



DOI 10.58423/2786-6742/2024-7-172-191
УДК 336.74:004.7

Олександр КЛОЧОК

здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальність "Фінанси і кредит"
ДВНЗ "Ужгородський національний університет",
м. Ужгород, Україна
ORCID ID: 0009-0001-3068-1375

Катерина СОЧКА

кандидат економічних наук., доцент,
доцент кафедри обліку і аудиту,
Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II,
м. Берегове, Україна
кандидат економічних наук., доцент,
доцент кафедри обліку і аудиту,
доцент кафедри фінансів і банківської справи,
Економічний факультет, ДВНЗ «УжНУ»
м. Ужгород, Україна
ORCID ID: 0000-0002-6247-221X
Researcher ID: ABA-1576-2021
Scopus Author ID: 57210756948

БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЇ: СУТНІСТЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ СЕКТОРІВ

***Анотація.** У статті досліджено зміст та основні складові елементи технології блокчейн як сучасної інноваційної децентралізованої системи, яка у глобальному вимірі активно імплемтується у повсякденну діяльність органів влади, усіх секторів економіки та фінансово-кредитної сфери, і навіть окремих осіб. Сфера блокчейн-технологій за останнє десятиріччя зазнала неабиякого розвитку як на міжнародному, так і на національному рівні. Діючі алгоритми даної технології не тільки суттєво пришвидшують та оптимізують існуючі процеси економічного та фінансового характеру, але й можуть стати чинником ґрунтовних трансформацій у світовій та національних фінансових системах. Метою дослідження є з'ясування сутності блокчейну, характеристики та взаємодії його основних елементів (блок, транзакція, вузол (нода), алгоритм консенсусу та його види, хеш-функції, криптографічні підписи). Вивчено основні напрямки розвитку блокчейн-технологій, запропоновано деталізовану класифікацію, яка об'єднує всі відомі на сьогоднішній день складові цієї технології. Досліджено зміст та складові таких комплексних напрямів розвитку блокчейн-технологій як криптовалюти (зокрема, монети, токени, стейблкоїни та цифрові валюти центральних банків) та систему децентралізованих додатків, яка сьогодні надзвичайно динамічно розвивається (зокрема, сектори штучного інтелекту (AI), децентралізованого зберігання інформації, інтернету речей (IoT), метавесвіту (Metaverse), токенозованих активів «реального світу» (RWA), децентралізованої ідентифікації (DID), ігрових платформ (GameFi), децентралізованих мереж фізичної інфраструктури (DePIN)). Зроблено висновок про перспективи подальшої інтеграції блокчейн-технологій у різноманітні фінансові процедури національного та міжнародного рівня, а також важливість прогнозування потенційних наслідків цих процесів.*

***Ключові слова:** блокчейн-технології, децентралізовані додатки, криптовалюта, смарт-контракт, цифрова валюта, цифрові технології.*

JEL Classification: F30, G15, O30

Absztrakt. A cikk a blokklánc-technológia, mint modern innovatív decentralizált rendszer tartalmát és főbb elemeit vizsgálja, amely globálisan is aktívan érvényesül a hatóságok, a gazdaság és a pénzügyi és hitelezési szféra, de akár magánszemélyek napi tevékenységében is. Az elmúlt évtizedben a blokklánc technológia jelentős fejlődésen ment keresztül nemzetközi és nemzeti szinten egyaránt. Ennek a technológiának a hatékony algoritmusai nemcsak jelentősen felgyorsítják és optimalizálják a meglévő folyamatokat a gazdaság és a pénzügy területén, hanem a globális és nemzeti pénzügyi rendszerek alapvető átalakulásának tényezőjévé is válhatnak. A cikk célja a blokklánc lényegének, fő elemeinek (blokk, tranzakció, csomópont, konszenzus algoritmus és típusai, hash függvények, kriptográfiai aláírások) leírásának és interakciójának tisztázása. Tanulmányozzuk a blokklánc-technológiák fejlesztésének fő irányait, és egy részletes osztályozást javasolunk, amely összegyűjti ennek a technológiának az összes ismert összetevőjét. A blokklánc-technológiák olyan összetett területeinek tartalma és komponensei, mint a kriptovaluták (különösen a coinok, tokenek, stabilcoinok és a központi bankok digitális valutái), valamint a decentralizált alkalmazások rendszere, amely ma rendkívül dinamikus fejlődik (különösen a mesterséges intelligencia (AI), a decentralizált információtárolás, a tárgyak internete (IoT), a metaverzum (Metaverse), a tokenizált „valós világbeli” eszközök (RWA), a decentralizált azonosítás (DID), a játéklatformok (GameFi) ágazatai, a fizikai infrastruktúra decentralizált hálózatai (DePIN)). Következtetés született a blokklánc-technológiák további nemzeti és nemzetközi pénzügyi folyamatokba történő integrálásának kilátásairól, valamint e folyamatok lehetséges következményeinek előrejelzésének fontosságáról.

Kulcsszavak: blokklánc technológiák, decentralizált alkalmazások, kriptovaluta, intelligens szerződés, digitális valuta, digitális technológiák.

Abstract. The article examines the content and main elements of blockchain technology as a modern innovative decentralized system, which is actively implemented globally in the daily activities of authorities, all sectors of economy, the financial and credit sphere, and even individuals. Over the past decade, the blockchain technology has experienced significant development both at the international and national level. Effective algorithms of this technology not only significantly speed up and optimize existing processes in the field of economy and finance, but can also become a factor of fundamental transformations in global and national financial systems. The aim of the research is to clarify the essence of the blockchain, the description and interaction of its main elements (block, transaction, node, consensus algorithm and its types, hash functions, cryptographic signatures). The main directions of the development of blockchain technologies are studied and a detailed classification, which compiles all the known today components of this technology, is proposed. The content and components of such complex fields of blockchain technologies as cryptocurrencies (in particular, coins, tokens, stablecoins and digital currencies of central banks) and the system of decentralized applications, which is developing extremely dynamically today (in particular, the sectors of artificial intelligence (AI), decentralized information storage, Internet of Things (IoT), Metaverse (Metaverse), Real World Tokenized Assets (RWA), Decentralized Identity (DID), Gaming Platforms (GameFi), Decentralized Physical Infrastructure Networks (DePIN)). A conclusion was made about the prospects of further integration of blockchain technologies into various financial procedures at the national and international level, as well as the importance of forecasting the potential consequences of these processes.

Keywords: blockchain technologies, decentralized applications, cryptocurrency, smart contract, digital currency, digital technologies.



Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку людство живе у дуже динамічному високотехнологічному середовищі, яке постійно змінюється і щоденно пропонує нові, більш ефективні підходи для покращення та оптимізації усіх сфер нашого життя. Пандемія Ковід – 19 пришвидшила тенденції активного розвитку електронних платформ і сервісів держави та бізнесу, подальшу глобальну цифровізацію багатьох процесів у різних сферах суспільної діяльності від освіти та охорони здоров'я до державного управління, оптимізацію виробничих та управлінських процесів. Однією з таких технологій, яка привернула до себе увагу населення, підприємців та урядів багатьох країн світу, є технологія блокчейн. За останнє десятиріччя дана технологія зазнала стрімкого розвитку і еволюціонувала у повноцінну сферу блокчейн-технологій, продукти якої поступово починають використовуватися у багатьох галузях економіки та інтегруватися в усі аспекти повсякденного життя.

За результатами опитування, проведеного компанією Gradus Research на замовлення криптовалютної біржі WhiteBIT серед мешканців України (2024 р.), серед опитаних криптовалюта (один з різновидів блокчейн-технологій) входить у трійку найбільш важливих активів, якими вони володіють: нерухомість (59%), депозит у банку (44%), крипто валюта (26%), дорогоцінні метали (24%), облигації (15%). Варто наголосити, що 50% респондентів хотіли б почати користуватися криптовалютою, але через брак знань і відсутність чіткого розуміння сфери блокчейн-технологій не наважуються на це [1]. Ці дані корелюються з звітом аналітичної компанії [2] згідно якого у 2023 році Україна посіла п'яте місце (після Індії, Нігерії, В'єтнаму та США) за рівнем інвестування громадянами частки своїх активів у криптовалюту. Варто наголосити, що сьогодні вітчизняний ринок блокчейн – технологій динамічно розвивається у різних напрямках, а окремі проекти набули глобального поширення, зокрема, це криптовалютна біржа WhiteBIT з її розвинутою екосистемою, Solana, NEAR Protocol.

