ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN ТЕХНОЛОГІЙ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ»

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності *124 Системний аналіз*
(код, найменування спеціальності)
Освітньо-професійної програми *Системний аналіз*
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Максим КИЧКО
(підпис) *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача*

Виконав:здобувач вищої освіти групи САЗ-51
Максим КИЧКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: Сергій КОЗАЧЕНКО
к.е.н, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Рецензент:
науковий ступінь, вчене звання Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Київ 2024

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Кафедра Системного аналізу
Ступінь вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 124 Системний аналіз
Освітньо-професійна програма Системний аналіз

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою СА
_____Ровіл НАФЄЄВ
«_____» ___20___р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кичко Максим Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Аналіз використання blockchain технологій у фінансовому секторі»
керівник кваліфікаційної роботи Сергій КОЗАЧЕНКО к.е.н.
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від « _____»_____20__ р. № ____

2. Строк подання кваліфікаційної роботи «___»_____20__ р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Аналіз та огляд наукових робіт, книг та статей, які охоплюють різні аспекти технології блокчейн, її застосування у фінансовому секторі, а також переваги та виклики цієї технології.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд технології блокчейн, переваги та виклики використання блокчейну, методологічний підхід до аналізу ефективності використання блокчейн технологій, застосування блокчейну у фінансовому секторі та інших галузях, перспективи розвитку аналітичних підходів в дослідженнях еволюції блокчейн технологій

5. Перелік ілюстративного матеріалу: *презентація*

6. Дата видачі завдання «_____»_____20____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	21.02.2024	виконано
2	Підбір науково-технічної літератури	1.03.2024 – 5.03.2024	виконано
3	Аналіз предметної області	6.03.2024 – 15.03.2024	виконано
4	Дослідження переваг та викликів використання блокчейн технологій	16.03.2024 – 29.03.2024	виконано
5	Дослідження ефективності blockchain технологій у фінансовому секторі	1.04.2024 – 15.05.2024	виконано
6	Оцінка впливу блокчейн технологій на фінансові операції	15.05.2024 – 16.05.2024	виконано
7	Вступ, висновки, реферат	16.05.2024 – 21.05.2024	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	21.05.2024	виконано
9	Попередній захист		

Здобувач(ка) вищої освіти _____ Максим КИЧКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Сергій КОЗАЧЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут телекомунікацій

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на здобуття освітнього ступеня магістра

Направляється здобувач Кичко М. О. до захисту кваліфікаційної роботи
(прізвище та ініціали)
за спеціальністю 124 Системний аналіз
(код, найменування спеціальності)
освітньо-професійної програми Системний аналіз
(назва)
на тему: «Аналіз використання blockchain технологій у фінансовому секторі».

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Директор ННІТ _____ Владислав КРАВЧЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач(ка) у своїй роботі проаналізував основні принципи та компоненти технології блокчейн, виявив її переваги та виклики. Крім цього, студент дослідив методологічний підхід до оцінки ефективності впровадження блокчейн технологій у фінансовому секторі. Було проведено глибокий аналіз впливу блокчейн на вартість та швидкість фінансових операцій, а також досліджено перспективи розвитку цієї технології у фінансовій сфері.

Все це дозволяє оцінити виконану кваліфікаційну роботу здобувача Кичко М. О.
на оцінку «_____» та присвоїти йому кваліфікацію «*Бакалавр з системного аналізу*».

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Сергій КОЗАЧЕНКО
(підпис) *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*
«____»_____20___року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційна робота розглянута. Здобувач *Кичко М. О.* допускається до захисту даної роботи в Екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедрою системного аналізу _____ Ровіл НАФЄЄВ
(назва) *(підпис)* *(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)*

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА
на кваліфікаційну бакалаврську (магістерську) роботу

здобувача вищої освіти Кичко Максим Олегович_____
(прізвище, ім'я, по батькові)
на тему «Аналіз використання blockchain технологій у фінансовому секторі»

Актуальність.
Тема дипломної роботи є надзвичайно актуальною в умовах сучасного розвитку фінансових технологій. Блокчейн технології наразі стали ключовим елементом в інноваційних підходах до ведення бізнесу, забезпечуючи прозорість, безпеку та ефективність фінансових операцій. Використання блокчейну у фінансовому секторі відкриває нові можливості для оптимізації процесів, зниження витрат та підвищення довіри до фінансових інститутів. Дипломна робота виконана у відповідності до завдання. Матеріал викладено логічно і послідовно. Текст роботи має рисунки, що наочно пояснюють розглянутий матеріал.

Позитивні сторони.
Студент провів детальний аналіз компонентів блокчейну, розглянув основні принципи його функціонування, а також виявив переваги та виклики використання цієї технології у фінансовому секторі.
Проведено аналіз реальних прикладів використання блокчейн технологій у фінансовому секторі, зокрема токенізації нерухомості, що демонструє практичну значимість дослідження.
Недоліки.

1. Робота містить незначну кількість стилістичних та синтаксичних помилок. Відзначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку кваліфікаційної бакалаврської роботи.

Висновок: *кваліфікаційна бакалаврська робота заслуговує оцінку "____ _____", а здобувач Кичко Максим заслуговує присвоєння кваліфікації:* «*бакалавр з системного аналізу»*

Рецензент: _____ _____
науковий ступінь, вчене звання *підпис* *Ім'я, ПРІЗВИЩЕ*

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня бакалавра (магістра): 61 сторінка, 5 рисунків, 1 таблиця, 19 джерел.

БЛОКЧЕЙН, ТОКЕНИ, КРИПТОВАЛЮТА, ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ, ФІНАНСОВИЙ СЕКТОР, РОЗПОДІЛЕНА КНИГА, СМАРТ-КОНТРАКТИ, МАСШТАБОВАНІСТЬ, BLOCKCHAIN, КОНФІДЕНЦІЙНІСТЬ.

Об’єкт дослідження – використання технологій блокчейн у фінансовому секторі.

Мета роботи – аналіз переваг, викликів та перспектив впровадження блокчейн-технологій у фінансові послуги.

Предмет дослідження – використання технології блокчейн у фінансовому секторі.

Проєкт складається з трьох розділів. Перший розділ присвячено основам та принципам технології блокчейн. Визначено ключові компоненти блокчейну, такі як блоки, майнери та вузли, а також основні принципи, що відрізняють блокчейн від традиційних централізованих систем. Проаналізовано переваги та виклики, з якими стикається ця технологія.

У другому розділі дипломної роботи проведено методологічний аналіз ефективності використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі. Визначено ключові показники ефективності, проаналізовано застосування блокчейну у фінансовому секторі та інших галузях, розглянуто методи дослідження, що використовуються в аналізі розвитку блокчейн-технологій, та проведено оцінювання впливу блокчейну на вартість та швидкість фінансових операцій.

Третій розділ містить оцінку результатів аналізу використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі на прикладі токенізації нерухомості. Також обговорено перспективи розвитку аналітичних підходів у дослідженнях еволюції блокчейн-технологій та аспекти, які потребують додаткового дослідження та удосконалення.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

DLT - Distributed Ledger Technology, технологія розподіленої книги.

P2P - Peer-to-Peer, однорангова мережа яка складається з набору взаємопов'язаних вузлів, кожен з яких має рівні права і привілеї.

IoT - Internet of Things, концепція мережі, що складається із взаємозв'язаних фізичних пристроїв.

IBM - International Business Machines Corporation, велика міжнародна компанія, яка спеціалізується на виробництві комп'ютерної техніки та програмного забезпечення.

DNS - Domain Name System, система доменних імен.

FX - Foreign Exchange, валютний обмін або ринок обміну валют.

KYC - Know Your Customer, процес ідентифікації та перевірки особи.

PDF - Portable Document Format, формат файлів.

DTCC - Depository Trust & Clearing Corporation, американська фінансова компанія, яка надає послуги з клірингу та зберігання цінних паперів.

ASX - Australian Securities Exchange, головна фондова біржа в Австралії.

ISDA - International Swaps and Derivatives Association, міжнародна торговельна асоціація.

CCP - Central Counterparty, це фінансова установа, яка виступає посередником між учасниками ринку для зменшення ризику контрагента.

MIT - Massachusetts Institute of Technology, провідний дослідницький університет у США.

ICO - Initial Coin Offering, метод залучення капіталу для нових проєктів через продаж криптовалютних токенів інвесторам.

DAO - Decentralized Autonomous Organization, організація, яка керується смарт-контрактами на блокчейні, без централізованого управління.

PoS - Proof of Stake, метод захисту в криптовалютах, заснований на необхідності доказу зберігання певної кількості коштів на рахунку.

ВСТУП

Технологія блокчейн, спочатку розроблена як основа для криптовалюти Bitcoin, сьогодні знаходить застосування в багатьох сферах економіки та суспільства, зокрема у фінансовому секторі. Завдяки своїм унікальним властивостям, таким як децентралізація, прозорість, незмінність та безпека даних, блокчейн має потенціал радикально змінити спосіб ведення бізнесу та управління фінансовими операціями.

Фінансовий сектор традиційно характеризується високим рівнем централізації, де банки та інші фінансові установи виступають посередниками у проведенні транзакцій. Це часто призводить до високих витрат, затримок та вразливості до шахрайства. Блокчейн, завдяки своїй децентралізованій природі, пропонує альтернативний підхід, що може значно знизити витрати, прискорити процеси та підвищити рівень безпеки.

Ця дипломна робота спрямована на аналіз використання технологій блокчейн у фінансовому секторі. Метою роботи є дослідження ключових компонентів та принципів блокчейну, його переваг та викликів, а також оцінка ефективності впровадження блокчейн-технологій у фінансових установах. Особливу увагу буде приділено аналізу впливу блокчейну на вартість та швидкість фінансових операцій, а також перспективам розвитку цієї технології у майбутньому.

У першому розділі роботи буде розглянуто основи та принципи технології блокчейн, включаючи його ключові компоненти, такі як блоки, майнери, вузли та стейкінг, а також основні принципи, що відрізняють блокчейн від традиційних централізованих систем. Також проаналізовано переваги та виклики, з якими стикається ця технологія.

Другий розділ присвячено методологічному підходу до аналізу ефективності використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі. Будуть розглянуті ключові показники ефективності, методи дослідження, а також приклади застосування блокчейну в фінансових та інших галузях.

Третій розділ містить оцінку результатів аналізу використання блокчейну на прикладі токенізації нерухомості, а також обговорення перспектив розвитку

аналітичних підходів у дослідженнях еволюції блокчейн-технологій. Окрім цього, буде розглянуто напрямки майбутніх досліджень та аспекти, які потребують додаткового вивчення та удосконалення.

На основі проведеного дослідження, у висновках будуть підсумовані основні результати, визначені перспективи майбутніх досліджень та удосконалень у галузі блокчейн-технологій.

Загалом, дана дипломна робота спрямована на всебічний аналіз використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі, розкриття їх потенціалу та перспектив розвитку, що робить її актуальною і важливою для подальших досліджень та впроваджень у цій сфері.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ТА ПРИНЦИПИ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN

Блокчейн це технологія що стала новаторською інновацією і має потенціал для трансформації різних галузей. За своєю суттю блокчейн — це децентралізована розподілена цифрова книга, яка записує транзакції в мережі комп'ютерів. Ця унікальна структура забезпечує безпечне, прозоре та захищене від фальсифікацій ведення записів без необхідності центрального органу [1].

Основна мета Blockchain — дозволити ненадійним сторонам безпечно обмінюватися критично важливими даними. Це простий, але геніальний спосіб автоматизації та безпечної передачі інформації між двома сторонами.

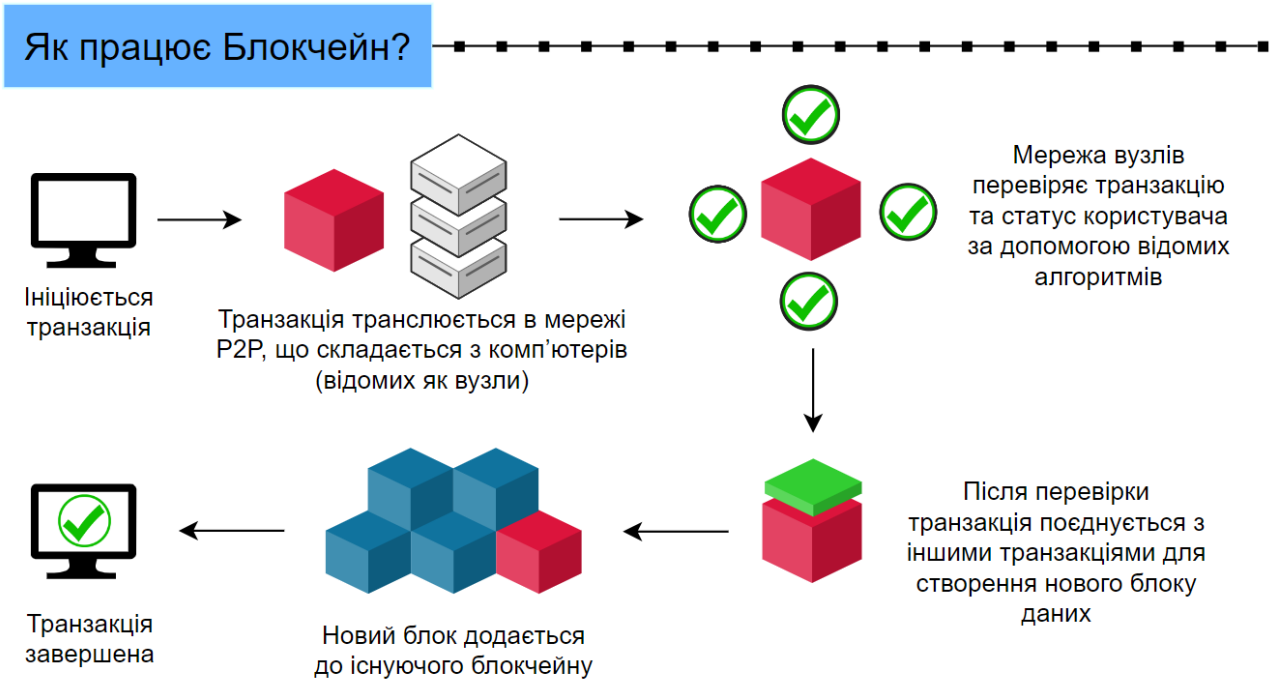


Рис.1 – Схема роботи блокчейну

1.1. Ключові компоненти блокчейну

Блоки:

Блокчейн складається з великої кількості блоків. Кожен блок складається з трьох елементів:

- Data: дані, що зберігаються в блоці, які можуть містити інформацію про транзакції або будь-які інші дані.
- Nonce: випадково згенероване 32-розрядне число, яке створює хеш заголовка блоку
- Hash: 256-бітне число, що починається з багатьох нулів

Коли в ланцюжку створюється перший блок, генерується криптографічний хеш, і дані позначаються як підписані. Дані блоку назавжди прив'язані до nonce і хешу, якщо вони не видобуті [2].

