

Євген КОТУХ

доктор наук з державного управління, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри безпеки інформації та телекомунікацій, Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", Дніпро, Україна, yevgenkotukh@gmail.com

ORCID ID: 0000-0003-4997-620X

Марина РЯБОКІНЬ

кандидат економічних наук, доцент, Київський інститут бізнесу та технологій, Київ, Україна, marina.riabokin@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-6724-9498

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ ТОКЕНІЗАЦІЇ РЕАЛЬНИХ АКТИВІВ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНА ОСНОВА ДЛЯ ІНСТИТУЦІЙНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ

Вступ. Інституційне впровадження технологій розподіленого реєстру зумовлює трансформацію токенізації реальних активів від експериментальних рішень до повноцінної фінансової інфраструктури. Провідні глобальні фінансові інститути розглядають RWA-токенізацію як інструмент довгострокової модернізації ринків капіталу, ефективність якого визначається насамперед якістю базових платформ. Водночас сучасний ландшафт токенізаційних рішень характеризується фрагментацією за архітектурою, рівнем регуляторної відповідності та інституційною готовністю, що ускладнює обґрунтований вибір платформ. Відсутність уніфікованого багатокритеріального підходу до їхнього порівняльного оцінювання формує методологічний розрив, особливо актуальний для України в умовах становлення національної системи регулювання віртуальних активів та її гармонізації з міжнародними стандартами.

Мета – розробити комплексну методологію оцінювання платформ токенізації та здійснити їхній порівняльний аналіз за мультикритеріальною системою показників для формування практичних рекомендацій щодо впровадження в українському контексті.

Результати. Запропоноване дослідження – це комплексний порівняльний аналіз провідних платформ токенізації, що охоплює понад 32 платформи, зокрема BlackRock BUIDL, Securitize, Ondo Finance та Figure Technologies з сукупним із портфелем транзакцій понад 60 млрд дол США. Розроблено багатокритеріальну методологію оцінювання на основі інтегрованої моделі Fuzzy AHP-TOPSIS, що враховує технічну архітектуру, регуляторну відповідність, економічну ефективність та інституційне впровадження. Особливу увагу приділено екосистемі Layer 2 рішень Ethereum, що забезпечують масштабованість для інституційних застосувань. Результати демонструють, що Ethereum домінує з 58% ринкової частки RWA, тоді як спеціалізовані мережі, як Canton Network та Provenance, забезпечують кращу інституційну відповідність. Аналіз регуляторного ландшафту охо-

плює SEC/FINRA (США), MiCA (ЄС), DLT Act (Швейцарія), MAS (Сінгапур) та Проєкт Закону України № 10225-д “Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких інших законодавчих актів України щодо врегулювання обігу віртуальних активів в Україні”, виявляючи критичні прогалини та можливості для українського ринку.

Висновки. Дослідження підтверджує, що ринок токенизації реальних активів досяг стадії інституційного прийняття та швидко трансформується у складову глобальної фінансової інфраструктури. Домінування Ethereum поєднується зі зростанням спеціалізованих регульованих мереж і масштабуванням через екосистему Layer 2, що забезпечує інституційну придатність RWA-токенизації. Запропонована багатокритеріальна модель оцінювання платформ на основі Fuzzy AHP-TOPSIS дає змогу інтегрувати технічні, регуляторні й економічні параметри в єдину методологічну рамку. Регуляторна конвергенція між провідними юрисдикціями створює для України вікно можливостей щодо формування MiCA-узгодженої моделі впровадження токенизації. Отримані результати мають прикладне значення для регуляторів, інституційних інвесторів і учасників ринку та формують основу для подальших досліджень інтеграції токенизованих активів у національну фінансову систему.

Ключові слова: токенизація активів, розподілений реєстр, цифрові цінні папери, смарт-контракти, Layer 2, регуляторна відповідність, блокчейн-інфраструктура, інституційне впровадження, RWA.

Табл.: 6, бібл.: 18.

Yevgen KOTUKH

Dr. Sc. (Public Administration), Ph. D., Assoc. Prof., Professor of the department of cybersecurity, National Technical University “Dnipro Polytechnic”, Dnipro, Ukraine, yevgenkotukh@gmail.com
ORCID ID: 0000-0003-4997-620X

Maryna RIABOKIN

Ph. D. (Economics), Assoc. Prof., Kyiv Institute of Business and Technologies, Kyiv, Ukraine, marina.riabokin@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-6724-9498

COMPARATIVE ANALYSIS OF REAL-WORLD ASSET TOKENIZATION PLATFORMS AS A METHODOLOGICAL BASIS FOR INSTITUTIONAL IMPLEMENTATION

Introduction. The institutional adoption of distributed ledger technologies is driving the transformation of real-world asset (RWA) tokenization from experimental solutions toward full-scale financial infrastructure. Leading global financial institutions view RWA tokenization as an instrument of long-term capital market modernization, the effectiveness of which is determined primarily by the quality and suitability of underlying platforms. At the same time, the contemporary tokenization landscape is characterized by fragmentation in terms of architecture, regulatory compliance, and institutional readiness, which complicates informed platform selection. The absence of a unified multicriteria framework for comparative platform assessment creates a methodological gap, particularly relevant for Ukraine amid the formation of a national virtual asset regulatory framework and its alignment with international standards.

The purpose of the article is to develop a comprehensive methodology for evaluating tokenization platforms and to conduct a comparative analysis based on a multicriteria indicator

system in order to formulate practical recommendations for implementation in the Ukrainian context.

Results. This study presents a comprehensive comparative analysis of leading tokenization platforms, covering more than 32 platforms, including BlackRock BUIDL, Securitize, Ondo Finance, and Figure Technologies, with a combined transaction portfolio exceeding USD 60 billion. A multicriteria evaluation methodology based on an integrated Fuzzy AHP–TOPSIS model is developed, incorporating technical architecture, regulatory compliance, economic efficiency, and institutional adoption. Particular attention is given to Ethereum’s Layer 2 ecosystem, which enables scalability for institutional use cases. The results show that Ethereum dominates with a 58% share of the RWA market, while specialized networks such as Canton Network and Provenance provide stronger institutional compliance. The regulatory landscape analysis covers SEC/FINRA (USA), MiCA (EU), the DLT Act (Switzerland), MAS (Singapore), and Draft Law of Ukraine No. 10225-d “On Amendments to the Tax Code of Ukraine and Certain Other Legislative Acts of Ukraine Regarding the Regulation of Virtual Asset Circulation in Ukraine,” identifying critical gaps and opportunities for the Ukrainian market.

Conclusions. The study confirms that the real-world asset tokenization market has reached the stage of institutional adoption and is rapidly evolving into a component of the global financial infrastructure. Ethereum’s dominance is complemented by the growth of specialized regulated networks and scaling through the Layer 2 ecosystem, ensuring the institutional viability of RWA tokenization. The proposed multicriteria platform evaluation model based on Fuzzy AHP–TOPSIS integrates technical, regulatory, and economic parameters into a unified methodological framework. Regulatory convergence across leading jurisdictions creates a window of opportunity for Ukraine to develop a MiCA-aligned tokenization implementation model. The findings have practical relevance for regulators, institutional investors, and market participants and provide a foundation for further research on integrating tokenized assets into the national financial system.