Найбільш поширеними сьогодні напрямками практичного використання блокчейн-технологій є різні види міжнародних розрахунків, розрахунки з контрагентами, сплата визначених податків та зборів, робота з документами та розподіленими сховищами даних, оперативне фіксування фактів господарської діяльності та звітність у реальному часі, робота з різноманітними державними реєстрами та отримання офіційної інформації [3]. З огляду на вищезазначене, дослідження різних напрямків розвитку сфери блокчейн-технологій та узагальнення їх класифікації, яка охоплює актуальні сьогодні сектори даної сфери, є актуальним у сучасних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з перших вітчизняних фундаментальних наукових праць, в якій згадується технологія блокчейн та поняття «криптовалюта», досліджуються їх особливості та можливості



використання є монографія за редакцією А.І. Крисоватого та О.М. Сохацької [4]. З моменту публікації даної роботи коло науковців, які зацікавились сферою блокчейн-технологій і проводили дослідження як теоретичного, так і прикладного характеру значно розширилось. Зокрема, дослідженню сутності технології блокчейн та криптовалют присвячені роботи В. Алексеєнко, О. Чубарь [5], Г. Купалової, Н. Коренєвої, Н. Гончаренко [6], С. Щербакова, С. Хрипко [7], В. Степури [8], а матеріал більш прикладного характеру, присвячений вивченню особливостей застосування блокчейн-технологій у сфері державних фінансів, бухгалтерського обліку, транспортно-логістичного обслуговування, містять праці О. Солодовнік, К. Докуніної [9], Б. Керничного [10], Н. Правдюк, І. Лепетан, Л. Коваль [11], І. Замкової, Г. Мацьків [12].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на те, що в українському науковому полі є ряд наукових публікацій, у яких досліджується сутність блокчейн-технологій та окремі їх види, динамічний розвиток цієї сфери у прикладному аспекті, активна розробка принципово нових рішень та їх інтеграція у різні сфери державного управління, бізнесу, дозвілля, приватного життя, залишає невирішеним завдання вироблення узагальненої та детальної класифікації блокчейн-технологій, максимально адаптованої до відомих на даний момент наукових та прикладних напрацювань.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є з'ясування сутності технології блокчейн і блокчейн-технологій, а також вироблення актуальної їх класифікації, яка максимально узагальнює та охоплює актуальні сьогодні складові даної сфери.

Виклад основного матеріалу дослідження. Блокчейн (від англ. “block” – “блок”, “chain” – “ланцюг”) є різновидом бази даних, інформація у якій зберігається у вигляді ланцюжка блоків, кожен з яких містить інформацію про зашифровані за певним алгоритмом дані попереднього блоку. Тобто, усі блоки пов'язані між собою визначеними ланцюгами. Варто наголосити, що такі бази даних підтримується багатьма комп'ютерами по усьому світу [13]. Загальновизнаними перевагами блокчейн технології є прозорість, стабільність, надійність, незалежність [14, с. 165].

Хоча структура й дизайн кожного окремо взятого блокчейну може змінюватись залежно від особливостей його використання та вимог, які розробники ставлять до нього, але, як правило, основними складовими елементами переважної більшості блокчейнів, які існують на сьогоднішній день, є (табл. 1) [13; 15]:

Таблиця 1.

Основні елементи блокчейнів та їх характеристика

Елемент блокчейну	Характеристика елемента
1. Блок	Сукупність певних даних, які включають набір транзакцій та унікальний хеш; блок завжди містить посилання на хеш попереднього блоку і таким чином формує ланцюжок блоків, який одночасно зберігається у різних місцях і містить інформацію про усі перекази. Високий рівень безпеки блокчейну обумовлюється тим, що для підробки транзакцій одного блоку потрібно змінити усі наступні



Елемент блокчейну	Характеристика елемента
	за ним файли, що сьогодні практично неможливо.
2. Транзакція	Цифровий запис про обмін цінностями або активами між сторонами; вони за окремим алгоритмом групуються у блоки та додаються у ланцюжок блокчейн.
3. Вузол (нода)	Точка, яка забезпечує роботу програмного забезпечення для підтримки мережі блокчейну; здійснює підтвердження або скасування транзакцій, видобуває нові блоки, передає дані мережею, зберігає копії усього ланцюжка конкретних блоків. У якості ноди у блокчейні може виступати будь-який суб'єкт, який встановив відповідне програмне забезпечення блокчейну.
4. Алгоритм (механізм) консенсусу	Принцип роботи блокчейну для забезпечення безпеки мережі та узгодженості даних між окремими вузлами, що є необхідною умовою для підтримки цілісності та безпеки блокчейну; завдяки цим алгоритмам блокчейн не потребує централізованих сховищ та адміністраторів. Алгоритми консенсусу підтверджують достовірність інформації у кожному блоці системи.
5. Хеш-функція	Алгоритми криптографії, які перетворюють дані на рядки символів фіксованої довжини. У блокчейні такі хеш-функції використовуються для формування унікального «хешу» кожного блоку та захисту від несанкціонованого доступу. Дана функція є обов'язковою складовою кожного блокчейну.
6. Криптографічний підпис	Математична функція для перевірки справжності транзакції, яка генерується з використанням закритого ключа, може перевірятися за допомогою відкритого ключа.

Джерело: узагальнено авторами за [13; 15]

У практичній діяльності найбільш поширеними сьогодні є такі основні види алгоритмів (механізмів) консенсусу блокчейну (деталізація п. 4 таблиці 1) [13; 15]:

• **Proof of Work** або PoW (з англ. – «доказ роботи») – це алгоритм консенсусу, за якого майнери прагнуть розв'язати складні математичні завдання для того, щоб мати можливість додати наступний блок до блокчейну. Під час процесу майнінгу саме перший учасник, який вирішив завдання отримує винагороду у вигляді криптовалюти конкретного блокчейну. Яскравим прикладом блокчейну, які функціонує на основі даного механізму є Біткоїн.

• **Proof of Stake** або PoS (з англ. – «підтвердження частки») – це алгоритм консенсусу, який має на меті вирішити окремі недоліки алгоритму Proof of Work (PoW). У системі PoS учасники-майнери не змагаються у вирішенні складних математичних завдань для перевірки транзакцій та додавання нових блоків, а вибирають валідаторів на основі обсягу криптовалюти конкретного блокчейну, стейкінг якого вони здійснюють у мережі. Валідатори володіють певною кількістю крипто валюти, як забезпечення або часткою стейкінгу для участі у процесі консенсусу. Вони обираються для створення нових блоків, перевірки транзакцій, підтримання мережевого консенсусу та безпеки на основі наступних критеріїв [16] – внесок у мережу, розмір ставки, тривалість роботи, репутація у мережі, заходи безпеки. Валідатори для стимулювання діяльності на користь



мережі отримують комісію за транзакції, за створення нових блоків, а також інколи додаткові мережеві монети. Прикладом блокчейну, який функціонує на основі даного алгоритму є Ефіріум.

- Delegated Proof of Stake або DPoS (з англ. – «делеговане підтвердження частки») – це алгоритм консенсусу, який за принципом функціонування дуже схожий на алгоритм Proof of Stake (PoS), але, на відміну від останнього, власники tokenів обирають менший набір делегаторів для створення нових блоків та підтвердження транзакцій.

- Proof of Authority або PoA (з англ. – «доказ повноважень») – це алгоритм консенсусу, критерієм обрання валідатора у якому є не кількість криптовалюти, а репутація або особистість суб'єкта валідації.

- Proof of Time або PoT (з англ. – «доказ часу») – це алгоритм консенсусу, за якого валідатор обирається на основі часу, проведеного ним у мережі.