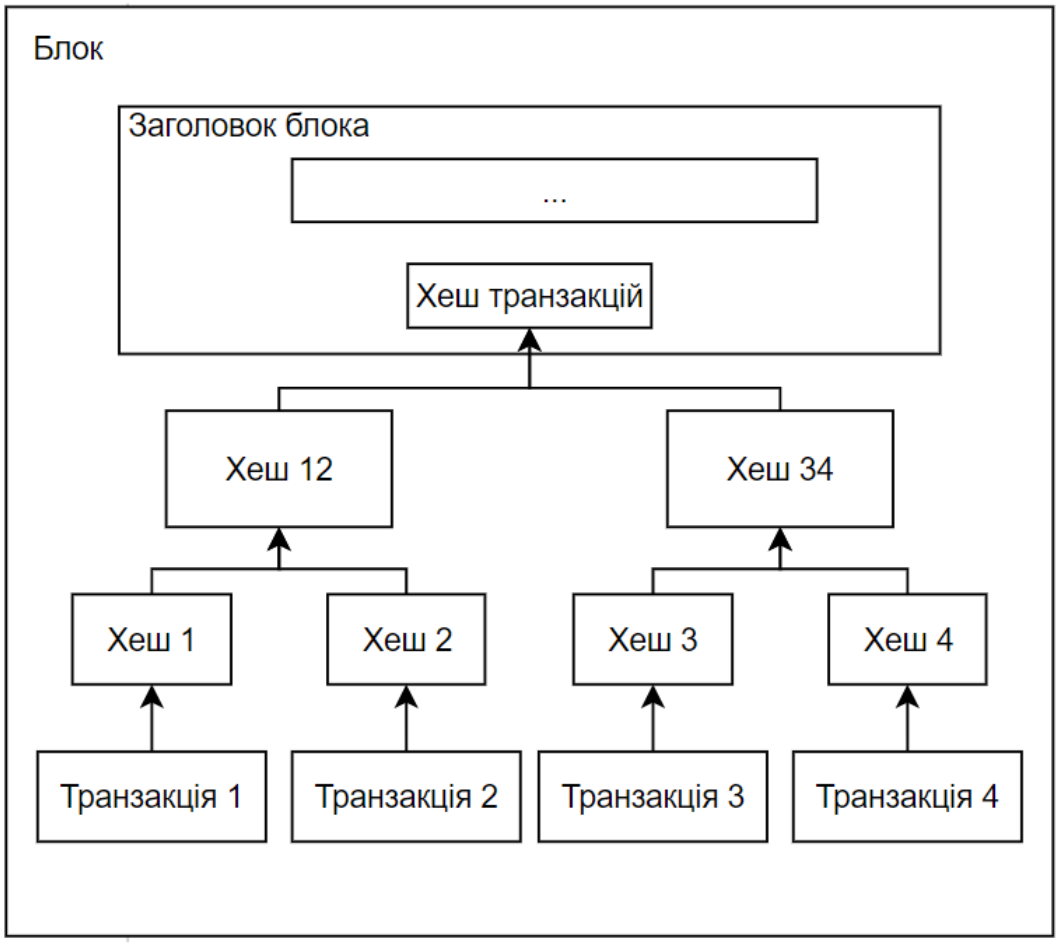


Рис.2 - Схема блоку транзакій

Майнери:

Майнери створюють нові блоки в ланцюжку за допомогою процесу, який називається майнінг. Кожному блоку в ланцюжку блоків призначається унікальний nonce і хеш, який посилається на хеш попереднього блоку, тому майнінг ускладнюється з довжиною ланцюжка.

За допомогою спеціального програмного забезпечення майнери повинні вирішити складну математичну задачу, щоб знайти nonce, який генерує прийнятний хеш.

Оскільки nonce є 32-бітним, а хеш становить 256 біт, майнер повинен виконати близько чотирьох мільярдів можливих комбінацій, щоб знайти правильну. Коли майнер знаходить цей «золотий одноразовий номер», блок додається до ланцюжка.

Щоб змінити будь-який блок, доданий раніше в ланцюжок, майнер повинен повторно видобути блок і всі наступні блоки. Тому маніпулювати технологією блокчейн надзвичайно важко.

Вузли:

Децентралізація є одним із найважливіших аспектів технології блокчейн. Блокчейн — це розподілена книга, з'єднана через вузли, яка не належить одній сутності. Вузлом може бути будь-який пристрій, який містить копію ланцюга та сприяє безперервній роботі мережі.

Кожен вузол має копію ланцюга, і мережа повинна схвалити видобутий блок для оновлення та перевірки ланцюжка. Оскільки ця технологія є прозорою, кожен учасник може отримати доступ і переглянути кожну дію в реєстрі. Унікальний буквено-цифровий ідентифікатор надається кожному учаснику, який відображає транзакції.

Вузли можуть бути одного з двох типів:

- Повні вузли (Full Nodes) – такі комп'ютери мають повну копію блокчейна, що містить інформацію з першого блоку в ланцюжку.

- Легкі вузли (Lightweight Nodes) – ця версія вузлів містить інформацію за останні кілька тижнів або годин. Ці вузли легко запускати, але ви ризикуєте не знайти найточнішу та найбезпечнішу інформацію, оскільки покладаєтеся на інші дані, які пропускає вузол.

Хостинг вузла забезпечує точність і актуальність Blockchain. Вузли та майнери постійно перехресно посилаються один на одного, щоб створити та підтримувати блокчейн. Коли інформація зберігається на кількох машинах, як у цьому випадку, це називається технологією розподіленої книги або DLT.

Стейкінг:

Стейкінг є альтернативним механізмом забезпечення безпеки блокчейну, який використовується в блокчейнах з консенсусом Proof of Stake (PoS). Замість майнінгу, який вимагає значних обчислювальних ресурсів, стейкінг передбачає, що учасники блокчейну (валідатори) тримають певну кількість криптовалюти як заставу для можливості перевірки та додавання нових блоків у ланцюг.

Ключові аспекти стейкінгу:

- Валідатори - Учасники, які утримують свої монети, щоб отримати право перевіряти транзакції та додавати нові блоки до блокчейну. Валідатори обираються випадково або на основі кількості криптовалюти, яку вони утримують.
- Нагороди - Валідатори отримують винагороду у вигляді нових монет та комісії транзакцій за свою роботу. Це стимулює учасників утримувати свої монети й підтримувати безпеку мережі.
- Покарання - Якщо валідатор діє недобросовісно або порушує правила, його стейк може бути частково або повністю конфісковано. Це забезпечує додатковий рівень безпеки та запобігає шахрайству.

Стейкінг забезпечує більш екологічно чистий і економічно ефективний спосіб підтримки блокчейну порівняно з традиційним майнінгом. Він також сприяє децентралізації, оскільки дозволяє більшому колу учасників брати участь у процесі підтвердження транзакцій.

1.2. Основні принципи блокчейна

Блокчейн, або технологія розподіленої книги, має великий потенціал для багатьох застосувань, виходячи за межі сфери криптовалют. Його унікальні властивості безпеки та децентралізації викликають значний інтерес серед галузевих експертів, які досліджують можливості використання цієї технології в різних сферах. Вважається, що блокчейн може кардинально змінити традиційні підходи до ведення бізнесу, пропонуючи більш безпечні, прозорі та ефективні способи обміну інформацією та проведення транзакцій [3].

Розглянемо п’ять основних принципів, які є основою технології блокчейн:

1. Розподілена база даних

До появи BitTorrent і Bitcoin була більш помітною централізація у службах. Такі системи ґрунтувалися на централізованому об’єкті, що зберігав дані і дозволяв взаємодіяти з ним для отримання необхідної інформації.

Пошук Google є найвідомішою, централізованою, клієнт-серверною моделью. Тут користувач надсилає запит до централізованої організації, яка в даному випадку є пошуком Google, і отримує відповідну інформацію.

Однак є деякі проблеми з централізованими системами:

- Усі дані зберігаються в одному місці, що робить їх легкою мішенню для потенційних зловмисників.
- Якщо ці системи піддаються оновленню програмного забезпечення, вся система зупиняється.
- Якщо центральний об’єкт не працює, усім доведеться чекати, щоб отримати доступ до інформації.
- Якщо система пошкоджена, усі дані будуть втрачені.

У децентралізованій системі інформація не зберігається в одному місці, а всі пристрої в мережі зберігають дані.

Децентралізована система	**Централізована система**
Без посередника	Банк є посередником
Незворотній	Зворотний

Безпечний	Вразливий до крадіжки
Постійний запис даних	Записи можуть бути видалені
Без плати за сервіс	Стягується плата за сервіс
Автономія учасників	Регулюється центральним банком

Усі комп'ютери, що підключені до блокчейну через Інтернет, працюють на одному й тому ж програмному забезпеченні. Таким чином, навіть якщо один або кілька комп’ютерів від’єднаються то мережа не зупиниться. Навіть якщо всі комп’ютери вимкнуться одночасно, блокчейн продовжить зберігати дані в розподілених базах даних. Така особливість технології блокчейн робить її дуже надійною та здатною витримувати відключення електроенергії та інші проблеми.

Цей принцип децентралізованої мережі є рушійною ідеологією для криптовалют. Такий тип системи дозволяє вам взаємодіяти з іншим користувачем безпосередньо, без посередників. Якщо ви працюєте з біткойнами, ви повністю розпоряджаєтеся своїми грошима і можете надіслати їх будь-кому без необхідності відвідувати банк. Blockchain забезпечує надійний метод цифрового обміну. Розповсюджуючи облікову книгу між комп’ютерами, на яких працює один і той же протокол, ця технологія усуває потребу третіх сторін, органах влади та посередниках.

2. Мережа P2P

Блокчейн підтримується одноранговою (P2P) мережею набору взаємопов’язаних вузлів. Цей тип мережі розподіляє все навантаження між учасниками, які отримують рівні привілеї. Внутрішній або зовнішній довірчий орган для функціонування Blockchain не потрібен. Дані розподіляються між користувачами, і всі вони мають копії хешованих блоків і транзакцій.

Піри можуть передавати дані будь-якої транзакції всій мережі. Оскільки інформація зберігається не в окремому об’єкті, а в мережі вузлів, ніхто не може змінити дані ланцюга. Коли користувачі перевіряють блок даних, він додається до ланцюжка, і всі користувачі оновлюють свої копії. Якщо зловмисник намагається змінити дані на будь-якому локальному вузлі, мережа не прийме змінений блок.

Однорангова мережа не має центрального органу влади і тому швидкість завантаження не залежить від конкретного сервера. Навіть якщо один із однорангових вузлів не працює задовільно, завантаження можна отримати від інших однорангових вузлів. Використання однорангової моделі з платіжною системою дало початок криптовалютам, революційній концепції у фінансовій галузі.

Структура P2P в криптовалюті створюється в залежності від використаного механізму консенсусу. Такі валюти, як біткойн та ефіріум, використовують метод підтвердження роботи, коли всі однорангові партнери мають однакові привілеї. Вузлам не надається жодних спеціальних привілеїв, але їх функції та ролі відрізняються.

Біткойн та Ethereum мають валютну систему, де всі користувачі рівні та не використовують якийсь керівний орган. Вартість одиниці визначається самими користувачами. Вузол у випадку криптовалют – це комп'ютер, який бере участь у мережі одним із трьох способів:

- Як легкий клієнт, тримаючи неглибоку копію ланцюжка.
- Як повний вузол, зберігаючи повну копію.
- Майнінг шляхом перевірки транзакцій.

Єдине питання з цією системою полягає в тому, що її складно масштабувати. Тому декілька сучасних криптовалют використовують інші протоколи. У випадку Neo, EOS та Cardano вузли обирають свої супервузли, які отримують відповідальність за загальну мережу.

Такі криптовалюти швидші, але не є повністю децентралізованими. Отже, криптовалюти зазвичай шукають компроміс між децентралізацією та швидкістю.

3. Обчислювальна логіка

Оскільки бухгалтерська книга є цифровою, транзакції в блокчейні часто керуються обчислювальною логікою. Користувачі в системі зазвичай використовують заздалегідь визначені правила та алгоритми, які запускають транзакції між вузлами в ланцюжку. Ця концепція є вигідною на корпоративних

ринках, оскільки приватний блокчейн пропонує вузли, які допомагають керувати дозволами для транзакцій.