Keywords: asset tokenization, distributed ledger, digital securities, smart contracts, Layer 2, regulatory compliance, blockchain infrastructure, institutional adoption, RWA.

JEL Classification: G10, C51, C52, O16, O33, E44.

Постановка проблеми. Розширення інституційного використання технологій розподіленого реєстру сприяє зміщенню токенизації реальних активів (RWA-токенизації) від експериментальних моделей до інфраструктурно орієнтованих рішень.

Висловлювання CEO BlackRock Ларі Фінка, який порівнює токенизацію з інтернетом на ранньому етапі його розвитку, відображає домінуюче бачення з боку глобальних фінансових інститутів. RWA-токенизацію дослідник розглядає як інстру-

мент довгострокової модернізації фінансових ринків, а не як окремий технологічний продукт. Водночас практична реалізація цього бачення залежить не лише від масштабу ринку або рівня інституційного інтересу, а від якості та придатності конкретних інфраструктурних рішень, на яких здійснюється токенизація.

Попри швидке зростання ринку RWA-токенизації та домінування Ethereum як базового технологічного середовища, сучасний ландшафт платформ токенизації

характеризується високою фрагментацією. Платформи істотно відрізняються за архітектурними підходами, моделями доступу, рівнем регуляторної відповідності, інтеграцією з традиційною фінансовою інфраструктурою та готовністю до масштабування для інституційних користувачів. У результаті вибір платформи токенизації може здійснюватися на основі окремих технічних або репутаційних критеріїв, без системного порівняльного аналізу, що створює ризики неефективного або несумісного інституційного впровадження.

Існуючі наукові та прикладні дослідження зосереджуються переважно на аналізі окремих кейсів, технологічних рішень або регуляторних аспектів токенизації, залишаючи поза увагою питання методологічного порівняння платформ як інфраструктурних об'єктів. Відсутність уніфікованого багатокритеріального підходу до оцінювання RWA-платформ ускладнює ухвалення обґрунтованих рішень з боку банків, інституційних інвесторів, емітентів і регуляторів, особливо в юрисдикціях із перехідним нормативним середовищем.

Для України ця проблема має додатковий вимір з огляду на формування національної регуляторної рамки у сфері віртуальних активів та необхідності її узгодження з європейськими й глобальними стандартами. За таких умов виникає науково-практична проблема розроблення методологічної основи порівняльного аналізу платформ токенизації реальних активів, яка дала б змогу оцінювати їхню придатність до інституційного впровадження з урахуванням технічних, регуляторних, економічних та інституційних критеріїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання токенизації фінансових інструментів і реальних активів досліджують у сучасній наукових та аналітичних публікаціях. У працях міжнародних фінансових ін-

ституцій токенизацію розглядають як інструмент підвищення ефективності фінансових ринків, водночас наголошується на ризиках фрагментації ліквідності та інституційних неефективностях за відсутності належної ринкової архітектури [1]. Дослідження, присвячені первинному розміщенню токенизованих цінних паперів, демонструють їхній потенціал як альтернативного каналу залучення капіталу, водночас підкреслюючи вирішальну роль правового середовища та розвитку вторинного ринку ліквідності [2]. Аналітичні звіти провідних консалтингових компаній акцентують на досягненні токенизацією фази інституційного впровадження, пов'язаної зі стандартизацією, масштабованістю та регуляторною визначеністю [3; 4], а також на трансформації глобальної фінансової інфраструктури через програні активи та токенизовані гроші [5; 6; 7].

Наукові праці авторів статті зосереджуються на прикладному потенціалі RWA-токенизації у фінансуванні територіальних громад та розвитку публічних фінансів в Україні. У цих дослідженнях обґрунтовано можливості оптимізації фінансових потоків місцевих бюджетів на основі токенизації реальних активів, сформовано підхід до розвитку інституційного середовища RWA-токенизації як механізму сталого фінансування громад, а також проаналізовано роль RWA-токенизації в інноваційній трансформації фінансового сектору та її ринкові особливості [8].

Разом із тим, попри стрімке зростання ринку токенизації реальних активів і наявність аналітичних та прикладних публікацій, недостатньо систематизованими залишаються підходи до комплексного порівняльного оцінювання платформ токенизації з урахуванням технічної архітектури, регуляторної відповідності, економічної ефективності й інституційної придатності. Особливої уваги потребує аналіз масштабованих інф-

раструктурних рішень, зокрема екосистем Layer 2, а також узгодження платформних моделей із різними регуляторними режимами, включно з українським правовим полем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до методологічної рамки Міжнародного валютного фонду, цифровий токен визначається як “актив або представлення активу в цифровому реєстрі, який є спільним, довіреним та програмованим”. Банк міжнародних розрахунків (BIS) у концепції “уніфікованого реєстру” виокремлює три ключові характеристики токенизованих активів. Перша характеристика – спільність (sharedness) як можливість для сторін транзакції володіти та передавати активи в спільних реєстрах без необхідності централізованого посередника. Друга – довіра (trust) як точність записів про власність на активи, що забезпечується криптографічними механізмами та консенсусними протоколами. Третя – програмованість (programmability) як здатність вбудовувати логіку виконання безпосередньо у смарт-контракти, забезпечуючи автоматичне виконання умов угод.

Таксономія токенизованих активів може формуватися за кількома критеріями. За типом базового активу виокремлюють токенизовані казначейські зобов’язання та облигації (Treasuries & Bonds), приватний кредит (Private Credit), товарні активи (Commodities),

нерухомість (Real Estate) та корпоративний капітал (Equity). За регуляторним статусом розрізняють security tokens, що підпадають під правовий режим цінних паперів, utility tokens, призначені для виконання функціональних ролей у цифрових екосистемах, а також payment tokens, які використовують для здійснення розрахункових операцій. За ступенем децентралізації інфраструктури виокремлюють permissioned-мережі з обмеженням і контрольованим доступом та permissionless-мережі відкритого типу, функціонування яких не потребує попереднього дозволу на участь.

Для оцінки прийняття технологій токенизації застосовано інтегровану модель UTAUT з розширеннями для блокчейн-контексту [1]. Модель охоплює чотири базові конструкти: очікувану продуктивність (performance expectancy) – ефективність платформи для бізнес-процесів; очікуваність зусиль (effort expectancy) – складність інтеграції та використання; соціальний вплив (social influence) – інституційне прийняття та галузеві стандарти; сприятливі умови (facilitating conditions) – регуляторна підтримка та інфраструктура. Модель прийняття технологій (TAM – Technology Acceptance Model) доповнена конструктами довіри, прийнятного ризику та регуляторної визначеності, що є особливо релевантними для фінансових застосувань DLT.

