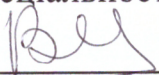


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи магістра
на тему: «Методи та технології захисту візуальних
активів»

Виконав студент 2-го курсу, групи КБм-22-1
спеціальності 125 «Кібербезпека»

 В.В. Макарчук

Керівник, доцент кафедри КН, к.т.н., доцент

 І.І. Сугоняк

Рецензент, професор кафедри КН, д.т.н., професор

 В.П. Квасніков

Житомир – 2024

Державний університет «Житомирська політехніка»

Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій

Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

Спеціальність 125 «Кібербезпека»

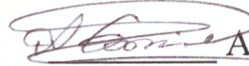
Освітня програма «Кібербезпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри комп'ютерної

інженерії та кібербезпеки

 Андрій Єфіменко

05 березня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на випускн кваліфікаційну роботу

Студент: Макарчук Владислав Валерійович

Тема роботи: Методи та технології захисту візуальних активів

Затверджена Наказом університету від «5» березня 2024 р. № 96/с

Термін здачі студентом закінченої роботи 24 квітня 2024 р.

Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження):

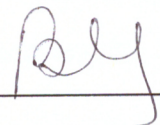
Об'єктом дослідження є новітні методи та технології захисту візуальних активів. Предметом дослідження є технологія NFT яка допоможе забезпечити максимальний захист візуальних активів.

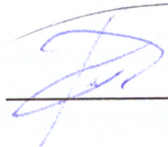
Обладнання та програмне забезпечення:

1. Visual Studio Code
2. Solidity
3. NFT
4. HardHat
5. NextJS

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Сугоняк І.І.	5.03.2024	05.03.2024
2	Сугоняк І.І.	18.03.2024	05.03.2024
3	Сугоняк І.І.	10.04.2024	05.03.2024

Студент  Макарчук В.В.

Керівник  Сугоняк І.І.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання	05.03.2024	виконано
2	Розробка плану роботи	06.03.2024	виконано
3	Розробка розгорнутого плану	09.03.2024	виконано
4	Подача чернетки керівнику для перевірки	11.03.2024	виконано
5	Доопрацювання роботи та перевірка керівником	13.03.2024	виконано
6	Затвердження графічних матеріалів у керівника	18.03.2024	виконано
7	Проведення попереднього захисту	10.04.2024	виконано
8	Отримання відгуку керівника	15.04.2024	виконано
9	Допуск завідувача кафедри	25.04.2024	виконано
10	Подання роботи на рецензування	25.04.2024	виконано

Студент  В.В. Макарчук
Керівник  І.І. Сугоняк

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ NFT ТА ВІЗУАЛЬНИХ АКТИВІВ.....	7
1.1. Визначення візуальних активів.....	7
1.2. Технології NFT для захисту візуальних активів.....	16
1.3. Сучасні методи захисту візуальних активів.....	
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ NFT.....	
2.1. Смарт-контракти та їх роль у захисті візуальних активів.....	
2.2. Огляд платформ для створення NFT (Ethereum, Flow, Tezos).....	
2.3. Порівняльний аналіз платформ з точки зору безпеки та функціональності..	
РОЗДІЛ 3. Реалізація проєкту NFT маркетплейсу.....	
3.1. Аналіз програмного забезпечення необхідного для реалізації проєкту.....	
3.2. Реалізація проєкту.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Поява невзаємозамінних токенів (NFT) зумовила необхідність розробки складних методологій і технологічних рамок для захисту цифрових візуальних активів. У цифровій екосистемі ці ресурси вразливі до несанкціонованого відтворення, розповсюдження та порушення прав, що підриває їхню внутрішню цінність. Суть захисту NFT полягає у використанні криптографічних принципів і технології блокчейн для підтвердження та збереження унікальності, права власності та походження цифрових артефактів.

Дослідження має на меті висвітлити різноманітні підходи, що охоплюють криптографічні алгоритми, системи управління цифровими правами (DRM) та правові структури інтелектуальної власності (ІВ), які в сукупності зміцнюють безпеку та цілісність активів NFT. Криптографічні механізми, притаманні технології блокчейн, такі як хеш-функції та цифрові підписи, забезпечують фундаментальний рівень для перевірки автентичності та права власності. Водночас, технології DRM пропонують додаткові рівні контролю та правозастосування, обмежуючи несанкціонований доступ та використання цифрового контенту. Інтеграція законів про інтелектуальну власність з технологіями цифрових реєстрів представляє нову парадигму для забезпечення дотримання та управління правами у віртуальному просторі. Така синергія між правовими рамками та технологічними рішеннями має вирішальне значення для вирішення проблем, пов'язаних з цифровим відтворенням та розповсюдженням унікальних активів.

