

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

Факультет туризму

Кафедра туристознавства і краєзнавства

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: «**WEB 3.0 ТА ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН В ТУРИЗМІ:**

АКТУАЛЬНИЙ СТАН, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ»

Виконав: студент II курсу, групи Тм-22

спеціальності 242 «Туризм і рекреація»

(шифр і назва спеціальності)

Савяк А.Я.

(прізвище та ініціали студента)

Керівник: к.е.н. Зарічняк А.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.п.н., доц. Польова Л.В.

(прізвище та ініціали)

Івано-Франківськ - 2025 р.

АНОТАЦІЯ

Технології Web3.0 та блокчейн є одними з найбільш трансформаційних інструментів сучасної економіки, і сфера туризму активно досліджує їхній потенціал. Засновані на принципах децентралізації та токенизації, ці інновації обіцяють подолати ринкову монополію, забезпечити прозорість транзакцій (через NFT), підвищити безпеку даних (через децентралізовані ідентифікатори) та створити новий, занурюючий туристичний досвід (через метавсесвіти). Дана робота досліджує теоретичні засади та аналізує світовий досвід застосування Web3.0 у туристичній індустрії, включаючи інтеграцію DAO та штучного інтелекту. Особлива увага приділяється розробці практичних рекомендацій та конкретних моделей використання блокчейн-платформ та NFT для залучення інвестицій, підвищення прозорості та сприяння модернізації та відновленню туристичної сфери України.

Ключові слова: Web3.0, блокчейн, туризм, NFT, децентралізація, цифровий туризм

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ WEB3.0, БЛОКЧЕЙН ТА ЇХ РОЛЬ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ	7
1.1 Сутність та ключові елементи концепції Web3.0: децентралізація та токенизація	7
1.2 Види технологій блокчейн та їх функціональні можливості	14
1.3 Методи дослідження	23
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ WEB3.0 У СВІТОВІЙ ТУРИСТИЧНІЙ ІНДУСТРІЇ	27
2.1 Застосування NFT та децентралізованих ідентифікаторів у сфері туристичних послуг	27
2.2 Інтеграція технологій Web3.0 з метавсесвітами та штучним інтелектом для формування нового туристичного досвіду	38
2.3 Досвід впровадження децентралізованих автономних організацій (DAO) у туристичних спільнотах	49
РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ WEB3.0 У ТУРИСТИЧНУ ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ	58
3.1 Ключові перешкоди та регуляторні виклики для розвитку Web3.0 в українському туризмі	58
3.2 Розробка моделі використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України	67
3.3 Шляхи впровадження блокчейн-платформ для підвищення прозорості та безпеки українського ринку туристичних послуг	75
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна світова економіка, зокрема туристична галузь, переживає епоху кардинальної цифрової трансформації, спричиненої переходом від централізованої моделі Web2.0 до децентралізованої парадигми Web3.0. Традиційні бізнес-моделі туристичного ринку, засновані на владі великих онлайн-агентств (OTA) та посередників, демонструють високі трансакційні витрати, непрозорість та монополію на клієнтські дані, що створює значні перешкоди для сталого розвитку малих та середніх підприємств. На цьому тлі технології Web3.0 насамперед блокчейн, смарт-контракти та невзаємозамінні токени (NFT) – пропонують інноваційні рішення: від прямого P2P-бронювання та автоматизованих систем лояльності до токенизації активів і створення децентралізованих автономних організацій (DAO). Для України, в умовах післявоєнного відновлення та необхідності інтеграції у світовий цифровий простір, впровадження Web3.0 в туризм має стратегічне значення, оскільки дозволяє залучати міжнародні інвестиції через механізми NFT, забезпечувати прозорість цільового фінансування та підвищувати конкурентоспроможність українського турпродукту на глобальному ринку. Актуальність дослідження посилюється відсутністю комплексного регуляторного поля та емпіричних досліджень, що адаптують світові Web3.0-практики до українських реалій. Саме необхідність ґрунтовного теоретичного осмислення, аналізу світового досвіду та розробки практичних рекомендацій щодо інтеграції Web3.0 та блокчейн-технологій в національну туристичну індустрію зумовили вибір теми, структуру та мету даної дипломної роботи.

Об’єктом дослідження дипломної роботи є процес впровадження та функціонування технологій Web3.0 та блокчейну в світовій та національній туристичній індустрії.

Предметом дослідження є теоретичні положення, функціональні можливості та практичні рекомендації щодо застосування Web3.0 для підвищення прозорості, безпеки та інвестиційної привабливості туристичного

ринку України.

Метою дипломної роботи є розробка теоретичних положень та обґрунтованих практичних рекомендацій щодо інтеграції технологій Web3.0 та блокчейну у туристичну галузь України.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних **завдань**:

- розглянути сутність та ключові елементи концепції Web3.0, включаючи децентралізацію та токенизацію;
- визначити та проаналізувати види технологій блокчейну (публічні, приватні, консорціумні) та їхні функціональні можливості у сфері послуг;
- проаналізувати світовий досвід застосування NFT та децентралізованих ідентифікаторів у сфері туристичних послуг;
- дослідити інтеграцію технологій Web3.0 з метавсесвітами та штучним інтелектом у процесі створення нового туристичного досвіду;
- вивчити досвід впровадження децентралізованих автономних організацій (DAO) у міжнародних туристичних спільнотах;
- визначити ключові перешкоди та регуляторні виклики для розвитку Web3.0 в українському туризмі;
- розробити модель використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України;
- обґрунтувати шляхи впровадження блокчейн-платформ для підвищення прозорості та безпеки українського ринку туристичних послуг.

Огляд попередніх результатів з досліджуваної проблеми. Дослідження технологій розподіленого реєстру та їхнього впливу на економічні процеси набуло значної популярності останніми роками. Зокрема, питання використання блокчейну для усунення посередників та зниження трансакційних витрат у туризмі вивчали такі автори, як Г.І. Гапоненко та В.Ю. Василенко [1]. Дослідження Web3.0, NFT та Метавсесвіту в контексті туризму, представлені у

роботах С. Гонсалес-Мендес, Ф.Е. Гарсія-Муїнья та Р. Гонсалес-Санчес [19], а також Ду Ікун, Р. Мохамед та І. Чой Леонг [15]. Практичні аспекти децентралізованого бронювання (Decentralized Airbnb) та використання смарт-контрактів для готельного бізнесу висвітлені у дослідженні А. Бхагата та ін. [6]. Фундаментальні основи маркетингу в Метавсесвіті та роль NFT у новій економіці власності розглядаються у публікаціях Е. Санчес-Амбоаге та ін. [39]. Ці наукові праці слугують основою для теоретичного узагальнення, необхідного для розробки практичних рекомендацій, адаптованих до українського ринку.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування розроблених рекомендацій та моделі використання NFT для підвищення інвестиційної привабливості українських туристичних проєктів через токенизацію, одночасного зменшення залежності національних суб'єктів ринку від централізованих іноземних платформ та створення прозорих і безпечних механізмів фінансування відбудови культурної спадщини й інфраструктури.

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (52 позиції).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ WEB3.0, БЛОКЧЕЙН ТА ЇХ РОЛЬ У СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЦІ

1.1 Сутність та ключові елементи концепції Web3.0: децентралізація та токенизація

Концепція Web3.0, відома як «Децентралізований інтернет» або «Інтернет володіння» (Ownership Internet), являє собою наступний, якісно новий етап еволюції Всесвітньої мережі, заснований на принципах прозорості, незмінності, безпеки та усунення посередників [5]. Її головна мета – радикально змінити економічну модель мережі: перенести контроль над даними та активами від централізованих технологічних монополій до окремих користувачів та незалежних спільнот. Цей перехід знаменує собою зміну архітектури інтернету та філософії взаємодії, замінюючи «платформну економіку» Web2.0 на «економіку токенів» Web3.0. Для ґрунтовного розуміння сутності Web3.0 необхідно розглянути якісний зсув від його попередників. Еволюція Інтернету відображає прогрес від пасивного споживання інформації до активного володіння цифровими активами [4,38].

Web1.0 (1990–2004, Етап читання): Цей початковий етап характеризувався статичними веб-сторінками та мінімальною інтерактивністю. Користувачі виступали як пасивні споживачі (читачі), а економічний контроль належав власникам хостингів і контенту. Філософський зсув був зумовлений дефіцитом інформації, яку потрібно було зробити доступною.

Web2.0 (2004 – наш час, Етап читання та запису): Настання цієї епохи ознаменувалося появою соціальних мереж, хмарних сервісів та великих централізованих платформ таких як: Meta, Google, Amazon та інші. Користувач перетворився на активного автора та учасника (читача і творця), але його роль була обмежена. Незважаючи на генерацію величезних обсягів контенту, користувачі не володіють своїми даними. Влада і контроль над даними

зосереджені у централізованих корпораціях, що створює проблему монополії даних та постійної загрози конфіденційності.

Web3.0 (поточний-майбутній, Етап читання, запису та володіння): Web3.0 є прямим вирішенням проблем, створених монополією Web2.0. Основний філософський зсув полягає у переході від «використання платформ» до «володіння частиною мережі» [5]. Користувач стає власником, управителем та повноправним учасником екосистеми. Контроль над активами переходить до користувачів та спільнот через токени, забезпечуючи перерозподіл влади та гарантуючи, що цифрова ідентичність і внесок є невідчужуваними [42, 50].

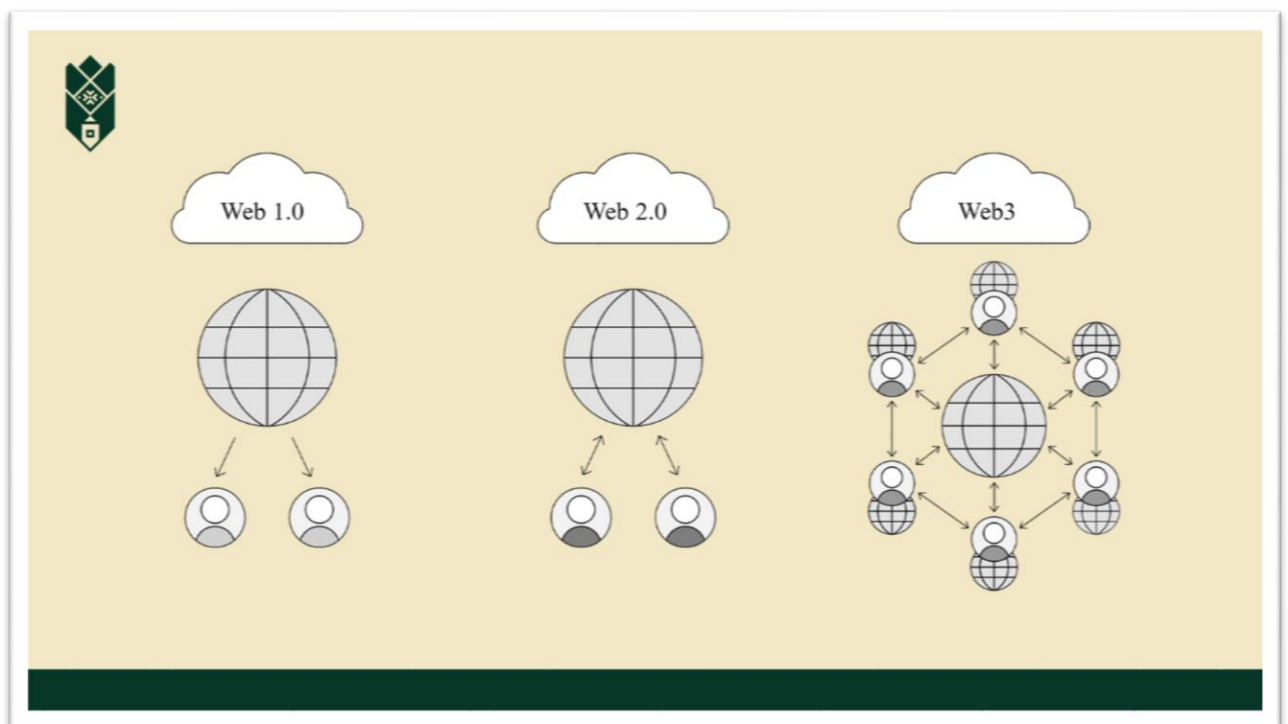


Рис. 1.1. Приклад роботи Web1.0, Web2.0 та Web3.0

В епоху Web2.0, корпорації, виступаючи як всемогутні посередники, експлуатували дані користувачів. Ця модель призвела до трьох критичних проблем, які Web3.0 прагне вирішити, застосовуючи блокчейн та токенизацію:

1. «Цензура та блокування» – децентралізовані мережі не можуть бути односторонньо заблоковані.

2. «Витік даних та порушення конфіденційності» – розподілене зберігання та криптографічний захист усувають єдину точку вразливості, гарантуючи безпеку даних.

3. «Несправедлива монетизація» – економіка токенів дозволяє творцям контенту та постачальникам послуг отримувати пряму вигоду від своїх активів, минаючи посередників.

Децентралізація є ключовим технологічним стовпом Web3.0, досягнутим завдяки використанню Технології Розподіленого Реєстру (Distributed Ledger Technology, DLT), ядром якої є блокчейн [16]. DLT є інноваційним способом організації інформації, що забезпечує довіру в недовірливому середовищі. Механізм дії DLT реалізується через блокчейн, який являє собою ланцюжок криптографічно пов'язаних блоків, що містять записи транзакцій, які одночасно зберігаються та підтверджуються на безлічі незалежних вузлів (нод) [36, 52]. Його ключові технологічні компоненти є критичними для Web3.0:

- розподіленість та надмірність – реєстр копіюється та синхронізується на безлічі незалежних вузлів (нод). Ця надмірність унеможливорює видалення даних і робить систему стійкою до відмов [1]. У контексті туризму, це гарантує, що записи про бронювання, лояльність або цифрові ідентифікатори завжди доступні, незважаючи на локальні збої;
- криптографічний захист (асиметрична криптографія та хешування):
 1. Асиметрична криптографія: Використовується для ідентифікації та підтвердження транзакцій. Кожен користувач має приватний ключ (для підпису транзакції) та публічний ключ (для отримання). Це забезпечує автентифікацію без потреби у центральному органі;
 2. Хешування (Cryptographic Hashing): Кожен блок містить унікальний хеш (цифровий відбиток) попереднього блоку. Цей механізм забезпечує незмінність – будь-яка спроба змінити дані в старому блоці призведе до зміни всіх наступних хешів, що буде одразу виявлено мережею [4].

- механізми консенсусу. Вони є серцем децентралізації, дозволяючи вузлам домовитися про дійсність транзакцій та наступний стан реєстру. Це критичний елемент, оскільки він визначає швидкість, безпеку та енергоефективність мережі:
1. Proof-of-Work (PoW): Механізм, заснований на обчислювальному змаганні (майнінгу). Він високо захищений, але має значний вплив на екологію.
 2. Proof-of-Stake (PoS): Механізм, заснований на стейкінгу (блокуванні) власних криптоактивів. Забезпечує кращу швидкість і є більш енергоефективним, що критично важливо для масштабування Web3.0-додатків у масових індустріях, таких як туризм.

Децентралізація надає значні економічні переваги, зокрема через усунення посередників, що трансформуює традиційні бізнес-моделі. Насамперед, блокчейн уможливорює прямі транзакції P2P між постачальником послуг, наприклад готелем, та споживачем-туристом. Це усуває потребу у дорогих централізованих посередниках, таких як Online Travel Agencies (OTA), які стягують комісію до 30%, дозволяючи постачальникам пропонувати конкурентоспроможніші ціни [3]. Таким чином, надання туристичних послуг стає більш рентабельним. Крім того, усунення посередників призводить до справедливішого розподілу прибутку, де основна його частка повертається безпосередньо постачальнику, що особливо важливо для малих та середніх підприємств (МСП) у туристичній галузі, дозволяючи їм конкурувати з великими мережами. Нарешті, завдяки незмінності реєстру, всі умови та фінансові операції є прозорими та піддаються аудиту, що мінімізує ризик шахрайства та підвищує загальну економічну довіру між незнайомими сторонами, особливо в міжнародних транзакціях [1, 5].



Рис. 1.2. Переваги та недоліки децентралізованої та традиційної бізнес-моделей

Технологія блокчейн перетворюється з пасивного реєстру на активну виконавчу платформу завдяки смарт-контрактам та децентралізованим додаткам (dApps). Смарт-контракт представляє собою не юридичний договір, а комп'ютерний код, який самостійно виконує умови угоди при настанні заздалегідь визначених критеріїв і розміщений у блокчейні [6]. По-перше, код контракту, наприклад написаний мовою Solidity на платформі Ethereum, автоматично ініціює дію, таку як переказ коштів чи випуск токена, без потреби у людському втручанні чи довірі, гарантуючи примусове виконання умов завдяки їх незмінності та прозорості. По-друге, для роботи в реальному світі смарт-контракти потребують зовнішньої інформації, наприклад про те, чи відбувся рейс або змінилася ціна акції; цю роль виконують оракули – незалежні сервіси, які безпечно та достовірно передають дані з реального світу (температуру, затримку рейсу, курс валют) у блокчейн, активуючи виконання контракту. Наприклад, оракул може підтвердити затримку рейсу на 3 години, що ініціює виплату страховки [3]. По-третє, децентралізовані додатки є програмним

забезпеченням, що функціонує на основі смарт-контрактів; на відміну від традиційних додатків Web2.0, вони не мають єдиного центрального сервера, що забезпечує стійкість до цензури та простою.

У контексті туризму dApps та смарт-контракти відкривають можливості для автоматизації. Наприклад, децентралізовані платформи бронювання, подібні до концепції «Decentralized Airbnb», дозволяють коштам туриста зберігатися в смарт-контракті до моменту, коли обидві сторони підтвердять успішне виконання послуги, усуваючи фінансові ризики для обох сторін [1]. Крім того, параметричне страхування подорожей за допомогою смарт-контрактів, що використовують дані оракулів про час прибуття рейсу, може автоматично виплачувати компенсацію за затримку на криптогаманець туриста, мінімізуючи бюрократичні процедури [3]. Нарешті, смарт-контракти керують цифровими ідентифікаторами (DID), надаючи користувачам абсолютний контроль над доступом до їхніх персональних даних, що має вирішальне значення при перетині кордонів або реєстрації в готелях.

Токенізація є процесом перетворення прав власності на активи (фізичні або цифрові) на цифрові представлення (токени), якими можна керувати програмно на блокчейні, що фундаментально створює нову економіку володіння, де воно є цифровим і прозорим. У рамках Web3.0 токени класифікуються за функціональними характеристиками, забезпечуючи різні економічні моделі з значним впливом на туристичний сектор. Взаємозамінні токени (*fungible tokens, FT*) є базовим елементом цієї економіки: вони взаємозамінні (один токен еквівалентний іншому) і функціонують як засіб обміну, включаючи криптовалюти на кшталт Bitcoin, Ethereum чи стейблкоїнів, створених за стандартом ERC-20 [22, 31]. У туризмі FT використовуються як засіб платежу за послуги, усуваючи необхідність у міжнародній конвертації валют та знижуючи комісії традиційних банків, а також для створення універсальних балів лояльності, не прив'язаних до конкретної компанії [9]. Невзаємозамінні токени (*non-fungible tokens, NFT*), навпаки, є унікальними цифровими активами, що підтверджують право власності на конкретний об'єкт з незмінними метаданими

(записи про творця, власника та історію транзакцій) за стандартами ERC-721 чи ERC-1155. У туризмі NFT забезпечують справжнє цифрове володіння, наприклад через токенизацію квитків для прозорого перепродажу та запобігання підробкам, створення ексклюзивних пакетів досвіду (як довічний доступ до курорту) чи цифрових колекційних предметів, пов'язаних із відвідуванням пам'яток; вони також можуть надавати часткові права власності на готельну нерухомість чи віртуальну землю у метавсесвіті, змінюючи парадигму взаємодії з "клієнт-компанія" на "власник-екосистема" [5, 11]. Нарешті, токени управління (*governance tokens*) надають власникам право голосу та участі в управлінні децентралізованою мережею чи платформою, слугуючи основою для децентралізованих автономних організацій (DAO). У туризмі вони забезпечують участь мандрівників та місцевих спільнот у прийнятті рішень щодо розвитку напрямків, наприклад голосування за розподіл фондів для відновлення пам'яток чи вибір маркетингової стратегії, що стимулює співтворчість, прозоре використання коштів та підвищує лояльність.

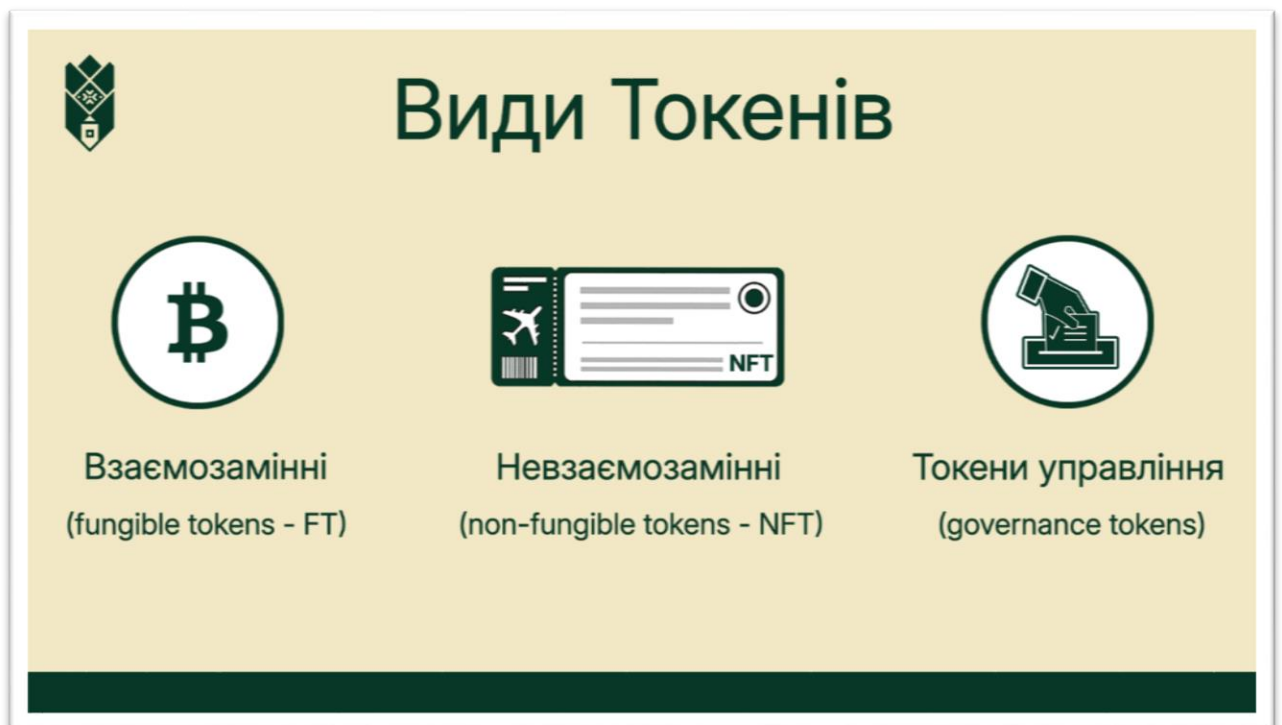


Рис.1.3. Види токенів

Концепція Web3.0 є фундаментальним зрушенням у бік децентралізації та токенизації. Децентралізація, ґрунтуючись на блокчейні та Смарт-контрактах, забезпечує прозорість, незмінність та усуває посередників, знижуючи трансакційні витрати. Токенизація, особливо через NFT, формує нову економіку володіння, перетворюючи пасивного споживача на активного власника. Вона створює основу для революційних економічних моделей у туризмі, орієнтованих на пряму взаємодію та справедливий розподіл прибутку. Успішна реалізація цього потенціалу вимагає подальшої розробки рішень для масштабованості, а також адаптації правового поля, що і визначає наукову цінність цього дослідження.