Таблиця 1

Класифікація токенизованих активів за категоріями*

Категорія	TVL (млрд дол.)	Приклади платформ	Річне зростання
Приватний кредит	14–18	Figure, Maple, Centrifuge	+37%
Токенизовані казначейства	7,3–8,7	BUIDL, FOBXX, OUSG	+251%
Товарні активи (золото)	2–2,9	PAXG, XAUT	+164%
Фіатні стейблкоїни	224,9	USDC, USDT, PYUSD	+76%
Інституційні фонди	~2	ACRED, JTRSY	Швидке

* Складено на основі даних RWA.xyz, DefiLlama [13-18].

У дослідженні [2] подано робоче визначення security tokens та п'ятифазну таксономію процесу STO (Security Token Offering). Автори визначили, що ключовими факторами успіху є корпоративне управління та характеристики емітента. Звіт Міжнародної організації комісій з цінних паперів IOSCO (FR/17/25, 2025) ідентифікує чотири основні переваги токенизації. В дослідженнях [7–10] ці переваги були змістовно досліджені. До них належать: розширення доступу до інвестицій завдяки фракціоналізації активів, що дає змогу інвесторам набувати частки у високовартісних активах; підвищення ліквідності внаслідок можливості цілодобової торгівлі; зростання прозорості за рахунок використання незмінного розподіленого реєстру (DLT); а також інновації у фінансових продуктах, які уможливають формування нових класів активів та інвестиційних інструментів.

Розроблена методологія базується на інтегрованому підході Fuzzy AHP-TOPSIS, що дає змогу врахувати невизначеність експертних оцінок та забезпечити математичну обґрунтованість ранжування платформ. Метод аналізу ієрархій (AHP) із застосуванням нечітких множин забезпечує визначення вагових коефіцієнтів критеріїв з урахуванням лінгвістичної невизначеності. Метод TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) використовують для ранжування альтернатив на основі їхньої близькості до ідеального рішення та віддаленості від антиідеального.

Ієрархічна структура критеріїв охоплює два рівні. На першому виокремлено п'ять основних критеріїв із відповідними ваговими коефіцієнтами:

- технічна архітектура (K_1) – 0,25, включаючи підкритерії оцінки TPS (транзакцій на секунду), час фіналітету, вартість транзакцій та безпеку смарт-контрактів;
- регуляторна відповідність (K_2) – 0,30, як підкритерії для оцінки запропоновано

наявність ліцензій SEC/FINRA, відповідність MiCA та DLT Act;

- економічна ефективність (K_3) – 0,20, вимірюється через TVL, структуру комісій та ROI;
- інституційне впровадження (K_4) – 0,15, що враховує кількість інституційних партнерів та обсяг транзакцій;
- інтероперабельність (K_5) – 0,10, оцінюється за підтримкою крос-чейн протоколів та стандартами токенів.

Дослідження охоплює 32 платформи токенизації, структуровані за функціональними категоріями. Платформи токенизації цінних паперів представлені Securitize, Polymath/Polymesh, tZERO, Tokeny, Dinari та Backed Finance. Токенізовані казначейські продукти охоплюють BlackRock BUIDL, Franklin Templeton BENJI, Ondo OUSG/USDY, Superstate USTB, VanEck VBILL та Fidelity FDIT. RWA DeFi протоколи представлені Centrifuge, Maple Finance та Goldfinch. Товарна токенизація охоплює Paxos PAXG та Tether XAUT. Блокчейн-інфраструктура включає Ethereum та Layer 2 рішення (Arbitrum, Base, Optimism, ZKsync, Starknet), а також спеціалізовані мережі Canton Network, Provenance та Stellar.

Джерелами даних слугували агреговані платформи RWA.xyz та DefiLlama для TVL та ринкових метрик, L2BEAT для аналітики Layer 2 екосистеми, офіційні звіти SEC, FINRA, ESMA для регуляторної інформації, академічні публікації з баз Scopus та Web of Science, галузеві звіти BCG, McKinsey, Standard Chartered, Citi GPS, а також технічна документація платформ. Часовий горизонт дослідження охоплює період 2022–2025 рр. з акцентом на актуальні дані станом на січень 2026 р.

BlackRock BUIDL (BlackRock USD Institutional Digital Liquidity Fund) домінує на ринку токенизованих казначейств з обсягом активів в управлінні 2,5–2,9 млрд дол.

та приблизно 40% ринкової частки. Фонд запущено у березні 2024 р. на Ethereum у партнерстві з Securitize як технологічним провайдером та трансфер-агентом. За перший рік функціонування фонд подолав позначку 1 млрд дол. AUM та розширив присутність на 9 блокчейнів, включаючи Solana, Polygon, Avalanche, Aptos та Optimism, з використанням Wormhole для забезпечення крос-чейн інтероперабельності. Структурно фонд зареєстровано на Британських Віргінських Островах відповідно до Regulation D 506(c), мінімальна інвестиція становить 5 млн дол., дохідність прив'язана до SOFR зі щоденним розподілом дивідендів. Кастодіанами виступають BNY Mellon, Anchorage Digital, BitGo та Fireblocks. Кумулятивний обсяг виплачених дивідендів перевищив 25 млн дол. Прийняття BUIDL як застави на біржах Binance, Deribit та Crypto.com демонструє інтеграцію з DeFi-екосистемою.

Franklin Templeton FOBXX став першим SEC-зареєстрованим взаємним фондом, що використовує публічний блокчейн як систему обліку з 2021 р. Обсяг активів в управлінні досяг 800+ млн дол. з первинним розгортанням на Stellar, Polygon та понад 8 інших мережах через платформу Benji. На відміну від BUIDL, FOBXX доступний роздрібним інвесторам з мінімальною інвестицією 20 дол., що забезпечує значно

ширшу демократизацію доступу до токенизованих казначейських інструментів. У лютому 2025 р. Franklin Templeton розширив платформу Benji на BNB Chain, продовжуючи стратегію мультичейн-експансії.

Ondo Finance посіла друге місце на ринку з сукупним TVL 1,93 млрд дол., пропонуючи два флагманські продукти: OUSG (токенізовані казначейства) з обсягом близько 830 млн дол. для кваліфікованих американських інвесторів та USDY (yield-bearing stablecoin) з обсягом близько 690 млн дол. та дохідністю 4,29% APY для неамериканських інвесторів. У вересні 2025 р. запущено Ondo Global Markets – платформу для токенизації понад 100 акцій та ETF, включаючи Apple, Tesla, SPY та QQQ, яка досягла TVL 320 млн дол. протягом 48 годин після запуску. SEC закрила розслідування діяльності Ondo без висунення звинувачень у листопаді 2025 р., що валідувало регуляторний підхід компанії.

Узагальнену порівняльну характеристику провідних платформ токенизованих казначейств подано в табл. 2.