Оператори можуть керувати можливостями щодо того, хто читає записи, хто може надсилати транзакції та хто їх перевіряє. Технологія блокчейн використовується в основному в бізнес-операціях, де кілька сторін хочуть брати участь, але не довіряють одна одній. Приватні блокчейн-системи тестуються та впроваджуються для управління ланцюгами поставок, товарного ринку та земельних документів.

Під час розробки таких систем виникає кілька ситуацій, що впливають на безпеку базових активів і системи в цілому. Важливо вжити відповідних заходів безпеки, щоб підвищити надійність інфраструктури на ранніх стадіях, щоб уникнути зміни продукту для усунення недоліків безпеки.

4. Протокол консенсусу

Справжній блокчейн — це система, де користувачі повинні погодитись щодо правомірності ланцюжка перед додаванням блоків. Загальний протокол керує перевіркою блоків кожного разу, коли вузол їх додає. Кожен блок у ланцюжку містить деякі дані або транзакції. Майнер підтверджує блок, і кожні кілька хвилин записуються нові блоки за допомогою процесу, який називається майнінг [18].

Проте, нові блоки повинні бути перевірені вузлами, і вони використовують певні методи для перевірки коректності блоків. Тільки коли вузли досягають консенсусу, новий блок додається до ланцюжка. За допомогою методу Proof of Work вузли перевіряють, чи відповідає новий блок вимогам, включаючи перевірку всіх транзакцій у блоці. Якщо вони вважають їх дійсними, їх додають як частину блокчейну.

Якщо різні користувачі вважають різні ланцюжки валідними, вони обирають найдовший ланцюжок як блокчейн і відкидають коротші. Метод Proof of Work для аналізу даних вимагає створення блоку з обмеженнями на хеш-код. Оскільки хеш-код може мати багато комбінацій, майнерам потрібно перевірити ці можливості перед відповідністю вимогам. Такі обмеження пояснюють складність мережі.

Як тільки майнер знаходить правильну комбінацію, він додає блок до ланцюжка. Кожен вузол перевіряє дійсність за допомогою протоколу консенсусу. Якщо вони вважають блок дійсним, вони додають його до своїх копій Blockchain. У приватному блокчейні оператор може дозволити лише деяким вузлам перевіряти блоки. Це довірені сторони, відповідальні за передачу перевірених транзакцій решті мережі. Надання доступу до цих вузлів є критично важливим рішенням безпеки, яке має прийняти системний оператор.

5. Незмінний реєстр

Незмінність є ще однією важливою особливістю технології блокчейн. Після введення транзакції в базу даних неможливо змінити записи, оскільки кожен запис пов'язаний з іншими записами транзакції, введеними до нього. Оскільки кожен блок містить хеш попереднього блоку, вам потрібно змінити весь ланцюжок, щоб підробити запис. Ця функція дозволяє ланцюжку працювати як незмінна книга.

Незмінність блокчейну походить від криптографічної хеш-функції. Хешування означає надання вихідних даних фіксованої довжини для будь-якої довжини вхідних даних. Для криптовалют транзакції вводяться та проходять через функцію хешування, щоб отримати вихідні дані фіксованої довжини.

Наприклад, безпечний алгоритм хешування SHA-256 завжди має 256-бітний вихід незалежно від розміру вхідних даних. Це стає дуже актуальним, коли ви працюєте з величезними обсягами даних. Замість того, щоб запам'ятовувати вхідні дані, які іноді можуть бути великими, ви можете відстежувати хеш.

Криптографічна хеш-функція має кілька характеристик, які відповідають вимогам безпеки для різних програм. Однією з цих властивостей є «Ефект лавини», який передбачає, що невелика зміна вхідних даних відображає більш значні зміни в хеші. Зміна лише першої літери введення значною мірою впливає на вихід.

Спробуємо зрозуміти чому. Блокчейн — це, по суті, список пов'язаних блоків, що містять дані та хеш-покажчик, що вказує на попередні блоки, створюючи ланцюжок. Хеш-покажчик складається з адреси останнього блоку та містить хеш даних у цьому блоці. Цей принцип робить Blockchain надзвичайно надійним і безпечним.

Зрозуміло наскільки цінною може бути ця функція для фінансових установ. Якщо хакер атакує блок і намагається змінити дані, хеш різко змінюється. Це впливає на попередній блок, який, у свою чергу, змінює дані в інших блоках. Модифікується весь ланцюжок, що неприпустимо. Так Blockchain отримує свою функцію незмінності. Застосовується багато підходів і алгоритмів, щоб гарантувати, що записи бази даних завжди будуть у хронологічному порядку, постійні та легкодоступні для інших користувачів у мережі.

Рис.3 – Основні принципи блокчейну

1.3. Переваги та виклики блокчейну

Технологія блокчейн пропонує загальновизнаний запис «правди» для багатьох учасників економічної системи, які не довіряють один одному. Відмова від необхідності довіряти певній особі чи організації для ведення цього запису відкриває двері до більш прямого, однорангового (або машино-машинного) обміну або до незалежного виконання смарт-контрактів. Таким чином, технологія може знизити загальне тертя в системі, скоротити час обробки, зменшити бар'єри для входу та витрати на бек-офіс, пов'язані з узгодженням даних між організаціями.

Бізнес-моделі, які раніше не можна було реалізувати через бар'єри довіри або витрати на обробку, притаманні певним існуючим угодам, тепер можуть стати реальністю. Сюди входять ті, що залежать від мікротранзакцій, де платежі здійснюються частинами центу, і високий автоматизований обмін грошима та даними між пристроями в концепції Інтернет речей (IoT).

Ці потенційні переваги викликали швидке зростання інтересу підприємств до можливості, що блокчейн і розподілені реєстри (DLT) можуть підвищити ефективність бізнесу. У опитуванні Juniper Research, результати якого були опубліковані в серпні 2017 року, 39% із 400 засновників компаній, керівників, менеджерів та IT-професіоналів підтвердили, що їх компанії або впроваджують, або розглядають можливість впровадження технології блокчейн, тоді як 36% відповіли "ні" на це питання, а 25% сказали "не знаю". Кількість позитивних відповідей зросла до 56% для компаній з більш ніж 20 000 співробітників, і серед тих, хто сказав, що працює над доказами концепції, дві третини заявили, що збираються інтегрувати технологію у свої системи до кінця 2018 року. Кожна з чотирьох найбільших бухгалтерських та консалтингових фірм створила команди консультацій з технології блокчейн, що зараз налічують сотні співробітників, всі вони стимулюють своїх клієнтів взаємодіяти з цією технологією [4].

Ще однією мірою розвитку підприємств є те, що у 2017 році було подано 406 патентів на технологію блокчейн на додаток до 602 окремих патентів на криптовалюту, згідно з даними Financial Times.

Було сформовано кілька консорціумів, що складаються з великих корпорацій і стартапів, для дослідження загальних рішень на основі блокчейн-технологій які будуть використовуватись в окремих галузях. Наприклад, найбільші банки створили групу під назвою R3CEV, яка потім розширилася до членства понад 100 учасників, включаючи багато небанківських установ. Hyperledger, який розробляє приватні рішення для підприємств, також великий і включає таких великих гравців, як IBM, Cisco та Intel. Тим часом, блокчейн-консорціуми також були сформовані для музичної, рекламної, енергетичної, IoT, нерухомості та інших галузей.

Державні агентства, неурядові організації та міжнародні агенції розвитку також зараз досліджують численні випадки використання, спрямовані на поліпшення офіційної інформації, оптимізацію відносин між державою та громадянами і підвищення фінансової включеності. Наприклад, Світовий банк та МВФ створили власні лабораторії блокчейн.

Та попри всю обіцянку, яку відображає цей сплеск підприємницької активності, ми наразі бачимо відносно мало реального практичного впровадження. Це пов'язано з тим, що існують ще значні виклики для широкого впровадження блокчейн-технологій [5].

По-перше, продуктивність, масштабованість та ефективність технології блокчейн наразі обмежені. Незважаючи на те, що багато удосконалень вже були інтегровані в різні програми, за своїм дизайном більшість існуючих блокчейнів є складними та навантаженими що приводе до затримок які обмежують їх транзакційну потужність. Ця складність та пов'язана з нею неефективність в певній мірі є невід'ємною частиною дизайну, що забезпечує безпеку в децентралізованій системі. Але це не виключає того, що ця складність може стати перешкодою для просування технології.

Біткойн може обробляти від семи до десяти транзакцій за секунду, а Ефіріум (до переходу на PoS) приблизно двадцять транзакцій за секунду. В той час як мережа Visa, заснована на централізованій моделі довіри, може обробляти приблизно 24 000 транзакційних повідомлень за секунду. Транзакції з біткойном у періоди підвищеної активності можуть займати багато годин для завершення - особливо якщо плати за транзакції не досить високі, щоб стимулювати майнерів швидко включити транзакції в блоки. Це пов'язано з тим, що обсяг місця в блокчейні для транзакцій обмежений, тому при перевантаженні майнери вибирають транзакції з найвищими комісіями. Також біткойн та інші подібні криптовалюти на основі доказу роботи (proof-of-work) використовують значні енергетичні ресурси. Ці витрати та неефективності суперечать потребам багатьох частин фінансового сектора, включаючи платежі, торгівлю валютою, облігаціями та акціями, які мають дуже великий обсяг та потребують низької затримки.

Можливо, що з часом подальші удосконалення в технології блокчейн вирішать багато поточних проблем з продуктивністю та ефективністю. Зокрема, рішення «Layer 2», такі як Lightning Network, частково розроблені в Ініціативі цифрової валюти MIT Media Lab, мають на меті значно знизити витрати та часові обмеження, переміщуючи малі транзакції в криптографічно захищене «off-chain» середовище, щоб лише великі неттінгові транзакції потрібно було безпосередньо врегулювати в блокчейні з обмеженими ресурсами. Інші проєкти спрямовані на забезпечення «cross-chain» інтероперабельності, що може підтримувати більший, плавний обмін цінностями.

Однак ці початкові рішення залишаються неперевіреними в реальному світі. Вони також передбачають потенційні економічні та безпекові компроміси. Деякий час, ймовірно, що випадки використання, які вимагають низької затримки або високих обсягів, будуть краще обслуговуватися централізованими базами даних.

По-друге, виникають занепокоєння щодо конфіденційності та безпеки, які створюють певні суперечливі напруження.

Деякі зацікавлені сторони, особливо в правоохоронних органах і регуляторних секторах, стурбовані тим, що псевдонімний характер записів на основі блокчейну приховує ідентичність учасників. Водночас інші, особливо фінансові установи, переживають, що захист конфіденційності недостатньо сильний, оскільки перші розподілені реєстри були спроектовані з урахуванням прозорості, дозволяючи всім учасникам бачити кожну транзакцію. Інформацію про учасників можна отримати з моделей у графіку транзакцій і залишків на невитрачених транзакціях (Meiklejohn et al., 2013).

Ставки високі з обох боків цієї дискусії. Офіційний сектор прагне сприяти досягненню цілей державної політики у сфері фінансової стабільності, захисту інвесторів, захисту споживачів та ринкової цілісності, а також захищати від протиправної діяльності, такої як відмивання грошей, ухилення від сплати податків або фінансування тероризму. Приватний сектор прагне захистити конфіденційність своїх даних. Корпорації мають як комерційні, так і юридичні причини для цього.

Особи мають законні підстави бажати зберігати свою конфіденційність, але деякі також можуть прагнути цього, щоб уникнути нагляду з боку уряду.

Розробляються численні цікаві рішення для вирішення цього внутрішнього конфлікту між конфіденційністю та виявленням протиправної діяльності. Ці проєкти спрямовані на збереження конфіденційності, водночас дозволяючи регуляторам отримувати інформацію про роботу системи блокчейн. Корисним і добре перевіреним криптографічним алгоритмом («криптографічним примітивом»), який використовують багато з цих рішень, є докази з нульовим розголошенням. Докази з нульовим розголошенням дозволяють комусь довести, що твердження є правильним (наприклад, «Мені більше 21 року») без розкриття деталей, чому це твердження є правильним (наприклад, «тому що я народився 20 червня 1981 року»). Докази з нульовим розголошенням використовуються в Zcash, криптовалюті, що забезпечує конфіденційність. JP Morgan також експериментував з доказами з нульовим розголошенням у своїй блокчейн-системі Quorum.

Проєкт zkLedger у MIT Media Lab дозволяє учасникам працювати разом на блокчейні, де транзакції повністю приватні, але все одно можуть бути перевірені всіма учасниками. У zkLedger третя сторона або регулятор можуть отримати доведено правильні відповіді на запити про систему в цілому, наприклад, щоб дізнатися про концентрацію активів, коефіцієнти левериджу (debt-to-equity ratio) або індекси цін у реальному часі, без необхідності розкривати деталі приватних транзакцій. Цей та інші проєкти з доказами з нульовим розголошенням показують, що конфіденційність і регулювання не обов'язково повинні суперечити одне одному, і що криптографічні примітиви можуть допомогти зменшити цю напругу.

Хоча Біткойн та багато блокчейнів самі по собі були загалом стійкими до зламів та збереження цілісності їх реєстрів, було багато повідомлень про злами в інших областях і шарах криптоекосистеми. Це особливо стосується торгових майданчиків для криптовалют (зазвичай відомих як «крипто-біржі») і деяких провайдерів гаманців, які зберігають кошти користувачів. Більше 90% щоденного обсягу торгівлі біткойном відбувається через крипто-біржі, а не як транзакція безпосередньо в блокчейні. Багато крипто-бірж, компанії-гаманці та окремі особи

не достатньо обізнані про найкращі практики безпеки, тому залишаються вразливими до атак.