- Proof of Space або PoSpace (з англ. – «доказ місця») – це алгоритм консенсусу, за якого право на створення блоку дається тому, хто надав «в оренду» найбільший обсяг дискового простору.

За критерієм доступності для окремих користувачів доцільно виокремити наступні види блокчейнів [13; 15]:

- Публічний (загальнодоступний) блокчейн – децентралізована відкрита мережа з відкритим вихідним кодом. Такі мережі характеризуються інклюзивністю, коли кожен може отримати доступ і використовувати їх. Біткоїн та Ефіріум є прикладами публічних блокчейнів.

- Приватний блокчейн – характеризується обмеженим доступом до мережі та закритістю для публіки; використовуються окремими організаціями для конкретних цілей (обмін даними, управління ланцюжками постачання, фінансові транзакції тощо). Така мережа підтримується консорціумом організацій або осіб, тільки затверджені учасники, які відповідають певним критеріям (наявність необхідних технічних навичок, виконання певних бізнес-вимог тощо) можуть приєднуватися до такої мережі та підтверджувати транзакції. Наприклад, Hyperledger — це приватний блокчейн із дозволом.

- Консорціумний блокчейн або блокчейн-консорціум – це різновид блокчейну, за якого мережа управляється групою організацій, які працюють разом для перевірки транзакцій та її обслуговування. В якості таких організацій можуть виступати підприємства, організації або державні установи. При цьому учасники консорціумного блокчейну мають різний ступінь контролю над мережею залежно від своєї ролі та рівня довіри у консорціумі. Прикладами блокчейну-консорціуму є Energy Web Foundation і Dragonchain.

- Гібридний блокчейн – це різновид блокчейну, який поєднує ознаки як приватного, так і публічного блокчейну. Він забезпечує безпеку та прозорість загальнодоступних блокчейнів та конфіденційність та контроль приватних блокчейнів. У таких блокчейнах частина мережі може бути відкритою для

громадськості для перевірки транзакцій, а окремі блоки мати обмежений доступ.

Таким чином, блокчейн-технологія – це будь-яка технологія, основою функціонування якої є блокчейн або взаємодія з ним.

Виходячи з історичного розвитку блокчейн-технологій, на нашу думку доцільно виокремити дві основні події, які вплинули на подальший розвиток всієї сфери:

- поява Біткоїну, який став першим вдалим прикладом застосування технології блокчейн на практиці і дозволив проведення транзакцій між користувачами його мережі;

- поява Ефіріуму, основним нововведенням якого були смарт-контракти – крихитні комп'ютерні програми, вбудовані в блокчейн, що дозволяють проведення транзакцій за дотримання певних умов без необхідності залучення третіх осіб і функціонують подібно до традиційних контрактів у реальному світі. Саме завдяки появі смарт-контрактів стала можливою розробка децентралізованих додатків (dApps) на базі блокчейну, що значно розширило можливості до застосування даної технології у повсякденному житті, а також дало поштовх до активного розвитку всієї сфери блокчейн-технологій [18; 19; 20].

Враховуючи вищезазначене, пропонуємо багаторівневу та комплексну систему блокчейн-технології досліджувати з точки зору функціонування двох самостійних напрямів: сфера криптовалют та сфера децентралізованих додатків (dApps), кожний з яких, в свою чергу, поділяється на окремі сектори (рис. 1).

Криптовалюта – це децентралізована цифрова валюта, яка використовує криптографію для забезпечення безпеки і базується на блокчейні. Визначальною особливістю криптовалют є те, що вони обертаються незалежно від інститутів організованих посередників (банки, платіжні системи) [21]. Криптовалюти володіють унікальними рисами і перевагами, які відрізняють їх від традиційних валют і роблять привабливими для використання бізнесом, населенням та органами влади – децентралізація, анонімність, обмежена кількість, глобальність, низькі комісії, надійність та прозорість розрахунків, швидкість та зручність переказів, відсутність контролю за мережею, високий рівень захисту, стійкість до традиційної інфляції [22; 23, с. 716; 24]. Ці ж автори зазначають такі недоліки крипто валют, як нестабільність, обмеженість знань у населення і високий рівень помилок, незворотність операцій (неможливо скасувати платіж при помилці), втрата активів при втраті паролю або доступу до гаманця, розвинута інфраструктура, також з точки зору органів державної влади та фінансового контролю існує широкий спектр можливостей для порушень фінансового характеру – відсутність централізованого контролю, можливість використання для відмивання грошей, ухилення від сплати податків, фінансування незаконної діяльності, ризику хакерських атак тощо. [22; 23, с. 717; 24].

Складовими напрямку криптовалют є монети, токени, кожен з яких також поділяється на окремі види, а також стейблкоїни та цифрові валюти центральних банків (CBDC).

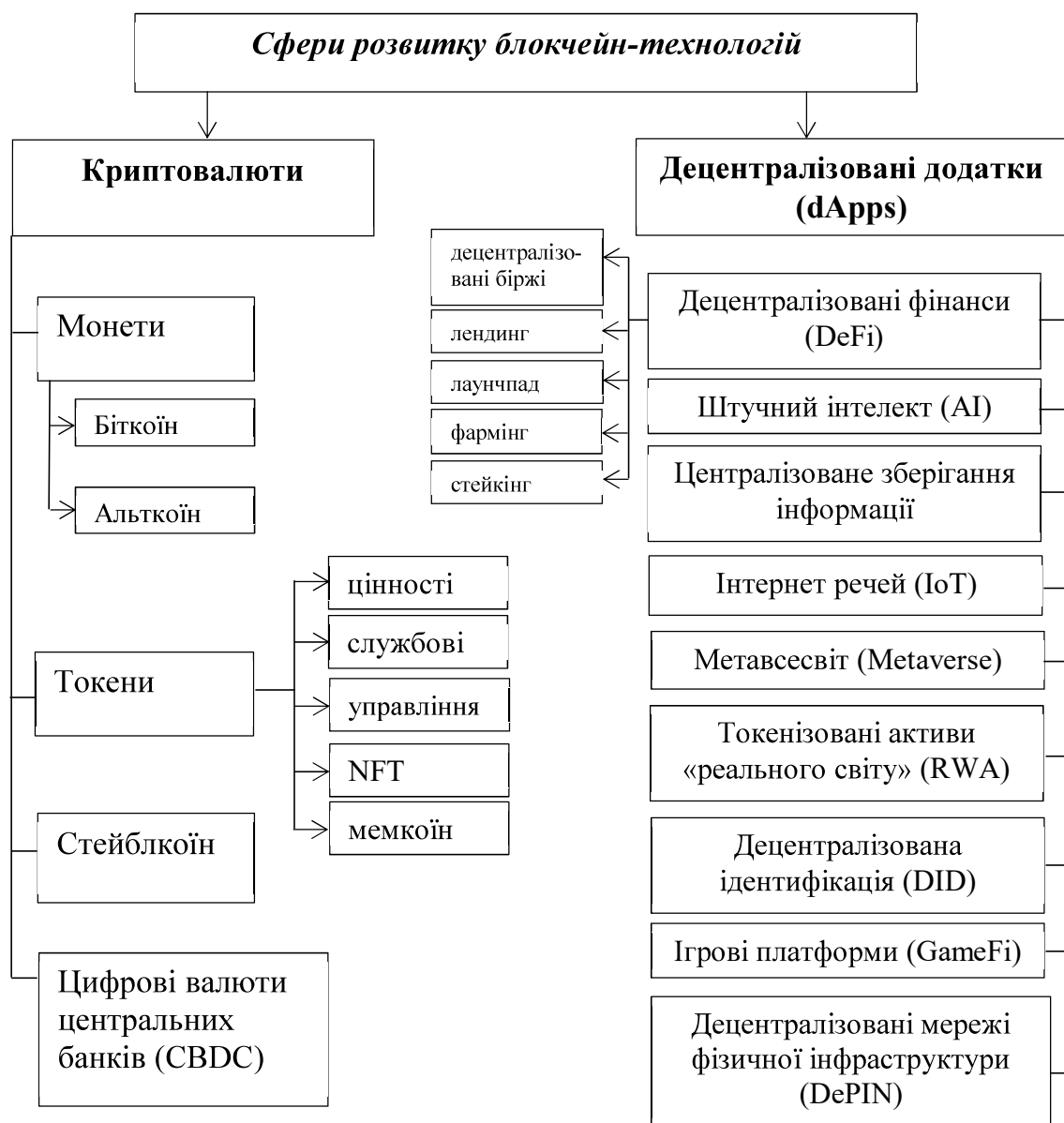


Рис. 1. Сфери розвитку блокчейн-технологій*

Джерело: авторська розробка

Монета (coin - «монета») – це різновид криптовалют, що створюється на власному блокчейні і виступає цифровим аналогом традиційних грошей у межах даного блокчейну. Монети, в свою чергу, також поділяються на два основні види: біткоїн та альткоїни.