1.2 Види технологій блокчейн та їх функціональні можливості

Технологія розподіленого реєстру (DLT), ядром якої є блокчейн, не є єдиною монолітною структурою, а скоріше являє собою широкий спектр архітектурних рішень, класифікованих переважно за моделлю доступу, управління та реалізованого механізму консенсусу. В академічній площині класифікація блокчейнів ґрунтується на концепції «Трійці Блокчейну» (*Blockchain Trilemma*), що була вперше сформульована Віталіком Бутерінім. Ця концепція пояснює складність створення ідеальної мережі, яка одночасно максимізує децентралізацію, безпеку та масштабованість. Кожна з існуючих моделей, будь то публічна, приватна чи консорціумна, являє собою компроміс, який безпосередньо впливає на її придатність для конкретних застосувань. У контексті Web3.0-трансформації туристичної галузі цей компроміс є критично важливим, оскільки він визначає, чи зможе архітектура забезпечити необхідний баланс між абсолютною прозорістю для клієнтів (характерною для публічних мереж) і оперативною ефективністю та конфіденційністю для корпоративних даних (характерною для приватних рішень). Розуміння цих архітектурних відмінностей є фундаментальною основою для подальшої розробки практичних рекомендацій дипломної роботи.

Публічний блокчейн (*Public/Permissionless*) є найбільш чистою формою децентралізованого реєстру та ідеологічною основою, на якій збудована концепція Web3.0. Вони забезпечують найвищий рівень прозорості та незмінності даних, оскільки не контролюються жодною центральною особою, регулятором чи корпорацією, що створює атмосферу абсолютної довіри до самої системи. Ключова характеристика публічних мереж, як-от Bitcoin чи Ethereum, полягає у бездротовій природі доступу: будь-який користувач може приєднатися до мережі, брати участь у верифікації транзакцій та переглядати весь історичний реєстр, що забезпечує максимальну прозорість. Управління такою мережею здійснюється тисячами незалежних вузлів по всьому світу через колективний консенсус, що усуває єдину точку контролю, значно підвищуючи стійкість до цензури, шахрайства та монополізації, що є ідеальною передумовою для реалізації економіки володіння (*Disintermediation*). Для забезпечення високого рівня криптографічної безпеки публічні блокчейни використовують ресурсоемні та ресурсно-інтенсивні механізми, як-от Proof-of-Work (PoW), який вимагає значних обчислювальних потужностей для майнінгу, або ж високодецентралізований Proof-of-Stake (PoS), що вимагає блокування (стейкінгу) активів для участі у верифікації.

Механізм Proof-of-Work (PoW), який є класичним для публічних мереж, вимагає від майнерів розв'язання складних криптографічних задач. Переможець додає наступний блок до ланцюга та отримує винагороду. Цей процес є вкрай енергозатратним і тривалим, що безпосередньо призводить до зниження швидкості транзакцій (низька масштабованість) і високих транзакційних комісій. Хоча PoW забезпечує безпрецедентний рівень безпеки, необхідний для усунення потреби в центральному посереднику, його високе енергоспоживання є однією з головних критичних претензій до блокчейн-індустрії. На противагу цьому, Proof-of-Stake (PoS), який став основним механізмом для багатьох нових публічних блокчейнів та оновленого Ethereum, є набагато більш енергоефективним. Тут право створювати блок пропорційно залежить від кількості активів (стейку), заблокованих валідатором. Це значно збільшує

масштабованість та швидкість, роблячи PoS більш привабливим для масового впровадження Web3.0-рішень, зокрема в туристичних сервісах, де швидкість транзакцій є критичною для користувацького досвіду.

Функціональність публічних блокчейнів є незамінною для прикладних рішень, де довіра та усунення посередників є більш пріоритетними, ніж швидкість. Вони є основою для прийому P2P-платежів у криптовалютах, випуску невзаємозамінних токенів (NFT-квитків, що представляють собою токенізацію туристичних послуг), а також створення глобальних, повністю децентралізованих платформ бронювання, де жоден суб'єкт не може змінити правила чи конфіскувати активи користувача. Такі мережі забезпечують прозорість фінансових потоків, що є критично важливим, наприклад, для залучення міжнародних донатів або інвестицій у відбудову туристичної інфраструктури України.



Рис. 1.4. Публічний блокчейн

На протилежному кінці спектру блокчейн-архітектур розташований приватний блокчейн (*Private/Permissioned*), який за своєю суттю є

корпоративною мережею, що функціонує як закритий реєстр. Цей тип блокчейну несе в собі значно менший рівень децентралізації, оскільки контролюється однією центральною організацією (наприклад, великою авіакомпанією, як-от IATA, чи готельною мережею). Участь у такій мережі, а головне – право на верифікацію та додавання блоків, суворо регламентована та надається лише авторизованим учасникам, які повинні бути попередньо ідентифіковані. Це найбільш централізований тип блокчейну, оскільки він покладається на довіру до адміністратора, який може встановлювати правила та, у деяких випадках, навіть вирішувати питання про відкат транзакцій, що робить його не повністю незмінним.

Жертвуючи децентралізацією, приватні мережі досягають своєї головної переваги у рамках «Трійці Блокчейну»: надзвичайно високої швидкості транзакцій, низьких витрат на верифікацію та високої масштабованості. Це є критичним для забезпечення операційної ефективності великих бізнес-процесів, особливо у сфері обслуговування, де потрібна висока пропускна здатність. Для цього використовуються такі швидкісні та прості механізми консенсусу, як Proof-of-Authority (PoA), де верифікація відбувається за рахунок довіри до невеликої, відомої кількості вузлів, які попередньо авторизовані адміністратором мережі. Це усуває необхідність у складному криптоекономічному стимулюванні, як у публічних мережах. Ще одним високошвидкісним механізмом, який часто застосовується в корпоративних блокчейнах, є Proof-of-Elapsed Time (PoET), який використовує безпечні апаратні анклав (наприклад, Intel SGX) для справедливого та випадкового вибору лідера, що додає наступний блок. Це дозволяє досягти швидкості та чесності без значних витрат енергії чи ресурсів на стейкінг, що є ідеальним для бізнес-додатків.

Юридичний та конфіденційний аспект приватних блокчейнів є визначальним для їхньої функціональності. Оскільки лише авторизовані сторони можуть переглядати реєстр, приватні мережі забезпечують високий рівень конфіденційності, необхідний для обробки чутливої корпоративної інформації та персональних даних клієнтів, що є критичним для дотримання регуляторних

вимог, як-от GDPR. Це дозволяє компаніям, наприклад, обмінюватися даними про кредитний рейтинг постачальника чи внутрішніми фінансовими показниками, не виставляючи їх на загальний огляд, як у публічній мережі. Приватні блокчейни, по суті, дозволяють компаніям використовувати технологічні переваги DLT (незмінність записів, криптографічні гарантії), не поступаючись при цьому контролем над даними та бізнес-логікою. Вони є незамінними для внутрішніх процесів у туризмі, де важлива конфіденційність: управління ланцюгами поставок (відстеження багажу або запасів готелю), внутрішні системи лояльності та ведення конфіденційних реєстрів клієнтів.

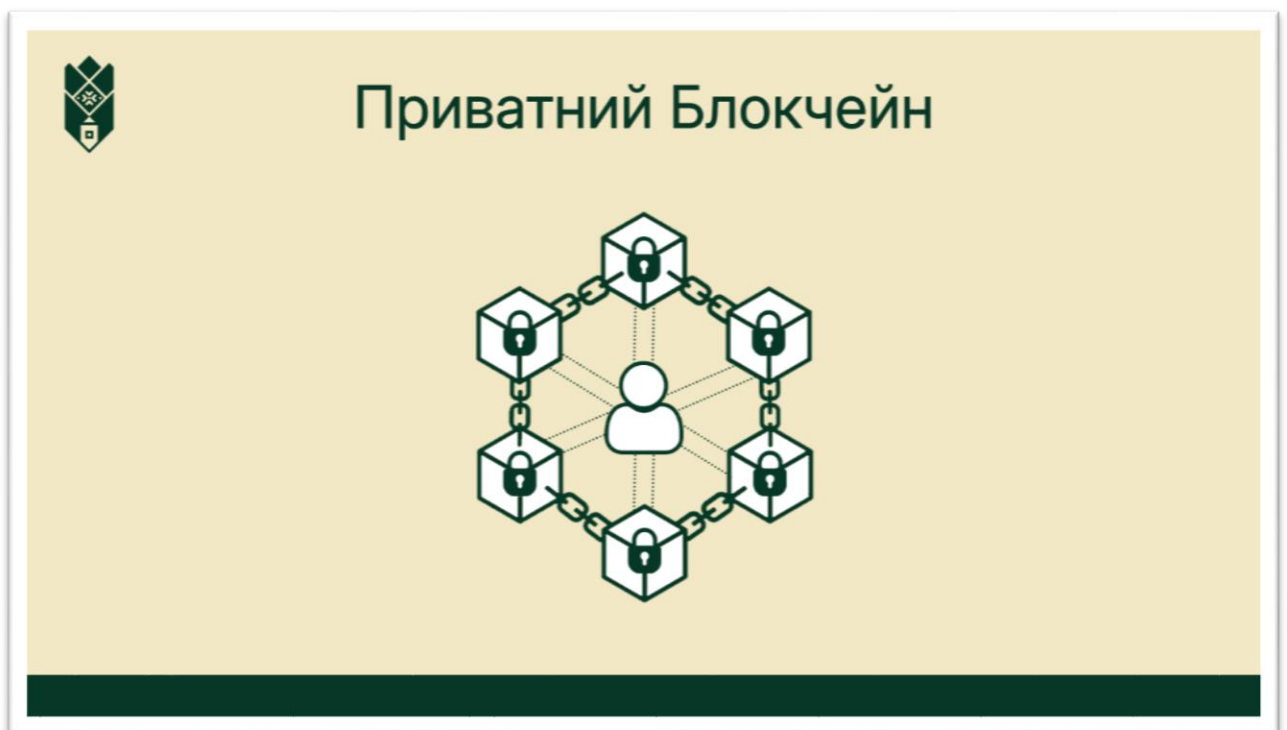


Рис. 1.5. Приватний блокчейн

Між двома архітектурними крайнощами знаходиться консорціумний блокчейн (*Federated/Consortium*), який є гібридною моделлю, що прагне досягти компромісу у «Трійці Блокчейну». Це найбільш прагматична модель для впровадження DLT у великих міжкорпоративних екосистемах. Управління такою мережею здійснюється не однією компанією, а групою організацій (консорціумом), які спільно верифікують транзакції. Членами консорціуму

можуть бути асоціації готелів (наприклад, альянс між двома конкуруючими готельними мережами), авіаційні альянси, туристичні регулятори або митні органи, що мають спільну мету.

Цей тип блокчейну забезпечує часткову децентралізацію, оскільки довіра розподіляється між декількома ідентифікованими та юридично відповідальними суб'єктами, що підвищує загальну довіру до системи порівняно з приватним реєстром, але зберігає контроль над доступом. Консорціумні мережі мають високу швидкість транзакцій (вищу, ніж публічні, але нижчу, ніж приватні) і здатність налаштовувати рівні доступу до даних, роблячи їх ідеальним рішенням для міжкорпоративної взаємодії в туристичному секторі. Консорціумний підхід є життєво необхідним для завдань, що вимагають спільної довіри між партнерами, які водночас є конкурентами. Прикладом є обмін даними про наявність місць та бронювання між великими авіакомпаніями та готельними мережами або управління спільними програмами лояльності, де балами можна обмінюватися між різними брендами.

Юридична та організаційна складність впровадження консорціумного блокчейну, втім, є однією з його головних перешкод. Створення консорціуму вимагає підписання юридично зобов'язуючих угод між усіма учасниками, чіткого визначення механізмів управління та вирішення спорів. Це часто включає складні переговори щодо того, хто має право створювати нові вузли, який консенсусний механізм використовувати (наприклад, PBFT – *Practical Byzantine Fault Tolerance*, ідеально підходить для відомої, обмеженої кількості вузлів) і як фінансувати спільну мережу. Проте, як тільки ці рамки встановлені, консорціумний блокчейн стає потужним інструментом для спільного управління даними та стандартами. Він є незамінним для створення уніфікованої, спільної системи цифрової ідентифікації туристів (DID), яка визнається кількома прикордонними службами, авіаційними чи готельними регуляторами, що значно прискорює та спрощує процеси реєстрації та контролю. Консорціумний підхід, таким чином, є компромісом, який найбільше відповідає потребам глобальної

туристичної екосистеми, де необхідно координувати діяльність великої кількості незалежних, але взаємозалежних гравців.



Рис. 1.6. Консорціумний блокчейн

Функціональні можливості блокчейну в туристичній галузі, що впливають з його типології, охоплюють три ключові сфери застосування, які підтверджують його роль як архітектурної основи Web3.0: Транзакційна функція, Функція ідентифікації та управління та Функція прозорості та ланцюга поставок. Кожна з цих функцій використовує певний тип блокчейну для максимізації своїх переваг.

Транзакційна функція є найбільш помітною перевагою публічних блокчейнів. Вони забезпечують прямі, глобальні P2P-платежі у криптовалюті без банків-посередників. Ця система радикально мінімізує транзакційні витрати, реалізуючи принцип усунення посередників (*Disintermediation*) та усуваючи ОТА-агрегатори, чия комісія може сягати 30%. Публічні блокчейни створюють прямий P2P-зв'язок між постачальником та туристом, підвищуючи рентабельність туристичних послуг. На цьому ж рівні діє механізм NFT-квитків:

квиток токенизується, перетворюючись на унікальний актив, що спрощує його верифікацію та унеможлиблює підробку, а також дозволяє контролювати його вторинний ринок (наприклад, автоматичне відрахування комісії організатору події при перепродажі квитка). У той же час, консорціумні блокчейни стандартизують взаєморозрахунки між партнерами (кліринг), забезпечуючи миттєвий обмін коштами між юридичними особами, що є критичним для туроператорів та постачальників послуг.

Функція Ідентифікації та Управління (DID та DAO) є другою за важливістю для Web3.0. Вона залежить від контексту безпеки та суверенітету. Публічний блокчейн є основою для суверенної ідентичності туриста через Децентралізовані Ідентифікатори (DID), якими володіє сама особа, а не корпорація чи держава. Це дає змогу туристу контролювати, кому та коли надається доступ до його даних, що є важливою передумовою для персоналізованого досвіду Web3.0. Однак для швидкої та контрольованої верифікації ідентифікатора на кордоні чи в готелі (наприклад, для прискорення реєстрації) ефективнішими є консорціумні моделі. Вони забезпечують необхідну правову та операційну довіру між кількома партнерами. Наприклад, туристичні DAO (Децентралізовані Автономні Організації), які базуються на публічних мережах, дозволяють створювати туристичні спільноти, де управління та прийняття рішень (наприклад, про розподіл прибутків чи розвиток туристичного об'єкта) здійснюється власниками токенів, а не централізованою радою.

Функція прозорості та ланцюга поставок є критичною для підвищення довіри до послуг. Ця функція майже завжди реалізується на приватних або консорціумних блокчейнах, де швидкість та конфіденційність даних є пріоритетом. Ці мережі використовуються для логістики (відстеження високоцінного багажу), контролю якості продуктів харчування в готелях (особливо для «гастрономічного туризму») або верифікації походження екологічних турів. Приватні блокчейни дозволяють компаніям підтверджувати екологічні чи соціальні стандарти, не розкриваючи повністю своїх комерційних секретів, що є неможливим у публічній мережі. Таким чином, вибір типу

блокчейну для Web3.0-рішення в туризмі вимагає чіткого і стратегічного розуміння, який елемент «Трійці Блокчейну» є найбільш критичним для досягнення бізнес-цілей.

Розуміння відмінностей між типами блокчейнів у контексті Web3.0 має глибокі юридичні та регуляторні наслідки, що є однією з головних перешкод для масового впровадження технологій у туризм. У публічних блокчейнах, де управління є максимально децентралізованим і відсутній єдиний юридичний центр, регулювання є надзвичайно складним. Спроби накласти державний контроль на таку мережу можуть призвести лише до її ізоляції, а не до контролю. Юридична відповідальність за помилку у смарт-контракті лягає на користувача або розробника, але не на центральну владу, що створює високий ризик для споживачів. На противагу цьому, приватні та консорціумні блокчейни, попри свою меншу децентралізацію, мають чітко визначені юридичні суб'єкти (адміністратора або консорціум), що спрощує виконання законодавчих вимог, як-от GDPR чи KYC (Know Your Customer).

У цьому контексті, майбутня інтеграція Web3.0 у туристичний сектор України вимагатиме комплексного підходу:

1. Використання публічних мереж: для фінансових операцій (NFT-інвестиції у відбудову) та створення суверенних ідентифікаторів, оскільки їхня прозорість гарантує довіру міжнародних інвесторів.

2. Застосування консорціумних моделей: для державних та міжкорпоративних проєктів, як-от спільна система туристичної ідентифікації або обмін даними про безпеку між державними органами та готельним сектором.

3. Розробка гібридних рішень: для програм лояльності, де нарахування балів відбувається в приватній мережі (швидкість), але їх обмін на NFT-активи чи криптовалюту (ліквідність) відбувається через шлюз на публічний блокчейн.

Такий стратегічний вибір, ґрунтований на функціональній типології, є запорукою успішної Web3.0-трансформації.

Класифікація блокчейнів на публічні, приватні та консорціумні є безпосереднім наслідком пошуку компромісу у «Трійці Блокчейну»

(децентралізація, безпека, масштабованість). Кожен тип має свою унікальну криптоекономічну архітектуру (PoW, PoS, PoA, PoET), що визначає його функціональну нішу. Публічні мережі максимізують довіру та прозорість (ідеально для NFT та фінансування), але жертвують швидкістю. Приватні мережі максимізують швидкість і конфіденційність (ідеально для корпоративної логістики), але жертвують децентралізацією. Консорціумні мережі досягають прагматичного балансу, необхідного для міжгалузевої співпраці у туризмі (ідентифікація та обмін даними). Розуміння цих відмінностей, їхніх технічних механізмів, економічних та юридичних наслідків є фундаментальною основою для вибору оптимальної Web3.0-архітектури, що є основою для подальшого аналізу потенціалу та викликів Web3.0 та розробки практичних рекомендацій.

1.3 Методи дослідження

Методологічна база дипломної роботи на тему «Web3.0 та технології блокчейн у туризмі» має вирішальне значення для забезпечення наукової достовірності, глибини аналізу та обґрунтованості кінцевих практичних рекомендацій. Оскільки предмет дослідження є інноваційним, міждисциплінарним та знаходиться на перетині економіки, інформаційних технологій і права, вибір методів був комплексним, включаючи як традиційні загальнонаукові підходи, так і специфічні методи аналізу технологічних архітектур та економічних систем. Методологічний апарат забезпечує логічну послідовність дослідження: від теоретичного узагальнення концептуального апарату до емпіричної оцінки світового досвіду і, нарешті, розробки прагматичних рекомендацій для національного ринку.

Для досягнення цієї мети у дослідженні використано комплексний підхід, розділений на три основні групи: загальнонаукові та логічні методи, теоретико-емпіричні методи аналізу літератури та методи системного аналізу та моделювання.

Перша група методів забезпечувала концептуальну та структурну базу для роботи. Зокрема, метод аналізу і синтезу використовувався для декомпозиції складних міждисциплінарних концепцій Web3.0 (децентралізація, токенизація, смарт-контракти) на їхні складові елементи, що дозволило детально вивчити їхню сутність, а потім сформувати цілісну картину економіки володіння (*Ownership Economy*). Метод індукції та дедукції застосовувався для переходу між рівнями узагальнення: індуктивний метод використовувався для виведення загальних закономірностей впровадження Web3.0 на основі окремих емпіричних кейсів, тоді як дедуктивний метод застосовувався при формулюванні практичних рекомендацій, де на основі загальних теоретичних положень про незмінність та прозорість блокчейну виводилися конкретні шляхи їхньої інтеграції в український туристичний ринок. Метод історичного та логічного аналізу застосовувався для послідовного та аргументованого викладення матеріалу, а також для аналізу еволюції Інтернету (Web1.0 → Web2.0 → Web3.0) і розвитку технологій блокчейну (від PoW до PoS і PoET).

Друга група методів, теоретико-емпіричні, була критично важливою для структурування інформаційного поля. Центральне місце займає метод систематичного огляду літератури. Цей метод застосовувався для ідентифікації, критичної оцінки та синтезу всієї релевантної наукової літератури, присвяченої використанню блокчейну та Web3.0 у туризмі, спираючись на джерела [27, 5]. Методика дозволила чітко окреслити концептуальний апарат та сформувати наукову дискусію, систематизувавши дані за тематичними кластерами (децентралізація, токенизація, DAO, ідентифікація).

Доповненням слугував метод бібліометричного аналізу [2]. Він застосовувався для кількісної оцінки наукового внеску та тенденцій розвитку досліджень у галузі Web3.0 та туризму. Бібліометричний аналіз дав змогу виявити основні центри наукових досліджень, найбільш впливові наукові публікації та авторів, що дозволило сфокусуватися на найбільш достовірних джерелах. Окрім того, використовувався метод контент-аналізу та категоріального аналізу. Контент-аналіз застосовувався для детального вивчення

змісту нормативно-правових документів та бізнес-звітів (звіти Deloitte) для аналізу зовнішніх перешкод. Категоріальний аналіз був необхідний для класифікації функціональних можливостей блокчейну за типами мереж (публічні, приватні, консорціумні) та відповідно до їхніх економічних функцій у туризмі.

Методи системного аналізу та моделювання були критично важливою для формування прикладного Розділу 3, де розробляються практичні рекомендації та модель використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України. Системний підхід дозволяє розглядати туристичну галузь та технології Web3.0 як взаємопов'язані, складні системи, що забезпечує наукову обґрунтованість моделювання.