По-третє, існують виклики, пов'язані з інтероперабельністю блокчейн-додатків.

Успіх більшості випадків використання залежатиме від якоїсь форми інтеграції з існуючими інфраструктурами, базами даних і технологіями, що піднімає питання про те, кому довіряти в координації передачі активів та інформації в блокчейн або між ланцюгами. Мета, на думку багатьох експертів, полягає в забезпеченні децентралізованих механізмів передачі активів у таких ситуаціях. Хоча це потенційно досяжно, потрібно багато роботи, щоб досягти безперешкодного переміщення даних і додатків між новими розподіленими реєстрами та існуючою архітектурою.

Багато рішень, спрямованих на покращення масштабованості обробної здатності блокчейну (наприклад, Lightning, Cosmos і Polkadot), можуть також допомогти досягти інтероперабельності між блокчейнами. Interledger є одним з найперспективніших рішень для інтеграції блокчейнів з існуючою фінансовою системою. Interledger визначає протокол для переміщення цінності через різні системи, незалежно від того, чи вони децентралізовані чи централізовані.

Четверте, існують компроміси, пов'язані з управлінням блокчейнами, особливо щодо оновлень програмного забезпечення.

У централізованому середовищі певний надійний орган контролює більшу частину управління системою. Він може розробляти, тестувати, публікувати та просувати оновлення програмного забезпечення, наприклад, без потреби у згоді користувачів. Однією з особливостей блокчейнів є те, що для певних оновлень програмного забезпечення необхідно досягти консенсусу серед розподіленої мережі, для якої немає контрольного органу, щоб змінити базове програмне забезпечення. Для спірних оновлень програмного забезпечення, особливо коли на кону стоять цінності, досягнення консенсусу може бути важким.

Коли повний консенсус не був досягнутий, різні блокчейни, включаючи Ethereum, зазнали поділу ланцюгів. Це може статися, коли зміна програмного

забезпечення, яку приймають деякі учасники, є несумісною з попередньою версією, яка реалізовувала і поширювала попередні правила валідації ланцюга, і яку продовжує використовувати група, що не погоджується. Цей розкол призводить до так званого «жорсткого форку» або поділу ланцюга.

П'яте, більшість реального використання на сьогодні було зосереджено на спекуляціях з криптовалютою.

Багато відомих компаній займаються пілотними проєктами та доказами концепцій щодо того, як використовувати технологію блокчейн, але жодна з них ще не перейшла до використання блокчейну для критичних функцій. Хоча й існує декілька розроблених додатків, але поки що залишається невідомим те які випадки використання поза криптовалютою зрештою отримають комерційне прийняття.

Шосте, оскільки блокчейн-додатки отримують свою цінність від участі кількох сторін у мережі, впровадження вимагає колективних дій.

Це може бути причиною того, чому багато поточних проєктів залучають консорціуми. Регуляторна невизначеність також може збільшити сприйняття ризиків для перших учасників.

Сьоме, для того щоб блокчейн-технології досягли свого потенціалу, як у додатках, так і для інвестування, їх необхідно повністю інтегрувати в рамки державної політики та законодавства – так само, як це відбувалося з новими технологіями в минулому.

Лише за наявності чітких правил – адаптованих у деяких випадках, але зберігаючи основні цілі державної політики існуючих законів – буде досягнуто широке впровадження блокчейн-технологій, а разом із ним і їх потенціал для трансформації галузі.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN ТЕХНОЛОГІЙ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ

2.1. Ключові показники ефективності використання в аналізі впровадження blockchain технологій у фінансовому секторі

Найпотужніший варіант використання технології блокчейн – це фінансова індустрія. Фінансові установи були першими, хто створив науково-дослідні лабораторії, побудував тестові центри та співпрацював з розробниками блокчейну, щоб випередити революційні зміни.

Відтоді консалтингові компанії, уряди та наукові кола також працювали над технологією, щоб розробити нові способи використання існуючих блокчейнів або створення нових.

Найбільш відоме використання Blockchain у криптовалютах. Bitcoin, Litecoin і Ethereum — цифрові валюти, які можна використовувати як готівку для покупки товарів і послуг. Але на відміну від готівки, ці валюти використовують технологію блокчейн для реєстрації транзакцій і їх захисту. У світі існує понад 6500 криптовалют з ринковою капіталізацією близько 2,5 трильйона доларів. Біткойн займає найбільшу частину цієї вартості [6].

Останнім часом біткойн став надзвичайно популярним, і його вартість сягає близько 60 000 доларів.

Основні причини популярності криптовалют:

- Безпека технології блокчейн робить валюту захищеною від крадіжок, кожна криптовалюта має ідентифікаційний номер, пов’язаний з її власником.
- Криптовалюти усувають потребу у центральних банках та фізичній валюті. Блокчейн дозволяє будь-кому переказувати гроші по всьому світу без втручання банків.
- Цифрові валюти можуть зробити людей багатими, оскільки їх ціни зростають, і деякі з перших користувачів наразі мають можливість стати мільярдерами.

- Все більше корпорацій у всьому світі розглядають можливість використання криптовалют для транзакцій. У лютому 2021 року Tesla інвестувала 1,5 мільярда доларів у біткойн і почала приймати його як засіб оплати.

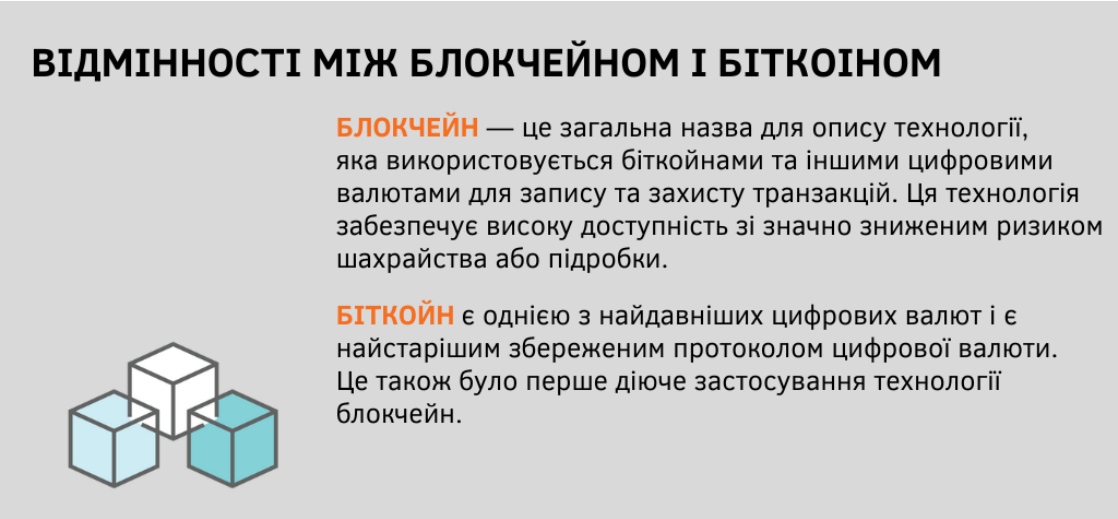


Рис.4 – Різниця між блокчейном та біткоїном

Незважаючи на очевидні переваги цифрових валют на основі блокчейну, експерти також мають деякі законні аргументи проти них. По-перше, крипторинок не регулюється. Хоча кілька урядів швидко перейшли до криптовалюти, деякі з них окреслили низку законів, які регулюють використання. По-друге, валюта дуже мінлива через спекулянтів, які не орієнтуються на довгострокові інтереси.

Така нестабільна природа криптовалют зробила деяких людей багатими, а інші втратили важко зароблені кошти. Однак ці валюти все ще можна рахувати привабливими, оскільки все реєструється в цифровій книзі та захищається за допомогою криптографії.

Блокчейн Ethereum

Блокчейн спочатку був створений як безпечний і прозорий реєстр для біткойнів і завжди асоціювався з криптовалютами. Однак, завдяки своїм функціям і перевагам, він набув широкого застосування в різних галузях. Відмінним прикладом такого розширеного використання є розробка блокчейну Ethereum.

У 2013 році в офіційному документі була запропонована платформа, заснована на традиційній функціональності блокчейну але з деякою відмінністю.

Проєкт блокчейну Ethereum включав виконання комп'ютерного коду в мережі блокчейну, дозволяючи розробникам створювати комп'ютерні програми для спілкування одна з одною в блокчейні. Токени представляють цифрові активи, відстежують право власності та виконують функції на основі набору програмних інструкцій. Токени можуть бути чим завгодно: від музичних файлів у різних форматах до медичних записів або навіть квитків на показ.

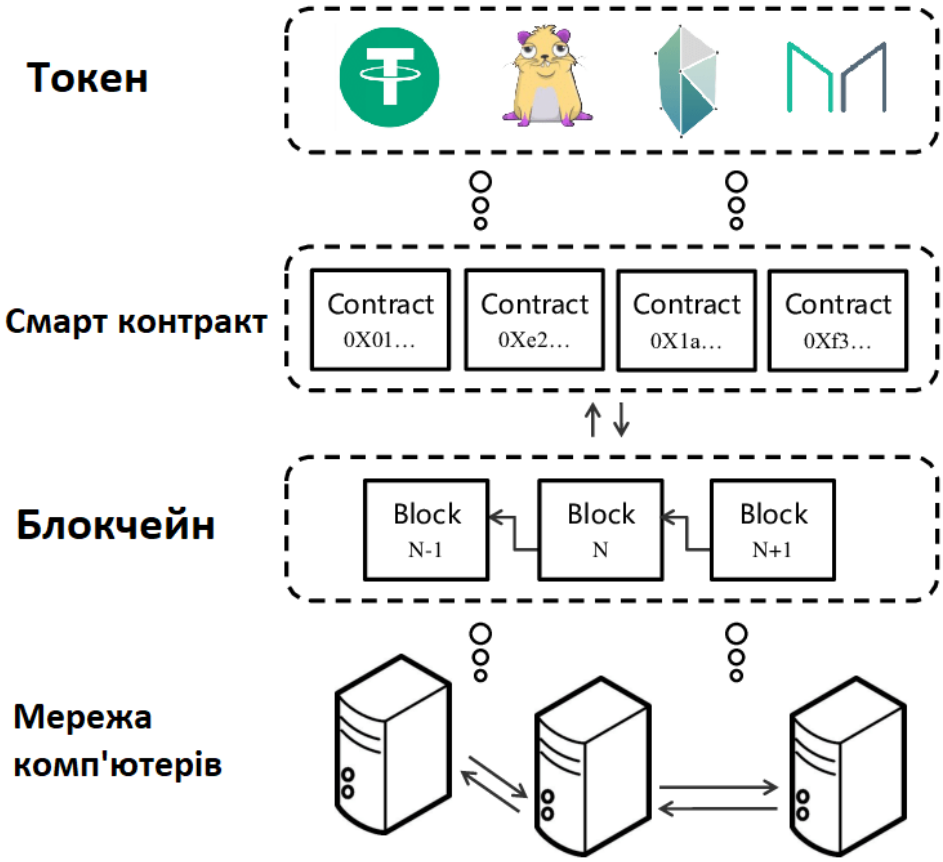


Рис.5 - Огляд блокчейну Ethereum

Останнім трендом у цій сфері стали NFT (незамінні токени), які є токенами на основі блокчейну, які використовуються для зберігання цифрових медіа, таких як музика чи відео. Кожен із цих токенів може підтвердити свою автентичність, право власності та історію. NFT стають дедалі популярнішими, оскільки вони пропонують творцям можливість торгувати своїм мистецтвом, отримуючи прибуток.

2.2. Застосування блокчейну у фінансовому секторі та інших галузях

Блокчейн та його ключовий інструмент - розумні контракти - стали переворотною технологією, що змінила спосіб, яким ми розглядаємо обмін валют, реєстрацію прав власності та багато інших аспектів сучасного життя. Початковою метою блокчейну було створення безпечної та децентралізованої системи обміну криптовалют, але згодом він знайшов широке застосування у багатьох галузях, включаючи фінансовий сектор [7].

Розумні контракти

Криптовалюти були тільки початковою платформою, розробленою на основі технології блокчейн. Люди поступово переходять на розумні контракти як платформу для обміну валют. «Розумні контракти» запрограмовані на виконання певних функцій у різних галузях.

Наприклад, смарт-контракти торгових автоматів запрограмовані на залучення автомата після отримання криптовалюти або надсилання сигналу для запуску блокчейн-активності.

Існують смарт-контракти Ethereum, які контролюють активи блокчейну, що виконуються під час взаємодії на платформі. Похідний інструмент можна налаштувати для виплати за певним еталонним показником для фінансового інструменту, використовуючи блокчейн для автоматизації виплат.

Реєстрація прав власності на землю

Іншим випадком використання є право власності на землю, оскільки вигідно мати доступ до децентралізованого запису, який показує, хто є власником ділянки землі. Цей підхід може застосовуватися в окремих сценаріях, наприклад, під час війни, коли землю перерозподіляють без компенсації.

Як тільки ділянку землі було розподілено, запис може бути зафіксований у книзі і більше не залишається предметом суперечок.

Захист власності

Блокчейн також може підтвердити право власності на будь-який фізичний актив, включаючи мистецтво, інструменти та автомобілі. Фізичний запис права

власності може погіршитися, а централізовані бази даних піддаються ризику людських помилок, підробки та злому.

З технологією блокчейн немає централізованої організації, яка б контролювала базу даних. Таким чином, запис фізичних активів у цій системі є прикладом того, як ця технологія допомагає відстежувати право власності захищеним способом.