Біткоїн – перша у світі децентралізована цифрова валюта та платіжна система, яка дає користувачеві можливість надсилати та отримувати кошти без централізованих та організованих посередників (банки, фінансові установи) [25].

Альткоїни об'єднують усі інші види криптовалют, відмінні від біткоїна. Прикладами альткоїнів є ефіріум, лайткоїн, солана тощо.

Токен (token - «жетон», «символ») – різновид криптовалюти, який функціонує на базі вже існуючого блокчейну і являє собою цифровий сертифікат, що гарантує виконання зобов'язань компанії перед його власником. Токен є своєрідним крипто валютним аналогом цінних паперів, контроль за транзакціями яких здійснюється через технологію блокчейн. Дуже часто токени виступають у якості джерела фінансування децентралізованих додатків, складаючи таким чином основу їхньої економічної моделі [26].

Доцільно виділяти такі основні види криптокотокенів:

- Токени цінності (security tokens) – це криптокотокени, які є аналогом цінних паперів у цифровому світі, вони створюються для надання інвесторам прав власності на акції, облігації, частки у компаніях тощо. Випуск та обіг таких токенів регулюється відповідними органами, а їх власники отримують права на частину прибутку, участь у корпоративному управлінні та інші привілеї. Блокчейн технології створюють передумови для уникнення бюрократії, більш прозорого та ефективного управління такими активами [27].

- Службові токени або токени корисності (utility tokens) – це криптокотокени, які надають доступ до певних продуктів або послуг в межах конкретної блокчейн-платформи. Іншими словами, це віртуальні активи, що використовуються для розрахунків та інших цілей у проектах і децентралізованих застосунках, які функціонують на базі блокчейну [28].

- Токени управління (governance tokens) – це криптокотокени, які дають власнику можливість приймати участь в ухваленні ключових рішень щодо розвитку проекту, право висувати власні ідеї та ініціативи. Сьогодні ці токени популярні у секторах DeFi та GameFi. Найбільш популярними токенами управління є Uniswap (UNI), Aave (AAVE) і Sushi (SUSHI) [27].

- Мемкоїни (memecoin – «монета-мем») – це різновид криптокотокенів, які створені на базі мемів (вірусних гумористичних фото, відео чи гіфок, які швидко набирають популярність в інтернеті) та, найголовніше, не мають ніякої внутрішньої вартості або корисності. Найпопулярнішими мемкоїнами є Dogecoin, Pepe, Floki та Shiba Inu [29].

- NFT (non-fungible token – «невзаємозамінний токен») – це різновид криптокотокенів, які, по суті, являють собою криптографічні сертифікати. Кожний такий токен є унікальним і, як випливає з назви, не може бути рівноцінно замінений іншим аналогічним токеном. Сьогодні NFT часто використовується для цифровізації творів мистецтва (музика, картинки, картини, тексти тощо) [30; 31].

Стейблкоїни (stablecoin – «стабільна монета») – це криптоактив, ринкова вартість якого прив'язана до вартості реального активу в пропорції 1:1. Такий



механізм передбачає володіння емітентом певним резервом активів, який еквівалентний обігу стейблкоїнів. Такі резерви можуть мати форму фіатних грошей, дорогоцінних металів, інших крипто валют. Таким чином, емітент гарантує, що навіть у випадку проблем або руйнування стейблкоїну, його власники забезпечені та зможуть викупити свої монети. Найчастіше вартість стейблкоїнів прив'язана до вартості певної фіатної валюти (наприклад, курс стейблкоїна Tether (USDT) дорівнює курсу американського долара: 1 USDT = 1 USD) [32; 33].

Особливим різновидом криптовалют є цифрові валюти центрального банку або CBDC (central bank digital currency). CBDC представляє собою цифрову форму грошей, які емітуються центральним банком і мають статус законного платіжного засобу. Таким чином, вони є традиційними грошами у цифровій формі, які випускаються центральним банком конкретної країни та засновані на цифровому обліковому записі. Складові одиниці цифрової валюти є цифровим відповідником складовим одиницям традиційної валюти конкретної країни [34].

Іншим напрямом динамічного розвитку блокчейн-технологій є сфера децентралізованих додатків. Децентралізовані додатки (dApps) – це додатки або програми, основані на технології блокчейну, які працюють в децентралізованій комп'ютерній системі або P2P-мережі. Важливу роль у роботі dApps відіграють смарт-контракти – комп'ютерні алгоритми, призначені для укладання і контролю самовиконуваних контрактів в блокчейні. Так, при досягненні певних умов смарт-контракт виконує відповідний пункт договору. Наприклад, в обмін на токени користувач може отримати місце для зберігання інформації [35].

Серед децентралізованих додатків сьогодні можна виокремити такі основні сектори:

- сектор децентралізованих фінансів (DeFi);
- сектор штучного інтелекту (AI);
- сектор децентралізованого зберігання інформації;
- сектор інтернету речей (IoT);
- сектор метавсесвіту (Metaverse);
- сектор токенизованих активів «реального світу» (RWA);
- сектор децентралізованої ідентифікації (DID);
- сектор ігрових платформ (GameFi);
- сектор децентралізованих мереж фізичної інфраструктури (DePIN).

Найбільш розгалуженим з усіх зазначених секторів є сектор децентралізованих фінансів, який, в свою чергу, ще поділяється на окремі функціональні напрями. Децентралізовані фінанси (англ. decentralized finance (DeFi)) – екосистема децентралізованих фінансових сервісів на основі загальнодоступних блокчейнів; вони дозволяють використовувати різноманітні фінансові послуги (кредитування, запозичення, трейдинг) без централізованих організацій [36].

У свою чергу, сьогодні сектор децентралізованих фінансів практично проявлений у таких основних напрямках:

- децентралізовані біржі (decentralized exchange (DEX)) – платформи для торгівлі криптоактивами, на яких усі операції відбуваються за допомогою смартконтрактів, а не централізованої торгівельної системи. Особливістю таких бірж є те, що вони не контролюють угоди і не зберігають кошти учасників. Переказ активів відбувається безпосередньо з підключеного до платформи гаманця учасника. Ці платформи не мають процедури верифікації користувачів [37];

- лендинг – це процес, під час якого особа надає свої криптовалютні активи в управління чи позику на лендинг-платформі, а інші користувачі чи трейдери отримують можливість взяти ці активи в позику під встановлену відсоткову ставку або інші умови [38];

- лаунчпад – платформа, яка дозволяє криптопроектам на початкових стадіях розвитку залучати фінансування через продаж токенів або монет [39];

- фармінг або «прибуткове фермерство» (yield farming) – це процес, коли особа надає свої криптоактиви у пули ліквідності DeFi-протоколу та отримує за це винагороду [40];

- стейкінг (stake — «частка») – можливість отримання пасивного доходу від крипто валюти з використанням алгоритму консенсусу PoS та його різновидів. [41].