В основі лежить метод системного аналізу, який використовувався для розгляду Web3.0 як інтегрованої системи, що складається з архітектури, смарт-контрактів, токенів та dApps. Це дало змогу оцінити не лише окремі технологічні компоненти, але й синергетичний ефект від їхньої взаємодії, а також визначити, як зміна одного елемента впливає на всю економічну модель (наприклад, зниження трансакційних витрат та підвищення масштабованості). На цій базі застосовувався метод структурно-функціонального аналізу для деталізації архітектурних відмінностей між типами блокчейну (публічні, приватні, консорціумні) та співвіднесення цих структур з конкретними бізнес-функціями, які вони здатні виконувати у туризмі: трансакційна функція (платежі), функція ідентифікації (DID), функція логістики (ланцюги поставок) та функція управління (DAO).

Для стратегічної оцінки зовнішнього контексту використовувався метод PEST-аналізу (для оцінки макросередовища впровадження Web3.0 в Україні) та метод SWOT-аналізу (для комплексної оцінки внутрішніх переваг і недоліків, а також зовнішніх можливостей і загроз технології). Результати цих аналітичних інструментів стали основою для формулювання ключових перешкод та розробки стратегічних рекомендацій (Розділ 3), дозволивши максимізувати використання

сильних сторін (прозорість) і зовнішніх можливостей (залучення інвестицій через NFT) та мінімізувати загрози (регуляторна невизначеність, волатильність).

Емпірична база дослідження ґрунтувалася на вторинних джерелах. Ключовим для Web3.0 є метод кейс-стаді (Case Study), який є основним для емпіричної частини дослідження (Розділ 2). Кожен кейс (наприклад, NFT-моделі залучення інвестицій, досвід роботи децентралізованих платформ, як-от «Decentralized Airbnb» [1], або використання NFT в програмах лояльності [13]) розглядається як самостійна, комплексна одиниця аналізу. Доповненням став аналіз даних блокчейну (*On-Chain Data Analysis*). Цей метод дозволив вивчати публічно доступні, незмінні дані у відкритих блокчейнах, аналізуючи обсяги транзакцій, активність криптогаманців та динаміку ціноутворення токенизованих активів, забезпечуючи невідредаговану, достовірну інформацію про фінансові потоки.

На цій основі застосовувався метод моделювання. Цей метод був ключовим для реалізації практичної частини, де розроблялася модель використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України. Моделювання включало: вибір архітектури (публічний/консорціумний блокчейн), розробку економічної моделі токенизації (Utility NFT, Governance Token) та моделювання життєвого циклу NFT (від етапу емісії до вторинного ринку), що вбудовує вимоги прозорості та звітності. Весь процес дослідження гарантується методом порівняльного аналізу, який застосовувався для порівняння різних моделей блокчейну, світового досвіду впровадження DID та різних стандартів токенів. Таким чином, ця методологічна база гарантує високий рівень наукової достовірності та обґрунтованості кінцевих результатів дипломної роботи.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ПРАКТИЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ WEB3.0 У СВІТОВІЙ ТУРИСТИЧНІЙ ІНДУСТРІЇ

2.1 Застосування NFT та децентралізованих ідентифікаторів у сфері туристичних послуг

Практичне впровадження технологій Web3.0 у світову туристичну індустрію, що стало ключовою темою аналітичного розділу, ґрунтується на двох фундаментальних інноваціях: невзаємозамінних токенах (NFT) та децентралізованих ідентифікаторах (DID). Ці інструменти, побудовані на технології блокчейн, кардинально змінюють модель взаємодії між постачальником послуг і туристом, перетворюючи пасивного споживача на активного власника цифрових активів і суверенного розпорядника власних даних. Якщо NFT вирішують питання власності, монетизації та залучення інвестицій, то DID фокусуються на проблемах конфіденційності, безпеки та спрощення транскордонної верифікації. Аналіз світових кейсів демонструє, що NFT та DID не просто покращують існуючі процеси, а створюють нові ринкові механізми, які є неможливими в архітектурі Web2.0.

Невзаємозамінні токени (NFT) слугують основою економіки володіння в туризмі. Сутність NFT, як унікального цифрового активу, що підтверджує право власності на об'єкт (цифровий чи фізичний), є критичною для Web3.0-трансформації галузі. На відміну від взаємозамінних tokenів (криптовалют, FT), NFT є неподільним, унікальним сертифікатом, який фіксується у децентралізованому реєстрі, що забезпечує його незмінність та автентичність. Ця технологія дозволяє туристичним компаніям, організаторам подій та об'єктам культурної спадщини перетворити свої послуги, квитки, предмети колекціонування або навіть права доступу на ліквідні цифрові активи. Основна перевага NFT полягає у вирішенні проблеми посередництва, характерної для Web2.0: замість того, щоб покладатися на централізовану платформу для підтвердження володіння (наприклад, електронним квитком), турист стає

суверенним власником токена. Вбудований у смарт-контракт код забезпечує автоматичне виконання умов, зокрема, роялті творцям при вторинному перепродажу, що стимулює інновації та створює нові механізми монетизації для індустрії. Застосування NFT у туризмі є багатограним і охоплює всі ключові сектори: від гостинності та перевезень до культурного та подієвого туризму.

NFT слугують потужним інструментом трансформації бронювання та квиткових систем. Однією з найбільш очевидних та практично впроваджених сфер застосування NFT є заміна традиційних квитків та механізмів бронювання. Токенізація квитків, де кожен квиток є унікальним NFT, вирішує проблему підробок, оскільки справжність токена легко перевіряється на публічному блокчейні. Однак більш глибока функціональність полягає у контролі над вторинним ринком. Традиційно, організатори подій не отримують жодної вигоди від перепродажу квитків за завищеними цінами. Впровадження NFT-квитків дозволяє вбудувати функцію роялті у смарт-контракт: щоразу, коли токен перепродається, частина вартості автоматично повертається організатору або виконавцю. Цей механізм створює постійне джерело пасивного доходу для індустрії та підвищує прозорість ціноутворення. Наприклад, NFT-квитки були успішно використані у спортивних лігах та на великих музичних фестивалях, створюючи додатковий прибуток для творців.

Невзаємозамінні токени інтегруються в програми лояльності та VIP-доступ, трансформуючи традиційні, часто неліквідні та обмежені в часі програми лояльності Web2.0. NFT-лояльність створює актив, яким можна володіти, продати або обміняти. Так, готельні мережі та авіакомпанії почали випускати NFT, що надають власникам довічний VIP-статус, ексклюзивні знижки або гарантоване бронювання у пікові сезони. Цей NFT стає активом, цінність якого зростає разом із брендом компанії. Турист отримує не просто бали, які згорають, а актив, який можна монетизувати. Застосування NFT у програмах лояльності та ексклюзивному доступі кардинально змінює підхід до взаємодії з клієнтами, перетворюючи бонуси на ліквідні цифрові активи. Національна програма лояльності Amazing Thailand NFT (Season 2) є яскравим прикладом державної

ініціативи "Travel-to-Earn". Туристи, відвідавши 20 визначних місць, могли «зачекінитися» через спеціальний додаток і отримати безкоштовний колекційний NFT. Ці токени надавали реальні знижки на внутрішні перельоти, проживання та покупки, стимулюючи внутрішній туризм через механізм «цифрової гри». У сфері культурної спадщини Музей Могао у Дунхуані (Китай) випустив NFT-колекції, пов'язані з його історичними печерами (об'єкт ЮНЕСКО). Токени слугували цифровими сувенірами та механізмом "Digital Patronage" (Цифрового Патронажу), залучаючи кошти на реставрацію та підвищуючи обізнаність. Крім того, NFT вирішують інфраструктурні проблеми: впровадження Крипто-квитків на спортивні події (Formula 1, NBA) дозволило великим організаторам контролювати вторинний ринок та уникнути підробок. Вбудовані у смарт-контракти роялті забезпечують автоматичне повернення відсотка вартості організатору при кожному перепродажі квитка, перетворюючи спекуляцію на стабільне джерело доходу [25, 34].

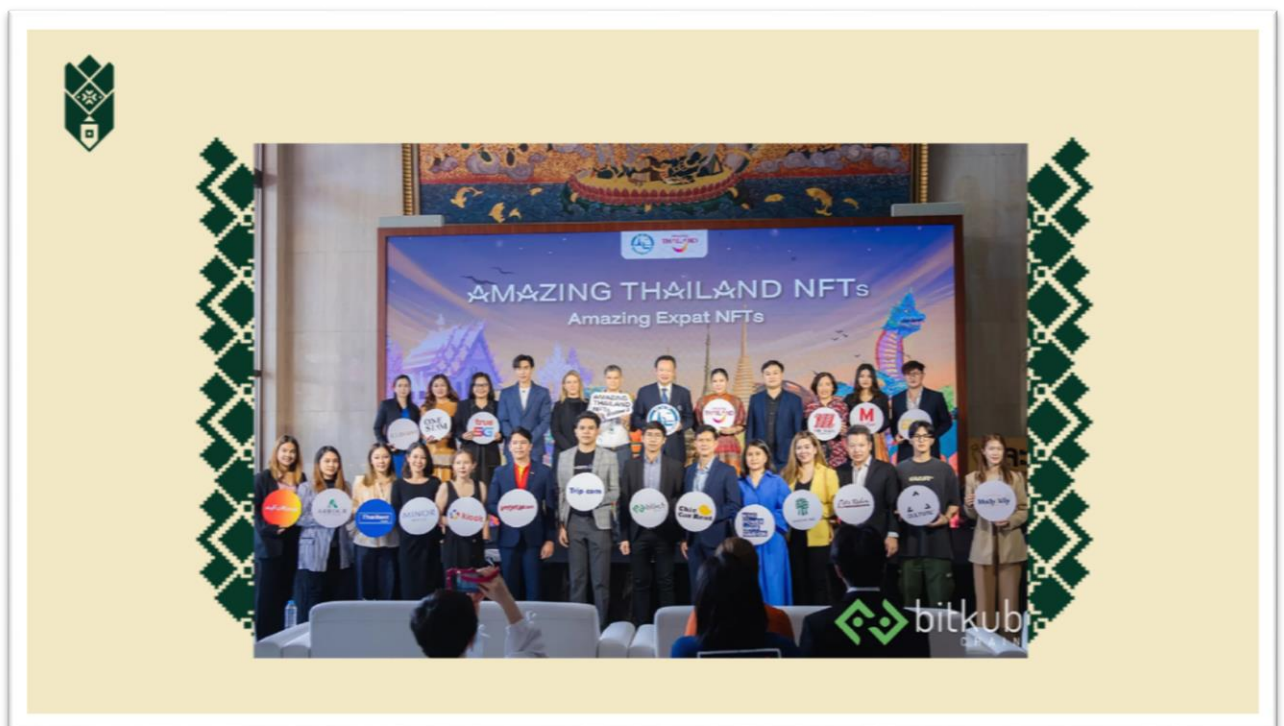


Рис. 2.1. Запуск Amazing Thailand NFT Season 2 для отримання знижок на тури, авіаквитки та шопінг

Практичні кейси у сфері гостинності та подорожей. Світовий досвід підтверджує функціональність NFT. Наприклад, деякі готелі почали токенизувати не лише лояльність, а й права на бронювання готельних номерів. Покупка NFT дає власнику право на гарантоване річне бронювання протягом 10 років або можливість стати частковим власником нерухомості. Це дозволяє готелям залучати капітал для будівництва або ремонту, минаючи традиційні банківські кредити, а інвестору – отримувати дивіденди від операцій готелю. Авіакомпанії, як-от Emirates, експериментують із NFT-системами лояльності, перетворюючи милі на унікальні токени, які можуть бути обмінені на ширший спектр послуг або продані, що підвищує ліквідність програми лояльності [16].

NFT виступають як механізм залучення інвестицій та фінансування відбудови, що є найбільш стратегічно важливою функцією у сучасному контексті. Цей механізм є прямим наслідком використання публічних блокчейнів, які забезпечують прозорість фінансових потоків для недовірливої міжнародної аудиторії. Токенізація активів дозволяє збирати кошти, минаючи традиційні фінансові інституції та складні юридичні процедури, що є особливо актуальним для швидкого фінансування відновлювальних робіт.

Моделі токенизованого інвестування. В туризмі NFT застосовуються для інвестування за двома основними моделями. Перша – Utility NFT (Токен корисності), де інвестор купує токен, який надає йому право на майбутню послугу або доступ. Наприклад, NFT може надавати право на 10 безкоштовних ночей у новому готелі або довічний безкоштовний вхід до музею, що потребує реставрації. Друга модель – Fractionalized NFT (Фракціонований NFT), де NFT, що представляє право власності на великий актив (наприклад, історичний готель), ділиться на тисячі дрібних токенів. Це дозволяє широкому колу інвесторів купити мікроскопічну частку володіння та отримувати пропорційні дивіденди. Фракціонована модель значно підвищує ліквідність активу та демократизує інвестиції, роблячи туристичні об'єкти доступними для інвестування масовим користувачам.

Кейси фінансування культурної спадщини демонструють, як міжнародний досвід використовує NFT для фінансування культурних об'єктів, які потребують реставрації. Наприклад, NFT-колекції, випущені музеями або культурними фондами, дозволяють інвесторам стати «цифровими патронами» об'єкта. Хоча інвестор не отримує фізичної власності, він отримує унікальний цифровий твір мистецтва, який репрезентує об'єкт, та статус члена ексклюзивної спільноти (DAO). У контексті України, де існує гостра потреба у відбудові туристичної інфраструктури, NFT є потужним інструментом для цільового фінансування. Це дозволяє інвестору точно відстежувати, на які відновлювальні роботи були спрямовані його кошти, оскільки всі транзакції фіксуються у прозорому реєстрі. Прозорість і відсутність посередників у цьому процесі є вирішальними для залучення міжнародної довіри.



Рис. 2.2. NFT-колекція Харківського художнього музею, створена для збору коштів на реставрацію пошкодженої війною культурної спадщини

Децентралізовані ідентифікатори (DID) є відповіддю на проблеми Web2.0 та конфіденційності. Якщо NFT вирішують питання володіння активами, то децентралізовані ідентифікатори (DID) є ключовим інструментом Web3.0 для

забезпечення суверенітету даних та конфіденційності мандрівника. DID – це унікальні, криптографічно захищені ідентифікатори, якими володіє та керує безпосередньо користувач, а не централізована база даних (держава чи корпорація). Їхня поява є прямою відповіддю на фундаментальний недолік Web2.0, де контроль над персональними даними клієнтів (паспорти, адреси, фінансова історія) монополізований платформами та урядами. У Web2.0 турист змушений повторно надавати особисту інформацію кожному новому постачальнику послуг (авіакомпанії, готелю, прикордонній службі), що створює багаторазові точки вразливості для витоку даних [7, 21].

Архітектура DID забезпечує суверенітет даних, оскільки децентралізовані ідентифікатори не зберігають особисту інформацію в блокчейні. Натомість, блокчейн (часто консорціумний або публічний) використовується лише для зберігання криптографічного хешу DID та публічного ключа, необхідного для верифікації. Фактичні особисті дані (наприклад, фото, дата народження, статус вакцинації) зберігаються у суверенному гаманці (Self-Sovereign Identity, SSI), який знаходиться під повним контролем користувача. Користувач сам вирішує, коли і кому надати доступ до своїх даних. Це реалізується через верифіковані облікові дані (Verifiable Credentials, VC) – цифрові сертифікати, випущені авторизованим органом (наприклад, авіакомпанією, що підтверджує статус лояльності, або Міністерством охорони здоров'я, що підтверджує статус вакцинації). Турист надає готелю чи аеропорту лише верифікований сертифікат (VC), а не повний набір даних. Це мінімізує ризики витоку, оскільки постачальник послуг отримує лише мінімально необхідну інформацію, підтверджену криптографічним підписом.

Переваги DID у туризмі. Впровадження DID у сфері туристичних послуг має значні переваги [21]. По-перше, це прискорення процесів реєстрації та контролю. Замість того, щоб заповнювати форми, турист просто надає електронний, криптографічно підписаний сертифікат. По-друге, це підвищення безпеки персональних даних і відповідність міжнародним стандартам (наприклад, GDPR). По-третє, DID сприяє створенню безперешкодного досвіду

подорожей, оскільки ідентифікатор є універсальним і не залежить від країни чи компанії, що його видала.

DID застосовуються в транскордонній логістиці та прискоренні аеропортових процедур, де децентралізовані ідентифікатори є ключовими для оптимізації транскордонних процесів, що традиційно є однією з найбільш бюрократизованих та повільних частин туристичного досвіду. У великих аеропортах впровадження DID дозволяє мандрівникам створювати цифрові профілі, що містять усі необхідні сертифікати: біометричні дані, візові дозволи та, за необхідності, медичні довідки (наприклад, COVID-паспорти). Ці дані зберігаються у суверенному гаманці туриста. При проходженні контролю, замість фізичного пред'явлення документів, турист лише сканує свій DID-профіль. Система аеропорту отримує лише криптографічно підтверджені, мінімальні верифіковані облікові дані, необхідні для дозволу на перетин кордону, що значно прискорює процес (часто до кількох секунд).

Застосування DID у сфері гостинності та оренди дозволяє вирішувати ключові проблеми в готелях та на платформах оренди (як-от децентралізовані варіанти Airbnb), зокрема верифікацію особи та передачу даних лояльності. При реєстрації в готелі туристу не потрібно знову надавати фізичний паспорт. Натомість, він надає готелю верифікований обліковий запис, який підтверджує його вік, громадянство та інші необхідні параметри. Це підвищує безпеку даних клієнтів (що важливо для готелю з точки зору GDPR) і значно спрощує процедуру check-in. Більше того, DID дозволяють готельній мережі отримувати від туриста верифікований сертифікат про його статус лояльності (наприклад, "Gold Member") від авіакомпанії чи іншого готельного альянсу. Це можливо завдяки тому, що DID можуть містити VC, випущені різними, але довіреними джерелами.

Децентралізовані Ідентифікатори (DID) є ключем до вирішення проблем конфіденційності та прискорення транскордонних процедур. Хоча вони є технологією, що розвивається, вже існують масштабні приклади впровадження підходів Self-Sovereign Identity (SSI). Європейські ініціативи, такі як EU Digital

COVID Certificate (DCC), а тепер і EU Digital Travel Credentials (DTC), демонструють прагнення до SSI-подібного підходу. DCC був криптографічно захищеним сертифікатом, який дозволяв мандрівникам вибірково надавати мінімально необхідну інформацію (наприклад, статус вакцинації) прикордонним службам. DTC, як наступний крок, має на меті токенизувати паспортні дані, значно прискорюючи прикордонний контроль і покладаючи контроль над ідентифікацією на самого користувача. На рівні авіаційної інфраструктури, такі компанії, як SITA, розробляють рішення для аеропортів, де пасажери створюють унікальний, самокерований DID-профіль, що містить верифіковані біометричні дані [24]. При проходженні контролю в аеропорту (реєстрація, посадка) мандрівник використовує свій DID-гаманець для миттєвої верифікації, усуваючи необхідність фізичного пред'явлення документів. Ця концепція отримала назву «безперешкодних подорожей» (Seamless Travel). У сфері гостинності, зокрема на децентралізованих платформах оренди, DID використовуються для встановлення довіри без центрального посередника. Орендодавець може запросити від потенційного орендаря лише верифікований обліковий запис (VC), який підтверджує, наприклад, платоспроможність або вік, не розкриваючи конфіденційних паспортних даних. Це забезпечує захист приватності орендаря та гарантії власнику майна одночасно.

Спільні системи на основі консорціумного блокчейну є найбільш прагматичними для забезпечення функціональності DID у реальному світі. Наприклад, альянс авіакомпаній, прикордонних служб та готелів може спільно керувати DLT-платформою. Це дозволяє всім членам консорціуму довіряти верифікованим обліковим даним (VC), випущеним будь-яким іншим членом, створюючи справді безперешкодний досвід подорожей. Консорціумний блокчейн, завдяки своїй високій швидкості та контрольованій прозорості, забезпечує необхідну операційну ефективність для швидких, високочастотних транзакцій верифікації.

NFT як інструмент просування, маркетингу та інтеграції з Метавсесвітом відіграють ключову роль за межами фінансових та логістичних функцій, зокрема

в нових стратегіях маркетингу та просування туристичних DESTИНАЦІЙ. В епоху Web3.0 NFT стають не лише активом, а й потужним інструментом брендингу та залучення спільнот. Невзаємозамінні токени ефективно використовуються як інструмент просування туристичних DESTИНАЦІЙ та інноваційного маркетингу. Яскравим прикладом є ініціатива Lufthansa Group – Uptrip, яка перетворює кожен політ на можливість отримати цифрові колекційні картки (NFT) на блокчейні Polygon. Пасажири, скануючи свої посадкові талони, отримують NFT із зображеннями міст або літаків. Збір повних колекцій винагороджується реальними перевагами, такими як доступ до лаунжів, підвищення класу обслуговування (апгрейди), безкоштовний Wi-Fi та ваучери. Цей механізм "Fly-to-Earn" значно підвищує інтерактивність та привабливість традиційної програми лояльності. Інший ключовий гравець, Marriott International, використав NFT як елемент брендингу та колекціонування, випустивши колекцію цифрового мистецтва, пов'язаного з рекламними кампаніями. Основна мета полягала у зміцненні бренду в цифровому просторі та залученні нової аудиторії Web3.0, надаючи власникам токенів непряму цінність через приналежність до ексклюзивної спільноти. У сфері гостинності Banyan Tree Group застосувала NFT для продажу унікальних пакетів проживання та ексклюзивного досвіду. Володіння цим токеном надавало доступ до спеціальних знижок та персоналізованих послуг, забезпечуючи готелю попередній продаж високомаржинальних послуг та залучення капіталу.

NFT у брендингу та залученні спільнот дозволяють випускати колекції, пов'язані з туристичною DESTИНАЦІЄЮ, що підвищує привабливість бренду через ефект ексклюзивності. NFT-колекції часто використовуються для побудови спільноти: власники токенів отримують право на участь у закритих заходах, голосуванні за майбутні проєкти (через DAO) або ранній доступ до нових послуг. Таким чином, NFT перетворюється на цифрове членство, що забезпечує довгострокову лояльність, яка не обмежується лише знижками. Власник NFT стає амбасадором бренду у цифровому просторі, оскільки просування токена вигідне йому самому (зростання його активу).

NFT та Метавсесвіт інтегруються як наступний логічний крок у розвитку Web3.0-маркетингу. Метавсесвіт (як-от Decentraland або The Sandbox) стає віртуальною платформою, де туристичні компанії можуть продавати віртуальні товари або досвіди. NFT тут функціонують як універсальні активи, які можуть бути перенесені між різними віртуальними світами. Наприклад, NFT-квиток на реальну подію може одночасно надавати власнику доступ до віртуальної копії цієї події у Метавсесвіті. Це створює гібридний досвід і дозволяє брендам залучати нове покоління туристів, яке цінує цифрову власність. NFT також використовуються для токенизації віртуальної нерухомості (наприклад, віртуальний готель у Метавсесвіті), де інвестори можуть купувати землю, будувати об'єкти та отримувати дохід від віртуального туризму.