Securitize є найбільшою інфраструктурною платформою токенизації з обсягом активів під управлінням понад 4 млрд дол. та приблизно 20% ринкової частки. Унікальна ринкова позиція компанії обумовлена вертикальною інтеграцією повного спектра регуляторних ліцензій: SEC-зареєстрований

Таблиця 2

Порівняльна характеристика платформ токенизованих казначейств*

Платформа	AUM (млрд дол.)	Мін. інвестиція	Блокчейни	Регуляторний статус
BlackRock BUIDL	2,5+	5 млн дол.	ETH + 8	Reg D 506(c), BVI
Franklin FOBXX	0,8+	20 дол.	Stellar + 8	SEC-registered MF
Ondo OUSG	0,83	100 тис. дол.	ETH + 5	Reg D, SEC cleared
Superstate USTB	0,59	100 тис. дол.	ETH	Reg D 506(c)
VanEck VBILL	~0,075	100 тис. дол.	ETH + 3	Reg D

*Складено на основі офіційних даних платформ.

брокер-дилер та трансфер-агент, регульована ATS (Alternative Trading System) для вторинної торгівлі, а також ліцензії у ЄС. Securitize залишається єдиною платформою з комплексним compliance як у США, так і в Європейському Союзі. Партнерський портфель включає провідних asset managers: BlackRock (BUIDL), Apollo, Hamilton Lane та KKR. DS Protocol, розроблений Securitize як open-source рішення – це розширення стандарту ERC-20 з вбудованими compliance-функціями на рівні смарт-контракту. У жовтні 2025 р. оголошено про SPAC IPO з оцінкою 1,25 млрд дол. у партнерстві з Cantor Equity Partners, що є найвищою публічною оцінкою серед платформ токенизації.

Figure Technologies лідирує у сегменті приватного кредиту з сукупним обсягом транзакцій понад 50 млрд дол. на власному блокчейні Provenance та понад 16 млрд дол. у HELOC (іпотечних кредитних лініях). Figure стала першою компанією, що отримала рейтинг AAA від S&P та Moody's для блокчейн-сек'юритизації, що підтвердило інституційну придатність технології. Компанія володіє понад 180 ліцензіями на кредитування та обслуговування у США. У вересні 2025 р. відбулося IPO на NASDAQ під тікером FIGR. YLDS став першим SEC-зареєстрованим yield-bearing стейблкоїном. Злиття Figure Technology Solutions та Figure Markets у липні 2025 р. створило інтегровану платформу для трансформації ринків капіталу через блокчейн.

Canton Network – це enterprise-рішення для інституційних фінансів, розроблене Digital Asset з використанням смарт-контрактною мови Daml. Мережа об'єднує понад 30 провідних фінансових інституцій, включаючи Goldman Sachs, BNY Mellon, BNP Paribas та DTCC. Щоденні обсяги на обмежених підмережах перевищують 50 млрд дол. Ключовою технічною перева-

гою Canton є субтранзакційна приватність, що забезпечує відповідність GDPR та іншим регуляторним вимогам щодо конфіденційності даних. У січні 2026 р. оголошено про інтеграцію з JPM Coin, що значно розширить можливості міжбанківських розрахунків.

Ethereum виступає фундаментальним блокчейном для інституційних фінансів, поєднуючи неперевершену безпеку, надійність, ліквідність, нейтральність та глибину екосистеми, якої не досягає жодна інша мережа. З моменту запуску у 2015 р. Ethereum функціонує без простоїв, обробляючи десятки трильйонів доларів у стейблкоїнах та криптоактивах, одночасно безперервно оновлюючи базовий протокол без порушення роботи. Ця стабільність у поєднанні з enterprise-ready інструментарієм, глобально децентралізованою базою валідаторів та найбільшою спільнотою розробників створила мережевий ефект, що робить Ethereum вибором за замовчуванням для інституцій. Саме тут зосереджені стейблкоїни, токенизовані активи та фінансові інновації. Такі компанії, як J. P. Morgan та BlackRock вже будують на Ethereum, використовуючи його як базову інфраструктуру для розгортання токенизованих фінансових інструментів і масштабування інституційних рішень.

Модульна архітектура Ethereum дає змогу масштабувати активність без компромісу щодо рівня безпеки чи нейтральності. Дизайн мережі дозволяє Layer 2 рішенням успадковувати довіру Ethereum, одночасно пропонуючи гнучкість та вищу продуктивність. Іншими словами, інституція може встановити безпеку рівня Ethereum як фундамент, а потім додати L2 зверху як кастомізоване середовище для специфічних потреб зі збереженням можливості взаємодії з іншими L2. Мережі Layer 2 – це середовище, де масштабованість та кастомізація конвергують, роблячи впровадження

блокчейну практичним для високонавантажених фінансових застосувань. Ці мережі розширюють гарантії безпеки Ethereum, одночасно пропонуючи інституціям нові можливості: на порядки вищу пропускну здатність, ніж Ethereum mainnet, кастомні правила виконання, дешеву та масштабовану приватність або покращену регуляторну/compliance інфраструктуру.

Порівняльні показники домінування основних мереж Ethereum Layer 2, їхні технологічні типи та функціональні особливості подано в табл. 3.

Пропускна здатність екосистеми Ethereum продемонструвала експоненційне зростання: з 47 транзакцій на секунду (TPS) у 2022 р. до 83 TPS у 2023 р., 330 TPS у 2024 р. та 1500 TPS у 2025 р. Кількість L2 мереж зросла з 27 у 2022 р. до 154 у 2025 р. Це зростання забезпечує інституційну масштабованість, необхідну для високочастотних фінансових операцій.

Стратегічні переваги Ethereum L2 для інституцій охоплюють володіння та контроль – можливість розгортати власну L2 мережу з кастомними стандартами управління та доступу при збереженні безпеки розрахунків та ліквідності Ethereum mainnet. Приватність і конфіденційність забезпечуються через докази з нульовим знанням (ZK proofs), що дає змогу верифікувати compliance без розкриття чутливих деталей: регулятори отримують криптографічне

підтвердження дотримання правил, тоді як комерційні дані залишаються конфіденційними. Економічна ефективність досягається через транзакційні витрати на порядки нижчі в поєднанні з високою пропускну здатністю, що робить unit economics конкурентоспроможними з традиційними фінансовими каналами. Compliance-архітектура переносить відповідність з постфактум моніторингу до превентивної, математично забезпеченої валідації на рівні протоколу.

