформа смарт-контрактів для продажу зерна; ProZorro.Sale (2021) – експериментальні блокчейн-рішення у сфері державних аграрних аукціонів.

За даними Мінагрополітики України, близько 12% великих агропідприємств вже застосовують елементи блокчейну у своїй діяльності (головно в логістиці та трейдингу), (табл. 2).

З одного боку, технології блокчейну в агробізнесі України, як моделі довіри споживачів до учасників ринку, навіть за сучасних викликів (війна, глобальна конкуренція, кліматичні зміни та необхідність інтеграції до ринку ЄС), що провокують диспозиціональність процесу відстеження подій у всьому ланцюжку транспортування продукції, дозволяють швидко реагувати на непередбачені обставини та мінімізувати невиправдані витрати при розслідуванні незаконних дій щодо зміни маршруту товарного потоку [9]. З іншого боку, агробізнес за умови використання технологій блокчейн створює нові можливості щодо фінансування виробничого процесу й виходу на глобальні ринки шляхом прозорих публічних реєстрів, які здатні надавати клієнтам прості та ефективні інструменти відстеження всього маршруту документування операцій щодо руху активів, продукції, і, крім того, важливим аспектом логістичних технологій блокчейну є те, що вони забезпечують безперебійні умови ланцюжка інформації за потоком інвестицій

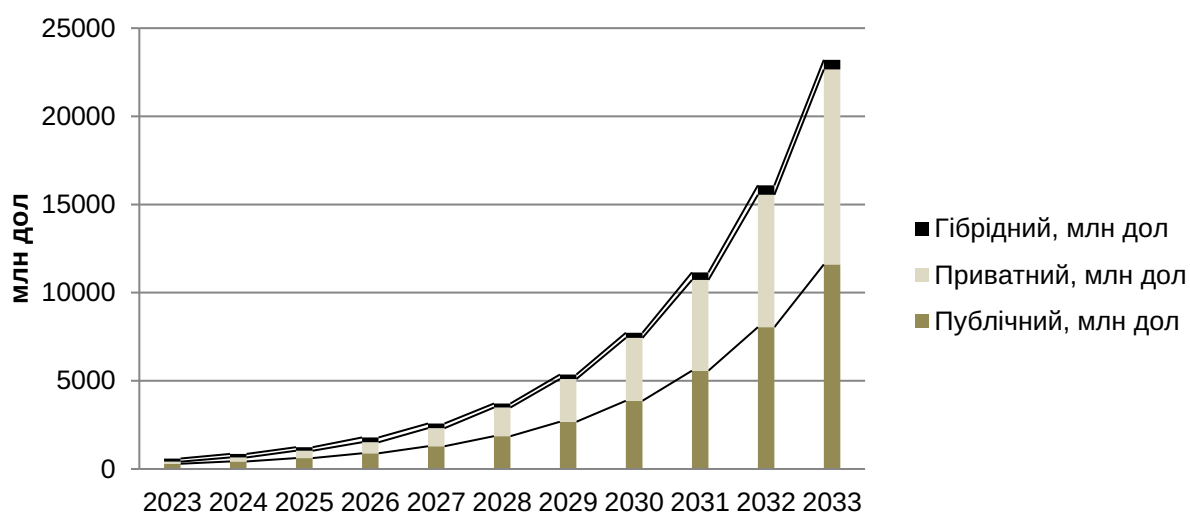


Рис. 1. Використання технологій блокчейн за їх типами на глобальному ринку ланцюгів постачання продуктів агробізнесу на 2023–2033 рр.

Джерело: складено за даними [12; 13; 14; 18]

Таблиця 1

Інвестицій світових країн-лідерів у технології блокчейн для розвитку агросектору за період 2018–2024 рр., млн дол США

Період	Обсяг інвестицій, млн дол. США	Світові країни-лідери	Напрями застосування
2018	128	США, Канада, Німеччина	Прозорість ланцюгів поставок, відстеження
2019	230	США, Китай, Нідерланди	Смарт-контракти, контроль якості продукції
2020	410	США, Бразилія, Франція	Логістика, управління сертифікацією
2021	720	США, Індія, Китай	Фінансування аграріїв через токенизацію
2022	1200	ЄС, США, Австралія	Трейдинг агропродукцією, DeFi-проекти
2023	1820	США, Китай, Лат. Америка	Блокчейн у агроекспорті, e-commerce
2024	2400	США, ЄС, Азія	Сталий розвиток, green-blockchain

Джерело: сформовано за даними [13; 17]

Таблиця 2

Використання технологій блокчейнв агробізнесі України за період 2018–2024 рр.