Сектор штучного інтелекту представлений додатками, які виступають у вигляді децентралізованих платформ для розробки, розвитку та оперування штучного інтелекту. Такі платформи підтримують увесь спектр процесів, які необхідні для успішного функціонування штучного інтелекту: від розробки моделей ШІ до виконання штучним інтелектом поставлених перед ним задач у безпечний та прозорий спосіб, незалежно від галузі, для якої розробляється та чи інша модель штучного інтелекту. Завдяки такому поєднанню створюється принципово нова екосистема, де технології штучного інтелекту можуть розвиватися відносно незалежно, що полегшує та пришвидшує процес вдосконалення даної технології та розвитку інновацій в цій галузі із забезпеченням технологією блокчейн таких важливих характеристик як прозорість, підвищена безпека та децентралізованість [42].

Сектор децентралізованого зберігання інформації представлений додатками, які використовують технологію блокчейн для полегшення зберігання інформації та перевірки транзакцій у межах розподіленої мережі. Такі додатки є аналогом хмарних сховищ, проте, на відміну від останніх, інформація зберігається не на одному централізованому сервері, а на декількох мережевих вузлах (нодах), якими керують окремі особи чи організації, які спільно використовують свій додатковий вільний дисковий простір за окрему плату. При цьому також відбувається шифрування інформації, яка зберігається.

По суті, постачальники послуг із децентралізованого зберігання інформації часто виступають у якості посередників, зводячи осіб, яким потрібно зберігати



дані, з особами, які хочуть «здати в оренду» свої додаткові ємності для збереження інформації. Незалежно від того, де зберігаються дані, лише власник даних володіє особистим ключем шифрування; постачальники послуг зі зберігання даних не можуть отримати до них доступ. У багатьох випадках файли також розбиваються на сегменти та розподіляються в кількох місцях, забезпечуючи таким чином ще один рівень безпеки для збереження даних [43].

Сектор інтернету речей (Internet of Things (IoT)) представлений проектами, які розробляють безпечні та децентралізовані платформи для пристроїв IoT, сприяючи таким чином вирішенню проблеми стандартизації таких пристроїв, підвищенню надійності мережі та перешкоджанню зовнішньому втручання шляхом надання унікальних цифрових ідентифікаторів кожному пристрою, який підключений до загальної мережі, а також запобіганню фальсифікації даних мережі завдяки незмінному характеру записів на блокчейні [44].

Сектор метавсесвіту представлений блокчейн-платформами, які являють собою самодостатні системи, користувачі яких можуть проводити різноманітну діяльність (працювати, відпочивати, навчатися тощо). Кожна така система може мати свої особливості та специфічні функції. Самі користувачі цих платформ формують її простір, обирають вид діяльності, а криптовалюти та NFT діють можливість монетизувати будь-яку активність у мета світах. Крім блокчейн-технологій, в даному сегменті також застосовуються технології віртуальної та доповненої реальності, а також штучного інтелекту [45].

Сектор токенизованих активів «реального» світу (Real world assets (RWA)) представлений блокчейн-проектами, основний функціонал яких спрямований на токенизацію – конвертацію активів або корисних властивостей у цифрові токени. Таким чином, токенизованим може бути актив, інформація щодо якого може бути формалізована та зафіксована у вигляді коду – від матеріальних до нематеріальних (авторські права) благ. Однак, практично специфіка окремих благ та нормативні вимоги зумовили ситуацію, коли окремі блага простіше токенизувати і вони є широко поширеними, а інші – складніше. Станом на 2023 рік найбільш популярними класами активів, які підлягали токенизації, були акції та державні облігації, нерухомість, кредитні зобов'язання та предмети колекціонування.

Крім цього, токенизація дозволяє інтегрувати традиційні активи в DeFi-інфраструктуру, що забезпечує їх доступність та ефективність торгівлі з використанням автоматичних маркетмейкерів або інших блокчейн рішень [46].

Сектор децентралізованої ідентифікації представлений платформами, які створюють децентралізовані ідентифікатори. Децентралізований ідентифікатор (DID) — це унікальний ідентифікатор, який може бути виданий децентралізованою платформою. Цей ідентифікатор виступає як доказ володіння цифровою ідентичністю. На відміну від традиційних ідентифікаторів, які вимагають централізованого органу реєстрації, DID є універсальними унікальними ідентифікаторами (UUID), які можна перевірити криптографічно. Їх можна використовувати для ідентифікації окремих осіб, організацій, абстрактних об'єктів, моделей даних і пристроїв Інтернету речей (IoT).



Важливість DID полягає в тому, що вони дають змогу створити нову форму самостійної суверенної ідентичності, де лише користувач має повний контроль над нею, не покладаючись при цьому на будь-які централізовані організації. Завдяки цій властивості DID сприяють підвищенню рівня конфіденційності, безпеки та загальної свободи в Інтернеті. DID також роблять процес верифікації більш зручним та ефективним, знижуючи таким чином ризик крадіжки особистих даних і шахрайства [47; 48].

Сектор ігрових платформ (Gaming Finance (GameFi) – «ігрові фінанси») – передбачає взаємодію гравців у віртуальних іграх на блокчейні і є синтезом децентралізованих фінансів (DeFi) та ігор. У даному сегменті блокчейн використовується для створення інтерактивних ігор, у яких учасники можуть заробляти, обмінювати та управляти своїми цифровими активами на основі принципів та інструментів DeFi. Гравці можуть отримувати винагороду за певні результати або досягнення у грі, здійснювати торгівлю ігровими активами, використовувати їх у інших іграх або навіть конвертувати у реальну валюту через децентралізовані фінансові протоколи. Сегмент GameFi дає можливість учасникам заробляти на своїй активності або досягнутих результатах у іграх, створює нові методи взаємодії з цифровими активами у віртуальному середовищі [49].

Сектор децентралізованих мереж фізичної інфраструктури (DePIN) об'єднує блокчейн-технологію з фізичною інфраструктурою, тобто використання технології блокчейн та принципів децентралізації для створення, підтримки, розвитку, використання мереж фізичної інфраструктури. Учасники мережі отримують винагороди у вигляді токенів за свої внески у підтримання роботи такої системи та забезпечення її децентралізації. [50].

З огляду на активну розробку та впровадження блокчейн-технологій у різноманітні процеси суспільного та економічного життя очікується подальший динамічний розвиток цього напрямку. Вітчизняний ІТ сектор є одним з світових лідерів за якістю спеціалістів та рівнем впровадження блокчейн-технологій, але нестабільна геополітична ситуація, погіршення умов ведення підприємницької діяльності, перешкоджає розробці та реалізації саме довгострокових проектів ІТ бізнесу, локалізованих в Україні.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В результаті дослідження було визначено сутність технології блокчейн та її складових елементів, а також зміст блокчейн-технологій та запропоновано їх класифікацію на базі ключових особливостей блокчейну, які сформувалися в процесі його історичного розвитку.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що поняття технології блокчейну та блокчейн-технології не є тотожними, оскільки під поняттям «технологія блокчейн» розуміють спосіб зберігання інформації у вигляді розподіленого реєстру даних, де зашифрована інформація об'єднується у блоки, кожний із яких містить інформацію про попередній блок. Поняття «блокчейн-технологія» - це будь-яка технологія, функціонування якої



ґрунтується на блокчейні, тобто технологія блокчейну є обов'язковою складовою будь-якої блокчейн-технології.

Запропонована узагальнена класифікація блокчейн-технологій об'єднує дві розгалужені сфери: криптовалюти та децентралізовані додатки. Криптовалюти у свою чергу поділяються на монети (біткоїн та альткоїни), токени (токени цінності, службові токени, мемкоїни, токени управління, NFT), стейблкоїни та цифрові валюти центрального банку (CBDC), а серед децентралізованих додатків на сьогоднішній день виділяють наступні основні сектори: сектор децентралізованих фінансів (DeFi), сектор штучного інтелекту (AI); сектор децентралізованого зберігання інформації, сектор інтернету речей (IoT), сектор метавсесвіту (Metaverse), сектор токенизованих активів «реального світу» (RWA), сектор децентралізованої ідентифікації (DID), сектор ігрових платформ (GameFi) та сектор децентралізованих мереж фізичної інфраструктури (DePIN).

