

<https://doi.org/10.26565/2524-2547-2022-64-10>
УДК 334

Олексій Володимирович Доценко

викладач

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна

dotsenko@karazin.ua

<https://orcid.org/0000-0002-2028-1810>

АРХІТЕКТОНІКА ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ДОДАТКІВ У СКЛАДІ ЕКОСИСТЕМИ DeFi

Функціональні особливості криптографічних технологій у поєднанні з децентралізованими реєстрами даних дали поштовх до розвитку сегменту децентралізованих фінансових активів. Еволюційно були створені спеціальні децентралізовані додатки, які забезпечують коректну роботу всієї екосистеми DeFi. Дана робота присвячена дослідженню децентралізованих додатків, оскільки це головна ланка ринку децентралізованих фінансів, яка забезпечує інтерфейс для взаємодії суб'єктів ринку. Особливо детально в роботі вивчається саме архітектура децентралізованих додатків. У ході роботи було проаналізовано динаміку створення нових децентралізованих додатків на головних мережах екосистеми. Виявлено, що більшість сучасних додатків було створено у період з 2017 по 2019 роки, але постійно виникають нові та більш новітні кейси використання децентралізованих додатків. Виявлено та окреслено основні категорії складових архітектури децентралізованих додатків. До зовнішніх частин складових архітектури було додано: розробника додатку, розробника блокчейн, користувача додатку, користувача контракту, користувач токена, провайдеру консенсусу; та внутрішні складові архітектури: клієнт, смарт-контракт, токен, блокчейн платформа, інші платформи. Було наведено декілька прикладів роботи блокчейн протоколів та принципи підтвердження транзакцій. Складено детальну схему взаємодії всіх частин архітектури, а також суб'єктів, що беруть участь у роботі додатків. Була пояснена різниця між токенами та коїнами, а також супутні висновки щодо практичної сторони різниці децентралізованих активів. Було підкреслено декілька особливостей функціонування частин архітектури децентралізованих додатків, зокрема методи управління та організація взаємодій між різними протоколами в середині DeFi екосистеми. Також зроблені відповідні висновки по роботі.

Ключові слова: **DeFi екосистема, блокчейн, токенизація.**

JEL Classification: G23; G24; G15; G10.

Як цитувати: Доценко, О. В. (2022). Архітектура децентралізованих додатків у складі екосистеми DeFi. *Соціальна економіка*, 64, 117-124. doi: <https://doi.org/10.26565/2524-2547-2022-64-10>

In cites: Dotsenko, O. (2022). Architecture of decentralized applications as part of the DeFi ecosystem. *Social Economics*, 64, 117-124. doi: <https://doi.org/10.26565/2524-2547-2022-64-10> (In Ukrainian)

Вступ. Однією з найбільш інноваційних сфер розвитку децентралізованих фінансів є децентралізовані додатки, що забезпечують коректну роботу всієї DeFi екосистеми. Додатки – це головна ланка між користувачами ринку децентралізованих фінансових інструментів та глибокими технологічними рівнями екосистеми. Оскільки ринок специфічних криптографічних активів тільки проходить своє становлення, сфера децентралізованих фінансів залишає безліч недосліджених сегментів. Зважаючи на особливу роль додатків у роботі екосистеми, саме необхідність дос-

лідження та висвітлення теми робить актуальною дану роботу.

Мета даної роботи дослідити закономірності та функціональні особливості архітектури децентралізованих додатків. Виходячи з мети було поставлено наступні задачі роботи:

- проаналізувати динаміку розвитку децентралізованих додатків;
- дослідити загальну архітектуру децентралізованих додатків;
- виявити основні особливості складових архітектури;
- зробити висновки.

Зазначимо також, що об'єктом даної роботи – є екосистема децентралізованих фінансів (DeFi). Предметом роботи стали децентралізовані додатки, а саме їх архітектоніка.