Період	Кількість компаній, що впровадили блокчейн	Сфери застосування	Частка у ВВП АПК, %
2018	3	Відстеження поставок	0,01
2019	7	Логістика, трейдинг зерна	0,05
2020	12	Смарт-контракти, сертифікація	0,1
2021	25	Токенизація врожаю, фінансування	0,2
2022	38	Експорт агропродукції, traceability	0,35
2023	50	Управління ланцюгами поставок	0,45
2024	65	Green blockchain, ESG-сертифікація	0,6

Джерело: сформовано за даними [5; 14]

та доступ зацікавлених осіб до інформаційної мережі даного процесу, (рис. 2).

Прозорість виступає як ще одна ключова характеристика технологій блокчейн. Усі транзакції, які мають місце в системі, ретельно реєструються у блоках та стають загальнодоступними для всіх учасників мережі. Це створює високий рівень довіри, оскільки будь-яка спроба змінити існуючий блок буде виявлена всією мережею.

Відзначаючи важливість відсутності централізованого контролю, блокчейн створює невразливу структуру, що виключає можливість однозначного втручання чи маніпуляцій з боку одного централізованого органу [11, с. 14]. У цій децентралізованій моделі кожен вузол в мережі має рівноправний статус, що робить

систему більш стійкою до внутрішніх та зовнішніх загроз. Кожен блок в системі блокчейн містить у собі унікальний хеш-код попереднього блоку, утворюючи послідовний ланцюжок, який відзначається високою стійкістю до будь-яких спроб модифікації чи фальсифікації [3, с. 32]. Цей ключовий аспект робить блокчейн надзвичайно відмінним, враховуючи його властивість невідкладного реєстрування та підтвердження кожної транзакції.

Додатковий рівень захисту надається за допомогою шифрування та підписів, що забезпечують конфіденційність та автентичність кожної транзакції. Технологічна унікальність хеш-функцій та ефективність шифрування додають блокчейну відмінну рівновагу між відкритістю та безпекою (рис. 3).