Потенційно Україна за умови державної підтримки та вирішенні проблемних питань, що перешкоджають розвитку блокчейн-технологій та економічної активності загалом, може закріпити свої лідерські позиції розробника та стати глобальним блокчейн-хабом, який пропонує на світовий ринок провідні продукти даної галузі для задоволення потреб населення, бізнесу, фінансово-кредитних інституцій та органів влади різного рівня.

Подальші дослідження сфери блокчейн-технологій можуть бути спрямовані на вивчення потенціалу інтеграції окремих блокчейн-технологій у сучасну фінансову систему та систему державних послуг, а також прогнозування можливих наслідків та трансформаційних процесів, які можуть виникнути в суспільстві та економіці внаслідок такої інтеграції.

Список використаних джерел

1. Forklogua. Опитування: чверть українців володіє крипто валютами. URL: <https://forklog.com.ua/news/opytuvannya-chvert-ukrayintsiv-volodiye-kryptovalyutamy>.
2. Chainalysis. The 2023 Global Crypto Adoption Index: Central & Southern Asia Are Leading the Way in Grassroots Crypto Adoption. URL: <https://www.chainalysis.com/blog/2023-global-crypto-adoption-index/>
3. Балазюк О.Ю., Пилявець В.М. Технологія блокчейн: дослідження суті та аналіз сфер використання. *Економіка та суспільство*. 2022. №43. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1701>.
4. Крисоватий А.І., Сохацька О.М. Четверта промислова революція: зміна напрямів міжнародних інвестиційних потоків: моногр. Тернопіль : ТНЕУ. 2018. 478 с.
5. Алексеєнко В.Ю., Чубарь О.Г. Криптовалюти: економічна сутність, історія розвитку та роль на світовому фінансовому ринку. *Наукові перспективи*. 2024. № 1(43). С. 340-358.
6. Купалова Г., Коренева Н., Гончаренко Н. Теоретико-організаційні аспекти застосування технології блокчейн у підприємстві. *Modeling the development of the economic systems*. 2022. №2. с. 121–127. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-16>.
7. Щербаков С., Хрипко С. Аналіз технології blockchain. *IX International scientific and practical conference «Scientific Problems and Options for Their Solution»*. Bucharest, Romania, International Scientific Unity. 2024. с. 68-73.
8. Степура В.В. Сутність технології блокчейн та її застосування у фінансовій сфері. *Приазовський економічний вісник*. 2021. Випуск 1 (24). С. 189-195.



9. Солодовнік О.О., Докуніна К.І. *Технологія блокчейн: суть і перспективи використання у системі державних фінансів України. Бізнес Інформ.* 2021. №3. с. 126-131.
10. Керничний Б. Зарубіжний та вітчизняний досвід застосування технології блокчейн в транспортно-логістичному обслуговуванні. *Соціально-економічні проблеми і держава.* 2020. Вип. 2 (23). С. 46-56. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2020/20kbytlo.pdf>.
11. Правдюк Н.Л., Лепетан І.М., Коваль Л.В. Блокчейн-технологія у бухгалтерському обліку: перспективи й наслідки впровадження. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики.* 2023. № 3 (65). С. 7-20. DOI: 10.37128/2411-4413-2023-3-1.
12. Замкова І.В., Мацьків Г. В. Переваги і недоліки застосування технології блокчейн в обліку та аудиті. *Актуальні проблеми сучасного бізнесу: обліково-фінансовий та управлінський аспекти: матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції.* Львів: ЛНУП, 2024. С. 433-435.
13. Binance – Academy. Що таке блокчейн і як він працює? URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-blockchain-and-how-does-it-work> (дата звернення: 30.04.2024)
14. Грудзевич Ю., Клебан О., Булик У., Рондяк М. Виникнення та перспективи розвитку блокчейн-технологій в Україні. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.* 2020. № 3. С. 162 – 167.
15. WhiteBIT. Що таке блокчейн? Пояснюємо простими словами. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-blockchain-technology/> (дата звернення: 30.04.2024)
16. Cryptomus. Що таке блокчейн-валідатор. URL: <https://cryptomus.com/uk/blog/what-is-a-blockchain-validator>
17. ЦеКрипто. Що таке блокчейн? URL: <https://tsecrypto.com/article/shho-take-blokchejn/> (дата звернення: 30.04.2024)
18. Bitcoin Magazine. Що таке біткоїн. URL: <https://bitcoinmagazine.ua/guides/1671039744-shho-take-bitkoyn> (дата звернення: 30.04.2024)
19. А. Литовченко. Історія Blockchain: від заснування до широкого розповсюдження. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/istoriya-blockchain-vid-zasnuvannya-do-shirokogo-rozprovsiudzhennya> (дата звернення: 30.04.2024)
20. Bitget. Історія блокчейну: Як технологія блокчейн змінює світ? URL: <https://www.bitget.com/uk/academy/the-blockchain-history-how-does-blockchain-technology-change-the-world> (дата звернення: 30.04.2024)
21. Binance – Academy. Що таке криптовалюта? URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-a-cryptocurrency> (дата звернення: 30.04.2024)
22. Білик І.І., Погиба А.А. Ноль криптовалют в економіці: переваги та недоліки. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону.* 2023. Вип 19. Т.2. с.113 – 119. URL: <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/aprde/article/view/6949>
23. Момот І.О., Момот Ю.Г., Козенков Д.Є. Сутність та особливості функціонування криптовалют. *Економіка і суспільство.* 2018. №15. С. 713 – 719.
24. Орехов М.О., Орехова Т.В. Цифрові валюти у світовій фінансовій системі: переваги, недоліки, ризики, регулювання. *Економіка і організація управління.* 2020. № 4 (40). URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/10186>
25. WhiteBIT. Що таке Bitcoin (BTC). URL: <https://blog.whitebit.com/uk/btc/> (дата звернення: 30.04.2024)
26. Ладуба М. Що таке токени, які вони бувають та як на них заробити. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-tokeni-yaki-voni-buvayut-ta-yak-na-nih-zarobiti/> (дата звернення: 30.04.2024)
27. WhiteBIT. Що таке токен простими словами і чим він відрізняється від коїна? URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-the-difference-between-a-coin-and-a-token/> (дата звернення: 30.04.2024)



28. Forklogua. Що таке криптовалюта: пояснюємо простими словами. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-kryptovalyuta-poyasnyuyemo-prostymy-slovamy> (дата звернення: 30.04.2024)
29. Мороз О. Що таке мемкоїни та чому вони такі популярні. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/shcho-take-memkoyni-ta-chomu-voni-taki-populyarni-1694093942.html> (дата звернення: 10.05.2024)
30. WhiteBIT. Що таке криптовалюта? Пояснюємо простими словами. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-a-cryptocurrency/> (дата звернення: 10.05.2024)
31. Ладуба М. Що таке токени, які вони бувають та як на них заробити. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-tokeni-yaki-voni-buvayut-ta-yak-na-nih-zarobiti/> (дата звернення: 10.05.2024)
32. Plisio. Альткоїни, монети та токени: у чому різниця? URL: <https://plisio.net/uk/blog/altcoins-coins-tokens> (дата звернення: 10.05.2024)
33. WhiteBIT. Що таке стейблкоїн простими словами? URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-a-stablecoin-in-cryptocurrency/> (дата звернення: 10.05.2024)
34. Литовченко А. Історія Blockchain: від заснування до широкого розповсюдження. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/istoriya-blockchain-vid-zasnuvannya-do-shirokogo-rozprovsiudzhennya> (дата звернення: 10.05.2024)
35. AvadaMedia. Децентралізовані додатки. URL: <https://avada-media.ua/ua/decentralizovannie-prilojennya/> (дата звернення: 10.05.2024)
36. WhiteBIT. Що таке DeFi і як вони працюють? URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-defi-and-how-does-it-work/> (дата звернення: 10.05.2024)
37. Forklogua. Що таке децентралізована біржа (DEX)? URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-detsentralizovana-birzha-dex> (дата звернення: 10.05.2024)
38. DOZOR. Що таке лендинг криптовалют та які є його різновиди? URL: <https://dozor.kr.ua/post/shho-take-lending-kriptovalyut-ta-yaki-je-iogo-riznovidi-24193.html> (дата звернення: 10.05.2024)
39. WhiteBIT. What Is Launchpad In Crypto? Launching a Crypto Project to the Moon in 3, 2, 1... URL: <https://blog.whitebit.com/en/what-is-launchpad-in-cryptocurrency/> (дата звернення: 10.05.2024)
40. Incrypted. Фармінг криптовалют. Розбираємося, чи можна на цьому заробити і збільшити свій криптопортфель URL: <https://incrypted.com/ua/farming-kryptovaljuty-prostymy-slovamy/> (дата звернення: 10.05.2024)
41. Forklogua. Що таке стейкінг та як на ньому заробити? URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-stejking-ta-yak-na-nomu-zarobyty> (дата звернення: 10.05.2024)
42. Technopedia. What are AI Crypto Coins? URL: <https://www.techopedia.com/experts/what-are-ai-crypto-coins> (дата звернення: 10.05.2024)
43. TechTarget. 7 decentralized data storage networks compared. URL: <https://www.techtarget.com/searchstorage/tip/Comparing-4-decentralized-data-storage-offerings> (дата звернення: 10.05.2024)
44. H-X Technologies. Як захистити Інтернет речей за допомогою Blockchain. URL: <https://www.h-x.technology.ua/blog-ua/how-secure-internet-of-things-with-blockchain-ua> (дата звернення: 10.05.2024)
45. Forklogua. Що таке метавесвіти та які з них можна досліджувати вже зараз? URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-metavsesvity-ta-yaki-z-nyh-mozhna-doslidzhuvaty-vzhe-zaraz> (дата звернення: 10.05.2024)
46. Incrypted. TradFi на блокчейні: що таке токенизація реальних активів (RWA)? URL: <https://incrypted.com/ua/tradfi-na-blokcheyni-sho-take-rwa/> (дата звернення: 02.04.2024)
47. Crypto.ro. Decentralized Identifier (DID). URL: <https://crypto.ro/en/dictionary/decentralized-identifier-did/> (дата звернення: 10.05.2024)