Огляд літератури. Хоча ринки децентралізованих фінансових інструментів стали досить популярними в наш час, але основні ланки, такі як децентралізовані додатки, досліджуються незначною низкою науковців. Першими роботами пов'язаними з архітектонікою платформ та додатків були праці А. Тівана, Б. Консинські та А. А. Буш (Tiwana, Konsynski, & Bush, 2010). Значний вклад у розвиток та дослідження теми внесли такі науковці: Ю. Дж. Ю, О. Хенфрідссон та К. Люйтinen (Yoo, Henfridsson, & Luutinen, 2010), Ю. Чен, І. Перейра та П. С. Пател (Chen, Pereira, & Patel, 2020), у працях яких досліджено основні постулати роботи блокчейн платформ. Праці Дж. Шмайс, К. Хельцле та Р. П. Г. Тех (Schmeiss, Hoelzle, & Tech, 2019), доповнюють особливо важливими поняттями саме пов'язаних з екосистемою платформ. Деталізовану роботу також провели науковці М. Дж. Кейсі та П. Вінья (Casey & Vigna, 2018), у роботах присвячених блокчейн технології та функціональним особливостям. У публікаціях Л. Д. В. Томас та Р. Ті (Thomas & Tee, 2022) якісно роз'яснено щодо системних інновацій у цифровому контексті, зокрема досліджувана тема також є досить інноваційною. Ю. Бакош, Г. Халабурда та Ч. Мюллер-Блох (Bakos, Halaburda, & Mueller-Bloch, 2021) досліджують механізми децентралізованого управління у розподілених архітекторах, зокрема блокчейн у крипто-екосистемах. Роботи С. М. Х.Бамакан, А. Мотавалі та А. Бабаї Бондарті (Bamakan, Motavali, & Babaei Bondarti, 2020) присвячені різновидам консенсусу на блокчейн протоколах, та ці науковці якісно дослідили механіку алгоритму PoS. Автори М. С. Фердос, М. Дж. М. Чоудхурі, М. А. Хок та А. Колман (Ferdous, Chowdhury, Hoque, & Colman, 2020) продовжують дослідження різновидів різних типів консенсусу в блокчейн мережах, що значно поліпшує орієнтацію серед низки існуючих блокчейн проектів. О. Аразі, А. Ліндберг, М. Резаї та М. Саморані (2020) у своїй роботі торкаються розгляду еволюційних процесів цифрових артефактів та цифрових баз, що також було винятковим доповненням для реалізації нашого дослідження. А. Босу, А. Ікбал, Р. Шахріяр та П. Чакраборті (Bosu, Iqbal, Shahriyar, & Chakraborty, 2019) у своїй роботі наглядно демонструють які виклики зустрічаються зараз на шляху розробки блокчейн проектів. Робота А. Волч (2019), є однією з фундаментальних праць десятиліття щодо роботи блокчейн та біткоїн, авторка розвінчує декілька міфів щодо децентралізованих мереж та прозорості криптоіндустрії.

Для того щоб блокчейн проекти могли бути дійсно надійними та адаптивними, слід використовувати стандартизацію елементів, тому науковці Н. Склавос та О. Куфопавлу (Sklavos & Koufopavlou, 2005) реалізували дослідження щодо імплементації декількох таких структурних елементів. Продовженням поглибленого дослідження блокчейн та його функціональних особливостей займалися такі науковці як Р. Аззія, Р. Шамуна та М. Сохн (Azziya, Chamouna, & Sokhn, 2019). Пізніше блокчейн був також досліджений як метод роботи з маркетом даних, зокрема це вузько направлене дослідження було проведене С. Лоуренц, П. Шарма та А. Рауш (2019).

Дуже широке емпіричне дослідження Namescoin, крипто проекту що постачає послуги децентралізованого дизайну простоту назв для інших монет, було написано Г. Калоднер, М. Карлстен, П. Елленбоген, Дж. Бонно та А. Нараянан (Kalodner, Carlsten, Ellenbogen, Bonneau, & Narayanan, 2015); це дослідження є досить важливим оскільки досліджуваний проект знаходиться серед значимих у децентралізованому криптопросторі. Криптографічні проекти інколи страждають від проблем масштабованості, особливу увагу дослідження таких проблем приділяли М. Замані, М. Мовахеді, М. Райкова (2018), які розглядали обмеження з використанням шардингу. Автори С. Сюй, С. Паутассо, А. Чжу, В. Грамолі, О. Пономарьов, А. Б. Тран та С. Чен (Xu, Pautasso, Zhu, Gramoli, Ponomarev, Tran, & Chen, 2016) присвятили широке дослідження тематиці блокчейну, зокрема як інфраструктурного комунікатора між додатками та програмами. Х. Шафаг, Л. Буркхалтер, А. Хітнаві та С. Дюкенной (Shafagh, Burkhalter, Hithnawi, & Duquennoy, 2017) поглибили вивчення інтернету речей, особливо акцентуючи на дослідженні блокчейн та технологіях збереження даних.

Робота науковців Д. Джонстон, С. О. Йилмаз, Дж. Канда, Н. Бентенігіс, Ф. Хашемі, Р. Гросс, С. Вілкінсон та С. Мейсон (2014) є однією з найголовніших при поглибленні нашої наукової теми, оскільки автори розглядають основні генеральні теорії децентралізованих додатків.

Методологія дослідження. У процесі дослідження використовувалися загальнонаукові та спеціальні методи наукового пізнання, які дозволили комплексно підійти до вирішення поставленої мети та завдань. Для досягнення мети було використано діалектичний метод пізнання з метою вивчення і деталізації об'єкта вивчення та логічного узагальнення з метою систематизації основних принципів та понять. Для розгляду складових екосистеми децентралізованих додатків було використано методи аналізу, синтезу

та порівняння. Для виявлення основних тенденцій розвитку сфери децентралізованих додатків було застосовано економіко-статистичний метод. Для наочного представлення матеріалів та схематичного зображення теоретичних та практичних результатів дослідження було використано графічний метод. Для теоретичного узагальнення результатів дослідження та формування висновків використано системноструктурний метод.