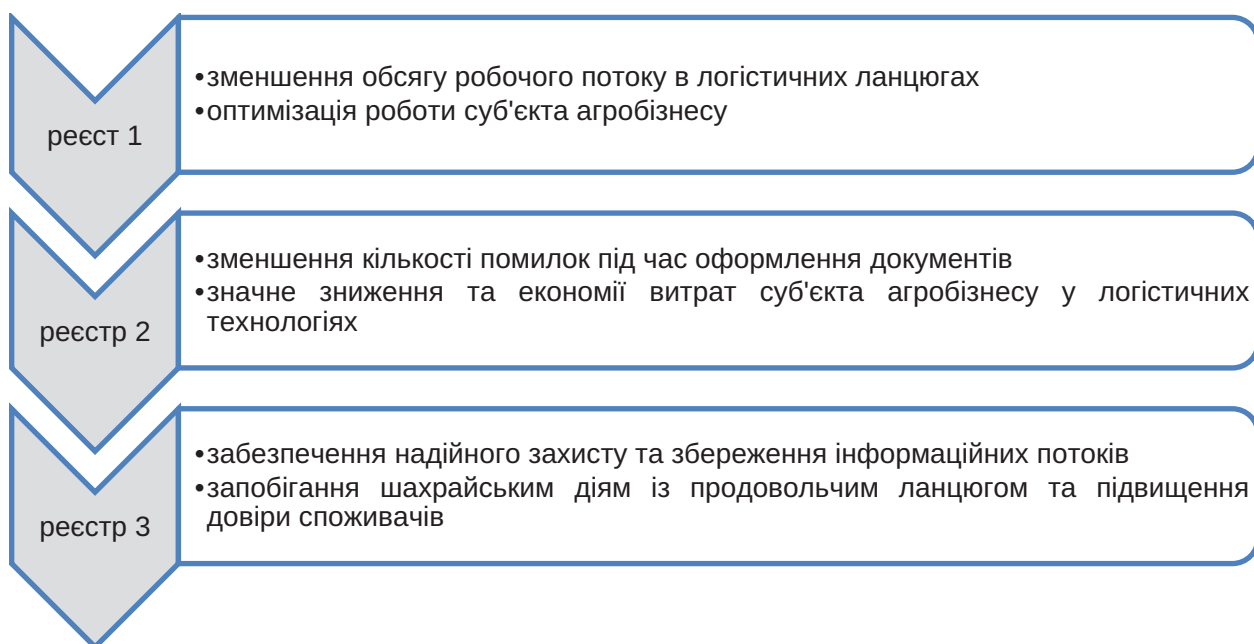


Рис. 2. Технології блокчейну в агробізнесі

Джерело: побудовано за даними [9; 10]

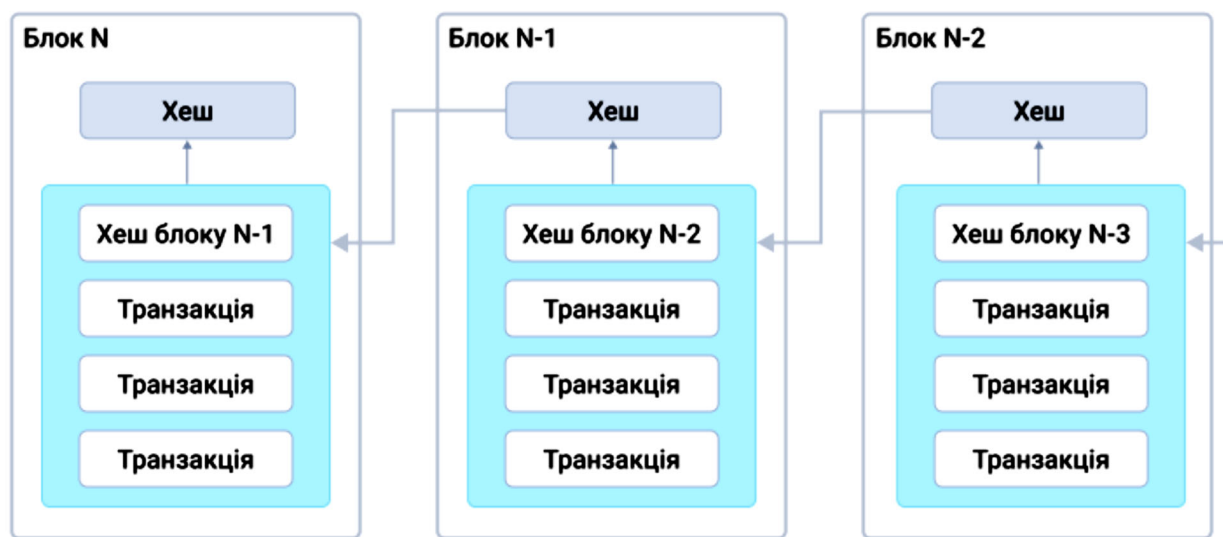


Рис. 3. Загальна структура організації блоків блокчейну

Джерело: побудовано за даними [8]

Смарт-контракти, у своєму базовому розумінні, представляють собою програми, спеціально розроблені для автоматизації виконання угод без необхідності посередництва. Вони вбудовані безпосередньо в структуру блокчейну, що дозволяє автоматичне виконання умов та взаємодію з іншими елементами системи. Ця властивість не тільки спрощує процес укладання угод, але й виключає можливість порушень чи невиконання зобов'язань за допомогою коду, що запуска-

ється в автоматичному режимі [8]. Ці основні принципи складають фундаментальну архітектуру технологій блокчейн.