Управління ланцюгом поставок

Дуже важливим застосуванням Blockchain є ланцюг поставок. Гігантські корпорації, включно з Nestle і Walmart, регулярно співпрацюють з IBM, щоб покращити операції з пошуку продуктів харчування та відстеження.

Система має на меті створити незмінні записи про те, звідки надходять харчові продукти, щоб допомогти роздрібним торговцям реагувати на інциденти набагато швидше, ніж зазвичай.

Логістика

Порти також використовують цю технологію для спрощення логістики в міжнародній торгівлі. Наразі форми та документи створюються під час торгівлі товарами, що створює багато зайвих записів, додаткових витрат і помилок. Приватний блокчейн міг би оптимізувати процеси та створити збільшити довіру між учасниками.

Управління

Подібно до пошуку та відстеження товарів і послуг, ця технологія може безпечно відстежувати виборчі бюлетені.

Деякі штати почали використовувати додатки на основі блокчейну, щоб допомогти військовим що знаходяться за кордоном голосувати. Однак є деякі проблеми, які технологія повинна подолати, перш ніж голосування за допомогою блокчейну можна буде широко використовувати.

Управління ідентифікацією

Технологія блокчейн також може представляти потенціал для управління ідентифікацією. Замість того, щоб отримувати ідентифікаційні номери від уряду, його можна перевірити у відкритому глобальному блокчейні, якому довіряють усі

та який не контролюється жодною організацією, що дозволяє користувачам самостійно керувати своєю ідентичністю. Кілька компаній, зокрема Civic і ID2020 , вже працюють над цим проєктом.

DNS

Іншим застосуванням Blockchain є створення децентралізованого Інтернету, де користувачі можуть контролювати свої програми та володіти своїми даними. Blockstack є прикладом децентралізованого DNS, побудованого на Blockchain.

Компанія залучила на проєкт 52 мільйони доларів. Він обіцяє розробити систему, яка допоможе користувачам підтримувати свою безпеку, свободу та конфіденційність. Якщо це стане успішним, Blockstack, ймовірно, порушить роботу найбільш значущих інтернет-гігантів, включаючи Google, який виступає посередником у поточному сценарії.

Реклама

Блокчейн також може застосовуватися до широкого спектру можливих децентралізованих інтернет-сервісів, таких як реклама. Прикладом цього є Basic Attention Token що став популярним як протокол на основі блокчейну, який спрямований на підвищення ефективності реклами шляхом розподілу цінності між видавцями, рекламодавцями та користувачами.

Проєктом займається Брендан Айх, співзасновник Mozilla та Firefox. Він використовує токен на основі блокчейну для відстеження уваги користувачів до реклами, піклуючись про їх конфіденційність.

Торгівля

Інші потенційні застосування технології включають систему, де неліквідні активи торгуються через токени на основі блокчейну. Децентралізований ринок дозволить торгувати правами власності на нерухоме майно та інші цінні активи дробовими частинами через захищені бази даних без будь-яких посередників.

Зараз проєкт 0x працює над впровадженням такої ліквідності за допомогою свого протоколу децентралізованого обміну активами.

2.3. Методи дослідження які використовуються в аналізі розвитку blockchain технологій

Методи дослідження, які використовуються в дослідженнях блокчейна, відрізняються залежно від галузі дослідження [8, 9]. Можна виділити декілька ключових методів, які зазвичай використовуються в різних областях дослідження блокчейну:

Симуляції та моделювання: Симуляції часто використовуються в технічних дослідженнях для моделювання поведінки блокчейн-систем у різних умовах. Різні сценарії можуть бути відтворені для аналізу реакції системи на зміни, такі як обсяг транзакцій, рівень безпеки або швидкість мережі. Це дозволяє дослідникам передбачити можливі наслідки впровадження нових протоколів чи алгоритмів консенсусу.

Методи криптографії: Криптографи використовують передові математичні методи для забезпечення безпеки та конфіденційності транзакцій в блокчейні. Вони розробляють нові криптографічні протоколи та алгоритми, щоб захистити дані від несанкціонованого доступу, підробки чи втручання. Також проводяться дослідження з метою виявлення потенційних вразливостей та покращення загальної безпеки системи.

Аналіз даних: Аналіз даних забезпечує можливість вивчення тенденцій, патернів та взаємозв'язків у блокчейні. Це включає в себе статистичний аналіз, машинне навчання та мережевий аналіз. Дослідники можуть аналізувати дані про транзакції, стан мережі, динаміку цін на криптовалюту та інші параметри для отримання інсайтів щодо розвитку технологій блокчейн.

Якісні методи дослідження: Якісні методи, такі як інтерв'ю, фокус-групи та спостереження, дозволяють дослідникам збирати глибокі інсайти щодо думок, переконань та впливу блокчейну на різні аспекти суспільства. Ці методи можуть виявити практичні проблеми, які не відображаються у числах, а також допомагають зрозуміти реальний вплив технологій на користувачів та галузеві аспекти.

Юридичний аналіз: Юридичний аналіз оцінює правовий статус та регулятивні аспекти блокчейн-проєктів. Це включає в себе аналіз законодавства,

визначення правового статусу криптовалют та смарт-контрактів, а також ідентифікацію потенційних юридичних ризиків для учасників системи.

Експериментальні дослідження: Експериментальні дослідження можуть бути проведені для тестування нових функціональних можливостей або інтерфейсів користувача в блокчейні. Це дозволяє оцінити ефективність та користь нових інновацій перед їх широким впровадженням.

Бенчмаркінг: Бенчмаркінг дозволяє порівняти продуктивність різних блокчейн-систем або протоколів. Дослідники можуть виконати серію стандартних тестів для кожної системи та порівняти результати, щоб з'ясувати переваги та недоліки кожного варіанту.

Опитування та анкетування: Опитування та анкетування дозволяють збирати дані про сприйняття та використання технологій блокчейну серед користувачів та галузевих експертів. Це допомагає зрозуміти потреби та очікування учасників екосистеми блокчейну і спрямовувати подальші дослідження відповідно до цих вимог.

2.4. Оцінювання впливу blockchain технологій на вартість та швидкість фінансових операцій

Блокчейн технологія може значно зменшити витрати на забезпечення довіри, що проявляється у різних аспектах фінансової системи. Ці витрати включають витрати на охорону сховищ, кібербезпеку, процедури розрахунків, ідентифікацію користувачів, команди з дотримання законодавства, охоронців і антикризові режими, а також надмірні комісії, які банки та інші централізовані установи можуть стягувати з клієнтів. Довіра необхідна в основних елементах депозитного банкінгу, зберігання активів, страхування та вторинної торгівлі. Депозитори повинні довіряти безпеці своїх коштів у банку. Учасники ринку довіряють, що їх угоди будуть виконані справедливо та за прозорими правилами. Фінансові установи повинні довіряти витратним бек-офісним процесам для узгодження централізованих книг та облікових систем [10].

Для вирішення цих витрат великі банки, біржі, клірингові палати та центральні банки, а також нові компанії, які прагнуть змінити існуючі бізнес-моделі, досліджують використання технологій розподілених реєстрів (DLT). Інституційні компанії сподіваються, що технологія допоможе їм знизити витрати та ризики, особливо у бек-офісних чи пост-трейдових функціях. Стартапи прагнуть надати громадськості кращі та дешевші послуги, одночасно захоплюючи частину значних економічних рент у фінансовому секторі.

Фінансовий сектор стикається з численними викликами та недоліками, як і інші важливі сектори світової економіки. Історія знає багато прикладів криз у банківському та фінансовому секторах. Мільйони людей у всьому світі втратили роботу або житло через фінансову кризу 2008 року. Тому необхідно ретельно дослідити, як впровадження блокчейн технологій та DLT вплине на фінансову стабільність, а також як ці технології, менш залежні від централізованих установ, можуть допомогти створити більш стійкий фінансовий сектор.

Централізовані посередники концентрують ризики і часто можуть збирати значні економічні ренти. Наприклад, вартість інфраструктури для десяти найбільших банків може бути зменшена на 30% завдяки блокчейн технології, що становить економію від 8 до 12 мільярдів доларів. Ця цифра буде значно вищою, якщо застосувати її до всіх установ фінансової системи. Сучасні методи клірингу та розрахунків, хоча й значно покращені порівняно з попередніми поколіннями, залишаються дорогими з багатьма ризиками узгодження та контрагентів. Додатково, багато фінансових продуктів мають високі транзакційні витрати, а фінансова інклюзія нерівномірна в багатьох частинах світу. Блокчейн технологія може суттєво зменшити затримки у розрахунках. Наприклад, рішення на основі протоколу Interledger від Ripple дозволяє з'єднувати існуючі банківські книги для проведення транскордонних платежів.

Блокчейн може також зменшити витрати і забезпечити додаткову прозорість цін, використовуючи миттєві аукціони для отримання ліквідності FX за найкращою доступною ціною. Деякі банки вже тестують рішення для реальних міжнародних платежів, використовуючи розподілені реєстри. Переваги підвищеної прозорості,

зменшення обмежень ліквідності та швидшого розрахунку можуть перевищити обмеження, накладені на розподілені реєстри.

На стороні клієнтів витрати на довіру проявляються у багатьох формах. Наприклад, недостатня фінансова інклюзія та високі транзакційні витрати. Блокчейн і DLT досліджуються для вирішення цих витрат на довіру, з потенційними випадками використання, що охоплюють життєвий цикл транзакцій у всіх куточках фінансового сектору. Розвиток технологій на базі блокчейн для підвищення швидкості та зниження вартості фінансових операцій ще перебуває на ранніх стадіях. Однак, очікується, що з подальшими вдосконаленнями та інтеграцією нових рішень, фінансові послуги стануть більш доступними, прозорими та менш затратними для кінцевих користувачів.

Цифрова ідентифікація та процедура KYC

Фінансові установи для виконання вимог "знай свого клієнта" (KYC) та вимог щодо "власника бенефіціара" повинні перевіряти численні дані про кожного потенційного корпоративного та індивідуального клієнта. Щоб зменшити масу дублювання існуючих KYC-перевірок, банки та інші традиційні постачальники послуг прагнуть стати "KYC-бюро", де DLT може використовуватися як міжінституційне джерело доказів. Ці установи розробляють моделі, за якими власники рахунків можуть експортувати одноразові підтвердження своєї доброякісності від установи до інших суб’єктів, які вимагають підтвердження особи, створюючи більш безперебійний цифровий доступ до послуг. Наприклад, у Сінгапурі група банків об’єдналася з Управлінням розвитку інфокомунікаційних медіа Сінгапуру для створення такої системи на блокчейн платформі.

Крім того, розробки в галузі криптографії для деяких блокчейнів, такі як нульові докази знання (zero-knowledge proofs), можуть дозволити перевірити автентичність атрибутів ідентифікації без безпосереднього доступу до них. Це може допомогти вирішити питання безпеки даних і конфіденційності, пов’язані з рішеннями ідентифікації на основі блокчейну, навіть у більш відкритих блокчейнах. Крім того, масштабованість може бути меншою перешкодою для рішень, пов'язаних з ідентифікацією.

Відсутність існуючої спільної інфраструктури для цілей KYC робить впровадження простішим з економічної точки зору. Основні проблеми впровадження більш спрощеної, спільної інфраструктури KYC здебільшого є колективними викликами, ускладненими юридичними та регуляторними ризиками, включаючи обмеження на обмін конфіденційною інформацією.

Первинний випуск цінних паперів

Декілька компаній нещодавно протестували системи на основі блокчейну для випуску корпоративних позик. Перевага випуску облігацій чи позик на блокчейні або розподіленому реєстрі полягає в тому, що всі сторони мають спільний запис про транзакцію та будь-які оновлення. Також система може автоматизувати функції, такі як розподіл грошових потоків відповідно до правових станів сторін через смарт-контракти. Ці процеси наразі управляються вручну, з копіями документів позик у форматі PDF та будь-якими змінами, що часто розповсюджуються електронною поштою, а грошові потоки відстежуються та управляються у базах даних (іноді на електронних таблицях) центральним довіреним особою [12].

Використання блокчейн технології також може бути застосоване для нових способів залучення капіталу. Традиційне краудфандинг та peer-to-peer кредитування є по суті розподіленими, і тому можуть бути полегшені блокчейном або DLT. Нові підходи, такі як продаж або попередній продаж токенів для фінансування розвитку або підтримки розподіленої мережі, також набирають популярності.

Розрахунки та кліринг цінних паперів

Сьогодні транзакції з цінними паперами у всьому світі часто виконуються за наносекунди. Але кліринг та розрахунки цих транзакцій все ще займають від одного до трьох днів для акцій і до тижнів для деяких типів облігацій. Хоча існують багато ринкових та технічних причин для таких затримок, спільний реєстр може дозволити в достатній мірі зменшити час клірингу та розрахунків, усуваючи

потребу в узгодженні дублюючих записів. Це може значно знизити ризик контрагента та пов’язані з ним вимоги до капіталу, притаманні цим затримкам.

Впровадження блокчейну для клірингу та розрахунків вже отримало значну увагу у фінансовому секторі. Наприклад, Австралійська фондова біржа (ASX) оголосила, що замінить всю свою інфраструктуру клірингу та розрахунків на рішення на основі розподіленого реєстру, розроблене Digital Asset Holdings. Nasdaq також експериментує з блокчейном для клірингу та розрахунків на своєму ринку приватних цінних паперів у співпраці з блокчейн стартапом Chain, щоб полегшити швидший кліринг та розрахунок транзакцій приватних цінних паперів для некотированих компаній [11].