Відмінність між Layer 2 та альтернативними Layer 1 мережами є критичною для інституційного впровадження. L2 мережі тісно пов'язані з Ethereum та ґрунтуються на його безпекових гарантіях, тоді як sidechains та alt-L1 є повністю окремими блокчейнами. Sidechain може бути сумісним з технологією Ethereum (наприклад, використовувати EVM), але не успадковує гарантії безпеки Ethereum – активи та транзакції покладаються на власну безпеку sidechain та валідаторів. У найгіршому випадку sidechain може контролюватися єдиним оператором, що робить його вразливим до цензури або шахрайства. Layer 2 мережі, навпаки, залишаються розширеннями Ethereum. Якщо на L2 відбувається зловмисна транзакція або мережева несправність, Ethereum mainnet діє як нейтральний, незалежний арбітр – він може відхилити будь-які невалідні оновлення стану. L2 може бути спроектовано так, щоб користувачі завжди зберігали мож-

Таблиця 3

Домінування Ethereum Layer 2 за TVL (2025 р.)*

Мережа L2	TVL (млрд дол.)	Тип	Особливості
Arbitrum One	17,53	Optimistic Rollup	DeFi, gaming, EVM-сумісність
Base	13,13	Optimistic Rollup	Coinbase ecosystem, retail
Optimism	2,47	Optimistic Rollup	Superchain vision, governance
Starknet	0,85	ZK Rollup (STARK)	Cairo мова, масштабованість
ZKsync Era	~0,7	ZK Rollup (SNARK)	EVM-еквівалентність, швидкий фіналітет

* Складено на основі офіційних даних платформ

ливість вивести кошти назад на Ethereum mainnet, навіть якщо оператор L2 перестав працювати або стає некооперативним. Цей вбудований аварійний вихід гарантує, що жодна контрагентна сторона не може односторонньо обмежити доступ до активів, що є критично важливою гарантією для інституційних учасників.

Доступність даних (Data Availability) є фундаментальним аспектом будь-якого Layer 2. Поняття відображає здатність системи гарантувати доступність даних транзакцій та їх відтворюваність для учасників мережі навіть у разі припинення роботи оператора Layer 2 або його зловмисних дій. Для rollup-рішень (як optimistic, так і ZK) доступність даних забезпечується на рівні базового блокчейна: кожна пакетна публікація транзакцій у мережі Ethereum містить дані транзакцій, що робить їх доступними для перевірки та відновлення всіма учасниками мережі. Оскільки Ethereum зберігає ці дані, будь-хто може використати їх для реконструкції стану L2 з нуля за необхідності. Це забезпечує максимальну прозорість та безпеку: навіть якщо оператор L2 зникне, стан може бути відновлений та верифікований лише з записів Ethereum. Для рішень типу Validiums або інших external-data L2, дані транзакцій зберігаються у зовнішнього провайдера доступності даних (DA provider). Ethereum може зберігати хеш або доказ стану, але повні деталі транзакцій перебувають в іншому місці. Це створює

додаткове припущення довіри: необхідно довіряти зовнішньому провайдеру, що він завжди надасть дані за потреби. Загалом доступність даних є критичною, оскільки лежить в основі можливості аудиту та довіри до L2. Висока доступність даних (як у onchain rollups) означає, що будь-хто може провести аудит історії L2, транзакції можуть бути верифіковані без запиту дозволу, і користувачі мають гарантію можливості виходу на L1 Ethereum за потреби.

Провідні світові фінансові інституції вже активно використовують Ethereum та L2 для вирішення реальних завдань. J.P. Morgan пілотує токенизовані депозити на базі L2, що операційно керується Coinbase. Цей пілот спрямований на покращення швидкості розрахунків та інтероперабельності для оптових платежів банку та може закласти основу для масштабних інституційних платіжних мереж на L2. Visa тестує використання доказів з нульовим знанням (ZK proofs) для підвищення рівня приватності у системах токенизованих активів. Зокрема, компанія прототипує сценарії, за яких роботодавець може через рішення Layer 2 випускати токенизовані зобов'язання, наприклад зарплатні виплати або соціальні бенефіти, при цьому розкриваючи деталі транзакцій лише тим сторонам, для яких це необхідно, і зберігаючи конфіденційність даних користувачів. Société Générale (один із найбільших універсальних банків Європи зі штаб-квартирою у Франції, який через

Таблиця 4

Порівняння типів Layer 2 рішень*

Категорія	Доступність даних	Валідація стану	Гарантії безпеки	Припущення довіри
Optimistic Rollups	Onchain (Ethereum)	Fraud Proofs	Високі	Мінімальні
ZK Rollups	Onchain (Ethereum)	ZK Proofs	Високі	Мінімальні
Validiums	External (off-chain)	ZK Proofs	Помірні	Високі (DA)
Optimiums	External (off-chain)	Fraud Proofs	Помірні	Високі (DA)

* Систематизовано на основі Etherealize, Nethermind, L2BEAT (2025).

спеціалізований підрозділ Forge здійснює випуск та обслуговування токенизованих фінансових інструментів і цифрових активів відповідно до вимог європейського фінансового регулювання) запустила забезпечені євро та доларом стейблкоїни на блокчейні Ethereum у межах регуляторної рамки MiCA. Це один із перших прикладів, коли великий міжнародний банк випустив власні регульовані цифрові гроші на публічному блокчейні, продемонструвавши практичну придатність Ethereum для дотримання вимог комплаєнсу та безпеки.

Наведені приклади впровадження блокчейн-технологій провідними фінансовими інституціями демонструють не лише технологічний потенціал, а й необхідність формування чіткого регуляторного середовища для масштабування таких рішень. У цьому контексті важливого значення набуває аналіз регуляторних умов токенизації, які формують рамки можливостей і обмежень для інституційного впровадження блокчейн-технологій.

США застосовують підхід, базований на тесті Howeу для визначення статусу токенів цінних паперів. Під керівництвом голови SEC Paul Atkins (2025 р.) запущено Project Crypto для формування комплексної регуляторної рамки, включаючи таксономію токенів з можливістю “експірації” статусу цінного паперу при достатній децентралізації мережі. GENIUS Act (липень 2025 р.) встановив першу федеральну рамку для платіжних стейблкоїнів, а CLARITY Act забезпечує регуляторну чіткість для численних аспектів криптоіндустрії. Основні винятки з вимог реєстрації для токенизованих цінних паперів включають Regulation D 506(b) та 506(c) без обмежень на залучення для кваліфікованих інвесторів, Regulation A+ Tier 2 до 75 млн дол. на рік з можливістю участі роздрібних інвесторів, та Regulation S – для розміщень поза юрисдикцією.

Європейський Союз запровадив регламент MiCA (Markets in Crypto-Assets Regulation), що набув чинності 30 грудня 2024 р. з перехідними періодами до липня 2026 р. Регламент класифікує криптоактиви на E-Money Tokens (EMTs), прив'язані до однієї фіатної валюти, Asset-Referenced Tokens (ARTs), забезпечені пулом активів, та інші криптоактиви, включаючи utility tokens. Критично важливим є те, що регламент MiCA не поширюється на криптоактиви, які мають статус фінансових інструментів. Токенизовані цінні папери не регулюються MiCA, а підпадають під дію директиви MiFID II і підлягають чинним вимогам щодо проспектів емісії. Станом на листопад 2025 р. видано понад 53 CASP-ліцензії з правами паспортизації по всьому ЄС. DLT Pilot Regime, що діє з березня 2023 р., дає змогу експериментувати з блокчейн-інфраструктурою ринків. Пропозиції реформи грудня 2025 р. передбачають підвищення порогів з 6 млрд до 100 млрд євро та розширення сфери на всі фінансові активи.