NFT як цифрові сувеніри та інструмент колекціонування є ідеальним засобом для заміни фізичних сувенірів цифровими колекційними предметами (Digital Collectibles). Після відвідування туристичного об'єкта турист може отримати унікальний NFT, що підтверджує його відвідини та є невідчужуваним цифровим спогадом. Це підвищує залученість, особливо для молоді, і створює нове джерело доходу для музеїв та культурних центрів.

Регуляторні виклики та етичні аспекти DID та NFT є значними бар'єрами для їхнього впровадження, оскільки, незважаючи на значний інноваційний потенціал NFT та DID, їхнє масове впровадження у сфері туристичних послуг стикається з серйозними регуляторними та етичними викликами, які є предметом активної наукової дискусії.

Виклики регулювання NFT полягають у нечіткій юридичній класифікації цих токенів. Якщо NFT використовується лише як цифровий сувенір, він рідко потрапляє під фінансове регулювання. Однак, якщо NFT надає власнику право на отримання частки прибутку від туристичного об'єкта або є фракціонованим, він може бути класифікований як Цінний папір (Акції), що вимагає складного фінансового регулювання. Ця юридична невизначеність гальмує залучення великих інституційних інвесторів. Також існує проблема захисту

інтелектуальної власності – купівля NFT, як правило, означає лише купівлю токена, а не авторських прав на зображення чи актив, який він представляє.

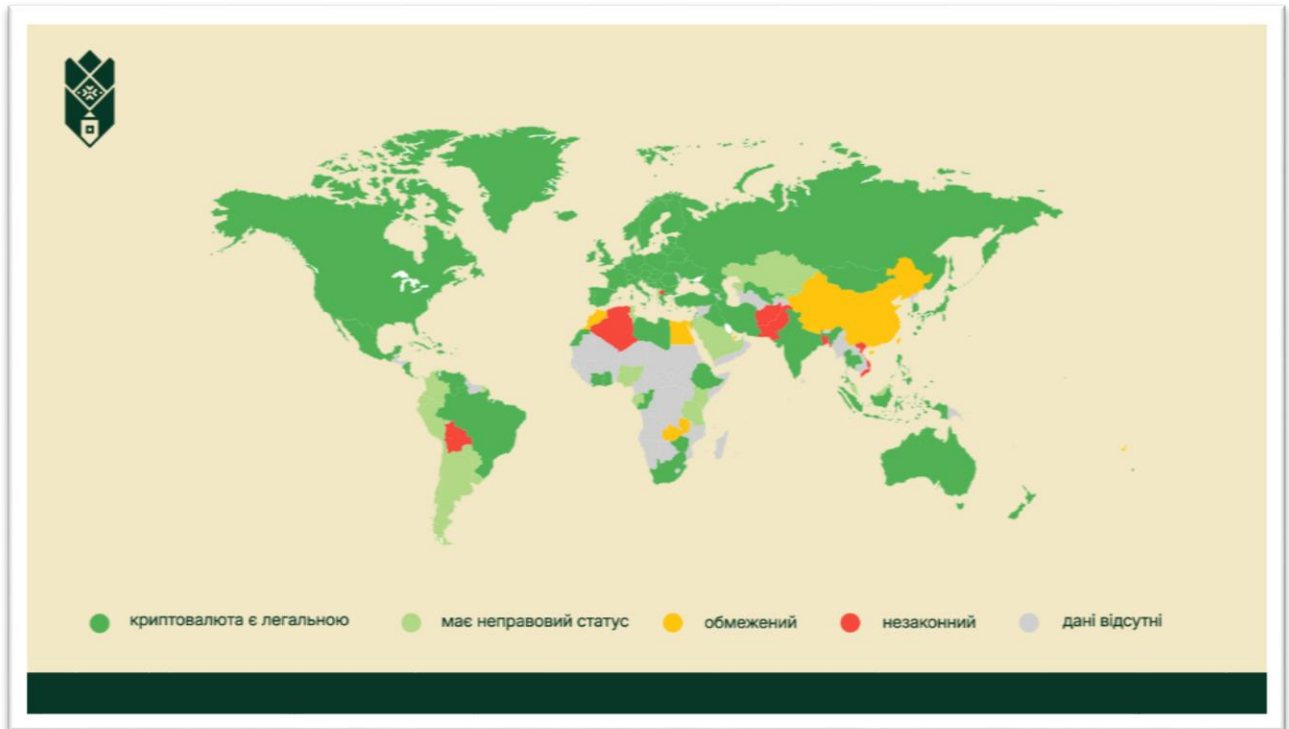


Рис. 2.3. Правовий статус криптовалют у різних країнах світу

Етичні та правові виклики DID є значними, оскільки, хоча децентралізовані ідентифікатори (DID) значно підвищують конфіденційність, вони створюють нові юридичні та операційні виклики. По-перше, це питання взаємодії з національним законодавством. Якщо держава вимагає обов'язкового зберігання паспортних даних на централізованому сервері, система суверенного гаманця (SSI) туриста може вступати в конфлікт із законом. По-друге, це проблема втрати суверенного гаманця – якщо турист втрачає свій приватний ключ, він втрачає контроль над усіма своїми верифікованими обліковими даними (VC) та ідентифікатором, і, оскільки немає центрального адміністратора, відновити доступ практично неможливо. Це вимагає розробки надійних механізмів відновлення, інтегрованих у консорціумні блокчейни.

Застосування NFT та децентралізованих ідентифікаторів у сфері туристичних послуг є ключовим етапом Web3.0-трансформації, що має потужне

практичне значення. NFT перетворюють бронювання, лояльність та інвестування на ліквідні цифрові активи, створюючи економіку володіння, а DID забезпечують суверенітет даних та прискорюють транскордонні процедури. Успіх цієї трансформації залежить від здатності індустрії та регуляторів впроваджувати прагматичні рішення на основі консорціумних блокчейнів, що дозволить використовувати переваги децентралізації, мінімізуючи при цьому юридичні та етичні ризики, пов'язані з невизначеністю правового статусу цифрових активів.

2.2 Інтеграція технологій Web3.0 з метавсесвітами та штучним інтелектом для формування нового туристичного досвіду

Практична інтеграція технологій Web3.0 (блокчейн, NFT, DID) у туристичну індустрію досягає своєї кульмінації завдяки синергії з Метавсесвітом та штучним інтелектом (AI). Якщо Web3.0 надає нову економічну та правову архітектуру, засновану на володінні та децентралізації, то Метавсесвіт та AI забезпечують необхідний імерсивний інтерфейс та інтелектуальні можливості для взаємодії з цією новою архітектурою. Цей триплекс технологій створює революційну платформу для надання туристичних послуг, яка виходить за межі фізичної реальності, трансформуючи процеси бронювання, лояльності, маркетингу та, що найважливіше, сам туристичний досвід. Метавсесвіт, завдяки своїй здатності поєднувати фізичні та цифрові світи, стає головним каналом дистрибуції для Web3.0-активів, тоді як AI виступає як критичний механізм для управління, безпеки та персоналізації цього нового цифрового середовища.

Метавсесвіт, що визначається як постійний, синхронний, імерсивний тривимірний віртуальний простір, де користувачі, представлені аватарами, можуть взаємодіяти один з одним та з цифровими об'єктами, є імерсивним інтерфейсом, через який турист взаємодіє з децентралізованою економікою Web3.0. Його еволюція від концепції (роман «Лавина» 1992 року) до реальності стала можливою завдяки конвергенції швидкісного інтернету, потужних

обчислювальних ресурсів, а головне – технологій Розширеної Реальності (XR), що включають Віртуальну Реальність (VR) та Доповнену Реальність (AR). Без Метавсесвіту, NFT та токени залишаються абстрактними цифровими записами; Метавсесвіт надає їм візуальну та соціальну цінність. Наприклад, NFT, що представляє право власності на віртуальну нерухомість, стає візуалізованим віртуальним готелем, де аватари можуть зустрічатися та взаємодіяти [13, 14].

Фундаментальний зв'язок між Метавсесвітом та Web3.0 полягає у Цифровій Власності та Ідентичності. Блокчейн забезпечує правову та економічну основу для Метавсесвіту, використовуючи NFT для токенизації всіх активів у ньому, таких як віртуальна земля, одяг аватара, цифрові предмети колекціонування або вхідні квитки. На відміну від Web2.0-ігор, де активи контролюються центральним сервером і можуть бути видалені, активи, токенизовані в Web3.0, належать користувачеві незалежно від платформи. Це створює справжню економіку всередині віртуального світу, де активи мають реальну ліквідність. Таким чином, Метавсесвіт виступає не просто як гра, а як цифрова дестинація, в якій правила управління та фінансові транзакції визначаються децентралізованою логікою блокчейну. Інтеграція Web3.0 гарантує, що діяльність у Метавсесвіті – будь то купівля віртуального туру, відвідування концерту чи взаємодія з AI-гідом – є прозорою, безпечною та фінансово самодостатньою. Ця синергія є ключовою для створення нового покоління туристичних продуктів, що охоплюють як віртуальні, так і фізичні досвіди.

Метавсесвіт швидко перетворюється з розважальної платформи на потужний канал дистрибуції та маркетингу для туристичної індустрії. На відміну від статичної реклами Web2.0, Метавсесвіт пропонує імерсивний маркетинг, де потенційні туристи можуть «спробувати, перш ніж купити». Туристичні дестинації можуть створювати цифрові двійники своїх об'єктів у Метавсесвіті, дозволяючи користувачам досліджувати локації, спілкуватися з віртуальними гідами та бронювати реальні послуги, не виходячи з дому. Це не лише підвищує

залученість, але й знижує ризик розчарування після прибуття, оскільки очікування туриста краще відповідають реальності.

Концепція гібридного туризму є прямим наслідком синергії Метавсесвіту та NFT. Phygital-досвід поєднує фізичну подорож з цифровим активом (NFT), який покращує або увічніює цей досвід. Наприклад, NFT-квиток на реальний концерт чи фестиваль у Метавсесвіті може надавати додаткові привілеї: доступ до віртуальної копії події, можливість зустрічі з аватарами виконавців або унікальний цифровий сувенір. Інша модель Phygital – це використання Location-Based NFT, де токен можна «відкарбувати» лише після фізичного відвідування певної географічної точки, що підтверджується GPS-даними та блокчейном. Це стимулює фізичний туризм і створює новий механізм колекціонування.

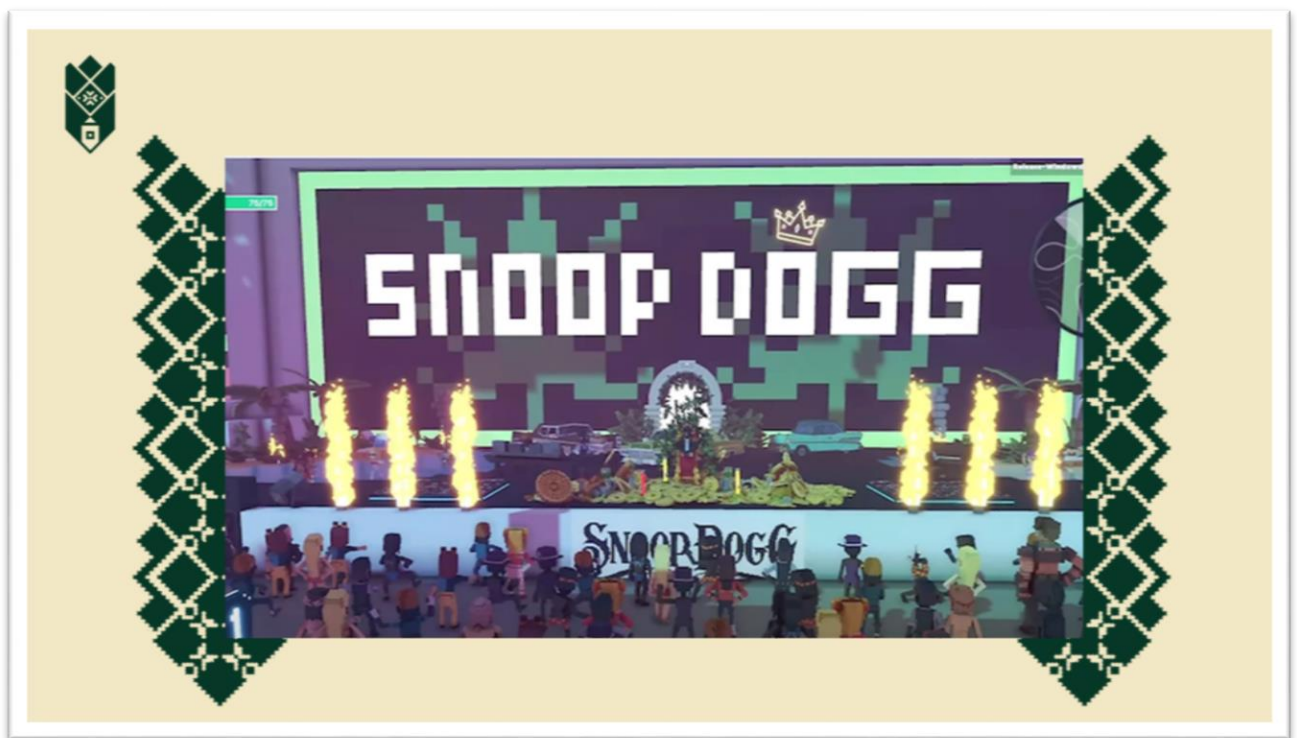


Рис. 2.4. Концерт репера Snoop Dog в Метавсесвіті The SandBox

Web3.0 дозволяє туристичним компаніям та приватним інвесторам купувати, продавати та токенизувати віртуальну нерухомість (землю) у Метавсесвіті за допомогою NFT. Віртуальна земля стає новим видом туристичного активу. Інвестори можуть будувати віртуальні готелі, тематичні

парки чи музеї, які генерують дохід від віртуальних відвідувачів або слугують рекламними майданчиками для реальних брендів. Дохід від цих віртуальних активів може розподілятися між власниками токенів, що створює повністю новий, децентралізований інвестиційний механізм. Таким чином, Метавсесвіт не просто копіює туристичну діяльність; він створює нову, паралельну економіку туризму.

Метавсесвіту неможлива без технологій Розширеної Реальності (XR). VR дозволяє повністю зануритися у віртуальну дестинацію, що корисно для маркетингового просування та планування маршруту. Тоді як AR є ідеальним для збагачення фізичної подорожі цифровою інформацією. У туризмі AR використовується для накладання історичних даних або 3D-реконструкцій на реальні об'єкти (наприклад, візуалізація зруйнованого замку), що підвищує освітню та емоційну цінність подорожі. Завдяки Web3.0, доступ до цих AR-шарів може бути токенизований, надаючи власникам NFT ексклюзивний контент або приховані віртуальні елементи, що стимулює колекціонування та повторні відвідини.

Якщо блокчейн є економічною основою, а Метавсесвіт – візуальним інтерфейсом, то Штучний Інтелект (AI) виступає як інтелектуальний, керуючий та автоматизований рівень Web3.0-екосистеми. Синергія AI та блокчейну є критичною, оскільки блокчейн, будучи незмінним реєстром, сам по собі не може приймати рішень чи обробляти інформацію у реальному часі. AI забезпечує цій структурі необхідні аналітичні та прогностичні можливості.

AI відіграє кілька ключових функціональних ролей. По-перше, це аналіз On-Chain Даних. Величезні обсяги транзакцій у публічних блокчейнах вимагають інтелектуальної обробки. AI використовується для виявлення закономірностей у потоках токенів, прогнозування волатильності цін на NFT та моніторингу активності dApps. По-друге, AI підвищує безпеку та виявлення шахрайства. Алгоритми машинного навчання використовуються для моніторингу підозрілих патернів транзакцій (наприклад, неправомірне використання приватних ключів), захищаючи децентралізовані платформи. По-

третє, AI оптимізує роботу самих смарт-контрактів, допомагаючи аудитувати код на наявність вразливостей перед його розгортанням, забезпечуючи, щоб автоматичне виконання умов було безпечним і коректним.

Емпіричним підтвердженням ефективності блокчейн-рішень для оптимізації процесів бронювання та управління ланцюгами поставок є детальний аналіз кейсів впровадження технології лідерами ринку:

1. Winding Tree (у партнерстві з Lufthansa та Air France-KLM). Компанія створила децентралізований B2B-маркетплейс на базі Ethereum, що дозволяє постачальникам (авіалініям, готелям) публікувати свій інвентар безпосередньо в блокчейн, минаючи застарілі Глобальні Системи Дистрибуції (GDS), такі як Amadeus чи Sabre [46, 51]. Ефект: традиційні GDS стягують значні комісії за кожен сегмент бронювання. Використання смарт-контрактів Winding Tree дозволило Lufthansa уникнути цих посередницьких витрат, що відкрило можливість зниження вартості квитка для кінцевого споживача та спростило корпоративним клієнтам доступ до прямих тарифів без націнок.

2. Платформа LockTrip розробила власний блокчейн (Hydra Chain), спеціалізований на обробці транзакцій бронювання житла. Смарт-контракт виступає гарантом угоди: він автоматично керує оплатою, блокуючи кошти туриста і перераховуючи їх готелю лише після успішного заселення (check-in), без участі банку-посередника. Ефект: завдяки усуненню фінансових та операційних посередників, LockTrip пропонує ціни в середньому на 20% нижчі за такі платформи, як Booking.com або Airbnb (які закладають у ціну свою комісію 15–25%). Це демонструє прямий економічний вплив децентралізації на ціноутворення.

3. Найбільший TUI Group туроператор світу використав приватний блокчейн для вирішення проблеми "інформаційних силосів". Раніше різні регіональні підрозділи TUI мали ізольовані бази даних, що унеможливлювало ефективний обмін інформацією про вільні місця. Блокчейн об'єднав ці системи в єдиний реєстр інвентарю в реальному часі. Ефект: це дозволило реалізувати перехресний продаж: наприклад, британський підрозділ TUI тепер може миттєво

побачити та продати вільний номер у готелі, який законтракований німецьким підрозділом. Це значно підвищило коефіцієнт завантаження готелів (occupancy rate) та оптимізувало управління прибутковістю, оскільки інвентар став доступним для всіх ринків одночасно.

AI-алгоритми є незамінними для створення гіперперсоналізованого туристичного досвіду, як у віртуальному, так і у фізичному світі. У Метавсесвіті AI керує віртуальними гідами та AI-ботами, які взаємодіють з аватарами туристів. Ці AI-агенти можуть надавати персоналізовані, автоматизовані консультації, створювати динамічні віртуальні маршрути та адаптувати іммерсивний досвід на основі поведінки користувача у Метавсесвіті. У фізичному світі, завдяки DID, AI може аналізувати верифіковані дані туриста (наприклад, історію NFT-покупок чи уподобання, зафіксовані у його суверенному гаманці) для надання унікальних, індивідуальних пропозицій. Наприклад, якщо AI ідентифікує, що турист є власником певного NFT-квитка, він може автоматично запропонувати йому VIP-трансфер чи знижку на готель.

Цифрових Двійників, де AI обробляє дані з сенсорів реальних об'єктів для створення точної віртуальної копії, є критичною для Web3.0. AI використовується для підтримки точності Цифрового Двійника туристичної дестинації (наприклад, віртуальної копії аеропорту або історичного району), дозволяючи менеджерам у віртуальному просторі прогнозувати потоки туристів, оптимізувати енергоспоживання чи планувати логістику. Це демонструє, що AI не просто існує поряд з блокчейном, а виконує роль інтелектуального операційного рівня, який підтримує життєздатність та ефективність усієї Web3.0-екосистеми.

Перевага Метавсесвіту перед Web2.0-іграми полягає у його здатності підтримувати справжню економіку володіння, і ця можливість цілком залежить від функціональності NFT. Вони слугують не лише для відображення власності, але й для створення ліквідної, децентралізованої економіки, що є критичною для туристичних компаній.

Віртуальна земля, на якій розташовані віртуальні туристичні об'єкти (готелі, музеї, парки), токенизується за допомогою NFT. Покупка такого NFT дає інвестору незаперечне право власності, зафіксоване на блокчейні, з можливістю подальшого продажу чи оренди. Туристичні компанії використовують цю модель для залучення капіталу: інвестори купують NFT-землю, а компанія будує на ній віртуальні копії своїх реальних об'єктів. Дохід від віртуальних відвідувань або реклами потім розподіляється між власниками NFT, створюючи модель віртуального дивідендного інвестування. Це відкриває нові фінансові можливості для інвесторів, які можуть стати частковими власниками туристичних активів.

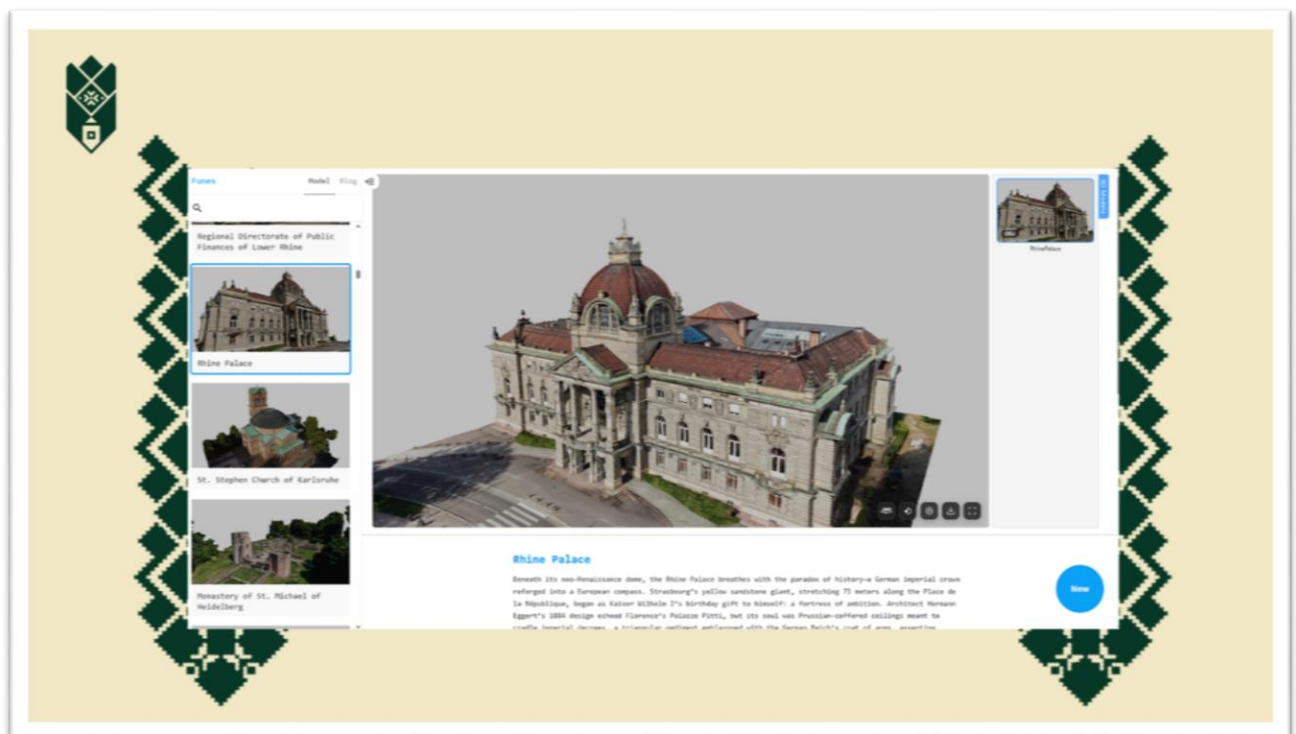


Рис.2.5. Блокчейн архів Funes, присвячений документуванню та збереженню архітектурної спадщини за допомогою точних 3D-моделей

Аватар є візуальним представленням туриста у Метавсесвіті, і його атрибути також токенизуються за допомогою NFT. Одяг, аксесуари чи навіть скіни аватара можуть бути унікальними NFT, які користувач купує, володіє та може продати. В контексті туризму, це дозволяє брендам випускати NFT-одяг,

який є цифровою копією реального товару, або надавати унікальні NFT-атрибути аватару за відвідини реальних туристичних локацій. Ця цифрова ідентичність, підкріплена NFT, стає частиною особистості туриста і може надавати йому додаткові привілеї при взаємодії з віртуальними та фізичними туристичними сервісами. Це також вирішує проблему ідентичності у Метавсесвіті: NFT та DID підтверджують, що аватар є легітимною особою, яка має реальні активи та права.