Основні результати дослідження. Де-

централізовані додатки (з англійської dApp decentralized application) є значимою частиною екосистеми децентралізованих фінансів. Саме з допомогою dApp користувачі інтегровані до більшості товарів та послуг на ринку DeFi. Розвиток цього сегменту проходив не рівномірно, та більшість нових додатків були створені у період з 2017 по 2019 роки. Динаміку створення нових децентралізованих додатків можна розглянути на рис. 1.

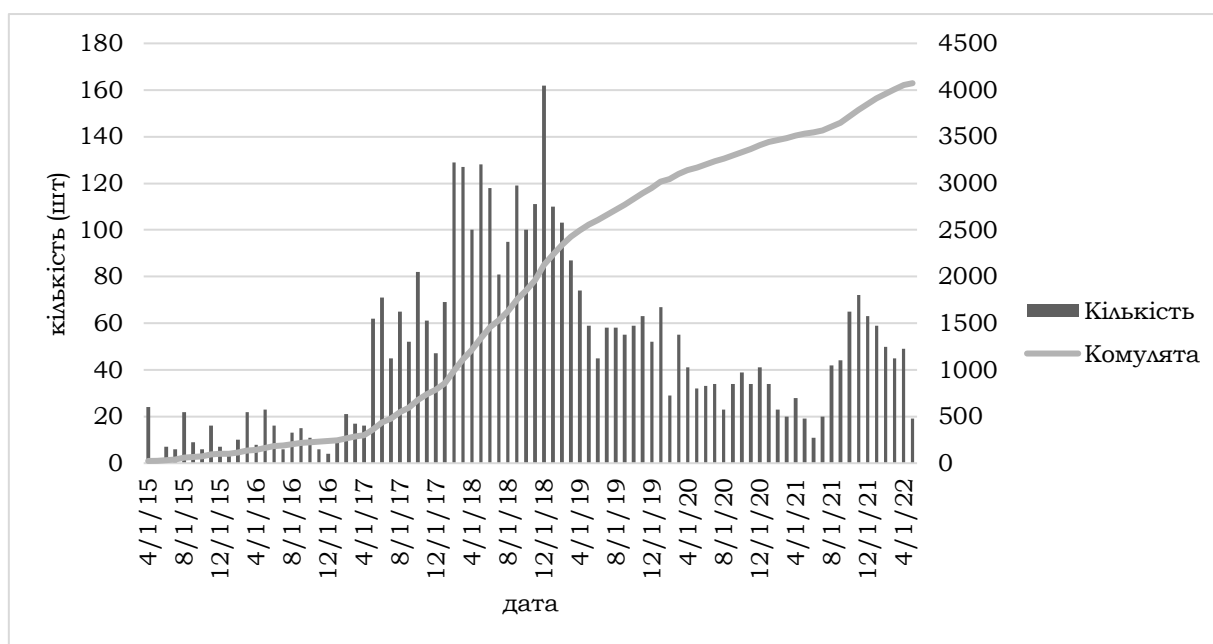


Рис. 1. Динаміка зміни кількості децентралізованих додатків

Fig. 1. Dynamics of changes in the number of decentralized applications

Джерело: складено автором за статистичними даними¹

Загальна кількість створених додатків з одного боку можна трактувати як незначну, але цьому є пояснення. Кількість блокчейн мереж у яких можна створити певні додатки обмежена, а більшу частину ринку додатків тримає мережа Ethereum. Інші мережі блокчейн ще проходять етапи становлення, та модернізації, доки немає конкурентів мережі лідеру. Основний показник для порівняння успішності блокчейн мереж, є TVL (Total value locked), який показує загальну вартість активів що залучені до мережі. Загальна кількість активів що залучені до всіх DeFi зараз складає 42,4 мільярди доларів США. TVL в мережі Ethereum сягає близько 64,76% від загальної кількості активів в DeFi (див. рис. 2).

Архітектури платформ dApp є складними, оскільки вони містять більше рівнів, ніж у традиційних комп'ютерних програмах, і, отже, надають більше можливостей для інновацій. Архітектура платформи dApp складається з інтерфейсу(ів) dApp, який забезпечує підключення до блокчейну через смарт-

контракти, монети та токени, а також до інших централізованих баз даних через API. Як ілюструє архітектура, представлена на рис. 3, екосистеми dApp складаються з багатьох елементів. Розглянемо детально кожен з приведених елементів та дослідимо їх функціональні особливості.

В основі архітектури dApp лежить сам блокчейн, де кожен опублікований блок містить криптографічний хеш попереднього блоку, мітку часу та дані транзакції. Після запису дані в будь-якому блоці не можуть бути змінені заднім числом без зміни всіх наступних блоків, навіть розробниками dApp або блокчейну. Блокчейн діє як репозиторій для транзакцій, які відбуваються в dApp. Транзакції в блокчейні - це запис того, що розробник dApp хоче зберігати в блокчейні. Оскільки транзакції, опубліковані в блокчейні, підписуються приватним криптографічним ключем, лише власник облікового запису може публікувати транзакції та виконувати дії в рамках dApp.