Швейцарія сформувала найпрогресивнішу нормативну базу з ухваленням Федерального закону про DLT (серпень 2021 р.). Ключовими інноваціями є визнання Ledger-Based Securities (Registerwertrecht) – блокчейн-цінних паперів з повною юридичною еквівалентністю традиційним (ст. 973d Зобов'язального кодексу), та ліцензія DLT Trading Facility, що інтерпuye trading, settlement та custody під єдиною авторизацією. FINMA класифікує токени на Payment Tokens, Utility Tokens та Asset Tokens (як securities). SIX Digital Exchange (SDX) стала першою FINMA-ліцензованою DLT-біржею та центральним депозитарієм для цифрових активів.

Сінгапур реалізує підхід, орієнтований на інституційну інфраструктуру через Project Guardian, що залучив понад 40 фінансових інституцій до понад 15 пілотних

проектів тестування токенизованих фондів, облігацій, депозитів та FX на шести валютах. Оголошення листопада 2024 р. про комерціалізацію пілотів токенизації сигналізує перехід від експериментів до production. Ініціатива Global Layer 1 (GL1, червень 2024 р.) розробляє shared-ledger інфраструктуру для крос-мережевої інтероперабельності, а BLOOM (жовтень 2025 р.) забезпечує real-time крос-кордонні розрахунки. ADDX (колишня iSTOX) оперує під ліцензією MAS Recognised Market Operator з обсягом транзакцій понад 2 млрд дол.

Узагальнення міжнародної регуляторної практики дає змогу перейти до аналізу регуляторного середовища України, яке формує правові рамки впровадження токенизації.

Закон України “Про віртуальні активи” від 17 лютого 2022 року № 2074-IX ухвалила Верховна Рада України 17 лютого 2022 р. та підписав Президент України 16 березня 2022 р. [11], однак станом на сьогодні він не набув чинності через відсутність відповідних змін до Податкового кодексу України. Згідно з Законом, віртуальний актив визначається як нематеріальне благо, об’єкт цивільного права, виражений електронно. Класифіка-

ція охоплює забезпечені та незабезпечені віртуальні активи, а також фінансові віртуальні активи. Основним регулятором визначено НКЦПФР, НБУ регулює валютні аспекти. Проект закону № 10225-d (квітень 2025 р.) передбачає ставку податку 18% плюс 5% військового збору на криптоприбутки, пільгову ставку 5% для активів, придбаних до 2026 р., та explicit alignment з MiCA. Пілотний проект е-гривні на базі DLT (2024–2025 рр.) реалізується у співпраці з ECB та Bundesbank. Україна має потенціал стати першою європейською країною з MiCA-сумісним framework та позиціонувати себе як регуляторно-сприятливу юрисдикцію для токенизації.

Емпіричний аналіз передбачає оцінювання інфраструктурної спроможності провідних блокчейн-платформ до підтримки RWA-токенизації. Основні технічні параметри та інтегральні оцінки платформ систематизовано в табл. 5.

Для узагальнення технічних показників і формування інтегральної оцінки платформ застосовано багатокритеріальну методологію оцінювання на основі інтегрованої моделі Fuzzy AHP-TOPSIS, результати якої подано в табл. 6.

Таблиця 5

Технічні характеристики блокчейн-платформ для RWA токенизації*

Мережа	TPS	Фіналітет	Витрати	RWA TVL	Бал
Ethereum	15-30	12-15 сек	\$0,44-1,85	\$12,3B	0,95 (58-65% share)
Solana	900-5000	12,8 сек	\$0,00025	\$870M	0,88
Polygon	7000+	4-6 сек	\$0,01-0,02	\$1,14B	0,86
Arbitrum	40000+	~1 сек	\$0,01	\$17,5B TVL	0,85
Base	10000+	~2 сек	<\$0,01	\$13,1B TVL	0,84
Avalanche	4500+	<1 сек	\$0,10-0,25	\$500M	0,83
Provenance	~10000	6 сек	~\$0	\$17B+	0,90 (private credit)
Stellar	1000-3000	3-5 сек	<\$0,01	\$480M	0,81
Canton	N/A	Real-time	N/A	\$6T+ flows	0,92 (institutional)
Aptos	160000+	<1 сек	<\$0,01	\$200M+	0,79

*Складено на основі DeFiLlama, L2Beat, RWA.xyz, офіційної документації мереж (січень 2026) [13-18].

Таблиця 6

Комплексне ранжування 32 платформ токенизації за методологією Fuzzy AHP-TOPSIS*

№	Платформа	Категорія	AUM/TVL	Ліцензійний режим	Бал
1	Ethereum	Інфраструктура	\$12,3B RWA	Децентралізовано	0,95
2	Securitize	Платформа	\$4B+ AUM	SEC BD, ATS, TA	0,94
3	Circle USYC	Казначейство	\$1,69B	NY DFS, MAS	0,93
4	BlackRock BUIDL	Казначейство	\$1,68B	SEC Reg D	0,92
5	Canton Network	Інфраструктура	\$6T+ flows	Enterprise	0,92
6	Figure/Provenance	Приватний кредит	\$17B+ HELOC	180+ ліцензій	0,91
7	Provenance	Інфраструктура	\$17B+ TVL	AAA-rated sec.	0,90
8	Ondo Finance	RWA DeFi	\$2,52B TVL	SEC cleared	0,89
9	Franklin BENJI	Казначейство	\$881M	SEC registered	0,88
10	Solana	Інфраструктура	\$870M RWA	Децентралізовано	0,88
11	Polygon	Інфраструктура	\$1,14B RWA	Децентралізовано	0,86
12	Paxos PAXG	Товари	\$1,5B+	NY DFS, OCC, MAS	0,86
13	Arbitrum	Інфраструктура	\$17,5B TVL	L2 Ethereum	0,85
14	Ondo OUSG	Казначейство	\$770M	SEC cleared	0,85
15	Base	Інфраструктура	\$13,1B TVL	Coinbase L2	0,84
16	Tether XAUT	Товари	\$1,4B+	Swiss custody	0,84
17	Avalanche	Інфраструктура	\$500M RWA	Subnets	0,83
18	Polymath/Polymesh	Платформа	200+ токенів	L1 compliance	0,82
19	Stellar	Інфраструктура	\$480M+	SDF Foundation	0,81
20	tZERO	Платформа	44M+ shares	SEC ATS, BD	0,80
21	Centrifuge	RWA DeFi	\$646M	MakerDAO int.	0,80
22	Superstate USTB	Казначейство	\$350M+	SEC registered	0,79
23	Aptos	Інфраструктура	\$200M+	Move VM	0,79
24	Maple Finance	RWA DeFi	\$300M+	Institutional	0,78
25	Tokeny	Платформа	€500M+	MiCA, CSSF	0,78
26	Optimism	Інфраструктура	\$5B+ TVL	L2 Ethereum	0,77
27	Ondo GM	Токен. акції	\$500M+	200+ stocks	0,77
28	Goldfinch	RWA DeFi	\$100M+	EM credit	0,76
29	Dinari	Токен. акції	\$50M+	SEC compliance	0,75
30	Backed Finance	Токен. акції	\$30M+	Swiss FINMA	0,74
31	Kinesis KAU/KAG	Товари	\$50M+	ABX Exchange	0,73
32	Credix/Clearpool	Приватний кредит	\$100M+	LatAm focus	0,72

*Складено на основі методології Fuzzy AHP-TOPSIS (лютий 2026).