Синергія Web3.0 та Метавсесвіту створює гібридну ліквідність: цінність NFT-активу може бути підкріплена як його функціональністю у віртуальному світі (доступ до гри, привілеї аватара), так і його прив'язкою до реальної послуги (знижка на реальне бронювання, сувенір). Це зменшує ризик інвестицій у віртуальні активи, оскільки вони мають «фізичний якір». Туристична індустрія активно використовує цю подвійну ліквідність для стимулювання продажів: наприклад, купівля NFT, що дає право на гру у віртуальному парку, може одночасно дарувати власнику знижку на вхід до реального тематичного парку. Це забезпечує плавний міст між цифровою та фізичною економікою.

Штучний Інтелект є ключовим рушієм індивідуалізації послуг у Web3.0, дозволяючи перейти від масового маркетингу до гіперперсоналізації. На відміну від Web2.0, де персоналізація заснована на аналізі даних, що належать центральній платформі, у Web3.0 AI отримує доступ до даних лише за згодою туриста через його Децентралізований Ідентифікатор (DID). Це створює більш етичну та точну модель аналізу.

AI-аналіз та Персоналізація на основі DID. AI-алгоритми здатні аналізувати інформацію, що міститься у верифікованих облікових даних туриста (наприклад, історія NFT-покупок, частота відвідувань певних віртуальних локацій, або статус лояльності), щоб створити точні рекомендації. Цей процес є критичним: AI не отримує повний паспорт чи історію браузера, а лише криптографічно підтверджені факти. Наприклад, AI ідентифікує, що турист є власником NFT-активу, пов'язаного з екотуризмом, і автоматично пропонує маршрути та послуги, що відповідають його цінностям, що значно підвищує якість досвіду. AI керує персоналізованими віртуальними гідами у Метавсесвіті,

які адаптують розповідь і маршрут залежно від цифрового профілю аватара туриста.

AI відіграє вирішальну роль у динамічному ціноутворенні на децентралізованих платформах. Використовуючи алгоритми машинного навчання, AI аналізує попит, пропозицію та активність NFT-токенів у реальному часі для встановлення оптимальної ціни. Це підвищує ефективність ринку та мінімізує простій ресурсів. Більше того, у контексті фізичного туризму AI, інтегрований з технологією Цифрових Двійників, використовується для керування туристичними потоками у реальному часі. AI аналізує дані з сенсорів та блокчейну про кількість відвідувачів у певній локації Метавсесвіту або фізичній зоні. Якщо AI виявляє перевантаження, він може динамічно змінювати ціни або пропонувати стимули (наприклад, NFT-бонуси) для перенаправлення туристів в альтернативні, менш завантажені місця. Це забезпечує сталий розвиток дестинацій та мінімізує ефект «овертуризму».

У Web3.0 AI може виступати як інтелектуальний арбітр у складних смарт-контрактах, які не можуть бути автоматично вирішені оракулами. Алгоритми машинного навчання використовуються для аналізу доказів та прийняття рішень, що підвищує чесність децентралізованих судових систем. Крім того, AI, інтегрований з блокчейном, значно підвищує безпеку мережі, моніторячи підозрілі патерни транзакцій NFT та захищаючи користувачів від неправомірного використання приватних ключів.

Технологія Цифрових Двійників, що є імерсивним представленням реальних туристичних активів у Метавсесвіті, є життєво важливою для синергії AI та Web3.0. Цифровий Двійник – це віртуальна копія фізичного об'єкта (наприклад, готелю, історичної пам'ятки або цілого міста), яка постійно оновлюється даними з реального світу за допомогою сенсорів, IoT та AI.

AI обробляє дані з Цифрового Двійника, дозволяючи менеджерам у віртуальному просторі проводити складні симуляції: прогнозувати потоки туристів після відкриття нового об'єкта, оптимізувати енергоспоживання готелів чи планувати логістику екскурсій. У контексті українського відновлення,

Цифровий Двійник зруйнованого об'єкта може слугувати віртуальною платформою для моделювання різних сценаріїв відбудови, дозволяючи зацікавленим сторонам (інвесторам, архітекторам, місцевим громадам) спільно працювати у віртуальному просторі.

Блокчейн та NFT додають економічний та правовий вимір до Цифрових Двійників. Власність на Цифровий Двійник або його частку може бути токенизована за допомогою NFT. Це дозволяє створювати Децентралізовані Автономні Організації (DAO), які спільно керують цим віртуальним активом. Наприклад, власники NFT-частки Цифрового Двійника історичної пам'ятки можуть голосувати (через токени управління) за пріоритетність робіт з реставрації або за розподіл коштів, залучених через NFT-продажі. Це перетворює DAO на прозорий механізм управління активами, де рішення приймаються колективно та автоматично виконуються Смарт-контрактами.

Інтеграція AI, Метавсесвіту та блокчейну забезпечує створення єдиної, незмінної точки правди про стан фізичного активу. Дані, зібрані сенсорами та оброблені AI, можуть бути зафіксовані в блокчейні. Це особливо важливо для екотуризму, де блокчейн може фіксувати верифіковані дані AI про рівень забруднення, потік туристів чи використання відновлюваної енергії, запобігаючи «зеленому відмиванню». Комплексна інтеграція AI, Метавсесвіту та Web3.0 породжує унікальний набір етичних, правових та регуляторних проблем, які вимагають негайного вирішення для забезпечення стійкого розвитку туристичної галузі.

Головний виклик полягає у відсутності юрисдикції у віртуальному світі. Чи застосовуються закони про захист прав споживачів до віртуального готелю? Яке право діє при купівлі NFT-землі в Метавсесвіті? Проблема юрисдикції стає критичною, коли фізичні активи (гроші, права) прив'язані до віртуальних активів (NFT). Необхідне створення міжнародних правових рамок, які б регулювали торгівлю цифровими активами та захищали права власників NFT.

Хоча AI значно покращує персоналізацію, він посилює етичні ризики, пов'язані з прийняттям рішень. AI може бути використаний для

дискримінаційного ціноутворення (на основі даних DID про соціальний статус чи історію подорожей) або для маніпулювання поведінкою туристів у Метавсесвіті. Критичною є і проблема упередженості AI-алгоритмів, які можуть закріплювати соціальні чи економічні стереотипи у рекомендаційних системах. Необхідне впровадження прозорих, аудитованих AI-протоколів, що фіксуються в блокчейні, щоб забезпечити чесність та прозорість прийнятих рішень.

Проблема суверенітету даних у гібридному просторі. У гібридній системі Phygital туризму, де DID та VC використовуються для верифікації, виникає проблема децентралізованої відповідальності. Якщо дані туриста витікають, хто несе відповідальність? Розробник смарт-контракту, валідатор блокчейну, чи AI-сервіс, який обробляв верифіковані облікові дані? Це вимагає створення нових моделей юридичної відповідальності та перехід до консорціумних блокчейнів, де юридичні суб'єкти (члени консорціуму) спільно несуть відповідальність за безпеку та відповідність протоколів.

Інтеграція технологій Web3.0 з Метавсесвітом та Штучним Інтелектом створює нову, суверенну та імерсивну парадигму туристичного досвіду. Ця синергія є критичною для переходу від платформної економіки Web2.0 до економіки володіння Web3.0. Метавсесвіт виступає як імерсивний інтерфейс та канал дистрибуції, де NFT токенизують активи, а AI є інтелектуальним керуючим рівнем, який забезпечує гіперперсоналізацію, оптимізацію потоків та безпеку.

Майбутнє цієї інтеграції полягає у подальшому розвитку технологій Розширеної Реальності (XR), зокрема Доповненої Реальності (AR). AR дозволить перенести функціонал Web3.0 (NFT-активи, DID-верифікацію, AI-рекомендації) безпосередньо у фізичний світ. Наприклад, використання AR-окулярів може миттєво верифікувати NFT-квиток туриста при вході до пам'ятки, або AI-система AR-накладанням може надавати інформацію про об'єкт залежно від цифрового профілю DID туриста. Це створить справжній гібридний простір, де цифрові права (NFT) та інтелектуальні сервіси (AI) бездоганно накладаються на фізичну подорож.

Для туристичного сектора України інтеграція AI, Метавсесвіту та Web3.0 є стратегічною необхідністю. Токенізація Цифрових Двійників зруйнованої інфраструктури (за допомогою NFT), керована прозорими DAO, забезпечує ефективний механізм залучення міжнародного капіталу на відновлення. AI гарантує, що ресурси використовуються оптимально, а DID захищає дані міжнародних донорів та туристів. Таким чином, Web3.0-технології перетворюються з інноваційного інструменту на критичний елемент економічного відновлення та підвищення конкурентоспроможності національного туристичного продукту.

2.3 Досвід впровадження децентралізованих автономних організацій (DAO) у туристичних спільнотах

Практичне впровадження децентралізованих автономних організацій (DAO) у туристичній галузі є кульмінацією технологічної та економічної філософії Web3.0. DAO являє собою вищий рівень децентралізації, усуваючи не лише посередників, але й традиційні ієрархічні структури управління, які були характерні для централізованих корпорацій епохи Web2.0. DAO можна визначити як організацію, яка функціонує на основі коду, де правила управління, прийняття рішень та розподілу коштів прописані у відкритих, прозорих смарт-контрактах, розміщених у блокчейні [28, 30]. Це уможливлює колективне управління активом або проєктом без потреби в раді директорів, юридичній особі чи центральному керівництві. У контексті туризму DAO пропонують революційний підхід до власності та управління туристичними об'єктами, фондами розвитку та децентралізованими платформами.

Фундаментом функціонування DAO є Токени Управління (Governance Tokens), які надають власникам право голосу в мережі. Власність на ці токени дає пряму пропорційну владу: чим більше токенів, тим вагоміший голос. Це створює пряму економічну зацікавленість учасників у довгостроковому успіху проєкту, оскільки цінність їхніх токенів безпосередньо залежить від якості

прийнятих рішень та ефективності управління. Таким чином, DAO перетворює користувача, який раніше був пасивним споживачем туристичних послуг, на активного інвестора та співкерівника. Це не лише демократизує процеси, але й вирішує одну з ключових проблем Web2.0 – відсутність залученості спільноти до долі платформи, якою вона користується. Наприклад, власники токенів туристичного DAO можуть голосувати за зміну комісій на платформі бронювання, розподіл прибутку чи виділення коштів на нові рекламні кампанії.



Рис. 2.6. Приклад роботи організацій

Складність впровадження DAO полягає у необхідності забезпечення ідеальної роботи смарт-контрактів, які виступають як «статут» організації. Код, одного разу розміщений у блокчейні, є незмінним, і будь-яка помилка у коді може призвести до катастрофічних фінансових наслідків для всієї спільноти, як це засвідчив інцидент з DAO у 2016 році. Отже, DAO вимагають високого рівня довіри до технологічної архітектури, яка має замінити традиційні юридичні та правові механізми. Саме ця потреба у технологічній досконалості та її протиставлення повільному еволюціонуванню правового регулювання створює

юридичний парадокс DAO, який є однією з головних перешкод для їхнього масового впровадження у традиційний туристичний сектор. Розуміння цього парадоксу є ключовим для аналізу практичних кейсів.

Технологічна архітектура DAO ґрунтується на синергії трьох ключових компонентів Web3.0: блокчейн, смарт-контракти та токени управління. Блокчейн (зазвичай публічний, як Ethereum) слугує незмінним, прозорим реєстром для запису всіх голосувань та фінансових транзакцій. Смарт-контракти виступають як виконавчий рівень, автоматично виконуючи рішення, прийняті спільнотою. Вони є «законом» DAO, оскільки саме код визначає, як, коли і на що будуть витрачені кошти. Токени управління (Governance Tokens) є механізмом розподілу влади, забезпечуючи право голосу, яке є пропорційним кількості токенів у власності. Наприклад, якщо спільнота вирішує інвестувати у новий кемпінг, смарт-контракт автоматично виділяє кошти з казначейства DAO після того, як буде досягнуто необхідний кворум голосів. Головна проблема, з якою стикаються DAO у туристичному секторі, це їхній невизначений юридичний статус. DAO створені для роботи без юридичної особи та юрисдикції, але для взаємодії з фізичним світом (купівля нерухомості, укладання договорів оренди, працевлаштування персоналу) вони повинні відповідати традиційному законодавству. Цей парадокс створює високі ризики для членів DAO. Наприклад, у більшості країн DAO може бути класифікована як незареєстроване партнерство, і в разі юридичної суперечки або фінансової відповідальності, відповідальність може бути покладена на кожного власника токена окремо. Це особливо критично для туристичних DAO, які володіють реальними активами (готелями, землею) або керують великими фінансовими потоками. Деякі юрисдикції (наприклад, штат Вайомінг, США) почали пропонувати законодавчі рамки для реєстрації DAO як LLC (Limited Liability Company), що надає членам DAO захист обмеженої відповідальності та можливість укладати традиційні договори. Це є важливим кроком до інтеграції DAO у традиційну економіку туризму.

Впровадження DAO вимагає складних механізмів голосування, які забезпечують чесність та захист від маніпуляцій. Використовуються різні моделі консенсусу, щоб уникнути ситуацій, коли власник більшості токенів може диктувати свої умови. Прикладами є квадратичне голосування (де вартість голосу зростає швидше, ніж кількість токенів, що обмежує владу великих гравців) або часові обмеження на голосування, які забезпечують час для дискусії та запобігають швидким маніпуляціям. Для туристичних DAO, що управляють спільнотами, забезпечення широкої участі в голосуванні є критичним для легітимності рішень.

Основна економічна функціональність DAO полягає у радикальній трансформації моделі залучення капіталу та управління фінансовими потоками у туристичній сфері. DAO створюють прозору та автоматизовану систему, яка забезпечує довіру інвесторів та спільноти. Вони використовують прозоре Казначейство (Treasury), кошти якого знаходяться під прямим контролем смарт-контрактів, а не центральної адміністрації. Всі надходження (від продажу NFT, комісій за бронювання чи інвестицій) та всі витрати реєструються у публічному реєстрі, що робить фінансові операції DAO повністю прозорими. У туристичному секторі це особливо цінно для цільового фінансування та краудфандингу, наприклад, збору коштів на реставрацію культурних об'єктів. Інвестори можуть точно відстежувати, коли і на що були витрачені їхні кошти, що є значною перевагою порівняно з непрозорими традиційними благодійними фондами.

DAO замінюють ієрархічну структуру управління, де рішення приймає обмежена група менеджерів, на колективне голосування власників токенів. Це дозволяє спільноті безпосередньо впливати на операційні та стратегічні рішення. У туристичному DAO це може включати: голосування за розмір комісії на децентралізованій платформі бронювання, затвердження маркетингового бюджету, вибір підрядника для ремонту активу, або навіть рішення про оновлення правил користування віртуальною чи фізичною туристичною локацією. Така модель підвищує легітимність рішень та забезпечує високий

рівень залученості. Смарт-контракти DAO автоматично розподіляють прибуток (наприклад, комісійні від бронювання або орендну плату) між власниками токенів без втручання людини. Це усуває ризик шахрайства та затримок, які можуть виникати у традиційних корпоративних структурах. Для туристичних активів, які токенизовані через DAO, власники NFT-часток можуть отримувати автоматичні дивіденди, що підвищує інвестиційну привабливість активу. Наприклад, якщо DAO володіє віртуальним готелем у Метавсесвіті, прибуток від оренди віртуальних номерів може автоматично розподілятися щомісяця серед власників токенів управління. Це перетворює DAO на потужний фінансовий інструмент для залучення капіталу.

DAO кардинально змінюють підхід до інвестування у туристичні активи, особливо для малих та середніх підприємств (МСП) та для проєктів, які не мають доступу до традиційних банківських кредитів. DAO дозволяють демократизувати інвестиції, використовуючи токенизацію для поділу великих активів на мікрочастки. Фракціонована власність (Fractionalized NFT). Традиційні туристичні активи, як-от приватні вілли, невеликі готелі або землі для еко-кемпінгу, є надзвичайно дорогими та недоступними для більшості інвесторів. DAO можуть токенизувати право власності на ці активи, використовуючи Фракціоновані NFT (F-NFT). Це дозволяє DAO розділити NFT, що представляє право власності на віллу, на тисячі взаємозамінних токенів. Будь-який користувач може придбати мікроскопічну частку, ставши таким чином мікроінвестором. DAO управляє цим активом (наприклад, здає віллу в оренду, проводить ремонт), а прибуток від оренди автоматично розподіляється серед власників F-NFT через смарт-контракти. Це значно підвищує ліквідність раніше неліквідних активів та демократизує доступ до інвестицій у нерухомість.

Прикладом інтеграції DAO та фізичної гостинності є проєкт Staynex [57], який співпрацює з RWA Inc [55]. Хоча Staynex є гібридною Web2.0/Web3.0 платформою, вона використовує механізми DAO для токенизації прав на нерухомість. Staynex пропонує NFT, які надають власнику право на гарантоване бронювання у готелях-партнерах протягом певного періоду, а також право

власності на частку прибутку або привілеї. Це дозволяє готелям залучати капітал для будівництва або ремонту, минаючи традиційні банківські кредити, а інвестору отримувати дивіденди від операцій готелю [37]. DAO, які володіють такими активами, управляють готелем: власники токенів голосують за такі операційні рішення, як-от вибір керуючої компанії, затвердження бюджету на ремонт, або визначення цінової політики. Це не лише демонструє функціональність DAO у реальному світі, але й підтверджує, що DAO є потужним інструментом для колективного володіння активами, що раніше було доступно лише великим інституційним інвесторам.

Одним із найбільш логічних та практичних застосувань DAO є управління децентралізованими платформами бронювання, які покликані замінити централізованих посередників (OTA). Такі платформи, відомі як Децентралізовані Агрегатори Подорожей (DATs), використовують DAO для встановлення правил, комісій та вирішення спорів. Платформа Slear.io [27], що позиціонується як перша у світі Web3 платформа бронювання готелів, є прикладом DAO-орієнтованого функціонування. На традиційних платформах (Web2.0) комісію та політику визначає корпорація. На Slear.io, керованому DAO, комісію визначає спільнота через голосування власників токенів [40]. Це забезпечує більш справедливий та конкурентний ринок, оскільки комісії можуть бути встановлені на мінімальному рівні (наприклад, 1-3%) лише для покриття операційних витрат блокчейну, що мінімізує трансакційні витрати для туриста [44]. DAO також відповідає за вирішення спорів між туристом і постачальником послуг. Замість центрального юридичного відділу, DAO може використовувати децентралізовану судову систему, де арбітрами виступають власники токенів. Це демонструє пряме усунення посередників не лише у транзакції, але й у процесах управління та арбітражу, що підвищує довіру до платформи. DAO, що керують DATs, також відповідальні за створення Фондів Розвитку Екосистеми. Наприклад, DAO може виділяти гранти розробникам, які створюють нові dApps або інструменти, що покращують досвід подорожей у мережі DAO. Це стимулює інновації, оскільки рішення про фінансування приймаються відкритою

спільнотою, а не обмеженою групою венчурних капіталістів, забезпечуючи, що розвиток технологій спрямований на задоволення реальних потреб користувачів і постачальників послуг.

Кейси DAO у володінні готельними активами. У світі вже з'явилися DAO, метою яких є колективне придбання та управління фізичною нерухомістю у сфері гостинності. Наприклад, DAO може залучити капітал (продаючи токени управління) для придбання бутик-готелю. Після купівлі DAO управляє готелем: власники tokenів голосують за такі операційні рішення, як-от вибір керуючої компанії, затвердження бюджету на ремонт, або визначення цінової політики. Це не лише демонструє функціональність DAO у реальному світі, але й підтверджує, що DAO є потужним інструментом для колективного володіння активами, що раніше було доступно лише великим інституційним інвесторам. DAO можуть бути використані для створення Фондів Розвитку Екосистеми. Наприклад, DAO може виділяти гранти розробникам, які створюють нові dApps або інструменти, що покращують досвід подорожей у мережі DAO. Це стимулює інновації, оскільки рішення про фінансування приймаються відкритою спільнотою, а не обмеженою групою венчурних капіталістів. Це забезпечує, що розвиток технологій спрямований на задоволення реальних потреб користувачів і постачальників послуг.

Одним із найбільш значущих глобальних кейсів у сфері DAO є CityDAO, яка була створена з метою колективного володіння землею та управління фізичною нерухомістю за допомогою DAO. CityDAO успішно залучила кошти через продаж NFT для купівлі реальної земельної ділянки у штаті Вайомінг, США. Вайомінг, будучи однією з перших юрисдикцій, що надала DAO правовий статус (DAO LLC), дозволив цій організації легально володіти активом. Власники tokenів управління (або спеціальних NFT-часток) мають право голосу щодо розвитку цієї землі. Цей прецедент є важливим, оскільки він доводить, що DAO можуть бути ефективним інструментом для фракціонованої власності на туристичні активи (готелі, кемпінги), а також для управління землею, що має значення для екотуризму. DAO є потужним інструментом для

децентралізованого управління регіональними туристичними дестинаціями, особливо для стимулювання сталого розвитку та боротьби з «овертуризмом». У сфері екотуризму DAO можуть управляти фондами, призначеними для захисту природних територій. Наприклад, DAO може випустити токени, прив'язані до екологічного парку. Кошти від продажу яких використовуються виключно для його підтримки та збереження. Власники tokenів (місцеві жителі та екотуристи) голосують за такі рішення, як-от обмеження кількості відвідувачів або вибір методів утилізації сміття. Це гарантує, що управління відповідає цінностям спільноти, а не лише прагненню максимізації прибутку центрального оператора.