Децентралізація та транспарентність гарантують відсутність однієї центральної точки вразливості, тоді як надійність та смарт-контракти роблять систему стійкою до атак та дозволяють автоматизувати важкі операції. З позиції організаційно-економічного підходу до розвитку технологій блокчейн в агробізнесі, їх технологічні властивості забезпечу-

ють організацію ланцюжка поставок на ринок продукції, змінюють структуру трансакційних витрат, покращують розподіл P2P-комунікацій в контрагентських відносинах, раціоналізують планування й використання схем просування ресурсів на міжнародному ринку, підвищують ефективність інформаційного ланцюжка щодо укладання між учасниками ринку угод та поточного виконання оперативних завдань за цими угодами, зростанню розриву між ціною продажу сільськогосподарської продукції та її собівартості, що відображає маржу (прибуток) від кожної одиниці продажу, як основного показника оцінки ефективності агробізнесу, а також прибутковості операцій за курсами цінних паперів (акцій) на фондових біржах на всіх етапах заданого ланцюжка в інтерактивному режимі неупереджених і несфальсифікованих джерел інформації, стосовно конкретного продукту (цінного паперу) на будь-якій стадії його просування [4, с. 59–66].

Основні принципи організації роботи технологій блокчейну в агробізнесі представлено на рис. 4.

Блокчейн усуває посередницький вектор впливу на обсяг продовольчого потоку та запобігає маркуванню неоприбуткованої сільськогосподарської продукції та інших форм шахрайства шляхом розширення реєстрів-імпульсів щодо процесної економії витрат у логістичних ланцюжках [10].

На відміну від таких існуючих логістичних технологій, таких як «Just in time», «MRP – Materials/manufacturing requirements/resource planning», «AR – Automatic replenishment» та «Cross-docking» блокчейн є більш привабливою для суб'єктів агробізнесу через зручності фіксації інформаційних носіїв. Проте тільки 1% аграрних підприємств використовує його реєстри у своїх активних трансакціях із інвестування виробничих процесів [6, с. 155].

Вважаємо, що впровадження блокчейн в агробізнесі призведе до отримання певних переваг в використанні логіст-технологій для забезпечення конфіденційності даних в блокчейн-мережах з метою виконання регуляторних вимог та нормативів. В деяких випадках, зокрема у приватних блокчейнах, можливе визначення рівнів доступу та конфіденційності даних між учасниками агробізнесу, і, при цьому, важливо визначати та впроваджувати ефективні системи моніторингу та аудиту безпеки, які дозволяють вчасно виявляти та реагувати на потенційні атаки чи вразливості. Аудит безпеки систем та смарт-контрактів забезпечує надійність їх функціонування.

Висновки. Таким чином, використання технології блокчейн в агробізнесі значною мірою покращує відстежуваність будь-якого елемента кінцевого продукту, активу, ресурсу завдяки незмінній та неспотвореній формі хеш-носіїв, що зберігають дані в реєстрах, розподіляють їх за блоками та характеризують