¹ DApp Statistics : веб-сайт.URL: <https://www.stateofthedapps.com/stats> (дата звернення: 01.09.22).

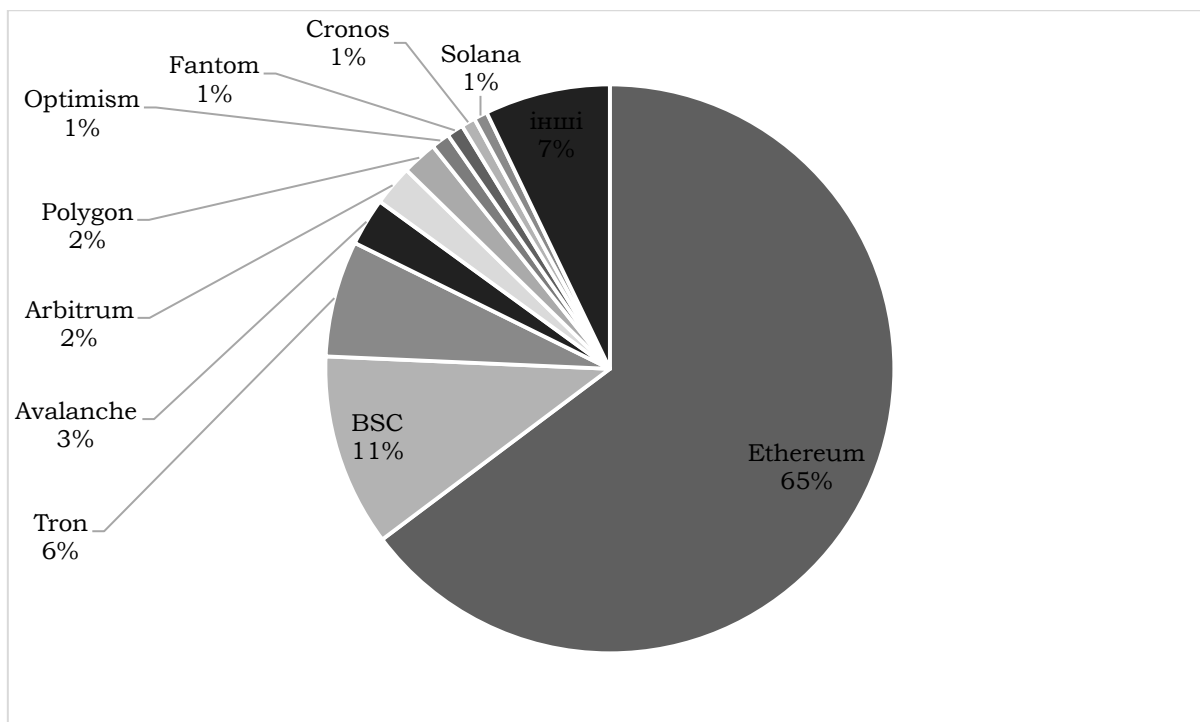


Рис. 2. Розподіл залучених активів між протоколами DeFi
Fig. 2. Distribution of involved assets between DeFi protocols

Джерело: складено автором за допомогою статистичних даних¹

Хоча всі блокчейн-платформи мають таку основну архітектуру, їх можна відрізнити за чотирма ключовими характеристиками: дозвіл перевірки, механізм консенсусу, комісія за транзакції та загальне управління. По-перше, блокчейн-платформи можуть відрізнитися своєю відкритістю та доступністю

для перевірки або тим, як вони керують дозволами для учасників на участь у забезпеченні консенсусу. Вони можуть вимагати реєстрації чи розкриття офлайн-ідентичності. Усі платформи dApp, які ми розглядаємо в цій роботі, є публічними.