Однією з найбільш соціально значущих сфер застосування DAO у туризмі є управління культурною спадщиною та залучення коштів на її збереження. Традиційні благодійні фонди часто критикують за непрозорість адміністративних витрат та нецільове використання коштів. DAO пропонують ідеальну відповідь на цю проблему. DAO може бути створена як Фонд Реставрації (наприклад, для відновлення зруйнованої пам'ятки в Україні). DAO випускає колекцію NFT, прив'язану до об'єкта (наприклад, «Цифровий Патрон Замку»). Кошти, залучені від продажу цих NFT, надходять до публічного казначейства DAO. Ключовим моментом є те, що всі витрати з казначейства можуть бути здійснені лише після колективного голосування власників tokenів управління. Після схвалення, смарт-контракт автоматично переказує кошти, і ця транзакція стає незмінним, публічним записом у блокчейні. Це забезпечує максимальну прозорість та довіру міжнародної спільноти, гарантуючи цільове використання коштів.

DAO можуть бути використані для управління музейними фондами та колекціями. DAO може володіти фракцією цифрових прав на музейні експонати (як NFT) або управляти доступом до цих експонатів у Метавсесвіті. Наприклад, власники tokenів DAO можуть голосувати за пріоритетність реставраційних робіт, створення віртуальних копій експонатів (Цифрових Двійників) або визначення цінової політики для доступу до віртуальної галереї. Ця модель перетворює пасивних відвідувачів музею на активних фінансових учасників, які

мають право голосу, що значно розширює фінансову базу для збереження культурної спадщини. У контексті відновлення України DAO пропонує унікальну перевагу. Прозорість, гарантована блокчейном, є вирішальною для залучення міжнародних донорів, які вимагають максимальної звітності. DAO забезпечує цю звітність через код: усі фінансові рішення є публічними та автоматизованими. Це мінімізує адміністративні витрати та бюрократію, прискорюючи процес реставрації критично важливих туристичних об'єктів.

Незважаючи на потенціал, DAO стикаються з серйозними викликами, головним з яких залишається юридичний парадокс та регуляторна невизначеність. Відсутність юридичної особи та сукупна відповідальність власників токенів створює значний ризик. Технологічні ризики включають можливість маніпуляцій у голосуванні з боку великих власників токенів та вразливість самого коду смарт-контрактів. Необхідне впровадження складних механізмів голосування (наприклад, квадратичне голосування) та постійний аудит коду.

Досвід впровадження DAO підтверджує, що децентралізовані автономні організації є кульмінаційним інструментом Web3.0 для туризму, забезпечуючи перехід від ієрархічного до колективного, прозорого та автоматизованого управління. DAO створюють нові інвестиційні моделі (фракціонована власність) та вирішують ключові проблеми прозорості у фінансуванні культурної спадщини. У стратегічному контексті України DAO пропонує унікальний, стійкий до корупції механізм для залучення міжнародного капіталу на відновлення, де управління активами гарантовано кодом, а не лише людською довірою.

РОЗДІЛ 3

ПЕРСПЕКТИВИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ WEB3.0 У ТУРИСТИЧНУ ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ

3.1 Ключові перешкоди та регуляторні виклики для розвитку Web3.0 в українському туризмі

Аналіз ключових перешкод та регуляторних викликів для розвитку Web3.0 в українському туристичному секторі вимагає використання інструментів стратегічного планування, які дозволяють системно оцінити внутрішні та зовнішні чинники впливу. Методологічною основою цього розділу є SWOT-аналіз, який дає змогу ідентифікувати сильні та слабкі сторони технологічної бази (Web3.0) у протиставленні зовнішнім можливостям та загрозам національного ринку, що відновлюється. У контексті післявоєнного відновлення, метою аналізу є не лише виявлення бар'єрів, але й формування стратегічних рішень, які перетворюють слабкі сторони на можливості для прискореного цифрового стрибка.

	Внутрішнє середовище (Web3.0)	Зовнішнє середовище (Ринок)
Позитивний вплив	Сильні сторони (S): Прозорість, усунення посередників, ліквідність активів, суверенітет даних (DID).	Можливості (O): Залучення прозорих інвестицій (DAO/NFT), інтеграція з Метавсесвітом, підвищення конкурентоспроможності МСБ.
Негативний вплив	Слабкі сторони (W): Низька масштабованість, складність UX, дефіцит кадрів, висока вартість впровадження.	Загрози (T): Регуляторна невизначеність (NFT/DAO), волатильність криптовалют, ризик шахрайства.

Рис.3.1. SWOT аналіз

Комплексний SWOT-аналіз Web3.0 в українському туризмі, проведений на основі теоретичних положень Розділу 1 та світового аналізу Розділу 2, систематизує критичні чинники впливу.

Розбір сильних сторін (S). Сильні сторони Web3.0 є його архітектурними перевагами. Вбудована прозорість DLT забезпечує незмінний слід кожної транзакції, що є критичним для відновлення довіри. Усунення посередників (Disintermediation) напряду знижує операційні комісії (з 30% до 1–3%) [3]. Ліквідність токенизованих активів (NFT) приваблює інвесторів, а Децентралізовані Ідентифікатори (DID) гарантують суверенітет даних [4].

Розбір слабких сторін (W). Слабкі сторони технології створюють бар'єри для масового впровадження. Низька масштабованість публічних мереж та складність UX (управління приватними ключами) стримують швидке прийняття туристами. Висока початкова вартість розробки смарт-контрактів та брак міждисциплінарних кадрів є критичними для українського МСБ.

Аналіз можливостей (O). Можливості, що відкриває Web3.0, є стратегічними для України. Це залучення прозорих інвестицій на відновлення через DAO-моделі, створення нових каналів монетизації (Digital Collectibles) та підвищення конкурентоспроможності МСБ на глобальному ринку.

Розбір загроз (T). Головна зовнішня загроза – це регуляторна невизначеність, пов'язана з класифікацією NFT та юридичним статусом DAO [5]. Волатильність криптовалют створює неприйнятні ризики для фіксації цін у туризмі.

Результати SWOT-аналізу використовуються для формування матриці стратегічних рішень, яка перетворює аналітичні дані на конкретні напрямки дій. Ця матриця є основою для подальших, деталізованих рекомендацій.

Стратегічні рішення (SO та WO). Стратегія SO (Атака) полягає у використанні архітектурних переваг Web3.0 для захоплення нових можливостей. Це означає, що Прозорість DLT (S) має бути використана для Залучення Інвестицій (O) через NFT-моделі, що забезпечують On-Chain звітність [3]. Стратегія WO (Посилення) спрямована на подолання внутрішніх недоліків за

рахунок зовнішніх можливостей. Наприклад, проблема Низької Масштабованості (W) вирішується через використання Рішень Другого Рівня (Layer-2) [5], які є зовнішньою технологічною можливістю (O).



	Використання Сильних Сторін (S) та Можливостей (O)	Подолання Слабих Сторін (W) та Використання Можливостей (O)
Атака (SO)	Впровадження DAO-моделі для прозорого фінансування відновлення об'єктів (S-Прозорість + O-Інвестиції).	Посилення (WO)
Захист (ST)	Застосування DID та Консорціумних блокчейнів для гарантування безпеки даних (S-Суверенітет + T-Загроза Шахрайства).	Оборона (WT)

Рис. 3.2. Матриця стратегічних рішень

Стратегічні рішення (ST та WT). Стратегія ST (Захист) використовує сильні сторони для мінімізації загроз. Суверенітет даних (DID) (S) використовується для захисту від Регуляторних Викликів (T) та забезпечення відповідності GDPR. Стратегія WT (Оборона) – найбільш консервативна, вимагає мінімізації слабких сторін в умовах зовнішніх загроз. Це, зокрема, подолання волатильності криптовалют (T) через обов'язкове використання стейблкоїнів для фіксації цін на туристичні послуги.

На основі цих стратегій, перешкоди та виклики класифікуються у три критичні групи, які вимагають негайного вирішення: регуляторні та правові, технологічні та операційні, економічні та соціальні.

Найбільш суттєвим та системним викликом для розвитку Web3.0 в українському туризмі є глибока регуляторна невизначеність криптоактивів. Незважаючи на прийняття Закону України «Про віртуальні активи», який легалізував статус віртуальних активів, законодавче поле залишається фрагментованим і не забезпечує чітких механізмів для їхнього повноцінного функціонування у сфері послуг [2, 26]. Головна проблема полягає у відсутності чіткого правового статусу Невзаємозамінних Токенів (NFT) та їхньої класифікації. Це критично важливо, оскільки NFT є основою для токенизації туристичних активів (квитків, прав власності, Digital Collectibles) та інвестицій у відбудову. Юридична невизначеність щодо NFT створює значний ризик для інституційних інвесторів та великих туристичних компаній, які не можуть інтегрувати ці активи у традиційну фінансову звітність.

Також залишається складною проблема використання взаємозамінних токенів (криптовалют) як засобу платежу у туристичній сфері [31, 44]. Хоча Закон визнає віртуальні активи, він не дозволяє використовувати їх як законний платіжний засіб в Україні [25]. Це змушує будь-яку туристичну компанію, яка приймає криптовалюту за бронювання чи послуги, використовувати складні механізми посередників (криптопроцесорів) для негайної конвертації криптовалюти у фіатну валюту. Така необхідність конвертації нівелює головну економічну перевагу Web3.0 – усунення посередника та мінімізацію трансакційних витрат, оскільки додається новий, хоча й децентралізований, рівень посередництва. Законодавча прогалина у визначенні правил оподаткування криптоактивів додатково стримує їхнє масове використання, створюючи ризики для фіскальної прозорості [45].

Серйозним регуляторним викликом є юридичний парадокс та корпоративна несумісність Децентралізованих Автономних Організацій (DAO). DAO, які є кульмінацією Web3.0-управління і критично важливі для прозорого залучення коштів на відбудову, за своєю суттю створені для функціонування без юридичної особи та юрисдикції [29]. Однак, для взаємодії з фізичними туристичними активами (купівля землі, оренда приміщень, працевлаштування

гідів) DAO повинні відповідати традиційному корпоративному та податковому законодавству України. У більшості країн, DAO може бути класифікована як незареєстроване партнерство, і в разі фінансової відповідальності чи юридичної суперечки, відповідальність може бути покладена на кожного власника токена управління окремо [5]. Ця сукупна відповідальність створює неприйнятні ризики для міжнародних інвесторів та донорів, що стримує використання DAO як основного механізму прозорого фінансування.

Фінансові та економічні виклики є однією з найвагоміших перешкод для масового впровадження Web3.0, особливо в економіці, що відновлюється. Ключовим бар'єром є висока волатильність криптовалют та пов'язаних з ними токенів. Туризм є галуззю, яка вимагає цінової стабільності, оскільки ціни на бронювання та послуги часто фіксуються задовго до їхнього надання. Значні коливання курсу криптовалют створюють неприйнятні ризики як для туристів, які можуть втратити частину своїх коштів через обмінний курс, так і для туристичних компаній, які стикаються з непередбачуваністю доходів. Хоча використання стейблкоїнів (токенів, прив'язаних до фіатної валюти, наприклад, USD) може частково вирішити цю проблему, воно збільшує залежність Web3.0-системи від централізованих емітентів стейблкоїнів та додає юридичних ризиків, пов'язаних з їхньою ліквідністю та регулюванням. Додатковим економічним бар'єром є висока початкова вартість впровадження DLT-рішень. Створення Web3.0-інфраструктури (розробка та аудит смарт-контрактів, створення консорціумного блокчейну, впровадження IoT для ланцюгів поставок) вимагає значних інвестицій та висококваліфікованого персоналу. Це створює серйозні перешкоди для малого та середнього бізнесу (МСБ) в українському туризмі, який часто не має достатніх фінансових ресурсів для початкових інвестицій.

Незважаючи на інноваційність, технологічна сфера створює низку критичних викликів, які стримують масове впровадження Web3.0 у туристичний сектор. Головною технічною перешкодою є проблема масштабованості та низька пропускна здатність публічних блокчейнів [5]. Туристична індустрія є галуззю, що вимагає високої частоти транзакцій у реальному часі (бронювання, оплата,

верифікація ідентифікаторів). Пропускна здатність багатьох публічних блокчейнів (TPS – транзакції за секунду) все ще значно поступається потужності централізованих платіжних систем (наприклад, Visa), що робить їх непридатними для використання у високочастотних туристичних операціях, особливо у піковий сезон. Це змушує розробників покладатися на складні рішення другого рівня (Layer-2 solutions), які підвищують швидкість, але водночас збільшують складність архітектури та створюють додаткові точки централізації.

Додатковим технологічним бар'єром є складність інтеграції DLT із застарілими системами (Legacy Systems). Більшість великих українських туристичних компаній, авіакомпаній та готельних мереж використовують традиційні централізовані бази даних та системи бронювання. Інтеграція прозорих, незмінних DLT-протоколів у ці застарілі, часто закриті системи є надзвичайно дорогим, трудомістким та ризикованим процесом, який вимагає повної переробки внутрішньої IT-інфраструктури. У контексті ланцюгів поставок та логістики існують проблеми з фіксацією фізичних даних у блокчейні. Хоча блокчейн гарантує незмінність даних, які до нього потрапили, він не може гарантувати достовірність даних у момент їхнього введення. Це відомо як «Проблема оракула»: якщо сенсор, який відстежує температуру продуктів харчування в готелі, надає неточні дані, блокчейн не зможе це верифікувати. Вирішення цієї проблеми вимагає впровадження дорогих, високозахищених пристроїв IoT, які можуть криптографічно підписувати дані перед їхньою фіксацією, що збільшує інвестиційні вимоги до туристичних підприємств.

Соціальні та освітні виклики є не менш критичними, ніж технологічні, оскільки вони стосуються безпосередньо кінцевого користувача – туриста та місцевого персоналу. Найважливішим бар'єром є складність користувацького досвіду (UX) та низький рівень цифрової грамотності населення щодо Web3.0. Взаємодія з децентралізованими додатками (dApps) вимагає від користувачів управління власними криптогаманцями, запам'ятовування та захисту приватних

ключів. Втрата приватного ключа призводить до безповоротної втрати всіх активів, оскільки немає центрального адміністратора, до якого можна звернутися для відновлення доступу. Ця складність різко контрастує з простотою Web2.0-платформ, де відновлення пароля відбувається через електронну пошту. Дефіцит кваліфікованих кадрів та необхідність перекваліфікації персоналу є іншим гострим соціально-економічним викликом. Брак міждисциплінарних спеціалістів в Україні створює високий попит на розробників та аудиторів смарт-контрактів, що підвищує вартість їхніх послуг та уповільнює розробку національних Web3.0-рішень.

На основі SWOT-аналізу та ідентифікації критичних викликів формується матриця пріоритетних рішень. Ця матриця є основою для практичних рекомендацій, які дозволять українському туристичному сектору мінімізувати ризики та використати стратегічні можливості Web3.0. Пріоритезація рішень ґрунтується на двох критеріях: Невідкладність (терміновість вирішення правових/безпекових загроз) та Економічна Доцільність (можливість швидкого отримання доходу або зниження витрат).

 Пріоритет	Ключове рішення	Механізм реалізації	Стратегічна мета
Невідкладний	Юридична Легалізація DAO та NFT (ST, Utility)	Внесення змін до Закону «Про віртуальні активи» + Створення правової форми	Зняття регуляторного ризику, залучення інституційного капіталу (O/T).
Операційний	Створення Національного Консорціуму DID	Консорціумний блокчейн + Міністерство інфраструктури + Асоціації готелів	Підвищення безпеки даних (GDPR), прискорення верифікації на кордонах (S/W).
Технологічний	Впровадження Layer-2 та API-шлюзів	Layer-2 (Polygon) для NFT-транзакцій; API для інтеграції з Legacy Systems.	Вирішення проблеми масштабованості (W), зниження вартості транзакцій.
Економічний	Обов'язкове використання стейблкоїнів	Юридичне визнання стейблкоїнів для фіксації цін у бронюванні.	Подолання волатильності криптовалют (T), стабілізація доходів.

Рис. 3.3. Матриця першочергових рішень впровадження Web3.0

Практичні рекомендації на основі матриці:

1. Регуляторна дія: Держава має сфокусуватися на легалізації NFT, не як мистецтва, а як цифрових цінних паперів (Security Tokens) та токенів корисності (Utility Tokens). Це дасть зелене світло для використання NFT у моделі відновлення, розроблених у пункті 3.2.

2. Операційна Дія: Створити спільний пілотний проєкт між Прикордонною Службою та великим аеропортом щодо використання DID-верифікації (через QR-сканування суверенного гаманця туриста), що значно прискорить проходження контролю.

3. Економічна Дія: Забезпечити державні субсидії для МСБ на проведення аудиту Смарт-контрактів, щоб знизити високу початкову вартість впровадження DLT-рішень [33].

4. Соціальна Дія: Створити національний хаб для розробки простого UX-інтерфейсу (замість приватних ключів) та забезпечити освітню програму для персоналу готелів щодо роботи з DID та криптоплатежами.

Виклики сталості та етики є важливим чинником стримування впровадження Web3.0, особливо з огляду на світову тенденцію до сталого туризму та зеленої економіки. Перш за все, існує екологічна проблема, пов'язана з енергоспоживанням блокчейну. Хоча більшість сучасних блокчейнів, які використовуються для NFT та dApps, перейшли на енергоефективний механізм Proof-of-Stake (PoS), критика, пов'язана з високою енергоємністю старих мереж (Proof-of-Work), все ще зберігається. Туристичні компанії, які декларують прихильність до сталого розвитку, повинні ретельно обирати технологічну базу для своїх Web3.0-рішень, щоб уникнути звинувачень у «зеленому відмиванні» (greenwashing). Вибір екологічно чистого блокчейну (PoS або PoA) є необхідною стратегічною умовою для проєктів екотуризму в Україні [32].

Додатковим бар'єром є етичні дилеми, пов'язані з інтеграцією Штучного Інтелекту (AI) у децентралізовані системи. ШІ використовується для гіперперсоналізації та динамічного ціноутворення. Однак, існує ризик дискримінаційного ціноутворення або упередженості алгоритмів, які можуть

закріплювати соціальні чи економічні стереотипи у рекомендаційних системах (наприклад, пропонуючи різні ціни на бронювання залежно від цифрового профілю DID туриста). Оскільки блокчейн фіксує рішення, прийняті ШІ, ці дискримінаційні рішення можуть стати незмінними. Необхідне впровадження прозорих, аудитованих AI-протоколів, що фіксуються в блокчейні, щоб забезпечити чесність та прозорість прийнятих рішень без розкриття конфіденційних алгоритмів.

Нарешті, проблема суверенітету даних у гібридному просторі Web3.0 створює етичний виклик. Хоча DID дає туристу контроль над його даними, у разі їхнього несанкціонованого використання або витоку виникає проблема децентралізованої відповідальності. Якщо дані витікають, важко визначити, хто несе відповідальність: розробник смарт-контракту, валідатор блокчейну, чи ШІ-сервіс. Це вимагає створення нових моделей юридичної відповідальності та перехід до консорціумних блокчейнів, де юридичні суб'єкти спільно несуть відповідальність за безпеку протоколів. Узагальнення ключових перешкод та стратегічне значення викликів для України. Комплексний аналіз ключових перешкод та регуляторних викликів свідчить про те, що розвиток Web3.0 в українському туризмі залежить від успішного подолання глибоких системних бар'єрів, що лежать у сфері права, фінансів, технологій та соціальної готовності.

Систематизація перешкод:

1. Правові та Регуляторні: Відсутність чіткої класифікації NFT та юридичного статусу DAO; конфлікт між незмінністю блокчейну та правом на забуття (GDPR).
2. Економічні та Фінансові: Висока волатильність криптовалют; висока початкова вартість впровадження Web3.0-інфраструктури, недоступна для МСБ.
3. Технологічні: Проблема масштабованості публічних мереж; складність інтеграції DLT із застарілими системами; проблема достовірності даних.

Соціальні та Етичні: Складність користувацького досвіду (UX); дефіцит міждисциплінарних кадрів; екологічні ризики (PoW); етичні ризики упередженості AI-алгоритмів.

В контексті національної економіки, що відновлюється, подолання цих викликів має не лише комерційне, але й стратегічне значення. Регуляторна чіткість, особливо щодо NFT та DAO, є критичною для забезпечення довіри міжнародних донорів та інвесторів. Прозорі механізми фінансування, які є суттю Web3.0, можуть стати ключовим інструментом для боротьби з корупцією у сфері відбудови туристичної інфраструктури. Без чіткого правового та технологічного фундаменту, Україна ризикує втратити можливість використати Web3.0 як каталізатор для цифрового стрибка у туристичній конкурентоспроможності.

Комплексний аналіз ключових перешкод та регуляторних викликів, розпочатий зі SWOT-аналізу, свідчить про те, що розвиток Web3.0 в українському туризмі залежить від успішного подолання глибоких системних бар'єрів. Головні стратегічні пріоритети: усунення регуляторної невизначеності (DAO/NFT) та вирішення технологічної проблеми масштабованості через Layer-2-рішення. Реалізація рекомендацій, що включають державну підтримку МСБ на аудит смарт-контрактів та створення національного Консорціуму DID, є єдиним шляхом для перетворення Web3.0 з високоризикованої інновації на стратегічний інструмент прозорого відновлення та підвищення глобальної конкурентоспроможності туристичного продукту.

3.2 Розробка моделі використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України

Розробка функціональної та юридично обґрунтованої моделі використання NFT є ключовим, прикладним завданням дипломної роботи, особливо в контексті необхідності залучення прозорих міжнародних інвестицій для відновлення туристичної інфраструктури України. Традиційні механізми фінансування (кредити, гранти, прямі інвестиції) часто є занадто повільними, бюрократичними та не завжди гарантують необхідний рівень прозорості, який вимагають міжнародні донори. NFT (Невзаємозамінні Токени), побудовані на філософії Web3.0, пропонують прямий, ліквідний та прозорий інструмент для

мобілізації капіталу, перетворюючи пасивне донорство на активне інвестування із залученням спільноти. Мета даної моделі полягає не лише у залученні коштів, але й у створенні довгострокового механізму управління активом та підвищенні його ліквідності через цифрову власність.

Економічна необхідність цієї моделі ґрунтується на двох передумовах. По-перше, NFT забезпечують пряме, автоматизоване усунення посередників, мінімізуючи адміністративні витрати, які у традиційних фондах можуть сягати 20–30% [3]. Це гарантує, що більша частина залучених коштів іде безпосередньо на цільове відновлення. По-друге, NFT та блокчейн надають унікальну Прозорість Звітності: кожна транзакція, від продажу токена до виділення коштів на закупівлю матеріалів, фіксується у незмінному публічному реєстрі, що є критичним для забезпечення довіри. Модель, що розробляється, інтегрує NFT з концепцією Децентралізованої Автономної Організації (DAO), яка виступає в ролі прозорого керуючого фонду.