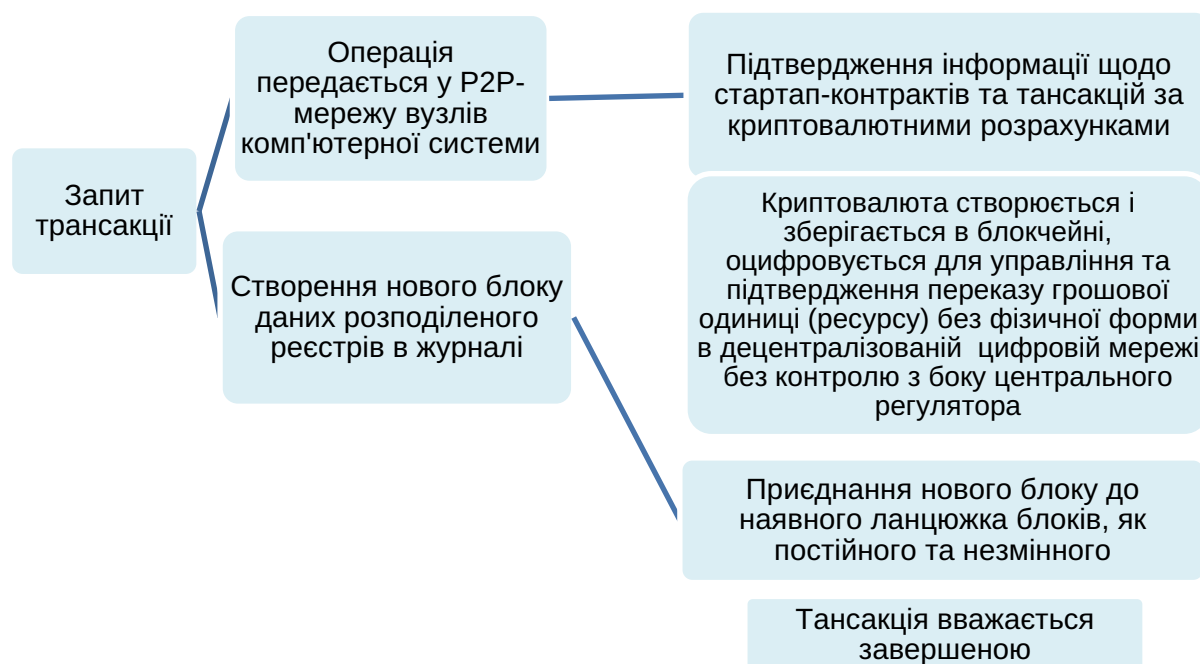


Рис. 4. Основні принципи роботи технологій блокчейну в агробізнесі

Джерело: побудовано за даними [4]

повноцінний вимір організаційно-економічного потенціалу логістичного ланцюжка технологій, не обмежуючись лише ситуативним перманентним нарощуванням інформації. Технології блокчейн дозволяють сформувати високий рівень довіри до галузі сільського господарства загалом. Однак в умовах сьогодення ця децентралізована система в недостатній мірі імплементована в Україні, і, для її впровадження необхідно вирішити питання правового характеру задля контрагентських взаємовідносин між учасниками агробізнесу в ланцюжку постачання інформаційних носіїв, що мають криптовалютні хеши з правом капіталізації на рахунках додаткового доходу від фінансових трансакцій. У перспективі удосконалення моделі оцінки технології блокчейн допоможе заощаджувати часовий лаг на зменшувати витрати та мінімізацію сільськогосподарських ризиків, абсорбувати продуктивність та компетентність персоналу щодо пришвидшеного формування дода-

ної вартості, одержання в короткий термін прибутку.