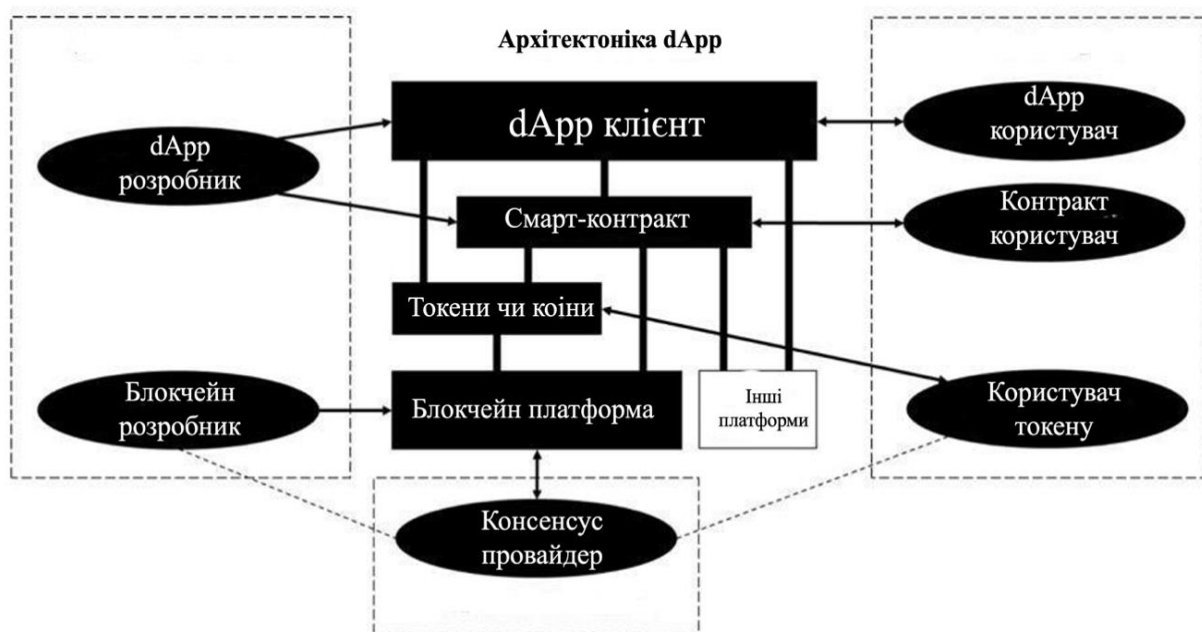


Рис. 3. Повна схема архітектури екосистеми децентралізованих додатків
Fig. 3. The complete diagram of the architecture of the ecosystem of decentralized applications

¹ DefiLlama : веб-сайт.URL: <https://defillama.com> (дата звернення: 01.11.22).

Механізми консенсусу – це процеси, які використовуються на блокчейн-платформах для досягнення необхідної згоди щодо стану мережі. На момент написання статті основними механізмами консенсусу є *proof-of-work* (PoW) і *proof-of-stake* (PoS), хоча деякі також використовують *Byzantine Fault Tolerance* (BFT) платформи. Механізм PoW покладається на майнерів, які вирішують дедалі складніші криптографічні головоломки для створення наступного блоку транзакцій. Системи PoS перевіряють транзакції на основі «ставок», які контролюють учасники, при цьому власники більших часток, швидше за все, підтвердять нову транзакцію. Ставка гарантує, що користувачі, які перевіряють транзакції, мають стимул підтримувати правильну версію блокчейну. BFT, навпаки, залежить від певної частки вузлів валідатора, які погоджуються щодо дійсності нового блоку. Делеговані версії PoS (DPoS) і BFT (DBFT) визначають метод вибору «суперпредставників», які завершують перевірку блоку на основі консенсусу. Наприклад, у своєму механізмі консенсусу DPoS компанія TRON створила систему голосування для вибору 27 суперпредставників кожні 6 годин, причому лише «залучені» користувачі можуть голосувати або бути обраними. Суперпредставників винагороджують невеликими сумами криптовалюти TRX. Інші платформи DPoS включають EOSIO, Steem і Hive. Neo використовує механізм консенсусу DBFT із голосуванням у реальному часі, щоб ідентифікувати постачальників консенсусу-валідаторів (делегованих), які отримують винагороду криптовалютою NEO. Хоча PoW є, мабуть, більш безпечним, PoS є набагато швидшим механізмом для обробки транзакцій із принаймні на порядок вищою швидкістю транзакцій. Саме з цієї причини dApp Yur пропонує «міст» для випуску токенів на EOSIO для масштабованості та викупу токенів на Ethereum для ліквідності.

Третім відмінним аспектом блокчейн-платформ є роль комісій. Окрім комісії за транзакції, також можуть бути комісії за запуск смарт-контрактів та інші дії системи. Комісії підтримують мережеву інфраструктуру та зазвичай є тим, як блокчейн-платформи генерують дохід. Деякі платформи, такі як EOSIO, не стягують комісій, але вимагають від валідаторів заморозити деякі кошти як «частку», яка може бути втрачена, якщо вони будуть нечесними під час перевірки транзакцій.

Важливим аспектом комісій є те, що вони

підвищують безпеку платформи блокчейн, оскільки роблять будь-яку спробу розгалуження дорожчою. Плата також може використовуватися для стимулювання або обмеження певних дій. Ще одна цікава відмінність полягає в тому, що структури гонорарів відрізняються залежно від того, наскільки вони непрозорі для сторонніх.

Нарешті, важливою особливістю будь-якої платформи є її спосіб управління, зокрема спосіб зміни управління. Завдяки прозорому запису транзакцій блокчейн-платформи дозволяють розподілені спільнотам здійснювати управління блокчейном. Однією з ключових відмінностей управління блокчейном є те, чи керує платформа комерційною компанією чи некомерційним фондом. Прибутковий статус може викликати занепокоєння розробників і користувачів dApp щодо того, чи будуть кошти та кошти використані для подальшого розвитку чи для розподілу прибутку для компанії та її інвесторів. Саме з цієї причини блокчейн Hive відгалужується від блокчейну Steem. Засновник блокчейну TRON Джастін Сан отримав «нагороду засновника» Steem і взяв під контроль блокчейн. Коли частина спільноти Steem відхилила загрозове поглинання блокчейну одним власником, вони розділили блокчейн і назвали новий блокчейн Hive. Крім наших шести найкращих блокчейнів, більшість блокчейн-платформ були комерційними компаніями. Винятком були Ethereum, який в основному підтримувався некомерційною організацією Ethereum Foundation, і Neo, який мав підтримку некомерційної спільноти^{1 2}.