Вибір технологічної бази є стратегічним. Враховуючи необхідність максимальної прозорості, широкого доступу для міжнародних інвесторів та використання NFT, оптимальною основою для моделі є Публічний Блокчейн (наприклад, Ethereum або Solana), який забезпечує найбільший рівень децентралізації та безпеки. Для уникнення проблем масштабованості та високих комісій рекомендується використовувати Рішення Другого Рівня (*Layer-2 solutions*) або мережі, сумісні з Ethereum Virtual Machine (EVM), що гарантує швидкість та низьку вартість транзакцій NFT, роблячи їх доступними для масового інвестора. Розробка моделі поділена на п'ять послідовних етапів: I. Ідентифікація актива, II. Визначення моделі токенизації, III. Технологічна архітектура та правовий протокол, IV. Емісія та розміщення, V. Управління та ліквідність.

Етап I. Ідентифікація та вибір актива для токенизації. Успіх моделі NFT-інвестування безпосередньо залежить від правильного вибору та класифікації туристичного активу, який буде токенозовано. В українському контексті, де об'єктами відновлення можуть бути зруйновані історичні пам'ятки, готелі або

природні заповідники, необхідно чітко визначити, що саме репрезентує NFT. Критерії вибору активу мають включати: Символічну Цінність (об'єкт має бути національно чи культурно значущим), Юридичну Ясність (чіткість права власності та дозволів на відновлення), Фізичний Потенціал (можливість відновлення та подальшої комерційної експлуатації).

Модель пропонує три основні типи активів для токенизації, які можуть бути застосовані в Україні:

1. Фізичний актив (Asset-Backed NFT): Токенизація частки прямої фізичної власності чи орендного права. Наприклад, токенизація 1% готелю, що відновлюється, де власники NFT отримують пропорційну частку доходу від оренди. Це складно з юридичної точки зору, оскільки вимагає реєстрації токена як Security Token, але забезпечує максимальну інвестиційну привабливість.

2. Символічний актив (Utility/Collectible NFT): Токенизація права на послугу або унікальний цифровий досвід. Наприклад, NFT може бути «Цифровим Сертифікатом Патрона», який надає власнику довічний безкоштовний вхід на пам'ятку після її відновлення або його ім'я вигравіювано на меморіальній дошці. Це юридично простіше, оскільки токен є токеном корисності (Utility Token), а не цінним папером, і забезпечує високу залученість спільноти.

3. Гібридний актив (Phygital NFT): Поєднання цифрового колекційного предмета (наприклад, 3D-моделі історичної пам'ятки у Метавсесвіті) з фізичним правом (наприклад, пріоритетне бронювання або VIP-доступ). Ця модель є найбільш ефективною, оскільки вона залучає як інвесторів, зацікавлених у привілеях, так і колекціонерів.

Для підвищення інвестиційної прозорості обраний об'єкт має бути відтворений у вигляді Цифрового Двійника в Метавсесвіті. NFT, що випускається, прив'язується до цього двійника. Це дозволяє інвесторам не лише бачити прогрес відновлення у реальному часі (через дані, зібрані з об'єкта та оброблені AI), але й взаємодіяти з віртуальною копією свого активу, що значно

підвищує їхню залученість та довіру. Цифровий Двійник, токенизований як NFT, стає доказом і нематеріальним представленням інвестиції.

Етап II. Модель токенизації: Класифікація токенів та визначення прав. На цьому етапі модель визначає функціональну роль кожного випущеного токена, оскільки різні типи токенів приваблюють різні категорії інвесторів (донорів, колекціонерів, венчурних інвесторів). Модель пропонує використання трьох взаємопов'язаних класів токенів для забезпечення комплексної інвестиційної привабливості та ефективного управління.

1. Utility NFT (Токени Корисності): Ці токени є ключовими для залучення масового краудфандингу. Вони надають власнику право на отримання майбутньої послуги або привілею у відновленому об'єкті. Права можуть включати: довічний абонемент на відвідування музею, пріоритетне бронювання готелю, унікальний доступ до закритої частини пам'ятки, або гарантовану знижку на послуги протягом 10 років. Головна перевага – юридична простота, оскільки це не цінний папір, що знижує регуляторний ризик. Токени корисності також ідеально підходять для Digital Collectibles, де сам NFT, як унікальний цифровий сувенір, є винагородою за донорство.

2. Security Token (Токени Цінних Паперів): Ці токени використовуються для залучення великих інституційних інвесторів. Security Tokens (ST) представляють право власності на частку прибутку або актив і підлягають жорсткому фінансовому регулюванню. У моделі вони можуть токенизувати право на частку прибутку від комерційної експлуатації відновленого об'єкта (наприклад, доходу від оренди готелю чи продажу квитків). Хоча випуск ST є складним юридичним процесом (необхідне чітке регулювання), вони забезпечують інвесторам законне очікування фінансової вигоди, що критично для великого капіталу.

3. Governance Token (Токени Управління): Ці токени є основою для функціонування DAO (Децентралізованої Автономної Організації), яка управлятиме фондом. Власність на Governance Tokens надає інвесторам право голосу за ключові рішення щодо використання залучених коштів (наприклад,

затвердження бюджету реставрації, вибір підрядника). Це є механізмом забезпечення прозорості та прямого залучення спільноти до управління, що значно підвищує довіру міжнародних донорів. Пропорція голосу визначається кількістю токенів, що належать інвестору. Модель передбачає обов'язкове використання Governance Tokens для всіх донорів, незалежно від типу придбаного NFT.

Етап III. Технологічна архітектура та правовий протокол DAO.

Успішна реалізація моделі вимагає створення надійної, прозорої та юридично обґрунтованої технологічної бази.

1. Вибір архітектури блокчейну. Враховуючи компроміси «Трійці Блокчейну», оптимальною архітектурою є Публічний Блокчейн з використанням Рішень Другого Рівня (*Layer-2*). Публічний блокчейн (наприклад, Ethereum) гарантує максимальну прозорість та довіру міжнародної спільноти, тоді як *Layer-2* (наприклад, Polygon або Arbitrum) вирішує проблеми масштабованості та високої вартості транзакцій, роблячи продаж NFT масовим і доступним. Для управління казначейством DAO та процесом голосування необхідна стабільна, аудійована платформа смарт-контрактів. Смарт-контракти повинні містити: механізм емісії NFT, правила розподілу прибутку (роялті та дивідендів) та логіку голосування (кворум, тип голосування). Критичною вимогою є проведення незалежного аудиту смарт-контрактів перед їхнім розгортанням для усунення вразливостей, які можуть призвести до втрати коштів.

2. Правовий протокол та юридичне оформлення DAO. Головний виклик моделі – юридична особа DAO. Для мінімізації ризиків для інвесторів та забезпечення можливості володіти фізичним активом в Україні, модель передбачає використання гібридної структури: DAO повинна бути зареєстрована у дружній юрисдикції (наприклад, Вайомінг, США, або Швейцарія), що надає юридичний статус (наприклад, Decentralized Autonomous Organization LLC). Ця зареєстрована юридична особа виступає як юридичний якір DAO в Україні, що дозволяє укладати традиційні договори (купівля матеріалів, працевлаштування

персоналу) та мінімізує індивідуальну відповідальність власників токенів. Це вирішує юридичний парадокс DAO.

3. Механізм прозорості звітності (On-Chain Data). Для забезпечення максимальної довіри модель вимагає, щоб усі фінансові рішення DAO, прийняті голосуванням, автоматично реєструвалися у публічному реєстрі. Це включає використання Оракулів – незалежних сервісів, які фіксують у блокчейні дані про виконання робіт, закупівлі та перекази коштів підрядникам, гарантуючи, що кошти спрямовані на відновлення об'єкта.

Етап IV. Процес емісії, первинне розміщення та маркетингова стратегія. Цей етап фокусується на ефективній монетизації токенизованого активу та залученні інвесторів. Процес Емісії (*Minting*) NFT відбувається через смарт-контракт на обраному Layer-2 блокчейні. Контракт автоматично фіксує унікальні метадані кожного NFT (зображення, права, історію), що підвищує його автентичність.

Маркетингова стратегія (Community Building). На відміну від традиційного продажу акцій, первинне розміщення NFT вимагає зосередження на створенні спільноти. Маркетинг має бути спрямований на:

1. Амбасадорів: Залучення відомих осіб або українських діаспорних організацій для просування NFT.

2. Гібридний досвід: Пропозиція NFT не лише як фінансового інструменту, а як цифрового членства, яке надає власнику привілеї як у Метавсесвіті (віртуальна копія об'єкта), так і у фізичному світі (пріоритетне відвідування).

3. Емоційний зв'язок: Маркетингова кампанія має бути зосереджена на патріотичних та історичних цінностях, пов'язаних із відновленням конкретного об'єкта.

Прозорість звітності в режимі реального часу. Для забезпечення довіри інвесторів, які фінансують відбудову, модель передбачає жорсткий механізм звітності. Усі кошти, залучені від продажу NFT, надходять до публічного, аудированого казначейства DAO. Протокол Звітності включає:

- Публічне голосування: Кожен етап витрат (наприклад, \$100,000 на фундамент) повинен бути затверджений голосуванням власників Governance Tokens.
- Фіксація On-Chain даних: Виплати підрядникам фіксуються як транзакції DAO, які є публічними та незмінними.
- Моніторинг прогресу: Використання технології Цифрових Двійників (3D-сканування, дрони) для постійного оновлення віртуальної копії об'єкта, що дозволяє інвесторам бачити прогрес відновлення у режимі реального часу, забезпечуючи максимальну візуальну прозорість.

Етап V. Управління Активом через DAO та Механізм Ліквідності. Після успішного залучення капіталу (INO) критично важливим є забезпечення ефективного та прозорого управління активом, а також підтримка ліквідності tokenів на вторинному ринку.

Децентралізоване Управління (DAO). Управління здійснюється власниками Governance Tokens шляхом голосування за пропозиції. Смарт-контракт забезпечує:

- Автоматичний кворум: Вимогу, щоб для схвалення пропозиції проголосувала мінімальна кількість власників tokenів (наприклад, 10% від загальної кількості).
- Контроль витрат: Обмеження на максимальну суму витрат, яку DAO може затвердити без додаткового незалежного аудиту.
- Вирішення спорів: Механізм використання децентралізованих судових систем для вирішення складних операційних суперечок, які не можуть бути вирішені автоматично кодом (наприклад, якість виконаних підрядником робіт). Це замінює необхідність звернення до традиційних судів, які є повільними та дорогими.

Механізм Ліквідності та Вторинний Ринок. Низька ліквідність є головним ризиком для NFT. Модель передбачає заходи для підтримки вторинного ринку:

- Створення ліквідних пулів: Запуск механізму на децентралізованих біржах (DEX), які забезпечують миттєву купівлю/продаж NFT-токенів без необхідності пошуку прямого покупця.
- Роялті: Вбудовування роялті у смарт-контракт, що забезпечує невелике відрахування (наприклад, 2-5%) до казначейства DAO з кожної вторинної продажі NFT. Це стимулює інвестора володіти NFT, оскільки його цінність підтримується постійними надходженнями.

Перехід до комерційної експлуатації. Після відновлення об'єкта DAO переходить до управління комерційною експлуатацією. Дохід (від продажу квитків, оренди, послуг) автоматично розподіляється між власниками Security Tokens (якщо вони були випущені) або спрямовується на фінансування подальшого розвитку.

Економічне Обґрунтування Моделі NFT-Інвестування. Обґрунтування ефективності розробленої моделі базується на її здатності знижувати інвестиційні ризики та підвищувати прозорість, що є критичним для капіталу в умовах відновлення.

1. Зниження ризику нецільового використання коштів: Традиційні інвестиції залежать від аудиту та юридичного контролю. У цій моделі прозорість вбудована в код DAO. Усі витрати вимагають публічного голосування та фіксуються в незмінному реєстрі, що значно знижує ризик нецільового використання коштів і підвищує довіру до проєкту.

2. Демократизація Інвестицій та Глобальне Залучення: Модель дозволяє залучати мільйони мікроінвесторів з усього світу, які можуть купити NFT-частку активу, що неможливо через традиційні механізми. Це забезпечує стабільний та диверсифікований потік капіталу.

3. Підвищення Ліквідності: Вбудовані механізми вторинного ринку (Liquidity Pools, роялті) забезпечують можливість інвестору швидко продати свій актив (NFT), що є ключовим фактором привабливості порівняно з неліквідною традиційною нерухомістю.

4. Економічна Стимуляція Спільноти: Модель стимулює власників токенів (інвесторів) брати активну участь у просуванні відновленого туристичного об'єкта, оскільки це прямо підвищує цінність їхніх NFT-активів.

Розроблена комплексна модель використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України, що базується на архітектурі Публічний Блокчейн/Layer-2, інтегрує токенизацію активів (Utility NFT, ST) та децентралізоване управління через DAO. Ця модель пропонує українському туристичному сектору інноваційний, прозорий та стійкий до корупції механізм фінансування. Успішна реалізація моделі вимагає законодавчого визнання NFT як активу та юридичного оформлення DAO як Limited Liability Company (LLC), що має стати наступним пріоритетом у національній цифровій стратегії.

3.3 Шляхи впровадження блокчейн-платформ для підвищення прозорості та безпеки українського ринку туристичних послуг

Стратегічна необхідність впровадження технологій блокчейн на українському туристичному ринку визначається двома ключовими факторами: потребою у підвищенні прозорості фінансових потоків (особливо у сфері залучення інвестицій та відбудови) та критичною необхідністю гарантування безпеки як для туристів, так і для їхніх персональних даних. В умовах постконфліктного відновлення, прозорість та безпека перетворюються з конкурентних переваг на фундаментальні вимоги до національного туристичного продукту. Аналіз показав, що традиційні централізовані системи Web2.0 не можуть забезпечити необхідний рівень довіри через ризик корупції, маніпуляцій даними та високі операційні витрати. Тому шлях до сталого розвитку українського туризму неможливий без імплементації децентралізованих рішень (DLT), які за своєю архітектурою є прозорими та незмінними.

Впровадження DLT-платформ повинно бути системним і охоплювати найбільш вразливі та критичні точки туристичного ланцюга вартості [48]. Пропоновані шляхи впровадження ґрунтуються на принципах прагматичного використання консорціумних та публічних блокчейнів, де публічні мережі використовуються для забезпечення довіри спільноти (прозорість), а консорціумні – для забезпечення операційної ефективності та конфіденційності (безпека). Філософія Web3.0 вимагає, щоб інструменти прозорості не були зовнішнім контролем, а були вбудовані в саму структуру економічних відносин. Модель впровадження охоплює три ключові напрямки: токенизація активів та прозорість фінансування, підвищення безпеки та суверенітету ідентифікаційних даних (DID), а також оптимізація ланцюгів поставок та внутрішніх операцій.

Першочерговим завданням є легалізація та впровадження NFT-механізмів, які були розроблені в пункті 3.2. Це вимагає створення Національного Реєстру Токенизованих Проєктів, який функціонуватиме на публічному блокчейні (наприклад, Ethereum Layer-2). Цей реєстр повинен забезпечувати єдиний, незмінний і прозорий облік усіх NFT, випущених для залучення інвестицій у відбудову туристичних об'єктів. Мета полягає у забезпеченні довіри міжнародних донорів, які можуть у режимі реального часу відстежувати статус токенів та загальний обсяг залученого капіталу. Наступним кроком є інтеграція цього реєстру з Децентралізованими Автономними Організаціями (DAO), які виступають в ролі прозорих керуючих фондів.

Шляхи законодавчої адаптації та створення правового якоря для Web3.0-рішень. Для масового впровадження блокчейну необхідна негайна законодавча робота, спрямована на усунення регуляторної невизначеності, яка була ідентифікована у пункті 3.1. Без чіткого правового «якоря» жодна велика туристична компанія чи інституційний інвестор не зможе інтегрувати ці технології у свою діяльність.

1. Визнання та класифікація NFT: Першочерговим завданням є внесення змін до Закону України «Про віртуальні активи», які б чітко класифікували NFT (Невзаємозамінні Токени) за їхньою функціональністю: Utility Token (токен

корисності, як сувенір чи право доступу), Security Token (токен цінних паперів, як частка власності) та Governance Token (токен управління). Це дозволить розробити диференційоване оподаткування та юридичну відповідальність, що є критичним для легалізації NFT-інвестицій у туристичні об'єкти.

2. Юридичне оформлення DAO: Необхідним кроком є створення правового механізму для реєстрації Децентралізованих Автономних Організацій (DAO) в Україні. Це може бути реалізовано шляхом запровадження спеціальної організаційно-правової форми, наприклад, DAO Limited Liability Company (DAO LLC). Така юридична форма надасть DAO можливість укласти традиційні договори (купівля матеріалів, працевлаштування), мінімізуючи при цьому індивідуальну відповідальність власників токенів. Це перетворить DAO з високоризикованого інструменту на легітимний, прозорий керуючий фонд для відновлення.

3. Фіскальна адаптація та платежі: Для реалізації економічної переваги Web3.0 необхідно створити законодавчі умови для прямого використання криптовалют як платіжного засобу у сфері туристичних послуг [25]. На перехідному етапі пропонується створення «пісочниць», де туристичні компанії зможуть приймати криптовалюту, використовуючи ліцензовані криптопроцесори для автоматичної та миттєвої конвертації у гривню, з фіксацією податкових зобов'язань. Це забезпечить плавний перехід від Web2.0-фінансів до Web3.0, усуваючи необхідність у складних офшорних схемах.

Загалом, законодавча адаптація повинна бути спрямована на вбудовування прозорих та автоматизованих DLT-механізмів у національний правовий та фінансовий простір, що забезпечить приплив легального міжнародного капіталу.

Підвищення прозорості фінансування та управління через DAO-модель. Найбільш ефективним шляхом підвищення прозорості є впровадження моделі Децентралізованої Автономної Організації (DAO), яка виступає як керуючий фонд для відновлення туристичних об'єктів (згідно з моделлю, розробленою в пункті 3.2). Ця модель забезпечує прозорість, яка є неможливою у традиційних централізованих фондах.

1. Прозоре казначейство та On-Chain звітність: Усі кошти, залучені від продажу NFT-активів, мають надходити до публічного, аудированого Казначейства DAO, розміщеного на публічному блокчейні. Це гарантує, що баланс фонду є публічним і верифікується у будь-який момент часу. Ключовий механізм – On-Chain Звітність: усі фінансові рішення, включно з виплатами підрядникам, фіксуються як транзакції DAO. Це забезпечує незмінний і публічний слід кожного витраченого долара, що є критичним для довіри міжнародних донорів.

2. Децентралізований аудит та голосування. DAO замінює традиційний аудит та нагляд за витратами на механізм публічного голосування власників токенів управління (Governance Tokens). Кожна велика витрата (наприклад, \$50,000 на закупівлю матеріалів для реставрації) повинна бути затверджена публічним голосуванням спільноти. Це створює колективний нагляд та унеможливорює нецільове використання коштів. Для вирішення спорів щодо якості робіт DAO може використовувати децентралізовані судові системи, де арбітрами виступають власники токенів.

3. Верифікація прогресу через Цифрових Двійників: Для усунення проблеми достовірності даних (Проблема оракула) пропонується обов'язкова інтеграція DAO з технологією Цифрових Двійників (Digital Twins) та AI. Прогрес відновлення об'єкта (наприклад, завершення фундаменту чи даху) має фіксуватися у блокчейні не лише фінансовою транзакцією, але й верифікованими даними, зібраними дронами чи сенсорами. AI обробляє ці дані, а блокчейн фіксує їхню достовірність, забезпечуючи візуальну та технологічну прозорість для інвесторів у режимі реального часу. Це перетворює прозорість із юридичної декларації на технологічно гарантований факт.

Підвищення безпеки та суверенітету ідентифікаційних даних (DID). Другий ключовий напрямок впровадження DLT стосується радикального підвищення безпеки персональних даних туристів та спрощення транскордонних процедур. Пропонується національна стратегія інтеграції Децентралізованих Ідентифікаторів (DID) та Верифікованих Облікових Даних (VC).

1. Національний Консорціум для DID: Для забезпечення операційної ефективності та юридичної відповідності, найбільш прагматичним рішенням є створення Національного Консорціуму на основі Консорціумного Блокчейну (наприклад, Hyperledger Fabric або Corda). Членами цього консорціуму мають стати Міністерство інфраструктури (прикордонний контроль), Державна прикордонна служба та Асоціація готельних підприємств. Цей консорціум управлятиме DID-платформою, забезпечуючи швидку та спільну верифікацію ідентифікаторів.

2. Суверенітет Даних (SSI) та Безпека: Впровадження DID дозволяє перейти до моделі Суверенної Ідентичності (Self-Sovereign Identity, SSI), де турист зберігає свої персональні дані у власному криптогаманці. При проходженні верифікації (наприклад, на кордоні чи при реєстрації в готелі) турист надає не повний набір даних, а лише мінімально необхідні Верифіковані Облікові Дані (VC), криптографічно підписані урядом (наприклад, «Вік > 18 років», «Громадянство України»). Це радикально знижує ризики витоку даних, оскільки туристичні компанії та прикордонні служби отримують лише факт підтвердження, а не самі дані, що відповідає духу GDPR і підвищує довіру міжнародних туристів.

3. Прискорення Транскордонних процедур: DID та VC є ключем до створення безперешкодного досвіду подорожей. Консорціумний блокчейн гарантує, що верифіковані облікові дані, випущені, наприклад, українською прикордонною службою, автоматично визнаються та довіряються українськими готелями та авіакомпаніями. Це дозволить прискорити процедури реєстрації в готелях та посадки в аеропортах, що є критичним фактором для підвищення якості туристичних послуг.

Технологічна адаптація та вирішення проблеми масштабованості через Layer-2. Для подолання технологічних викликів, пов'язаних із низькою пропускнуою здатністю публічних блокчейнів (TPS), модель впровадження повинна обов'язково використовувати Рішення Другого Рівня (Layer-2 solutions) та спеціалізовані консорціумні платформи.

1. Layer-2 для NFT та Платежів. Усі NFT-транзакції, пов'язані з інвестиціями та продажем квитків, мають здійснюватися на Layer-2-платформах (наприклад, Polygon, Arbitrum). Ці рішення забезпечують високу швидкість транзакцій та низькі комісії, що робить їх придатними для масового використання в туризмі, усуваючи проблему масштабованості публічних мереж. Інвестор, який купує NFT для відновлення, отримає свій токен швидко і за мінімальну ціну.