Кліринг та обробка деривативів

Післяторгові процеси для більшості деривативів значно складніші, ніж для цінних паперів, з післяторговими життєвими циклами, які тривають від кількох тижнів до багатьох років. Багато контрактних умов деривативних транзакцій (наприклад, управління заставою, виплати при закінченні терміну дії) можуть бути закодовані безпосередньо у смарт-контракти, що дозволяє автоматично виконувати та забезпечувати виконання договірних умов.

IBM співпрацює з DTCC для створення блокчейн-основи для їх торговельного інформаційного складу, який автоматизує ведення записів, життєві цикли подій і управління платежами для понад 11 трильйонів доларів клірингових та двосторонніх кредитних деривативів. Інші ініціативи зосереджуються на створенні розподіленої клірингової мережі для управління грошовими потоками, управління заставою та іншими робочими процесами, пов'язаними з деривативами. Міжнародна асоціація свопів та деривативів (ISDA) співпрацює з Regnosys для створення цифрової версії Загальної моделі домену ISDA для численних процесів обробки свопів та життєвих циклів.

Автоматизація та розподіл цих функцій може знизити витрати та ризик контрагентів. Наприклад, ціноутворення для управління заставою може бути автоматизоване за допомогою смарт-контрактів, як запропоновано у децентралізованому рішенні, яке розробляють SynSwap і Altoros разом з проєктом

Hyperledger. Однією з проблем у цій моделі є те, що будь-які зміни у алгоритмі ціноутворення можуть зіткнутися з складною системою управління, притаманною розподіленим системам, що ускладнює реагування на нову інформацію, не передбачену алгоритмом.

Також необхідно автоматизувати інші функції, які виконуються центральним кліринговим домом (CCP), включаючи аукціони та інші процеси управління дефолтом. Ці проєкти демонструють, як існуючі ринкові утиліти, впроваджуючи певні особливості блокчейн-технологій, можуть покращити ефективність існуючих систем, знижуючи ймовірність їх порушення або посередництва. Таким чином, інтерес до блокчейн-технологій стимулює фінансових учасників ринку оновлювати існуючі системи.

Постторгове звітування

Оскільки розподілені реєстри містять повний аудиторський слід для кожної транзакції, вони можуть сприяти більш оптимізованому постторговому регуляторному звітуванню. Мінімально, стандартизуючи представлення всіх необхідних даних, розподілений реєстр може сприяти спрощенню створення звітів учасниками фінансових установ. Існує також потенціал для регуляторів мати власний вузол у розподіленому реєстрі, що зробить звітування автоматичним і комплексним.

Фінансування торгівлі

Однією з перших застосувань технології у фінансуванні торгівлі стало співробітництво Barclays з ірландським виробником сиру Ornua для обробки гарантій та фінансових підтверджень для транзакції з продажу партії сиру на Сейшельські острови у вересні 2016 року. Подальші розробки включають докази концепції, розроблені Standard Chartered у Сінгапурі та Deloitte і Гонконзьким валютним управлінням у Гонконзі для запису суднових документів у блокчейн, щоб надати кредиторам більшу впевненість у достовірності вимог експортерів і зробити акредитиви більш доступними. Два азійські фінансові центри пізніше погодилися об'єднати свої блокчейн-платформи для покращення рішень у фінансуванні міжнародної торгівлі.

Зі зростанням відмов банків у фінансуванні торгівлі для малого та середнього бізнесу по всьому світу, такі проєкти спрямовані на подолання дефіциту оборотного капіталу, який затримує виробництво.

Дещо інший підхід до тієї ж проблеми розробив електронний гігант Foxconn, який залучає тисячі, іноді дуже малих постачальників для надання частин, необхідних для виробництва від Apple iPhone до принтерів Hewlett Packard. Foxconn, інвестуючи у ряд американських блокчейн стартапів, заохочує своїх постачальників подавати дані до блокчейн-реєстру транзакцій для покращення координації виробничих графіків та наявності частин. У відповідь компанія скорочує терміни оплати або надає внутрішні кредити, фактично підвищуючи оборотний капітал своїх постачальників і обминаючи роль банків.

У співпраці з Міжамериканським банком розвитку, Ініціатива цифрової валюти MIT працює над блокчейн-основою рішення для фінансування торгівлі, відомого як b_verify. Цей проєкт представляє новий протокол для випуску та транзакцій з перевіреними записами, використовуючи публічний блокчейн. Першим прикладом використання є складські квитанції, розроблені для покращення доступу до кредиту та цінової прозорості на ринках сировини, що розвиваються. Система b_verify використовує блокчейн Bitcoin як основу довіри.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ АНАЛІЗУ ВИКОРИСТАННЯ BLOCKCHAIN ТЕХНОЛОГІЙ У ФІНАНСОВОМУ СЕКТОРІ

3.1. Результати аналізу використання blockchain технологій у фінансовому секторі на прикладі Tokenization of Real Estate

В сучасному фінансовому ландшафті впровадження технології блокчейну стає все більш невід'ємною складовою. Одним із перспективних напрямків застосування цієї технології є токенізація нерухомості. Токенізація нерухомості — це процес перетворення прав власності на нерухомість в цифрові токени, які можуть бути виставлені для торгівлі на блокчейн-платформах. Цей інноваційний підхід відкриває нові можливості для інвесторів із різних частин світу, дозволяючи їм здійснювати інвестиції у нерухомість без необхідності фізичного присутності на ринку.

Місце токенізації нерухомості у фінансовому секторі стає все більш значущим через те, що вона пропонує ефективний механізм для залучення капіталу, покращення ліквідності та зниження бар'єрів для доступу до ринку нерухомості. В цьому контексті важливо розглянути результати аналізу використання блокчейн технологій у фінансовому секторі на прикладі токенізації нерухомості. Дана дослідницька робота має на меті ретельно проаналізувати цей новаторський підхід, виявити переваги та виклики його впровадження та зробити висновки щодо його майбутнього впливу на фінансову сферу [13].

3.1.1. Опис методів використаних у дослідженні:

Для аналізу використання blockchain технологій у фінансовому секторі на прикладі токенізації нерухомості було використано комплекс методів та підходів:

Літературний огляд - Проведено докладний аналіз наукових статей, журналів, книг та інших джерел, що стосуються токенізації нерухомості та застосування blockchain у фінансовому секторі. Цей метод дозволив отримати обґрунтовану теоретичну базу та зрозуміти основні принципи та переваги використання технологій блокчейну у цьому контексті.

Аналіз практичних випадків - Проведено дослідження реальних проєктів токенізації нерухомості, які вже здійснені або перебувають у процесі реалізації. Цей підхід дозволив виявити основні тенденції, виклики та переваги, з якими стикаються учасники ринку під час впровадження токенізації нерухомості.

Аналіз ринкових даних - Проведено збір та аналіз статистичних даних про ринок нерухомості та ринок криптовалют. Цей метод дозволив оцінити потенційний обсяг та динаміку розвитку ринку токенізованої нерухомості.

Кейс-стаді - Проведено детальний аналіз кейсів успішної та неуспішної токенізації нерухомості. Цей підхід дозволив виявити ключові чинники успіху та недоліки впровадження проєктів токенізації нерухомості.

3.1.2. Переваги та недоліки використання blockchain технологій у процесі токенізації нерухомості

З переваг використання blockchain технологій у процесі токенізації нерухомості можна виділити:

- **Децентралізованість та безпека:** Blockchain технологія забезпечує децентралізований характер зберігання даних про власність, що робить їх менш вразливими перед впливом зловмисників. Це дозволяє забезпечити високий рівень безпеки та надійності угод про токенізацію нерухомості.
- **Підвищена ліквідність активів:** Токенізація нерухомості дозволяє поділити нерухомість на токени, які можуть бути легко куплені, продані або обмінені на блокчейн ринку. Це робить інвестиції в нерухомість більш легкодоступними та ліквідними, зменшуючи бар'єри для входу на ринок.
- **Зниження витрат та швидкість операцій:** Використання blockchain технологій дозволяє автоматизувати процеси ведення реєстру власності, що знижує витрати на трансфер та обслуговування активів. Крім того, технологія blockchain може прискорити процеси здійснення транзакцій та вирішення суперечок, що покращує ефективність ринку нерухомості.
- **Глобальний доступ:** Blockchain технологія не має географічних обмежень, що дозволяє інвесторам з усього світу участь у токенізованих проєктах нерухомості.

Це розширює базу потенційних інвесторів та створює більш конкурентну та варіативну ринкову ситуацію.

- **Транспарентність та аудитованість:** Блокчейн технологія дозволяє забезпечити відкритий доступ до інформації про транзакції та власність, що підвищує рівень довіри між учасниками ринку. Кожна транзакція фіксується в блокчейні і може бути перевірена будь-яким учасником мережі.
- **Стандартизація та сумісність:** Використання стандартизованих протоколів та смарт-контрактів на блокчейні сприяє збільшенню сумісності між різними платформами та ринковими учасниками. Це сприяє розвитку стандартів у сфері токенізації нерухомості та спрощує взаємодію між різними сторонами.

Проте, хоч і токенізація нерухомості має значний потенціал для покращення ефективності та доступності ринку нерухомості, вона зіштовхується з певними викликами та обмеженнями [14]:

- **Правові аспекти:** Одним з основних викликів є вирішення правових питань, пов'язаних з токенізацією нерухомості. В різних країнах можуть існувати різні правові рамки та регуляторні вимоги, що ускладнює впровадження такого підходу. Деякі питання, такі як визначення прав власності на токенизовані активи та вирішення суперечок, також можуть бути неоднозначними.
- **Технічні складнощі:** Впровадження токенізації нерухомості потребує розробки та впровадження спеціалізованих технічних рішень. Це може включати розробку інтегрованих блокчейн платформ, смарт-контрактів, інтерфейсів користувача та систем ідентифікації.
- **Збір та перевірка даних:** Для токенізації нерухомості необхідно зібрати та перевірити велику кількість даних про власність, стан нерухомості, юридичні обмеження тощо. Цей процес може бути складним та витратним з точки зору часу та ресурсів.
- **Адаптація ринку:** Токенізація нерухомості потребує адаптації ринкових учасників до нових технологій та підходів. Це включає в себе необхідність навчання та освоєння нових інструментів і процесів, а також вирішення потенційного опору з боку старих структур та інструментів.

- **Ліквідність та вартість токенів:** Незважаючи на потенційну ліквідність, яку може забезпечити токенізація, вартість токенів нерухомості може бути піддана великим коливанням через зміни на ринку криптовалют та загальну економічну ситуацію.
- **Проблеми з безпекою та конфіденційністю:** Токенізація нерухомості може викликати проблеми з безпекою та конфіденційністю, оскільки цифрові активи можуть ризикують бути ціллю кібератак та порушень конфіденційності. Запровадження відповідних заходів безпеки та захисту даних є критичним для успішної токенізації нерухомості.

3.1.3. Приклади проєктів токенізації нерухомості

Далі я наведу кілька проєктів, які використовують інноваційний підхід до інвестування та управління нерухомістю, забезпечуючи більшу доступність, ліквідність та прозорість на ринку та успішно використовують токенізацію нерухомості, використовуючи переваги технології блокчейн.

The Aspencoin Project (ASP) - проєкт використовує технологію блокчейн для токенізації пайових прав на готельний комплекс St. Regis Aspen Resort в Колорадо, США. Власники токенів мають право на частину доходів, що генеруються готелем. Цей проєкт демонструє, як технологія блокчейн може бути використана для створення доступної інвестиційної можливості в нерухомість.

Propy - використовує блокчейн для фіксації та виконання угод з нерухомістю, вирішуючи питання прав власності. Їх проєкт дозволяє користувачам купувати, продавати та орендувати нерухомість за допомогою смарт-контрактів на базі Ethereum, що забезпечує безпеку та надійність угод. Завдяки смарт-контрактам процеси стають більш автоматизованими та менш залежними від людського фактору, що зменшує ризик помилок та шахрайства.

RealT - це платформа для інвестування в нерухомість за допомогою токенізації. Вони токенізують реальну власність в США і пропонують інвесторам можливість придбати токени, які представляють частку цієї власності. Цей проєкт дозволяє інвесторам отримувати дохід від оренди та зростання вартості нерухомості, знижуючи вартісні бар'єри входу на ринок нерухомості. Завдяки

цьому підходу, навіть дрібні інвестори можуть брати участь у ринку нерухомості, що раніше було недосяжним через високі початкові витрати.

Blockchain Italia Property Fund - Цей фонд використовує технологію блокчейн для токенізації портфеля нерухомості в Італії. Інвестори можуть придбати токени, які представляють частку в цьому портфелі, отримуючи при цьому доступ до потенційних доходів від оренди та зростання вартості нерухомості. Це не тільки забезпечує прозорість і безпеку інвестицій, але й відкриває нові можливості для диверсифікації портфелів інвесторів.

SwissRealCoin (SRC) - це стабільна криптовалюта, яка підтримується швейцарською комерційною нерухомістю. Вона використовує технологію блокчейн для токенізації нерухомості в Швейцарії, що дозволяє інвесторам отримувати експозицію до швейцарського ринку нерухомості, зберігаючи при цьому ліквідність своїх інвестицій. Завдяки цьому інвестори можуть легко входити та виходити з інвестицій, що є значною перевагою порівняно з традиційними методами інвестування в нерухомість.