Захист NFT - це міждисциплінарна діяльність, яка вимагає поєднання передових криптографічних методів, правових принципів і технологічних інновацій. Такий комплексний підхід забезпечує захист цифрових візуальних активів у межах незмінної та децентралізованої інфраструктури мереж блокчейн.

Актуальність теми дослідження зумовлена стрімким розвитком цифрових технологій, зростанням значення візуального контенту в сучасному цифровому просторі та необхідністю ефективного захисту авторських прав і інтелектуальної власності. Візуальні активи, які включають зображення, відео, цифрове мистецтво та інші форми візуального контенту, стають ключовим елементом багатьох сфер діяльності - від реклами і маркетингу до освіти та розваг. Розвиток технологій блокчейн та поява невзаємозамінних токенів (NFT) відкриває нові можливості для верифікації, аутентифікації та захисту візуальних активів. NFT забезпечують унікальність та невід'ємність прав на цифрові об'єкти, що робить їх незамінним інструментом у сфері цифрового мистецтва та колекціонування. Водночас, зі зростанням популярності цифрових активів зростає і кількість викликів та загроз, пов'язаних з їх захистом. Проблеми цифрового піратства, нелегального копіювання та розповсюдження, а також необхідність забезпечення юридичної захищеності прав на цифрові об'єкти вимагають постійного розвитку методів та технологій захисту візуальних активів.

Тому дослідження сучасних методів та технологій захисту візуальних активів, аналіз існуючих платформ для створення та захисту NFT, а також розгляд перспектив розвитку цих технологій є надзвичайно актуальними для забезпечення безпеки та правової захищеності цифрових активів у мережі.

Метою дослідження є аналіз ефективних методів та технологій, які забезпечують захист візуальних активів у цифровому просторі, з акцентом на використання невзаємозамінних токенів (NFT) та інших інноваційних цифрових рішень.

Для досягнення визначеної мети перед дослідженням поставлено наступні **завдання**:

1. аналіз основних понять, історичного розвитку та технологічної основи візуальних активів і NFT;

2. огляд та аналіз сучасних методів і технологій захисту, зокрема шифрування, водяних знаків, стеганографії, з метою ідентифікації найефективніших підходів;
3. аналіз механізмів смарт-контрактів і їх застосування для автоматизації процесів управління правами та ліцензіями на візуальні активи;
4. оцінка можливостей, безпеки та функціональності популярних блокчейн-платформ, таких як Ethereum, Flow, Tezos, у контексті створення та захисту NFT;
5. дослідження потенційних ризиків, юридичних та технічних проблем, пов'язаних із використанням NFT для захисту візуальних активів;
6. дослідження потенціалу новітніх технологій, таких як штучний інтелект, у контексті покращення методів захисту та верифікації візуальних активів.

Об'єктом дослідження є процеси створення, розповсюдження, захисту та управління візуальними активами в цифровому середовищі.

Предметом дослідження є методи та технології захисту візуальних активів.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та синтез, компаративний аналіз (порівняльний аналіз), аналіз випадків (case study), юридичний аналіз.

Наукова новизна полягає у глибокому аналізі взаємодії між сучасними технологіями захисту візуальних активів і традиційними методами їх правового захисту. Дослідження освітлює, як інтеграція блокчейн технологій і NFT може оптимізувати процеси аутентифікації, верифікації та управління авторськими правами, а також вносить вагомий вклад у розробку методологічних підходів до оцінки ефективності цих технологій у контексті захисту інтелектуальної власності. Крім того, робота розширює розуміння потенційних юридичних і етичних викликів, пов'язаних із застосуванням NFT для захисту візуальних активів, та пропонує

рекомендації щодо їх вирішення в межах чинних нормативно-правових рамок.

Практичне значення полягає в розробці конкретних рекомендацій для власників візуальних активів, розробників, правових фахівців та політиків щодо впровадження та використання сучасних технологій захисту, зокрема блокчейну та NFT. Результати дослідження допоможуть вдосконалити методи захисту візуальних активів, забезпечити їхню надійність і доступність, а також сприятимуть формуванню правового поля для регулювання використання цифрових технологій у сфері інтелектуальної власності. Окрім того, дослідження може слугувати основою для подальших наукових робіт і розробок у цій галузі, сприяючи розвитку цифрової економіки та культури.