2. Інтеграція з Legacy Systems через API-шлюзи: Проблема інтеграції DLT із застарілими системами туристичних компаній вирішується через створення стандартизованих API-шлюзів. Ці шлюзи слугують мостом між традиційними централізованими базами даних (де зберігаються, наприклад, дані GDS) та незмінним блокчейном. Шлюз забезпечує односторонню фіксацію критичних даних (наприклад, підтвердження бронювання чи логістика багажу) у DLT, не вимагаючи при цьому повної переробки існуючих корпоративних ІТ-систем.

3. Використання Консорціумних рішень для логістики: У сфері ланцюгів поставок та логістики (авіаперевезення, постачання готелів) рекомендується впроваджувати готове консорціумне програмне забезпечення, як-от Hyperledger Fabric. Ця платформа, завдяки своїй модульній структурі, ідеально підходить для створення закритих, високошвидкісних мереж, де учасники (наприклад, готельні мережі) можуть спільно керувати логістичною інформацією, забезпечуючи прозорість ланцюга поставок від ферми до столу, при цьому зберігаючи комерційну конфіденційність.

Для забезпечення демократичної філософії Web3.0 та залучення малого та середнього бізнесу (МСБ) у туризмі необхідні цільові економічні механізми, спрямовані на зниження ризику та вартості впровадження DLT-платформ.

1. Подолання волатильності через стейблкоїни: Для забезпечення цінової стабільності у туристичних розрахунках пропонується повне переведення усіх платежів (бронювання, послуги) у Web3.0 на стейблкоїни (токени, прив'язані до USD або EUR). Це зніме ризики, пов'язані з волатильністю, та забезпечить

передбачуваність доходів для туристичних компаній. Юридичне визнання стейблкоїнів у фіскальній політиці України є критично важливим кроком.

2. Державна підтримка та субсидії для МСБ: Оскільки висока початкова вартість впровадження є головним бар'єром для МСБ, пропонується створення цільових державних або грантових програм для субсидування вартості:

- Аудиту Смарт-контрактів: Фінансування проведення незалежного аудиту для невеликих туристичних DAO або dApps, що підвищить їхню безпеку.
- Впровадження DID-інфраструктури: Надання МСБ грантів на інтеграцію з національним DID-консорціумом та купівлю необхідного обладнання для верифікації ідентифікаторів (наприклад, QR-сканери).
- Спільні платформи: Фінансування розробки національного відкритого коду для Web3.0-рішень, що дозволить МСБ використовувати готові, аудійовані смарт-контракти без необхідності інвестувати у власну розробку.

3. Монетизація через NFT для МСБ: Модель NFT-інвестування, розроблена у пункті 3.2, має бути адаптована для МСБ. Малі готелі можуть використовувати Фракціоновані NFT для залучення мікроінвестицій на ремонт або оновлення, а місцеві гіді – токенизувати Ексклюзивні Туристичні Маршрути (як NFT-доступ) для прямої монетизації свого контенту, минаючи посередників. Це перетворює NFT з інвестиційного інструменту у механізм прямого доходу для малого бізнесу.

Етична сталість, соціальна готовність та висновок. Успішне впровадження Web3.0 вимагає не лише технологічних та юридичних рішень, але й подолання соціальних та етичних викликів, пов'язаних із цифровою грамотністю та довірою.

1. Екологічна та етична сталість: Усі національні Web3.0-проекти мають обов'язково використовувати енергоефективні механізми консенсусу (PoS або PoA). Це є необхідною стратегією для уникнення звинувачень у «зеленому відмиванні», що може підірвати довіру міжнародних туристів, орієнтованих на

сталий туризм. Етична сталість також вимагає впровадження прозорих, аудитованих AI-протоколів у децентралізованих системах, щоб запобігти дискримінаційному ціноутворенню або упередженості алгоритмів, рішення яких фіксуються у блокчейні.

2. Освітня реформа та UX-спрощення: Для подолання бар'єру складності користувацького досвіду (UX) та дефіциту кадрів пропонується:

- Національна Освітня Програма: Впровадження курсів з DLT, NFT та Смарт-контрактів у туристичних та економічних вишах для підготовки міждисциплінарних кадрів.
- UX-Спрощення: Створення урядових або консорціумних шлюзів, які дозволять користувачам взаємодіяти з dApps без необхідності безпосереднього управління приватними ключами, спрощуючи процес до рівня Web2.0.

Шляхи впровадження блокчейн-платформ для підвищення прозорості та безпеки українського ринку туристичних послуг є комплексними, охоплюючи правову адаптацію (легалізація DAO та NFT), технологічну модернізацію (використання Layer-2 та DID-консорціуму) та економічне стимулювання МСБ. Успіх полягає у створенні національного консорціуму (Міністерство, Прикордонна Служба, Асоціації), який, використовуючи консорціумний блокчейн, забезпечить як прозорість фінансування (через DAO та On-Chain звітність), так і суверенітет та безпеку даних туристів (через DID). Це дозволить Україні перетворити Web3.0 із теоретичної інновації на стратегічний інструмент економічного відновлення та підвищення глобальної конкурентоспроможності туристичного продукту.

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано сутність концепції Web3.0 та її ключові елементи: децентралізацію та токенизацію. Аналіз засвідчив, що Web3.0 є якісним еволюційним стрибком від Web2.0, де контроль над даними та активами переходить від централізованих корпорацій до окремих користувачів. Визначено, що архітектурною основою цієї трансформації є технологія блокчейн, яка забезпечує незмінність, прозорість та автоматизацію транзакцій. Децентралізація, реалізована через DLT, є ключем до усунення посередників, що радикально знижує транзакційні витрати та підвищує рентабельність туристичних послуг. Токенизація, особливо через Невзаємозамінні Токени (NFT), формує економіку володіння, перетворюючи пасивного споживача на активного власника цифрових активів та стимулюючи ліквідність раніше неліквідних прав.

2. Визначено та проаналізовано види технологій блокчейн та їхні функціональні можливості в туризмі. На основі концепції «Трійці Блокчейну» (децентралізація, безпека, масштабованість) встановлено, що вибір архітектури (публічна, приватна чи консорціумна) визначається функціональною потребою. Публічні блокчейни (з механізмами PoS/PoW) є необхідними для забезпечення максимальної довіри, прозорості та функціонування NFT-ринку, проте мають низьку масштабованість. Приватні та Консорціумні блокчейни (з механізмами PoA/PoET) максимізують швидкість і конфіденційність, що робить їх оптимальними для міжкорпоративної співпраці, логістики та верифікації ідентифікаційних даних.

3. Проаналізовано світовий досвід застосування NFT та децентралізованих ідентифікаторів (DID) у сфері туристичних послуг. Дослідження підтвердило, що NFT використовуються для токенизації квитків та програм лояльності, перетворюючи їх на ліквідні активи, які можуть бути продані на вторинному ринку. Найбільш стратегічно важлива функція NFT – це залучення капіталу через моделі фракціонованого NFT-володіння (Fractionalized NFT). Децентралізовані

Ідентифікатори (DID), що ґрунтуються на суверенних гаманцях (Self-Sovereign Identity), визначені як ключовий інструмент для забезпечення суверенітету даних мандрівника. Впровадження DID дозволяє мінімізувати ризики витоку персональних даних, що критично важливо для дотримання міжнародних норм, як-от GDPR, і значно прискорює транскордонні процедури.

4. Досліджено інтеграцію технологій Web3.0 з метавсесвітами та штучним інтелектом у створенні туристичного досвіду. Встановлено, що Метавсесвіт є імерсивним інтерфейсом та новим каналом дистрибуції для Web3.0, пропонуючи гібридний (Phygital) досвід. NFT забезпечують право власності на віртуальні активи (землю, аватари) у Метавсесвіті. Штучний Інтелект (AI) виступає як інтелектуальний керуючий рівень, який обробляє On-Chain дані, забезпечуючи гіперперсоналізацію послуг, динамічне ціноутворення та безпеку Смарт-контрактів. Інтеграція AI з Цифровими Двійниками (Digital Twins) дозволяє прозоро моделювати та оптимізувати інфраструктуру.

5. Вивчено досвід впровадження децентралізованих автономних організацій (DAO) у туристичних спільнотах. DAO визначені як кульмінаційний інструмент Web3.0 для управління, що замінює традиційну ієрархію на колективне голосування власників токенів. Міжнародні кейси підтвердили ефективність DAO для прозорого фінансування (наприклад, управління фондами реставрації культурної спадщини), демократизації інвестицій (фракціонована власність готельними активами) та забезпечення екологічної стійкості через управління туристичними потоками.

6. Сформульовано ключові перешкоди та регуляторні виклики для розвитку Web3.0 в українському туризмі. Головною системною перешкодою є глибока регуляторна невизначеність, що проявляється у відсутності чіткої класифікації NFT (Utility vs Security) та юридичного статусу DAO, що створює неприйнятні ризики для інституційного капіталу. Серед інших бар'єрів: технологічні (низька масштабованість публічних блокчейнів та складність інтеграції з Legacy Systems), економічні (висока початкова вартість

впровадження для МСБ та волатильність криптоактивів) та соціальні (складність користувацького досвіду Web3.0 та дефіцит міждисциплінарних кадрів).

7. Розроблено модель використання NFT для залучення інвестицій та відновлення туристичних об'єктів України. Модель ґрунтується на гібридній архітектурі Публічний Блокчейн/Layer-2 та інтегрує NFT (Utility, Governance) з DAO, що виконує роль прозорого керуючого фонду. Ключові етапи моделі включають: Ідентифікацію об'єкта з високою символічною цінністю; Емісію NFT, прив'язаного до Цифрового Двійника (Digital Twin); Децентралізоване Управління DAO, де витрати затверджуються публічним голосуванням; та Механізм Ліквідності (Liquidity Pools), що забезпечує інвестору можливість швидкого продажу активу. Економічне обґрунтування моделі полягає у зниженні ризику нецільового використання коштів через вбудовану прозорість DAO.

8. Обґрунтовано шляхи впровадження блокчейн-платформ для підвищення прозорості та безпеки українського ринку туристичних послуг. Для практичної реалізації моделі та усунення системних перешкод рекомендовано:

- Законодавча Адаптація: Створення правового механізму DAO LLC та чітка класифікація NFT для залучення інституційного капіталу.
- Створення Національного Консорціуму DID: Формування Консорціумного Блокчейну (Міністерство, Прикордонна служба, Асоціації) для спільного управління Децентралізованими Ідентифікаторами (DID). Це забезпечить безпеку даних туристів (за принципом SSI) та прискорення транскордонних процедур.
- Технологічна Стратегія: Використання Layer-2 рішень для масовості транзакцій та API-шлюзів для інтеграції DLT із застарілими системами (Legacy Systems).
- Економічна Підтримка: Надання державних субсидій для МСБ на аудит Смарт-контрактів та впровадження DID-інфраструктури [53].

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості застосування розроблених рекомендацій та моделі використання NFT для

підвищення інвестиційної привабливості українських туристичних проєктів через токенизацію, одночасного зменшення залежності національних суб'єктів ринку від централізованих іноземних платформ та створення прозорих і безпечних механізмів фінансування відбудови культурної спадщини й інфраструктури. Дипломна робота підтвердила, що інтеграція Web3.0 та блокчейну є стратегічною необхідністю для українського туризму, перетворюючи його на прозорий, інвестиційно привабливий та безпечний ринок. Успіх трансформації залежить від швидкості законодавчої адаптації та готовності національних інституцій до впровадження децентралізованих архітектур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гапоненко Г.І., Василенко В.Ю. Перспективи використання технології блокчейну в туристичній галузі. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. Серія «Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм». 2019. № 10. С. 193–199.
2. Грицишин А., Міхель Р., Гурняк І. Оцінка рівня обізнаності та ставлення населення до використання криптовалют у туристичній сфері: результати опитування українських споживачів. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2025. Вип. 2(21). С. 190–202.
3. Ціна біткойна у туризмі: як криптовалюта впливає на подорожі? URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/4280/bitcoin-price-in-tourism-how-does-cryptocurrency-affect-travel#shho-take-kriptovalyuta> (дата звернення: 01.09.2025).
4. Anglen J. Embracing Novelty: Web3's Impact on Travel Experiences. URL: <https://www.rapidinnovation.io/post/embracing-novelty-web3s-impact-on-travel-experiences> (дата звернення: 01.09.2025).
5. Antal L.T., Baggio R. A critical reflection on the adoption of blockchain in tourism. *Information Technology & Tourism*. 2021. Vol. 23, № 2. P. 121–132.
6. Bhagat A., Anand A., Verma A.K., Kausha S., Mary S.P. Decentralized Hotel Rooms Booking System Using Pragma Solidity and Blockchain Technology. *Advances in Computer Science Research : Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent Computing (ICIC-6 2023)*. 2024. P. 119–124.
7. Blanc F. How can Digital Identity create a better travel experience for us all? URL: <https://amadeus.com/en/blog/articles/how-can-digital-identity-create-a-better-travel-experience-for-us-all> (дата звернення: 01.09.2025).
8. Blockchain in the Tourism Industry: A New Era of Secure and Transparent Travel Solutions. URL: <https://www.springerprofessional.de/en/blockchain-in-the-tourism-industry-a-new-era-of-secure-and-trans/51283202> (дата звернення: 01.09.2025).

9. Blockchain Infrastructure. URL: <https://zaisan.io/web3-improve-customer-loyalty-travel-industry/> (дата звернення: 16.08.2025).
10. Blockchain Technology Adoption Behavior and Sustainability of the Business in Tourism and Hospitality SMEs: An Empirical Study / G. Nuryyev and others. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, № 3. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1256> (дата звернення: 01.09.2025).
11. BloHosT: Blockchain enabled smart tourism and hospitality management / U. Bodkhe and others. *International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/333843898_BloHosT_Blockchain_Enabled_Smart_Tourism_and_Hospitality_Management (дата звернення: 01.09.2025).
12. Bolici F., Acciarini C., Marchegiani L., Pirolo L. Blockchain acceptance and adoption in the tourism industry. *Excellence in Services : 22nd International Conference*. 2019. P. 43–56.
13. Buhalis D., Leung D., Lin M. Metaverse as a disruptive technology revolutionising tourism management and marketing. *Tourism Management*. 2023. Vol. 97. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261517723000067> (дата звернення: 01.07.2025).
14. Chen S., Chan I., Xu S., Law R., Zhang M. Metaverse in tourism: drivers and hindrances from stakeholders' perspective. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10548408.2023.2227872> (дата звернення: 01.07.2025).
15. Du Y., Mohamed R., Leong Y. C. Blockchain Technology in Tourism Industry: A Bibliometric Analysis. *Journal of Management & Muamalah*. 2024. Vol. 14, № 2. P. 1–23. URL: https://www.researchgate.net/publication/386286100_Blockchain_Technology_in_Tourism_Industry_A_Bibliometric_Analysis (дата звернення: 01.07.2025).

16. Emirates Airlines. Emirates starts a loyalty system of clients on a blockchain. URL: <https://www.ledgerinsights.com/emirates-airline-to-launch-nfts/> (дата звернення: 15.09.2025).
17. European Commission. Blockchain technology for smart city and smart tourism: latest trends and challenges. URL: <https://nchr.elsevierpure.com/en/publications/blockchain-technology-for-smart-city-and-smart-tourism-latest-tre/> (дата звернення: 15.09.2025).
18. Funes. The future of sustainable tourism using blockchain. URL: <https://funes.world/> (дата звернення: 15.09.2025).
19. González-Mendes S., García-Muiña F.E., González-Sánchez R. Blockchain revolution in the tourism industry: A semi-systematic literature review. *European Journal of Tourism Research*. 2024. Vol. 37. P. 1–23. URL: https://www.researchgate.net/publication/379801722_Blockchain_revolution_in_the_tourism_industry_A_semi-systematic_literature_review (дата звернення: 01.07.2025).
20. González-Mendes S., González-Sánchez R., Costa C., García-Muiña F. Factors influencing blockchain adoption in the tourism industry: an empirical study. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537325.2024.2389131?af=R> (дата звернення: 01.07.2025).
21. Goode Intelligence. Travel digital identity: seamless powered by digital identity. URL: <https://www.goodeintelligence.com/report/travel-digital-identity-seamless-powered-by-digital-identity/> (дата звернення: 15.09.2025).
22. How Crypto is Unlocking a New Era of Travel. URL: <https://www.triple-a.io/blog/digital-currency-payments-travel-hospitality> (дата звернення: 15.07.2025).
23. How Web3 is transforming the hotel industry. URL: https://www.linkedin.com/posts/riseandfame_web3-trends-shaping-hospitality-activity-7355614714300661760-PA_v (дата звернення: 15.06.2025).

24. IDTechWire. Biometric digital identity in travel industry to hit \$72B revenue by 2028. URL: <https://idtechwire.com/biometric-digital-identity-in-travel-industry-to-hit-72b-revenue-by-2028/> (дата звернення: 15.10.2025).
25. Jeju Tourism Organization. NFTs in tourism: Jeju island's bold move to attract gen z travelers. URL: <https://www.platinumcryptoacademy.com/cryptocurrency-investment/nfts-in-tourism-jeju-islands-bold-move-to-attract-gen-z-travelers> (дата звернення: 15.07.2025).
26. Kupi M., Kundi V., Szabo T. Deciphering the Cryptocurrency Impact on Tourism Dynamics: Legal Insights from Spain, France, Croatia, and the Netherlands. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=4667379> (дата звернення: 15.07.2025).
27. Kwok A. O. J., Koh S. G. M. Is blockchain technology a watershed for tourism development? *Current Issues in Tourism*. 2019. Vol. 22, № 20. P. 2447–2452.
28. LinkedIn. How can DAOs be used to make tourism more decentralized. URL: <https://www.linkedin.com/advice/3/how-can-daos-used-make-tourism-more-decentralized-skills-blockchain-fd8ge> (дата звернення: 15.07.2025).
29. Moldstud. Successful blockchain solutions: case studies from leading hospitality brands. URL: <https://moldstud.com/articles/p-successful-blockchain-solutions-case-studies-from-leading-hospitality-brands> (дата звернення: 15.10.2025).
30. More Than Digital. Decentralized autonomous organizations (DAO) explained. URL: <https://morethandigital.info/en/decentralized-autonomous-organizations-daos-explained/> (дата звернення: 15.10.2025).
31. OpenDue. Growth trends of crypto payments in tourism and other economic sectors. URL: <https://www.opendue.com/blog/growth-trends-of-crypto-payments-in-tourism-and-other-economic-sectors> (дата звернення: 15.10.2025).
32. PhocusWire. Cryptocurrency rise in travel. URL: <https://www.phocuswire.com/cryptocurrency-rise-travel> (дата звернення: 15.09.2025).

33. PhocusWire. The emergence of Web3 in the travel industry. URL: <https://www.phocuswire.com/emergence-web3-in-travel-industry> (дата звернення: 16.09.2025).
34. Pradana M., Shiang C., Abdullah K., Saputri M., Nabila F. Revisiting non-fungible token (NFT) research trends: a bibliometric study and future research directions. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2025.2469764> (дата звернення: 16.09.2025).
35. Privalov M. How to Start a Crypto Startup: 10 Steps to Your Cryptocurrency Company. URL: <https://peiko.space/blog/article/how-to-start-a-crypto-business> (дата звернення: 16.09.2025).
36. Rashideh W. Blockchain technology framework: Current and future perspectives for the tourism industry. *Tourism Management*. 2020. Vol. 80. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261517720300510> (дата звернення: 15.09.2025).
37. RWA Inc Partners with Staynex: Bringing Web3 Innovation to the Travel Industry. URL: <https://www.rwa.inc/post/rwa-inc-partners-with-staynex> (дата звернення: 16.07.2025).
38. SAGE Pub. Embracing novelty: The rise of Web3.0 in travel. URL: <https://www.sagepub.com/doi/abs/10.1177/20438869231219517> (дата звернення: 16.07.2025).
39. Sánchez-Amboage E., Crespo-Pereira V., Membiela-Pollán M., Jesús Faustino J. P. Tourism marketing in the metaverse: A systematic literature review, building blocks, and future research directions. *PLoS ONE*. 2024. Vol. 19, № 5. P. 1–22. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0300599&type=printable> (дата звернення: 01.07.2025).
40. Slep. Slep.io launches world's first Web3 hotel booking platform. URL: <https://web3gpt.io/slep-io-launches-worlds-first-web3-hotel-booking-platform/> (дата звернення: 15.10.2025).

41. Slupskiy D. Research of \$20 billion profit potential in metaverse tourism. URL: <https://eventyr.pro/blog/research-of-20-billion-profit-potential-in-metaverse-tourism/> (дата звернення: 16.10.2025).
42. The Future of Travel Web 3.0. URL: <https://rejolut.com/blog/web-3-0-and-travels/> (дата звернення: 16.10.2025).
43. The role of AI and Web 3.0 in creating smart destinations. URL: <https://web3tour.eu/en/news/2024062807103702/the-role-of-ai-and-web-3-0-in-creating-smart-destinations/> (дата звернення: 16.08.2025).
44. Travel & Technology Association. Cryptocurrency and travel: how digital assets are changing tourism and payment abroad. URL: <https://heybus.com.ua/en/news/kriptovalyuta-ta-podorozhi-yak-tsifrovi-aktivizminyuyut-turizm-ta-oplatu-za-kordonom> (дата звернення: 15.10.2025).
45. Treiblmaier H., Leung D., Kwok A., Tham Min-En A. Cryptocurrency adoption in travel and tourism - an exploratory study of Asia Pacific travellers. URL: https://www.researchgate.net/publication/348018889_Cryptocurrency_adoption_in_travel_and_tourism_-_an_exploratory_study_of_Asia_Pacific_travellers (дата звернення: 08.09.2025).
46. Truyols M. Unlocking the Potential of Blockchain Technology in Travel. URL: <https://mize.tech/blog/unlocking-the-potential-of-blockchain-technology-in-travel/> (дата звернення: 15.10.2025).
47. Tyan I., Yagüe M.I., Guevara-Plaza A. The benefits of blockchain technology for medical tourism. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, № 22. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/22/12448> (дата звернення: 15.10.2025).
48. Vistro D., Farooq S., Rehman A., Bilal M. A framework for the promotion of tourism industry using blockchain technology. *3rd International Conference on Integrated Intelligent Computing Communication & Security (ICIIC 2021)*. 2021. P. 568–572.
49. «Web3 in Travel»: The Web3 in Travel Conference (Umbria, Italy 2024). URL: <https://web3intravel.com/the-web3-in-travel-conference/the-web3-in-travel-conference-umbria-italy-2024/> (дата звернення: 16.09.2025).

50. Web3 travel industry: How blockchain impacts booking. URL: <https://zaian.io/web3-travel-industry/> (дата звернення: 16.09.2025).
51. Willie P. Can all sectors of the hospitality and tourism industry be influenced by the innovation of blockchain technology? *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*. 2019. Vol. 11, № 2. P. 112–120.
52. Xu M., Chen X. Kou G. A systematic review of blockchain. *Financial Innovation*. 2019. Vol. 5, No. 1. P. 1–14. URL: <https://jfin-swufe.springeropen.com/articles/10.1186/s40854-019-0147-z> (дата звернення: 16.09.2025).