48. Coinbase. What is a Decentralized Identifier (DID)? URL: <https://www.coinbase.com/ru/learn/wallet/what-is-a-decentralized-identifier-did> (дата звернення: 10.05.2024)
49. The Transmitted. Що таке GameFi? URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-gamefi/> (дата звернення: 30.04.2024)
50. Incrypted. Що таке DePIN — децентралізовані мережі фізичної інфраструктури? URL: <https://incrypted.com/ua/shcho-take-depin/> (дата звернення: 30.04.2024)

References

1. Forklogua. Opytuvannya: chvert' ukrayintsiv volodiyut' kryptovalyutamy. [Survey: a quarter of Ukrainians own cryptocurrencies.]. URL: <https://forklog.com.ua/news/opytuvannya-chvert-ukrayintsiv-volodiye-kryptovalyutamy>. [in Ukrainian].
2. Chainalysis. The 2023 Global Crypto Adoption Index: Central & Southern Asia Are Leading the Way in Grassroots Crypto Adoption. URL: <https://www.chainalysis.com/blog/2023-global-crypto-adoption-index/> [in English].
3. Balazyuk O.YU., Pylyavets' V.M. (2022). Tekhnolohiya blokcheyn: praktychne doslidzhennya ta analiz sfer vykorystannya. *Ekonomika i suspil'stvo*. №43. [Blockchain Technology: Case Study and Analysis of Usage]. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1701>. [in Ukrainian].
4. Krysovatyu A.I., Sokhats'ka O.M. (2018). Chetverta promyslova revolyutsiya: zmina napryamkiv mizhnarodnykh investytsiynykh potokiv: monohr. [The fourth industrial revolution: changing directions of international investment flows: monogr]. Ternopil': TNEU. 2018. 478 s. [in Ukrainian].
5. Aleksyeyenko V.YU., Chubar O.H. (2024). Kryptovalyuty: ekonomichna sutnist', istoriya rozvytku ta rol' na svitovomu finansovomu rynku [Cryptocurrencies: economic essence, history of development and role in the world financial market]. *Naukovi perspektyvy*. 2024. № 1(43). S. 340-358. [in Ukrainian].
6. Kupalova H., Korenyeva N., Honcharenko N. (2022). Teoretychni ta orhanizatsiyni aspekty zastosuvannya tekhnolohiyi blokcheyn u pidpryyemnytstvi. [Theoretical and organizational aspects of the application of blockchain technology in entrepreneurship.]. *Modeling the development of the economic systems*. № 2. s. 121–127. URL: <https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-16>. [in Ukrainian].
7. Shcherbakov S., Khrypko S. (2024). Analiz tekhnolohiyi blokcheyn [Analysis of blockchain technology]. *IX International scientific and practical conference «Scientific Problems and Options for Their Solution»*. Bucharest, Romania, International Scientific Unity. c. 68-73. [in Ukrainian].
8. Stepura V.V. (2021). Sutnist' tekhnolohiyi blokcheyn ta yiyi zastosuvannya u finansoviy sferi. [The essence of blockchain technology and its application in the financial sphere]. *Pryazovs'ky ekonomichnyy visnyk*. 2021. Vypusk 1 (24). S. 189-195. [in Ukrainian].
9. Solodovnyk O.O., Dokunina K.I. (2021). Tekhnolohiya blokcheyn: sutnist' ta perspektyvy vykorystannya v systemi derzhavnykh finansiv Ukrainy. [Blockchain technology: essence and prospects of use in the public finance system of Ukraine]. *Biznes Inform*. № 3. s. 126-131. [in Ukrainian].
10. Kernychnyy B. (2020). Zarubizhnyy ta vitchyznyanyy dosvid vykorystannya tekhnolohiyi blokcheyn u transportno-lohistychnykh posluhakh. [Foreign and domestic experience of using blockchain technology in transport and logistics services]. *Sotsial'no-ekonomichni problemy i derzhava*. Vypusk 2 (23). S. 46-56. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2020/20kbytlo.pdf>. [in Ukrainian].
11. Pravdyuk N.L., Lepetan I.M., Koval' L.V. (2023). Tekhnolohiya blokcheyn v bukhholders'komu obliku: perspektyvy ta naslidky vprovadzhennya. [Blockchain technology in accounting: prospects and consequences of implementation]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktual'ni pytannya nauky i praktyky*. № 3 (65). S. 7-20. DOI: 10.37128/2411-4413-2023-3-1. [in Ukrainian].