3.1.4. Підсумок аналізу використання blockchain технологій у фінансовому секторі на прикладі токенізації нерухомості

Цей аналіз вказує на те, що токенізація нерухомості за допомогою використання технології блокчейн може змінити традиційні моделі інвестування та управління активами, забезпечуючи більшу доступність, прозорість та ліквідність. Однак були виявлені також деякі виклики та обмеження, які вимагають уваги та подальшого дослідження. Загалом, токенізація нерухомості за допомогою blockchain технологій відкриває нові можливості для інвесторів та учасників ринку, що відповідає вимогам сучасного фінансового сектору до ефективного та інноваційного використання технологій [13].

3.2. Перспективи розвитку аналітичних підходів в дослідженнях еволюції blockchain технологій

З огляду на розмаїття викликів та можливостей, пов'язаних із розвитком blockchain технологій, поточні аналітичні підходи стають критичними для розуміння та оцінки цього швидко зростаючого сектору [15].

Нижче наведено деякі з основних підходів які використовуються в дослідженнях еволюції blockchain технологій:

- Статистичний аналіз: Аналіз статистичних даних щодо використання blockchain технологій у різних галузях та ринкових сегментах. Це включає аналіз транзакційних обсягів, кількості активних гаманців, розподілу власності криптовалют, динаміку розвитку різних блокчейн мереж тощо.
- Мережевий аналіз: Вивчення структури та взаємозв'язків між учасниками блокчейн мереж. Цей підхід дозволяє розуміти взаємодію між вузлами мережі, виявляти ключових гравців, аналізувати масштабність мережі та її стійкість до атак.
- Технічний аналіз: Оцінка технічних аспектів блокчейн технологій, таких як протоколи консенсусу, рівень шифрування, масштабованість та продуктивність мережі. Цей підхід допомагає виявити переваги та недоліки різних блокчейн систем.
- Економічний аналіз: Вивчення економічних аспектів використання blockchain технологій, таких як моделі фінансування проєктів через ICO, вартість транзакцій та платформ, а також вплив на економіку та фінансові ринки.
- Соціологічний аналіз: Дослідження впливу використання blockchain технологій на суспільство, включаючи зміни в економічній системі, створення нових видів бізнесу та різноманітність соціальних відносин.

В процесі розвитку цих аналітичних підходів до дослідження еволюції blockchain технологій, насамперед відзначається стрімке вдосконалення методологій. Підходи дослідження вдосконалюються в кількох напрямках:

Щоб врахувати розмаїття джерел даних, розробляються інтеграційні методи, спрямовані на систематизацію та аналіз інформації з різних джерел. Крім того,

вдосконалюються підходи до обробки великого обсягу даних, що властиво blockchain мережам, для отримання більш точних результатів.

Паралельно з вдосконаленням методологій та моделей, дослідники активно впроваджують інноваційні дослідницькі методи для більш глибокого розуміння еволюції blockchain технологій. Один з таких методів - це застосування інтердисциплінарних підходів. Це включає в себе об'єднання економічних, соціологічних, правових та технічних аспектів дослідження для отримання комплексного уявлення про вплив blockchain на різні сфери суспільства та бізнесу. Наприклад, економічні моделі дозволяють зрозуміти фінансову ефективність і стійкість блокчейн-проєктів, соціологічні дослідження допомагають вивчити вплив блокчейну на соціальні структури та взаємодії, а правові аспекти сприяють розумінню регуляторного середовища та правових викликів, пов'язаних з використанням технології.

Ще одним інноваційним методом є застосування аналізу мережі. Цей підхід дозволяє вивчити структуру та динаміку взаємодії учасників blockchain, виявити ключові вузли та патерни спілкування, що сприяє розумінню внутрішніх механізмів мережі. Аналіз мережі включає дослідження топології блокчейн-мереж, визначення центральних і периферійних вузлів, а також виявлення моделей трафіку і транзакційної активності. Цей метод дозволяє ідентифікувати вразливості та потенційні точки збоїв у мережі, а також покращити загальну ефективність і безпеку блокчейн-систем.

Кількісні методи, зокрема моделювання та симуляції, дозволяють прогнозувати різні сценарії розвитку blockchain, оцінювати їх наслідки та розробляти стратегії управління ризиками. Наприклад, моделювання може використовуватися для симуляції поведінки нових протоколів консенсусу під різними умовами навантаження, а також для оцінки їх стійкості до атак та зовнішніх впливів. Це дозволяє випробовувати нові концепції і технології у віртуальному середовищі перед їх впровадженням у реальні системи, що значно знижує ризики та витрати.

Дослідники також активно використовують методи аналізу Big Data для обробки великих обсягів інформації, що генеруються blockchain мережами. Аналіз великих даних включає застосування алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту для виявлення прихованих закономірностей, аномалій та трендів у транзакційних даних. Це дозволяє отримати нову інформацію щодо поведінки користувачів, динаміки ринку криптовалют, а також виявити шахрайські схеми та інші види зловживань. Наприклад, за допомогою Big Data аналізу можна визначити вплив певних подій на волатильність криптовалют або оцінити ефективність маркетингових кампаній у блокчейн-проєктах.

Крім того, інноваційні методи включають використання децентралізованих автономних організацій (DAO) як інструментів для управління та проведення досліджень. DAO дозволяють створювати самоврядні, децентралізовані платформи для колективного фінансування та управління науковими проєктами, що забезпечує більшу прозорість, підзвітність та залученість спільноти до процесу дослідження.

Ці інноваційні дослідницькі методи сприяють розширенню знань та підвищенню якості досліджень у галузі blockchain технологій, що дозволяє краще зрозуміти їх можливості та перспективи в майбутньому. Вони також відкривають нові горизонти для міждисциплінарних досліджень, що об'єднують знання та досвід з різних галузей для вирішення складних проблем, пов'язаних з розвитком та впровадженням блокчейн-технологій у різних сферах економіки та суспільства [16].

3.3. Аспекти blockchain технологій у фінансовому секторі що потребують додаткового дослідження та удосконалення

Визначено кілька основних дослідницьких прогалин у технології блокчейн, які потребують подальшого вивчення та вдосконалення.

Перша прогалина полягає у відсутності досліджень на такі теми, як затримка, розмір і пропускна здатність даних. Ці аспекти не висвітлені в сучасній літературі, що є суттєвою прогалиною, яка потребує додаткових досліджень у майбутньому. На сьогоднішній день розмір існуючих застосувань блокчейну відносно невеликий.

Наприклад, кількість транзакцій у системі Bitcoin значно менша, ніж у системі VISA. Однак, у майбутньому, якщо рішення на основі блокчейну будуть використовуватися мільйонами людей і кількість транзакцій значно зросте, необхідно буде провести значно більше досліджень щодо затримки, розміру і пропускної здатності даних, а також витрачених ресурсів для забезпечення масштабованості. Наприклад, питання оптимізації мережевих протоколів та удосконалення алгоритмів консенсусу є надзвичайно актуальними, оскільки вони безпосередньо впливають на здатність блокчейн-систем обробляти великий обсяг транзакцій у реальному часі. Дослідження у цій сфері можуть зосередитися на розробці нових алгоритмів, які забезпечуватимуть швидшу та більш ефективну обробку транзакцій без компромісів щодо безпеки [19].

Друга прогалина полягає у відсутності досліджень з питань зручності використання. Виявлено лише роботи, які обговорюють зручність використання з точки зору користувача, а не розробника. Наприклад, складність використання API Bitcoin ще не була достатньо досліджена. Це питання потребує вивчення та вдосконалення в майбутньому, що могло б стимулювати створення нових додатків і рішень у середовищі Bitcoin. Крім того, варто звернути увагу на розробку більш інтуїтивних інтерфейсів для кінцевих користувачів та інструментів для розробників, які могли б спростити інтеграцію блокчейн-технологій у різні додатки. Дослідження у цьому напрямку можуть включати вивчення потреб і очікувань користувачів, розробку прототипів і проведення тестувань для визначення найбільш ефективних рішень.

Третя прогалина полягає в тому, що більшість поточних досліджень проводяться в контексті Bitcoin, а не інших блокчейн-середовищ. Необхідно проводити дослідження щоб розширити знання поза межами криптовалют. Хоча блокчейн спочатку був представлений у криптовалютному середовищі, ту ж саму ідею можна використовувати в різних інших галузях. Тому необхідно проводити дослідження щодо можливостей використання блокчейну в інших середовищах, оскільки це може відкрити нові моделі та можливості для здійснення транзакцій у різних галузях. Наприклад, смарт-контракти можуть використовуватися у сферах

права, охорони здоров'я, логістики та управління ланцюгами поставок, що створює нові виклики та можливості для дослідників. Дослідження у цих областях можуть зосередитися на розробці та тестуванні нових сценаріїв використання смарт-контрактів, а також на аналізі правових та регуляторних аспектів їх застосування [17].

Четверта прогалина полягає у невеликій кількості високоякісних публікацій у журналах. Наразі більшість досліджень публікуються на конференціях, симпозіумах та семінарах. Потрібно більше високоякісних журналів, орієнтованих на блокчейн. Високоякісні журнали можуть сприяти підвищенню рівня наукової дискусії, забезпечуючи платформу для публікації фундаментальних та прикладних досліджень у сфері блокчейн-технологій. Це також сприятиме більшому визнанню та впровадженню блокчейн-технологій у різних галузях. Дослідникам необхідно спрямовувати зусилля на підвищення якості своїх публікацій, залучення до рецензування та участь у редколегіях провідних журналів.

Для досягнення цього, важливо розробити чіткі критерії та стандарти для наукових робіт у цій галузі, а також сприяти співпраці між академічними інституціями, комерційними організаціями та урядовими структурами для фінансування та підтримки дослідницьких ініціатив.

Таким чином, подолання цих прогалин вимагатиме скоординованих зусиль дослідницької спільноти, залучення нових технологій та підходів, а також активного обміну знаннями і досвідом між різними секторами та галузями.

Напрямки майбутніх досліджень блокчейну:

Майбутні напрями досліджень блокчейну не є чіткими. З одного боку, Bitcoin отримав багато уваги як криптовалюта, і все більше людей торгують і купують біткойни щодня. Тому дуже ймовірно, що Bitcoin залишиться дуже важливою темою майбутніх досліджень, привертаючи увагу як бізнесу, так і академічного середовища.

Bitcoin є лише одним з рішень, що використовує технологію блокчейн. Наразі існує багато інших криптовалют, які конкурують з Bitcoin за звання основної світової криптовалюти. Майбутні дослідження також включатимуть вивчення інших криптовалют.

Водночас, майбутні дослідження не обмежуватимуться Bitcoin та іншими криптовалютами, а зосереджуватимуться на інших можливих застосуваннях блокчейну. Деякі роботи вже вивчають можливість використання смарт-контрактів, ліцензування, IoT та інтелектуальної власності в блокчейн-середовищі. Віримо, що цей тип досліджень матиме значний вплив у майбутньому і може бути навіть більш цікавим, ніж криптовалюти. Використання децентралізованого середовища, наприклад, для обміну віртуальною власністю, може стати рішенням, що замінить спосіб, у який компанії продають свої продукти зараз. Зокрема, смарт-контракти мають потенціал для автоматизації та забезпечення безпеки в різних транзакційних процесах, включаючи управління ланцюгами поставок, орендні угоди та права на інтелектуальну власність.

Окрім того, використання блокчейн-технологій в області ліцензування може значно спростити процеси видачі, перевірки та управління ліцензіями, зменшуючи ризики шахрайства та забезпечуючи прозорість транзакцій. У сфері Інтернет речей (IoT) блокчейн може забезпечити безпечну та надійну платформу для обміну даними між пристроями, що сприятиме розвитку нових бізнес-моделей та інноваційних продуктів.

З урахуванням цього, можна стверджувати, що з поширенням використання технології блокчейн як у промисловості, так і в академічному середовищі, буде створено значну кількість нових досліджень. Вивчення нових галузей застосування блокчейну, таких як фінансові послуги, охорона здоров'я, логістика та державні послуги, відкриє нові перспективи та можливості для дослідників. Наприклад, у фінансовому секторі блокчейн може використовуватися для створення більш прозорих і ефективних систем платежів, управління активами та ризиками. В охороні здоров'я блокчейн може забезпечити безпечне зберігання медичних даних,

що сприятиме покращенню якості медичних послуг та захисту конфіденційної інформації пацієнтів.

Коли більше блокчейн-рішень буде використовуватися з великою кількістю користувачів, це також вплине на дослідження технічних обмежень і викликів. У майбутньому збільшення розмірів і баз користувачів у різних блокчейнах викличе необхідність проведення додаткових досліджень з питань масштабованості. Крім того, безпека і конфіденційність блокчейну завжди будуть темою для досліджень, оскільки винаходяться нові способи порушення та атак на блокчейн. Наприклад, дослідження з виявлення та запобігання атакам на рівні консенсусу, розробка стійких до квантових обчислень алгоритмів криптографії та удосконалення методів захисту конфіденційності даних є надзвичайно важливими.

Окремо варто зазначити важливість вивчення юридичних та етичних аспектів використання блокчейн-технологій. Наприклад, регуляторні виклики та питання правового статусу криптовалют та смарт-контрактів потребують глибокого аналізу та розробки відповідних правових рамок. Це включає вивчення питань захисту прав споживачів, боротьби з відмиванням грошей та забезпечення відповідності національним та міжнародним стандартам і регуляціям.

Таким чином, майбутні дослідження блокчейну мають великий потенціал для розвитку і вдосконалення технологій, що підвищить їх ефективність, безпеку та зручність використання у різних сферах. Систематичне дослідження і впровадження новітніх рішень сприятиме подальшій інтеграції блокчейн-технологій у повсякденне життя та бізнес-процеси, що створить нові можливості для інновацій та економічного зростання.