Монети та токени схожі тим, що обидва працюють на блокчейн-платформах і торгуються однаково. Однак вони відрізняються своїм походженням. Монети є криптовалютами видані блокчейнами, які стимулюють спільноту консенсусних провайдерів підтримувати платформу блокчейн. Кожна з основних блокчейн-платформ має монету; наприклад, Ethereum пропонує Ether (ETH), а TRON пропонує TRX. Це означає, що різні блокчейни мають власний набір консенсусних постачальників. Навпаки, токени – це криптовалюта, яка не має власного блокчейну і зазвичай випускається та управляється за допомогою смарт-контракту, а отже, може використовуватися для заохочення користувачів dApp. Токени можуть бути специфічними для dApp, або dApp може використовувати монети чи токени з іншого dApp. До популярних токенів належать токени ERC-20, які створюються на основі блокчейну Ethereum і вико-

¹ News journal of cryptocurrency and digital assets CoinDesk. URL: <https://www.coindesk.com/steem-hard-fork-hive> (дата звернення: 01.09.22).

² Journal of cryptocurrency and digital assets Cointelegraph. URL: <https://cointelegraph.com/news/hive-hard-fork-is-successful-steem-crashes-back-to-earth> (дата звернення: 01.09.22).

ристовують мережу Ethereum для переказів.

Смарт-контракти – це програмне забезпечення, яке зв'язує інтерфейс dApp і платформу блокчейн. Кожен смарт-контракт складається з повного по Тьюрингу коду, який призначений для автоматичного виконання та документування транзакцій і запису їх у блокчейн. У цьому вони еквівалентні API в мобільних обчисленнях: dApp надсилає транзакцію через смарт-контракт, щоб оновити блокчейн, і кожен смарт-контракт містить скомпільований код, який може виконувати складні обчислення, включаючи виклик інших смарт-контрактів. Після того, як смарт-контракт розгорнуто, його неможливо оновити, оскільки він є частиною основного блокчейну, хоча їх можна налаштувати як тимчасові (щоб вони більше не функціонували після певного тригера, наприклад установлення певного періоду часу) або структурувати так, щоб створити видимість можливості оновлення.

Інтерфейс dApp – це інтерфейс користувача, такий як мобільний додаток (часто на смартфоні) або веб-сайт (доступний через браузер), який відображає результати транзакцій розподілених додатків, опублікованих у блокчейні. Це також дозволяє користувачам надсилати власні транзакції через смарт-контракти в блокчейн і взаємодіяти з dApp. Інтерфейси dApp зазвичай являють собою окремий код, наданий різними засобами для смарт-контрактів, які забезпечують розподілену функціональність і базовий блокчейн.

Інтерфейс dApp може взаємодіяти не тільки зі смарт-контрактами, пов'язаними з dApp, але й з іншими централізованими системами, де можуть розміщуватися інші дані або виконуваний код (див. рис. 3). Наприклад, і Actifit, і Yur зберігають свої дані та код, не засновані на блокчейні, на інших платформах баз даних і додатків.

Загальнодоступні блокчейн-платформи мають те, що ми називаємо «провайдерами консенсусу», але також відомі як «майнери» в спільнотах блокчейнів, які перевіряють роботу. Постачальники консенсусу перевіряють транзакції та отримують винагороду монетами з блокчейну. Деякі постачальники консенсусу об'єднують свої ресурси, ділячи свою обчислювальну потужність, щоб порівну розподілити винагороду відповідно до обсягу роботи, яку вони зробили для створення блоку. «Частка» присуджується членам пулу, які надають дійсне часткове підтвердження роботи.

Як і інші екосистеми розподілених цифрових інновацій, екосистеми dApp мають спільноти розробників, які створюють ресурси програмного забезпечення. У той час як розробники dApp створюють dApps, а також смарт-контракти, які здійснюють транзакції в блокчейні, розробники блокчейну проекту-

ють і створюють сам базовий блокчейн, а також можуть брати участь у спільноті консенсусних провайдерів (хоча їм це не обов'язково). Спільноти розробників є соціально неоднорідними, починаючи від відомих фірм, які розробляють програми, амбітних підприємців, малих незалежних розробників і навіть любителів, усі з яких мають різні можливості, доступ до ресурсів і сприйняття світу. Спільноти розробників також автономні в тому, що вони переслідують власні цілі та траєкторії. Хоча це особливо вірно для розробників dApp, які аналогічні розробникам додатків для Android або iOS розробники блокчейну можуть мати цілі, які узгоджуються з баченням самого блокчейну, при цьому певні розробники отримують значний вплив. Крім того, враховуючи, що колективи екосистеми динамічні, розробники, як правило, дуже дискурсивні, використовують онлайн-ресурси, форуми підтримки, соціальні мережі та інші цифрові засоби для обміну знаннями, допомоги та конкуренції один з одним. [