12. Zamkova I.V., Mats'kiv H.V. (2024). Perevahy ta nedoliky vykorystannya tekhnolohiyi blokcheyn v bukhhaltens'komu obliku ta audyti. [Advantages and disadvantages of using blockchain technology in accounting and auditing]. *Aktual'ni problemy suchasnoho biznesu: oblikovo-finansovyy ta upravlins'kyi aspekty: materialy 6-yi Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi Internet-konferentsiyi*. L'viv: LNUP. S. 433-435. [in Ukrainian].
13. Binance – Academy. Shcho take blokcheyn i yak vin pratsyuye? [What is blockchain and how does it work?]. URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-blockchain-and-how-does-it-work> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
14. Hrudzevych YU., Kleban O., Bulyk U., Rondyak M. (2020). Poyava ta perspektyvy rozvytku tekhnolohiy blokcheyn v Ukrayini. [Emergence and development prospects of blockchain technologies in Ukraine]. *Ekonomichnyy chasopys Skhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrayinky*. № 3. S. 162 – 167. [in Ukrainian].
15. WhiteBIT. Shcho take blokcheyn? Poyasnyuyemo prostymy slovamy [What is blockchain? We explain in simple words]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-blockchain-technology/> (accessed: 30.04.2024) [in Ukrainian].
16. Cryptomus. Shcho take blokcheyn-validator [What is a blockchain validator]. URL: <https://cryptomus.com/uk/blog/what-is-a-blockchain-validator> [in Ukrainian].
17. Tse krypto. Shcho take blokcheyn? [What is blockchain?] URL: <https://tsecrypto.com/article/shho-take-blokcheyn/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
18. Bitcoin Magazine. Shcho take bitkoin [What is bitcoin]. URL: <https://bitcoinmagazine.ua/guides/1671039744-shcho-take-bitkoin> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
19. Lytovchenko. A. Istoriya blokcheynu: vid zarozhennya do shyrokooho poshyrennya. [History of Blockchain: From Inception to Widespread]. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/istoriya-blockchain-vid-zasnuvannya-do-shirokogo-rozpovsyudzhennya> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
20. Bitget. Історія блокчейну: Як технологія блокчейн змінює світ? URL: <https://www.bitget.com/uk/academy/the-blockchain-history-how-does-blockchain-technology-change-the-world> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
21. Binance – Academy. Shcho take kryptovalyuta? [What is cryptocurrency]. URL: <https://academy.binance.com/uk/articles/what-is-a-cryptocurrency> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
22. Bilyk I.I., Pohyba A.A. (2023). Rol' kryptovalyut v ekonomitsi: perevahy ta nedoliky [The role of cryptocurrencies in the economy: advantages and disadvantages.]. *Aktual'ni problemy rozvytku ekonomiky rehionu*. Vypusk 19. Tom 2. S. 113 – 119. URL: <https://journals.pnu.edu.ua/index.php/aprde/article/view/6949>. [in Ukrainian].
23. Momot I.O., Momot YU.H., Kozenkov D.YE. (2018). Sutnist' ta osoblyvosti funktsionuvannya kryptovalyut. [The essence and peculiarities of the functioning of crypto currencies.]. *Ekonomika i suspil'stvo*. № 15. S. 713 – 719.
24. Oryekhov M.O., Oryekhova T.V. (2020). Tsyfrovi valyuty u svitoviy finansoviy systemi: perevahy, nedoliky, ryzyky, rehulyuvannya. [Digital currencies in the global financial system: advantages, disadvantages, risks, regulation.]. *Ekonomika ta orhanizatsiya upravlinnya*. № 4 (40). URL: <https://jeou.donnu.edu.ua/article/view/10186>. [in Ukrainian].
25. WhiteBIT. Shcho take Bitcoin? (BTC). [What is Bitcoin? (BTC)] URL: <https://blog.whitebit.com/uk/btc/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
26. Laduba M. Shcho take tokeny, yaki vony buvayut' i yak na nykh zarobyty. [What are tokens, what are they and how to make money from them]. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-tokeni-yaki-voni-buvayut-ta-yak-na-nih-zarobiti/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
27. WhiteBIT. Shcho take token prostymy slovamy i chym vin vidriznyayet'sya vid koina? [What is a token in simple words and how is it different from a coin?]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-the-difference-between-a-coin-and-a-token/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].



28. Forklogua. Shcho take kryptovalyuta: poyasnyuyemo prostymy slovamy. [What is cryptocurrency: we explain in simple words.]. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-kryptovalyuta-poyasnyuyemo-prostymy-slovamy> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
 29. Moroz O. Shcho take memkoyny i chomu vony taki populyarni. [What are memcoins and why are they so popular]. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/shcho-take-memkoyni-ta-chomu-voni-taki-populyarni-1694093942.html> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 30. WhiteBIT. Shcho take kryptovalyuta? Poyasnyuyemo prostymy slovamy. [What is cryptocurrency? We explain in simple words]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-a-cryptocurrency/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 31. Laduba M. Shcho take tokeny, yaki vony buvayut' i yak na nykh zarobyty. [What are tokens, what are they and how to make money from them]. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-tokeni-yaki-voni-buvayut-ta-yak-na-nih-zarobiti/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 32. Plisio. Al'tkoyny, monety ta tokeny: u chomu riznytsya? [Altcoins, Coins and Tokens: What's the Difference?]. URL: <https://plisio.net/uk/blog/altcoins-coins-tokens> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 33. WhiteBIT. Shcho take stejblkoyn prostymy slovamy? [What is a stablecoin in simple words]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-a-stablecoin-in-cryptocurrency/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 34. Lytovchenko A. Istoriya Blockchain: vid zasnuvannya do shyrokooho poshyrennya. [History of Blockchain: from foundation to widespread distribution]. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/istoriya-blockchain-vid-zasnuvannya-do-shirokogo-rozpozvyudzhennya> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 35. AvadaMedia. Detsentralizovani dodatky. [Decentralized applications]. URL: <https://avada-media.ua/ua/decentralizovannie-prilojeniya/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 36. WhiteBIT. Shcho take DeFi i yak vony pratsuyuyt'? [What is DeFi and how does it work?]. URL: <https://blog.whitebit.com/uk/what-is-defi-and-how-does-it-work/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 37. Forklogua. Shcho take detsentralizovana birzha (DEX)? [What is a decentralized exchange (DEX)?]. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-detsentralizovana-birzha-dex> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 38. DOZOR. Shcho take kryptovalyutnyy lendinh i yaki yoho riznovydy? [What is cryptocurrency lending and what are its varieties?]. URL: <https://dozor.kr.ua/post/shho-take-lending-kryptovalyut-ta-yaki-je-iogo-riznovidi-24193.html> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 39. WhiteBIT. What Is Launchpad In Crypto? Launching a Crypto Project to the Moon in 3, 2, 1... URL: <https://blog.whitebit.com/en/what-is-launchpad-in-cryptocurrency/> (accessed: 10.05.2024). [in English].
 40. InCrypted. Fermerstvo kryptovalyuty. Rozbyrayemosya, chy mozhna na ts'omu zarobyty i zbil'shyty sviy kryptoportfel' [Cryptocurrency farming. We are figuring out whether it is possible to make money from this and increase your crypto portfolio]. URL: <https://incrypted.com/ua/farming-kryptovaljuty-prostymy-slovamy/> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 41. Forklogua. Shcho take stejkinh i yak na ts'omu zarobyty? [What is staking and how to make money from it]. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-stejking-ta-yak-na-nomu-zarobyty> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
 42. Technopedia. What are AI Crypto Coins? URL: <https://www.techopedia.com/experts/what-are-ai-crypto-coins> (accessed: 10.05.2024). [in English].
 43. TechTarget. 7 decentralized data storage networks compared. URL: <https://www.techtarget.com/searchstorage/tip/Comparing-4-decentralized-data-storage-offerings> (accessed: 10.05.2024). [in English].
 44. H-X Technologies. Yak zakhystyty Internet rechey za dopomohoyu Blockchain. [How to secure the Internet of Things with Blockchain.]. URL: <https://www.h-x.technology.ua/blog-ua/how-secure-internet-of-things-with-blockchain-ua> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
-



45. Forklogua. Shcho take metavsvesvity i yaki z nykh mozhna doslidzhuvaty pryamo zaraz? [What are metauniverses and which ones can be explored right now]. URL: <https://forklog.com.ua/exclusive/shho-take-metavsvesvity-ta-yaki-z-nyh-mozhna-doslidzhuvaty-vzhe-zaraz> (accessed: 10.05.2024). [in Ukrainian].
46. Incrypted. TradFi na blokcheyni: shcho take tokenizatsiya real'nykh aktyviv? (RWA)? [TradFi on the Blockchain: What is Real Asset Tokenization? (RWA)?]. URL: <https://incrypted.com/ua/tradfi-na-blokcheyni-sho-take-rwa/> (accessed: 02.04.2024). [in Ukrainian].
47. Crypto.ro. Decentralized Identifier (DID). URL: <https://crypto.ro/en/dictionary/decentralized-identifier-did/> (accessed: 10.05.2024). [in English].
48. Coinbase. What is a Decentralized Identifier (DID)? URL: <https://www.coinbase.com/ru/learn/wallet/what-is-a-decentralized-identifier-did> (accessed: 10.05.2024). [in English].
49. The Transmitted. Shcho take GameFi? [What is GameFi?] URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-gamefi/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].
50. Incrypted. Shcho take DePIN – detsentralizovani merezhi fizychnoyi infrastruktury? [What is DePIN – Decentralized Physical Infrastructure Networks?]. URL: <https://incrypted.com/ua/shcho-take-depin/> (accessed: 30.04.2024). [in Ukrainian].