В цьому процесі зацікавлені учасники агробізнесу готові діяти без регулятора системного розвитку інформаційних потоків та забезпечувати високий економічний ефект від розподілу ресурсів в структурі логістичних ланцюжків для активізації трансакцій за смарт-контрактами при збуті продукції із поглиблення форм і практик інвестування в логіст-технології блокчейн. Такі альтернативні варіанти зосереджують технології блокчейн на потенційні можливості усіх елементів відстежувати пересування транспорту чи придбаних товарів, цінних паперів, криптовалютних ресурсів та оформлювати необхідний пакет документів у формі старт-угод, знищувати незаконні елементи у процесі постачання та забезпечення безпеки інформаційних носіїв за допомогою використання криптографії за умови відсутності вносити зміни у процес постачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Грибинюк О. М., Духницький Б. В., Шеремет О. О. *Перспективи використання технології «блокчейн» у сільському господарстві. Економіка АПК*. 2018. № 3. С. 75–81.
2. Данкевич А. Є., Малінов В. А. *Криптовалюта як інструмент залучення інвестицій у переробних підприємствах АПК. Інтернаука. Серія «Економічні науки»*. 2023. № 9(77). URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/eztuir.ztu.edu.ua>
3. Койбічук В. В. *Дослідження застосування блокчейн-технологій у діяльності світових підприємств: методичний підхід*. Харків, 2020. 211 с.
4. Колодій А., Агрес О., Колодій І. *Перспективи запровадження систем відстежуваності продукції на основі технології блокчейн як форми модернізації системи управління в аграрному секторі економіки. Аграрна економіка*. 2021. № 14(1-2). С. 59–66.
5. Міністерство аграрної політики та продовольства України. *Аналітичний звіт про впровадження цифрових технологій у АПК України*. Київ: Мінагрополітики, 2023. 69 с.
6. Мороз Т. О. *Перспективи використання блокчейн-технологій в аграрному секторі економіки. Modern Economics*. 2019. № 17. С. 153–157.
7. Ткач Л. О., Шацька З. Я. *Цифрова трансформація агропромислового сектору України в контексті впровадження блокчейн технологій. Інноваційні тенденції*. Київ: КНУТД, 2025. 445 с.
8. Усенко А. *Перспективи blockchain для бізнесу та української економіки*. URL: <https://news.finance.ua/ru/news/427333/andrej-usenko-perspektivy-blockchain-dlya-biznesa-i-ukrainskoj-ekonomiki>
9. Швець А. *Впровадження блокчейн-технологій в транспортно-логістичні системи. XXI Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «POLIT. Challenges of science today»*. Київ: НАУ. 2021. С. 125–127.
10. Шестаковська Т. *Соціально-економічна безпека аграрного сектору у контексті використання blockchain-технологій. Інвестиції: практика та досвід*. 2018. № 23. С. 27–32.
11. Antonopoulos A. *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Crypto-Currencies*. Boston: O'Reilly Media, 2014. 298 p.
12. Carrefour Group. *Blockchain and Food Traceability Report for 2019-2023*. URL: https://www.carrefour.com/sites/default/files/2023-04/Carrefour%20DPEF_English%20Version.pdf
13. Deloitte. *Blockchain in Agriculture: Trends, Challenges and Opportunities*. 2023. URL: https://www.researchgate.net/publication/335290647_The_Rise_of_Blockchain_Technology_in_Agriculture_and_Food_Supply_Chains
14. FAO. *The State of Food and Agriculture 2023: Digitalization and Blockchain in Agriculture*. Rome: FAO, 2023. 104 p.

15. Firsova N., Abrahám J. *Economic perspectives of the Blockchain technology: Application of a SWOT analysis*. *Terra Economicus*. 2021. Vol. 19(1). P. 78–90.
16. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldu F. X. *The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains. Blockchain in agriculture*. 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/1908.07391>
17. Markets and Markets. *Blockchain in Agriculture Market – Global Forecast to 2025*. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/blockchain-agriculture-market-and-food-supply-chain-55264825.html>
18. Statista. *Global Investment in Blockchain Technology 2018-2024*. 2024. URL: <https://www.statista.com/statistics/1260400/global-investments-in-blockchain-cryptocurrency/>
19. Sudarssan N. *A Framework for Agricultural Food Supply Chain using Blockchain*. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.09476>

REFERENCES:

1. Hrybnyuk, O. M., Dukhnytskyi, B. V., Sheremet, O. O. (2018). Perspektyvy vykorystannia tekhnolohii «blokchein» u silskomu hospodarstvi [Prospects for the use of blockchain technology in agriculture]. *Ekonomika APK*, no. 3. pp. 75–81.
2. Dankevych, A. Ye., Malinov, V. A. (2023). Kryptovaliuta yak instrument zaluchennia investysii u pererobnykh pidpriemstvakh APK [Cryptocurrency as a tool for attracting investments in processing enterprises of the agricultural industry]. *Internauka. Seriiia «Ekonomichni nauky»*, no. 9(77). URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/eztuir.ztu.edu.ua> (accessed September 3, 2025)
3. Koibichuk, V. V. (2020). Doslidzhennia zastosuvannia blokchein-tekhnolohii u diialnosti svitovykh pidpriemstv: metodychnyi pidkhid [Research on the application of blockchain technologies in the activities of global enterprises: a methodological approach]. Kharkiv: Kalumbus. 211 p. (in Ukrainian)
4. Kolodiy, A., Agres, O., Kolodiy, I. (2021). Perspektyvy zaprovadzhennia system vidstezhuvanosti produktsii na osnovi tekhnolohii blokchein yak formy modernizatsii systemy upravlinnia v aharnomu sektori ekonomiky [Prospects for the introduction of product traceability systems based on blockchain technology as a form of modernization of the management system in the agricultural sector of the economy]. *Ahrarna ekonomika*, no. 14(1-2), pp. 59–66.
5. Ministerstvo aharnoï polityky ta prodovolstva Ukrainy. (2023). Analitychnyi zvit pro vprovadzhennia tsyfrovyykh tekhnolohii u APK Ukrainy [Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. Analytical report on the implementation of digital technologies in the agrarian sector of Ukraine]. Kyiv: Minahropolityky. 69 p. (in Ukrainian)
6. Moroz, T. O. (2019). Perspektyvy vykorystannia blokchein-tekhnolohii v aharnomu sektori ekonomiky [Prospects for the use of blockchain technology in the agricultural sector of the economy]. *Modern Economics*, no. 17, pp. 153–157.
7. Tkach, L. O., Shatska, Z. Ya. (2025). Tsyfrova transformatsiia ahropromyslovoho sektoru Ukrainy v konteksti vprovadzhennia blokchein tekhnolohii. Innovatsiini tendentsii [Digital transformation of the agro-industrial sector of Ukraine in the context of the implementation of blockchain technologies. Innovative trends]. Kyiv: KNUTD. 445 p. (in Ukrainian)
8. Usenko, A. (2023). Perspektyvy blockchain dlia biznesu ta ukraïnskoï ekonomiky [Prospects for blockchain for business and the Ukrainian economy]. URL: <https://news.finance.ua/ru/news/427333/andrej-usenko-perspektyvy-blockchain-dlya-biznesa-i-ukraïnskoj-ekonomiki> (accessed September 3, 2025)
9. Shvets, A. (2021). Vprovadzhennia blokchein-tekhnolohii v transportno-lohistychni systemy [Implementation of blockchain technologies in transport and logistics systems]. XXI Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh uchenykh “POLIT. Challenges of science today. Kyiv: NAU. p. 125-127.
10. Shestakovska, T. (2018). Sotsialno-ekonomichna bezpeka aharnoho sektoru u konteksti vykorystannia blockchain-tekhnolohii [Socio-economic security of the agricultural sector in the context of using blockchain technology]. *Investysii: praktyka ta dosvid*, no. 23, pp. 27–32.
11. Antonopoulos, A. (2014). *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Crypto-Currencies*. Boston: O'Reilly Media. 298 p.
12. Carrefour Group. (2019). *Blockchain and Food Traceability Report for 2019-2023*. URL: https://www.carrefour.com/sites/default/files/2023-04/Carrefour%20DPEF_English%20Version.pdf (accessed September 3, 2025)
13. Deloitte. (2023). *Blockchain in Agriculture: Trends, Challenges and Opportunities*. URL: https://www.researchgate.net/publication/335290647_The_Rise_of_Blockchain_Technology_in_Agriculture_and_Food_Supply_Chains (accessed September 3, 2025)
14. FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Digitalization and Blockchain in Agriculture*. Rome: FAO. 104 p.

15. Firsova, N., Abrahám, J. (2021). *Economic perspectives of the Blockchain technology: Application of a SWOT analysis*. *Terra Economicus*, no. 19(1), pp. 78–90.
16. Kamilaris, A., Fonts, A., Prenafeta-Boldu, F. X. (2021). *The Rise of Blockchain Technology in Agriculture and Food Supply Chains*. *Blockchain in agriculture*. URL: <https://arxiv.org/pdf/1908.07391> (accessed September 3, 2025)
17. Markets and Markets. (2025). *Blockchain in Agriculture Market – Global Forecast to 2025*. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/blockchain-agriculture-market-and-food-supply-chain-55264825.html> (accessed September 3, 2025)
18. Statista. (2024). *Global Investment in Blockchain Technology 2018-2024*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1260400/global-investments-in-blockchain-cryptocurrency/> (accessed September 3, 2025)
19. Sudarssan, N. (2024). *A Framework for Agricultural Food Supply Chain using Blockchain*. URL: <https://arxiv.org/abs/2401.09476> (accessed September 3, 2025)