Користувачі dApp є споживачами ціннісних пропозицій, які надає dApp. Ключовою характеристикою користувачів dApp є те, що їм не потрібно бути особливо технологічно підкованими, оскільки їх взаємодія з dApp здійснюється через інтерфейс користувача dApp. Однак зазвичай їм потрібне загальне розуміння технологій блокчейну та способів використання бірж і монетних гаманців, а складність цих систем може викликати занепокоєння у звичайних користувачів.

Користувачі смарт-контрактів безпосередньо взаємодіють зі службами dApp через смарт-контракти, які входять до складу самого dApp. Ці користувачі зазвичай більш підковані в технологіях, оскільки вони можуть взаємодіяти з кодом, який містить смарт-контракт.

Користувачі монет/токенів не обов'язково зацікавлені у функціональності якогось конкретного dApp, але їх цікавлять монети та токени, які використовуються в dApp. Ці користувачі часто мають фінансовий інтерес і торгують цими цифровими активами.

Висновки. Проаналізувавши динаміку створення нових децентралізованих додатків можна прийти висновків, що екосистема уже має досить прецедентів для коректної функціональності. Структура архітекtonіки децентралізованих додатків дуже розгалужена та складається з декількох рівнів. Головною ланкою архітекtonіки децентралізованих додатків є блокчейн платформа. Саме блокчейн задає умови для інших деталей в загальній системі роботи додатку, та інтегрує інші частини та елементи архітекtonіки. Більшість взаємодій проходить через смарт-контракти, частіше за все це специфічні операції з токе-

нами та іншими децентралізованими фінансовими активами. Також смарт-контракти беруть участь у взаємодії з іншими платформами. У роботі децентралізованих додатків беруть участь також 3 головних умовних

суб'єкта ,це провайдери, розробники, та користувачі. Технології децентралізованих додатків постійно розвиваються тому тема потребує постійного розширення та доповнення.

Стаття надійшла до редакції 04.10.2022 р.

Стаття рекомендована до друку 15.11.2022 р.

Oleksii Dotsenko, Lecturer, V.N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
dotsenko@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-2028-1810>

ARCHITECTURE OF DECENTRALIZED APPLICATIONS AS PART OF THE DEFI ECOSYSTEM

Abstract. The functional features of cryptographic technologies in combination with decentralized data registries gave impetus to the development of the segment of decentralized financial assets. Evolutionarily, special decentralized applications were created that ensure the correct operation of the entire DeFi ecosystem. This work is devoted to the study of decentralized applications, since this is the main link of the market of decentralized finance, which provides an interface for the interaction of market subjects. In our work, we study the architecture of decentralized applications in particular detail. In the course of the work, we analyzed the dynamics of the creation of new decentralized applications on the main networks of the ecosystem. We found that most modern applications were created between 2017 and 2019, but new and newer use cases for decentralized applications are constantly emerging. We also identified and outlined the main categories of decentralized application architecture components. We added to the external parts of the architectural components: application developer, blockchain developer, application user, contract user, token user, consensus provider; and internal architectural components: client, smart contract, token, blockchain platform, other platforms. Several examples of the operation of blockchain protocols and the principles of transaction confirmation are in work. We created a detailed diagram of the interaction of all parts of the architecture, as well as subjects participating in the work of applications. We also explained the difference between tokens and coins, as well as accompanying conclusions regarding the practical side of the difference of decentralized assets. We also highlighted several features of the functioning of parts of the architecture of decentralized applications, in particular, management methods and the organization of interactions between different protocols in the middle of the DeFi ecosystem. We have also made appropriate conclusions on the work.

Keywords: **DeFi Ecosystem, Blockchain, Tokenization.**

JEL Classification: G23; G24; G15; G10.

REFERENCES

1. Thomas, L. D. W., & Tee, R. (2022). Generativity: A systematic review and conceptual framework. *International Journal of Management Reviews*, 24, 255-278. doi: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12277>
2. Yoo, Y. J., Henfridsson, O., & Lyytinen, K. (2010). The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research*, 21(4), 724-735. doi: <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0322>
3. Bakos, Y., Halaburda, H., & Mueller-Bloch, C. (2021). When permissioned blockchains deliver more decentralization than permissionless. *Communications of the ACM*, 64(2), 20-22. doi: <https://doi.org/10.1145/3442371>
4. Bamakan, S. M. H., Motavali, A., & Babaei Bondarti, A. (2020). A survey of blockchain consensus algorithms performance evaluation criteria. *Expert Systems with Applications*, 154, 113385. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113385>
5. Ferdous, M. S., Chowdhury, M. J. M., Hoque, M. A., & Colman, A. (2020). Blockchain Consensus Algorithms: A Survey. *ArXiv:2001.07091v2* [cs.DC]. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.07091>
6. Tiwana, A., Konsynski, B., & Bush, A. A. (2010). Research Commentary – Platform Evolution: Coevolution of Platform Architecture, Governance, and Environmental Dynamics. *Information Systems Research*, 21(4), 675-687. doi: <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0323>
7. Casey, M. J., & Vigna, P. (2018). In blockchain we trust. *MIT Technology Review*, May/June 2018. Retrieved from <https://www.technologyreview.com/2018/04/09/3066/in-blockchain-we-trust/>.