Консолідований аналіз прогнозів провідних консалтингових компаній демонструє значний потенціал зростання ринку токенизованих активів. McKinsey прогнозує досягнення 2–4 трлн дол. до 2030 р. за консервативним сценарієм, виключаючи стейблкоїни та CBDC. BCG спільно з Ripple оцінюють ринок у 9,4 трлн дол. до 2030 р. та 18,9 трлн дол. до 2033 р. при CAGR 53%, включаючи широкий спектр RWA. Standard

Chartered спільно з Synpulse прогнозують 30,1 трлн дол. до 2034 р. за оптимістичним сценарієм з часткою trade finance 16%. Citi GPS оцінює 4 трлн дол. токенизованих цінних паперів плюс 5 трлн дол. CBDC до 2030 р., позиціонуючи токенизацію як “killer use-case” для блокчейну.

McKinsey ідентифікує три хвилі впровадження: перша хвиля (2024–2026 рр.) охоплює готівку, депозити, взаємні фонди

та облігації з мінімальними регуляторними бар'єрами; друга хвиля (2026–2028 рр.) додає альтернативні фонди та приватний кредит зі зростаючим інституційним попитом; третя хвиля (2028–2030 рр.) включає нерухомість, private equity та комплексні активи з повною регуляторною ясністю. Розбіжність між консервативними оцінками McKinsey та оптимістичними BCG відображає невизначеність щодо швидкості регуляторної еволюції, темпів технологічної конвергенції та глибини інституційного впровадження.

На основі проведеного аналізу сформульовано рекомендації щодо вибору платформи токенизації для українських інституційних інвесторів. Регуляторний шлях має включати пріоритет платформам з MiCA compliance (Spiko, Backed Finance, 21Shares) з урахуванням траєкторії EU alignment України. Технічна інтеграція повинна базуватися на ERC-3643 compliant платформах для забезпечення інтероперабельності. Кастодіальне партнерство рекомендується з regulated custodians (Fireblocks, Anchorage, BitGo) із MPC-custody та страховим покриттям. Ліквідність забезпечується через мультичейн-розгортання для доступу до максимальної глибини ринку.

Чеклист due diligence для оцінки платформи включає верифікацію регуляторних ліцензій та юрисдикції, перевірку аудитів смарт-контрактів (Quantstamp, OpenZeppelin, Hacken), оцінку механізмів Proof of Reserve (Chainlink PoR, attestations), аналіз custody та insurance arrangements, перевірку прозорості fee structure, оцінку крос-чейн capabilities та вивчення інституційного track record. Фреймворк оцінки ризиків охоплює регуляторний ризик (невизначеність, enforcement) з мітигацією через мультиюрисдикційне ліцензування; технічний ризик (smart contract exploits) з мітигацією через множинні аудити та bug bounties; операційний ризик (oracle failure, custody

breach) з мітигацією через диверсифіковану інфраструктуру; ризик ліквідності (обмежена вторинна торгівля) з мітигацією через мультичейн-розгортання; контрагентний ризик (дефолт емітента/кастодіана) з мітигацією через bankruptcy-remote структури.

Першочерговими завданнями розвитку українського ринку токенизації є завершення впровадження Закону України "Про віртуальні активи" з чітким узгодженням із вимогами регламенту MiCA з метою забезпечення його сумісності з європейським регуляторним середовищем. Необхідною є розробка режиму регуляторної пісочниці для токенизації реальних активів відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 1238 з метою випробування нових технологічних рішень. Запровадження е-гривні як розрахункового активу для токенизованих активів дають змогу сформувати власну платіжно-розрахункову інфраструктуру. Узгодження регуляторних вимог НКЦПФР зі стандартами ERC-3643 та ISO 20022 забезпечить технічну взаємну сумісність відповідних рішень.

Стратегічні можливості для України визначаються її потенціалом стати першою європейською країною з регуляторною моделлю, узгодженою з вимогами MiCA [12], що сприятиме залученню емітентів токенизованих активів. Е-гривня має потенціал для крос-кордонних розрахунків з Digital Euro, відкриваючи нові можливості для міжнародних фінансових операцій. Конкурентне регуляторне середовище може привабити емітентів токенизованих активів створюючи нову індустрію з високою добавою вартості. Україна володіє найбільшою в Східній Європі екосистемою блокчейн-розробників (113 компаній), що забезпечує технологічну базу для розвитку галузі.

Висновки. На основі вищезазначеного можна сформулювати такі висновки.

По-перше, ринок токенизації досяг точки інституційного прийняття з обсягом понад

30 млрд дол. on-chain активів та участю провідних asset managers (BlackRock, Franklin Templeton, Fidelity, Apollo). Прогнозоване зростання до 9,4–30 трлн дол. до 2030 р. обумовлює стратегічну важливість розвитку регуляторної бази та інфраструктури.

По-друге, домінування Ethereum (58% ринкової частки) поєднується зі зростанням спеціалізованих enterprise-рішень (Canton Network, Provenance), що відповідають вимогам регульованих фінансових інституцій щодо приватності та compliance.

По-третє, екосистема Layer 2 забезпечила інституційну масштабованість з пропускну здатністю 1500 TPS (порівняно з 47 TPS у 2022 р.) та сукупним TVL понад 35 млрд дол., що робить Ethereum придатним для високо-частотних фінансових операцій.

По-четверте, стандарт ERC-3643 став де-факто стандартом для permissioned tokens з обсягом токенизації понад 32 млрд дол., забезпечуючи KYC/AML compliance на рівні смарт-контракту.

По-п'яте, регуляторна конвергенція між юрисдикціями (MiCA, DLT Act, SEC evolution) створює для України можливості позиціонувати себе як регуляторно сприятливу країну шляхом оперативного впровадження нормативної моделі, узгодженої з вимогами MiCA.

Практичне значення дослідження полягає у розробленій багатокритеріальній методології оцінювання платформ токенизації, що може бути застосована регуляторами (НКЦПФР, НБУ), інституційними інвесторами та учасниками ринку для ухвалення обґрунтованих рішень щодо впровадження технологій токенизації в українському контексті.