Структура роботи: Робота складається із чотирьох розділів, висновків та списку використаної літератури. Загальний обсяг – 100 сторінки: основний текст – 90 сторінки, список використаних джерел – 84 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ NFT ТА ВІЗУАЛЬНИХ АКТИВІВ

1.1. Визначення візуальних активів

У сучасному контексті, візуальні активи — це елементи візуального контенту, які використовуються організаціями, брендами, та індивідуальними творцями для передачі повідомлень, ідей, або емоцій. Візуальні активи охоплюють широкий спектр форматів, включаючи, але не обмежуючись, зображеннями, відео, анімацією, інфографікою, логотипами, іконами та графічними елементами дизайну. Вони є ключовими інструментами в сучасній візуальній комунікації, дозволяючи передавати складні концепції або повідомлення більш прямо та емоційно, ніж це можливо було б за допомогою тексту або мовлення. Ефективність візуальних активів полягає у їх здатності миттєво привертати увагу та викликати емоційну реакцію у споживачів, що робить їх незамінними в маркетингу, рекламі, освіті та розвагах. Вони дозволяють брендам створювати впізнавану ідентичність, підсилюють сприйняття та запам'ятовування інформації, а також сприяють залученню та взаємодії з аудиторією на глибшому рівні [1].

Історія візуальних активів є захоплюючою подорожжю через час, що відображає не тільки еволюцію людської креативності та технологічного прогресу, але й зміни у способах нашого спілкування та взаємодії зі світом. Від давніх часів, коли перші люди використовували наскальні малюнки для розповіді історій та передачі знань, до сучасного віку цифрових медіа, візуальні активи були невід'ємною частиною нашого культурного та комунікативного ландшафту. У первісних цивілізаціях наскальні малюнки та ієрогліфи були одними з перших форм візуального спілкування, де зображення використовувалися не лише як художній вираз, але й як засіб передачі важливих повідомлень, ритуалів чи історій. Ці ранні візуальні засоби дозволяли людям зберігати та передавати знання наступним

поколінням, надаючи цінну інформацію про їхнє життя, вірування та середовище.

З винаходом писемності та пізніше друкарського верстата, візуальні активи почали переживати значну еволюцію. Літературні тексти, збагачені ілюстраціями, картами та іншими графічними елементами, стали широко доступними, що революціонізувало передачу знань та ідей. Ілюстрації та карти, які доповнювали текстові матеріали, не тільки полегшували розуміння складних концептів, але й відігравали ключову роль у розвитку науки, освіти та мистецтва [2].

Протягом 19 та 20 століть, поява фотографії та кінематографа принесла нову еру у розвиток візуальних активів. Фотографія дозволила фіксувати моменти з безпрецедентною точністю, а кіно створило зовсім новий спосіб розповіді історій через рухомі зображення. Ці технології не тільки змінили мистецтво та розваги, але й стали могутніми інструментами в журналістиці, освіті та рекламі, дозволяючи візуальним активам досягати нових рівнів впливу та доступності. Цифрова революція та широке поширення інтернету в кінці 20-го століття радикально трансформували візуальні активи, роблячи створення, розповсюдження та споживання візуального контенту доступним як ніколи раніше. Цифрові інструменти та платформи, такі як фотошоп, соціальні мережі та мультимедійні вебсайти, розширили можливості візуальної комунікації, дозволяючи як професіоналам, так і аматорам легко створювати та ділитися візуальним контентом [3].

Сучасні технології, такі як штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, відкривають нові горизонти для візуальних активів, створюючи ще більш інтерактивні візуальні досвіди. Ці інновації не тільки змінюють спосіб, яким ми сприймаємо та взаємодіємо з візуальним контентом, але й мають потенціал революціонізувати навчання, розваги, маркетинг та багато інших сфер нашого життя. Візуальна комунікація займає центральне місце в середовищі сучасного суспільства, обіймаючи критичну роль у передачі

інформації, ідей та емоцій. Цей вид комунікації втілює в собі використання візуальних активів, таких як зображення, графіки, символи та відео, які служать не лише інструментами для представлення даних, але й могутніми засобами для залучення та впливу на аудиторію. Під час створення візуальних повідомлень, візуальна комунікація спирається на низку принципів дизайну, включаючи, але не обмежуючись композицією, кольоровою гармонією, контрастом та ієрархією, що дозволяє створювати не просто привабливі, але й змістовні візуальні повідомлення. Ці принципи дизайну слугують основою для створення візуальної гармонії та організації, які сприяють кращому сприйняттю та розумінню інформації з боку аудиторії. Композиція забезпечує збалансоване розміщення елементів у просторі, тоді як кольорова гармонія створює візуально привабливий та емоційно насичений досвід. Контраст використовується для привертання уваги до ключових елементів, а ієрархія встановлює порядок читання та сприйняття візуального контенту [4].