ВИСНОВОК

У даній дипломній роботі проведено всебічний аналіз використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі, що дозволило виявити як переваги, так і виклики, пов'язані з їх впровадженням. Блокчейн, завдяки своїй децентралізованій природі, прозорості та незмінності, пропонує значний потенціал для підвищення ефективності, безпеки та швидкості фінансових операцій. Однак, попри значні переваги, блокчейн стикається з певними технічними та організаційними викликами, такими як масштабованість, енергоспоживання та нормативно-правові обмеження.

У ході дослідження було розглянуто ключові компоненти блокчейну, його основні принципи та відмінності від традиційних централізованих систем. Також було визначено методологічний підхід до аналізу ефективності блокчейн-технологій у фінансовому секторі, що включав оцінку ключових показників ефективності, аналіз застосування блокчейну в різних галузях та методи дослідження.

Особлива увага була приділена аналізу використання блокчейн-технологій на прикладі токенізації нерухомості. Дослідження показало, що токенізація може значно спростити процеси управління активами, підвищити ліквідність та забезпечити нові можливості для інвестування. Водночас було виявлено низку недоліків та ризиків, пов'язаних із використанням блокчейну, що потребують додаткового дослідження та вдосконалення.

Підсумовуючи, можна сказати, що блокчейн-технології мають значний потенціал для трансформації фінансового сектора. Проте, для повноцінного впровадження та використання блокчейну необхідно продовжувати дослідження, спрямовані на подолання існуючих викликів та розвиток нових технологічних рішень. Майбутні дослідження повинні зосередитися на питаннях масштабованості, безпеки та нормативно-правового регулювання, щоб забезпечити успішне інтегрування блокчейну у фінансові послуги.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Consulted. 2008;1(2012):28.

2. Dwyer, G.P. Jr., (2017), Blockchain: A Primer, in B.E. Gup (ed.), The Most Important Concepts in Finance, Edward Elgar Publishing, pp. 12-27.

3. Meiklejohn, S., M. Pomarole, G. Jordan, K. Levchenko, D. McCoy, G.M. Voelker and S. Savage (2013), A fistful of bitcoins: characterizing payments among men with no names, Proceedings of the 2013 Internet Measurement Conference, Association for Computing Machinery.

4. Hong Kong Monetary Authority (HKMA) (2017), Whitepaper 2.0 on Distributed Ledger Technology, 15 October.

5. Carney, M. (2018), The Future of Money, speech to the inaugural Scottish Economics Conference, 2 March.

6. Financial Stability Board (2018), To G20 Finance Ministers and Central Bank Governors, 13 March.

7. Juniper Research (2017), Blockchain Enterprise Survey August 2017.

8. Narula, N., W. Vasquez, and M. Virza (2018), zkLedger: Privacy-Preserving Auditing for Distributed Ledgers, 15th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 18), USENIX Association.

9. Кудь А., Кучерявенко М., Смичок Є. Цифрові активи та їх правове регулювання у світлі розвитку технології блокчейн : монографія. Харків : Право, 2019. 216 с.

10. Casey, M.J. and P. Vigna (2018a), In Blockchain We Trust, MIT Technology Review, 9 April.

11. ASX (2018), CHESS Replacement: New Scope and Implementation Plan, Consultation Paper, April.

12. Catalini, C. and J. Gans (2018), Initial Coin Offerings and the Value of Crypto Tokens, MIT Sloan Research Paper No. 5347-18.

13. Vargas, F., J. Dasari and M. Vargas (2015), Understanding Crowdfunding: The SEC's New Crowdfunding Rules and the Universe of Public Fund-raising, Business Law Today, December.

14. Batiz-Benet, J., M. Santori and J. Clayburgh (2017), The SAFT Project: Toward a Compliant Token Sale Framework, SAFT Project White Paper, Cooley.

15. Rosenbush, S. (2018), The Morning Download: CIOs Say Blockchain Adoption Barely Registers, The Wall Street Journal, 7 May.

16. WTO (2016), Trade Finance and SMEs, Geneva.

17. Casey, M.J. and P. Vigna (2018a), In Blockchain We Trust, MIT Technology Review, 9 April.

18. Lamport, L., R. Shostak and M. Pease (1982), The Byzantine Generals problem, ACM Transactions on Programming Languages and Systems 4(3): 382-401.

19. Cecchetti, S G and K L Schoenholtz (2017a), Modernizing the U.S. Payments System: Faster, Cheaper, and More Secure, www.moneyandbanking.com, 31 July.

ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ

Презентація до дипломної роботи

На тему: «Аналіз використання blockchain технологій у фінансовому секторі»

Виконав: Кичко М. О.
Керівник дипломного проєкту: Козаченко С. Я.

Мета роботи:

Об'єкт дослідження – використання технологій блокчейн у фінансовому секторі.

Мета роботи – аналіз переваг, викликів та перспектив впровадження блокчейн-технологій у фінансові послуги.

Предмет дослідження – використання технології блокчейн у фінансовому секторі

Актуальність:

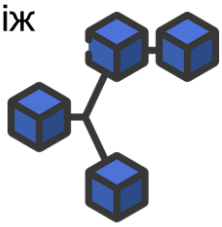
Тема дипломної роботи є надзвичайно актуальною в умовах сучасного розвитку фінансових технологій. Блокчейн технології наразі стали ключовим елементом в інноваційних підходах до ведення бізнесу, забезпечуючи прозорість, безпеку та ефективність фінансових операцій. Використання блокчейну у фінансовому секторі відкриває нові можливості для оптимізації процесів, зниження витрат та підвищення довіри до фінансових інститутів.

Що таке блокчейн?

Блокчейн – це децентралізована розподілена цифрова книга, яка записує транзакції в мережі комп'ютерів. Він забезпечує безпечне, прозоре та захищене від фальсифікацій ведення записів без центрального органу.

Основна мета блокчейну:

- Дозволити ненадійним сторонам безпечно обмінюватися критично важливими даними.
- Автоматизація та безпечна передача інформації між двома сторонами.



Ключові компоненти блокчейну

Блоки

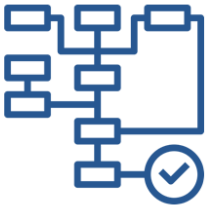
- Блоки є основними будівельними блоками блокчейну.
- Містять список транзакцій, хеш попереднього блоку, мітку часу.

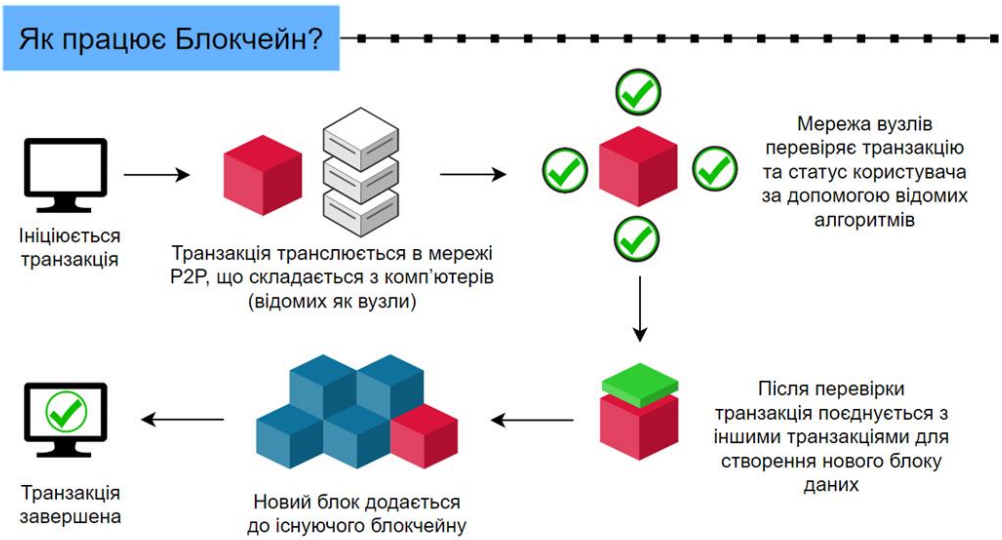
Майнери

- Учасники мережі, які обробляють транзакції та додають їх до блокчейну.
- Виконують обчислювальні завдання для підтвердження транзакцій.

Вузли (Nodes)

- Комп'ютери в мережі, що зберігають копію блокчейну.
- Підтримують цілісність і безпеку системи, перевіряючи транзакції та блоки.





Переваги блокчейну

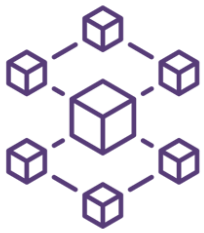
Блокчейн має декілька важливих переваг:

- **Зниження витрат:** досягається завдяки автоматизації процесів, що знижує потребу в посередниках і зменшує транзакційні витрати.
- **Підвищення швидкості операцій:** обумовлено тим, що транзакції обробляються в режимі реального часу без затримок, пов'язаних з перевіркою та підтвердженням.
- **Забезпечення безпеки та прозорості:** здійснюється за допомогою криптографії, яка гарантує захист даних і надає можливість повного аудиту.

Децентралізована система	Централізована система
Без посередника	Банк є посередником
Незворотній	Зворотний
Безпечний	Вразливий до крадіжки
Постійний запис даних	Записи можуть бути видалені
Без плати за сервіс	Стягується плата за сервіс
Автономія учасників	Регулюється центральним банком

Виклики та ризики

- **Серед технічних обмежень** можна виділити проблеми зі масштабуванням та високе енергоспоживання.
- **Правові та регуляторні питання** включають відсутність стандартів і нормативних актів, а також ризики, пов'язані з юридичною невизначеністю.
- **Висока вартість впровадження та підтримки** є значним бар'єром, оскільки початкові витрати на впровадження можуть бути дуже високими, а підтримка потребує постійного оновлення та модернізації.



Аналіз використання блокчейну на прикладі Tokenization of Real Estate

Переваги токенізації нерухомості:

- Децентралізованість і безпека: Токенізація на блокчейні знижує ризики шахрайства.
- Підвищена ліквідність активів: Токени можна легко купувати та продавати.
- Зниження витрат та швидкість операцій: Автоматизація процесів знижує витрати та прискорює транзакції.
- Глобальний доступ: Інвестори з усього світу можуть брати участь у токенізованих проєктах.
- Прозорість і аудитованість: Всі транзакції відкриті та легко перевіряються.
- Стандартизація та сумісність: Використання стандартних протоколів покращує взаємодію між платформами.

Недоліки токенізації нерухомості:

- Правові аспекти: Різні країни мають різні правові вимоги, що ускладнює впровадження.
- Технічні складнощі: Необхідність розробки спеціалізованих технічних рішень.
- Збір та перевірка даних: Процес збору та перевірки даних про власність може бути складним і витратним.
- Адаптація ринку: Потреба в навчанні та адаптації ринкових учасників до нових технологій.
- Ліквідність та вартість токенів: Вартість токенів може бути піддана коливанням.
- Проблеми з безпекою та конфіденційністю: Цифрові активи можуть бути ціллю кібератак.

Приклади реальних проєктів

RealT
Проєкт токенізує реальну власність в США що дає інвесторам в усьому світі можливість придбання нерухомості через повне або часткове токенізоване володіння.

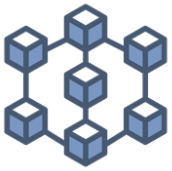
SwissRealCoin (SRC)
Токен що пов'язаний із портфелем швейцарської комерційної нерухомості, що надає йому постійно зростаючу внутрішню цінність.

Propy
Платформа для фіксації та виконання угод з нерухомістю за допомогою смарт-контрактів.

Aspencoin Project (ASP)
Токенізація готельного комплексу St. Regis Aspen Resort в Колорадо, США.

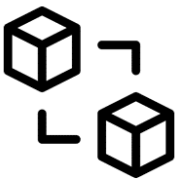
Основні дослідницькі прогалини

- **Затримка, розмір і пропускна здатність даних**: Відсутність достатніх досліджень цих аспектів при збільшенні обсягу транзакцій.
- **Зручність використання**: Недостатньо вивчено питання зручності використання блокчейн технологій з точки зору розробників.
- **Дослідження поза контекстом криптовалют**: Переважна більшість досліджень зосереджена на Bitcoin, необхідні дослідження в інших середовищах.
- **Невелика кількість високоякісних публікацій**: Більшість робіт публікуються на конференціях, а не в журналах, необхідно більше високоякісних публікацій.



Напрями майбутніх досліджень

- **Криптовалюти**: Продовження вивчення Bitcoin та інших криптовалют.
- **Смарт-контракти**: Дослідження їх використання у різних сферах, таких як право, охорона здоров'я, логістика.
- **Ліцензування та IoT**: Розробка нових моделей використання блокчейн для ліцензування та Інтернету речей.
- **Масштабованість, безпека і конфіденційність**: Дослідження технічних обмежень та викликів при збільшенні розмірів блокчейн мереж та баз користувачів.
- **Юридичні та етичні аспекти**: Вивчення регуляторних викликів та правового статусу криптовалют і смарт-контрактів.



Висновки

У даній дипломній роботі проведено всебічний аналіз використання блокчейн-технологій у фінансовому секторі, що дозволило виявити як переваги, так і виклики, пов'язані з їх впровадженням. Блокчейн, завдяки своїй децентралізованій природі, прозорості та незмінності, пропонує значний потенціал для підвищення ефективності, безпеки та швидкості фінансових операцій.

Підсумовуючи, можна сказати, що блокчейн-технології мають значний потенціал для трансформації фінансового сектора. Проте, для повноцінного впровадження та використання блокчейну необхідно продовжувати дослідження, спрямовані на подолання існуючих викликів та розвиток нових технологічних рішень.

Дякую за увагу!