Перспективи подальших досліджень включають емпіричну верифікацію запропонованої MCDM-моделі на вибірці українських учасників ринку, аналіз інтеграції е-гривні з токенизованими активами, дослідження

правових механізмів захисту прав інвесторів у токенизовані активи та оцінку системних ризиків у разі масштабного впровадження atomic settlement. Розвиток Ethereum L2 та його екосистема – це не просто рішення масштабованості, а фундамент для нової фінансової архітектури, що поєднує довіру нейтрального публічного реєстру з гнучкістю bespoke мереж. Інфраструктура наступного покоління фінансових ринків формується сьогодні на Ethereum та його L2. Інституції, що визнають цей зсув та проактивно взаємодіють, допоможуть стимулювати модернізацію глобальної економіки на блокчейн-інфраструктуру, отримуючи конкурентну перевагу на роки вперед.

Список використаних джерел

1. Agur I., Villegas-Bauer G., Mancini-Griffoli T., Martinez Peria M. S., Tan B. J. Tokenization and financial market inefficiencies IMF Fintech Notes. 2025. № 001). International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798400298905.063>.
2. Lambert T., Liebau D., Roosenboom P. Security token offerings. Small Business Economics. 2022. № 59. P. 299–325. <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00539-9>.
3. Boston Consulting Group & Ripple. Approaching the tokenization tipping point. Report. (2025). URL : <https://ripple.com/reports/approaching-tokenization-at-the-tipping-point.pdf>.
4. McKinsey & Company. 2024, June 20. From ripples to waves: The transformational power of tokenizing assets. URL : <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/from-ripples-to-waves-the-transformational-power-of-tokenizing-assets>.
5. Standard Chartered & Synpulse. Real-world asset tokenisation: A game changer for global trade (White paper). Standard Chartered & Synpulse. 2024. URL : <https://www.hkdca.com/wp-content/uploads/2024/07/rwa-tokenization-game-changer-global-trade-synpulse.pdf>.

6. Citibank GPS. Money, tokens, and games. Citi Global Perspectives & Solutions. 2023, March. URL : <https://www.citigroup.com/global/insights/money-tokens-and-games>.

7. International Organization of Securities Commissions (IOSCO). Tokenization of financial assets (FR/17/25). Final Report. 2025, November. IOSCO. URL : <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCPD809.pdf>.

8. Рябокін М.В., Котух Є.В., Valera Aredo Julio Cesar. Methods of Optimizing Financial Flows of Territorial Hromadas Using RWA Tokenization. Актуальні проблеми Економіки. 2025. № 1. Р. 57–70. DOI: [10.32752/1993-6788-2025-1-283-57-70](https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-283-57-70).

9. Venkatesh V., Morris M. G., Davis G. B., Davis F. D. User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly. 2003. № 27. Р. 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>.

10. Financial Stability Board. The financial stability implications of tokenisation Report. 2024, October 22. URL : <https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf>.

11. Про внесення змін до Податкового кодексу України та деяких інших законодавчих актів України щодо стимулювання розвитку цифрових активів в Україні : Закон України № 2074-IX від 17 лютого 2022 року. Відомості Верховної Ради України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>.

12. European Union. Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets, and amending. Official Journal of the European Union. 2023. № 150. Р. 40–205. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1114>.

13. RWA.xyz. Real-world asset tokenization dashboard. 2025. URL : <https://rwa.xyz/>.

14. DefiLlama. TVL analytics. 2025. URL : <https://defillama.com/>.

15. L2BEAT. Layer 2 analytics and risk assessment. 2025. URL : <https://l2beat.com/>.

16. Messari. (2025). Token analytics reports. 2025. URL : <https://messari.io/>.

17. CoinGecko. (2025). RWA Industry Report. 2025. URL : <https://www.coingecko.com/>.

18. Bank for International Settlements. The future monetary system. Annual economic report. 2023. Chapter III. URL : <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e3.htm>.

References

1. Agur, I., Villegas-Bauer, G., Mancini-Griffoli, T., Martinez Peria, M. S., Tan, B. J. (2025). Tokenization and financial market inefficiencies. IMF Fintech Notes. International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798400298905.063>.

2. Lambert, T., Liebau, D., Roosenboom, P. (2022). Security token offerings. Small Business Economics, 59, 299–325. <https://doi.org/10.1007/s11187-021-00539-9>.

3. Boston Consulting Group & Ripple. (2025). Approaching the tokenization tipping point Report. Available at: <https://ripple.com/reports/approaching-tokenization-at-the-tipping-point.pdf>.

4. McKinsey & Company. (2024). From ripples to waves: The transformational power of tokenizing assets. McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/from-ripples-to-waves-the-transformational-power-of-tokenizing-assets>.

5. Standard Chartered & Synpulse. (2024). Real-world asset tokenisation: A game changer for global trade (White paper). Standard Chartered & Synpulse. Available at: <https://www.hkdca.com/wp-content/uploads/2024/07/rwa-tokenization-game-changer-global-trade-synpulse.pdf>.

6. Citibank GPS. (2023). Money, tokens, and games. Citi Global Perspectives & Solutions. Available at: <https://www.citigroup.com/global/insights/money-tokens-and-games>.

7. International Organization of Securities Commissions. Tokenization of financial assets. Report. FR/17/25. (2025). Available at: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCPD809.pdf>.

8. Riabokin, M. V., Kotukh, Y. V., Valera Aredo, J. C. (2025). Methods of optimizing financial flows of territorial hromadas using RWA tokenization. *Aktualni Problemy Ekonomiky – Actual Economic Problems*. 1, 57–70. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2025-1-283-57-70>.
9. Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27, 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>.
10. Financial Stability Board. (2024). The financial stability implications of tokenisation. Report. Available at: <https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf>.
11. Pro vnesennia zmin do Podatkovoho kodeksu Ukrainy ta deiakykh inshykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo stymuliuvannia rozvytku tsyfrovyykh aktyviv v Ukraini. Zakon Ukrainy № 2074-IX vid 17 liutoho 2022 roku [On amendments to the Tax Code of Ukraine and certain other legislative acts of Ukraine regarding the stimulation of digital asset development in Ukraine. Law of Ukraine]. (2022, February, 17). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy - Bulletins of the Verkhovna Rada of Ukraine*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>.
12. European Union. (2023). Regulation (EU) 2023/1114 of the European Parliament and of the Council of 31 May 2023 on markets in crypto-assets, and amending Regulations (EU) No 1093/2010 and (EU) No 1095/2010 and Directives 2013/36/EU and (EU) 2019/1937. *Official Journal of the European Union*, 150, 40–205. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1114>.
13. RWA.xyz. (2025). Real-world asset tokenization dashboard. Available at: <https://rwa.xyz/>.
14. DefiLlama. (2025). TVL analytics. Available at: <https://defillama.com/>.
15. L2BEAT. (2025). Layer 2 analytics and risk assessment. Available at: <https://l2beat.com/>.
16. Messari. (2025). Token analytics reports. Available at: <https://messari.io/>.
17. CoinGecko. (2025). RWA industry report. Available at: <https://www.coingecko.com/>.
18. Bank for International Settlements. (2023). The future monetary system. Annual economic report. Available at: <https://www.bis.org/publ/arpdf/ar2023e3.htm>.