8. Chen, Y., Pereira, I., & Patel, P. C. (2020). Decentralized Governance of Digital Platforms. *Journal of Management*, 0149206320916755. doi: <https://doi.org/10.1177/0149206320916755>
9. Schmeiss, J., Hoelzle, K., & Tech, R. P. G. (2019). Designing Governance Mechanisms in Platform Ecosystems: Addressing the Paradox of Openness through Blockchain Technology. *California Management Review*, 62(1), 121-143. doi: <https://doi.org/10.1177/0008125619883618>
10. Arazy, O., Lindberg, A., Rezaei, M., & Samorani, M. (2020). The evolutionary trajectories of peer-produced artifacts: Group composition, the trajectories' exploration, and the quality of artifacts [Article]. *Mis Quarterly*, 44(4), 2013-2053. doi: <https://doi.org/10.25300/misq/2020/15379>
11. Bosu, A., Iqbal, A., Shahriyar, R., & Chakraborty, P. (2019). Understanding the motivations, challenges and needs of Blockchain software developers: a survey. *Empirical Software Engineering*, 24(4), 2636-2673. doi: <https://doi.org/10.1007/s10664-019-09708-7>
12. Walch, A. (2019). In Code(rs) We Trust: Software Developers as Fiduciaries in Public Blockchains. In P. Hacker, I. Lianos, G. Dimitropoulos, & S. Eich (Eds.), *Regulating Blockchain: Techno-Social and Legal Challenges* (pp. 58-81). Retrieved from https://www.academia.edu/37208269/IN_CODE_RS_WE_TRUST_SOFTWARE_DEVELOPERS_AS_FIDUCIARIES_IN_PUBLIC_BLOCKCHAINS.
13. Sklavos, N., & Koufopavlou, O. G. (2005). Implementation of the SHA-2 Hash Family Standard Using FPGAs. *The Journal of Supercomputing*, 31, 227-248. doi: <https://doi.org/10.1007/s11227-005-0086-5>
14. Kalodner, H., Carlsten, M., Ellenbogen, P., Bonneau, J., & Narayanan, A. (2015). An empirical study of namecoin and lessons for decentralized namespace design. *14th Annual Workshop on the Economics of Information Security, {WEIS}*, 2015, Delft, The Netherlands, 22-23 June, 2015. Retrieved from http://www.econinfosec.org/archive/weis2015/papers/WEIS_2015_kalodner.pdf.
15. Zamani, M., Movahedi, M., & Raykova, M. (2018). Rapidchain: Scaling blockchain via full sharding, in: *Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security* (pp. 931-948). doi: <https://doi.org/10.1145/3243734.3243853>
16. Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B., & Chen, S. (2016). The blockchain as a software connector. *13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA), IEEE (2016)* (pp. 182-191). Retrieved from https://design.inf.usi.ch/sites/default/files/biblio/2016_WICSA_BlockChainSoftwareConnector.pdf.
17. Shafagh, H., Burkhalter, L., Hithnawi, A., & Duquennoy, S. (2017). Towards blockchain-based auditable storage and sharing of iot data. *Proceedings of the 2017 on Cloud Computing Security Workshop, ACM (2017)* (pp. 45-50). doi: <https://doi.org/10.1145/3140649.3140656>
18. Johnston, D., Yilmaz, S. O., Kandah, J., Benteinitis, N., Hashemi, F., Gross, R., Wilkinson, S., & Mason, S. (2014). The general theory of decentralized applications - Dapps. Retrieved from <http://cryptochainuni.com/wp-content/uploads/The-General-Theory-of-Decentralized-Applications-DApps.pdf>.
19. Azzia, R., Chamouna, R., & Sokhn, M. (2019). The power of a blockchain-based supply chain. *Comput. Ind. Eng.*, 135, 582-592. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.042>
20. Lawrenz, S., Sharma, P., & Rausch, A. (2019). Blockchain technology as an approach for data marketplaces. *Proceedings of the 2019 International Conference on Blockchain Technology*; 15-18 Mar 2019; Honolulu, HI, USA, ACM, New York, NY, USA (2019) (pp. 55-59). doi: <https://doi.org/10.1145/3320154.3320165>

The article was received by the editors 04.10.2022.

The article is recommended for printing 15.11.2022.