Візуальна комунікація знаходить своє застосування у широкому спектрі сфер, від наукових презентацій, де складні дані та концепції представлені через графіки та діаграми для полегшення розуміння, до рекламних кампаній, де візуальні активи використовуються для створення емоційного зв'язку з аудиторією та спонукання до дії. У сфері освіти, візуальні засоби, такі як інфографіка та навчальні відео, сприяють кращому засвоєнню матеріалу, в той час як у художніх виставках візуальне мистецтво стає засобом для виразу ідей та емоцій [4].

Суттєвість візуальної комунікації у сучасному світі зумовлена високою швидкістю сприйняття та обробки візуальної інформації людським мозком. Візуальні активи, здатні миттєво привертати увагу та викликати глибокі емоційні реакції, є ключем до ефективної комунікації в інформаційно насиченому середовищі, де конкуренція за увагу аудиторії є високою. Ця здатність візуальних активів переконливо передавати повідомлення не лише

збільшує залученість аудиторії, але й сприяє глибшому розумінню та запам'ятовуванню інформації.

У контексті сучасної епохи, де візуальний контент є повсюдним від соціальних мереж до цифрових рекламних табло, важливість візуальної комунікації лише зростає. Вона не лише формує спосіб, яким ми сприймаємо навколишній світ, але й впливає на наші уподобання, рішення та поведінку, підкреслюючи її вагомість як могутнього засобу впливу та інструменту залучення у руках творців контенту, маркетологів, освітян.

Класифікація візуальних активів відіграє ключову роль у розумінні та ефективному використанні цих інструментів в комунікації, дизайні та маркетингу. Візуальні активи можуть бути різноманітними, від простих зображень та текстових блоків до складних інтерактивних елементів, що вимагає узагальнення та систематизації для кращого застосування [5].

Візуальні активи можуть бути класифіковані за різними параметрами, але одним з найбільш фундаментальних є їх поділ за формою та функцією. Форма відноситься до зовнішнього вигляду візуального активу - чи це зображення, відео, графік, діаграма, інфографіка, текстовий блок, іконка, чи інтерактивний елемент. Функція ж вказує на призначення візуального активу - чи це має на меті інформування, переконання, розважання, навчання, чи залучення [6]. Зображення, як основні візуальні активи, можуть бути поділені на фотографії, ілюстрації та малюнки. Фотографії часто використовуються для документального відображення реальності, тоді як ілюстрації та малюнки - для стилізованого представлення ідей або концептів. Відео та анімації служать для розповіді історій та демонстрації процесів у динамічному форматі. Графіки та діаграми є незамінними для представлення статистичних даних та складних інформаційних структур, у той час як інфографіки поєднують текст, зображення та дані для комплексного представлення інформації. Інтерактивні елементи, такі як веб-сайти, програми та

інтерактивні інфографіки, вносять елемент взаємодії та залучення, дозволяючи користувачам більш глибоко взаємодіяти з контентом [3].

Наступним важливим критерієм класифікації є поділ на статичні та динамічні візуальні активи. Статичні активи, такі як фотографії, ілюстрації, графіки та текстові блоки, не змінюються з часом і не вимагають взаємодії для розкриття свого змісту. Вони є основою традиційного графічного дизайну та візуальної комунікації, пропонуючи простоту та безпосередність у передачі інформації. Натомість динамічні активи, як-от відео, анімації та інтерактивні елементи, містять елемент часу або взаємодії, що робить їх змістовно багатшими та більш залучаючими. Відео та анімації можуть розповідати історії та демонструвати процеси у спосіб, недоступний статичним зображенням. Інтерактивні елементи, в свою чергу, залучають користувачів до активної участі, дозволяючи їм впливати на представлення та взаємодіяти з контентом у реальному часі [7].

Остання велика категорія - це розрізнення між цифровими та фізичними візуальними активами. Цифрові активи існують у електронному форматі та призначені для перегляду на цифрових пристроях, таких як комп'ютери, смартфони та планшети. Вони мають переваги у вигляді легкості розповсюдження, можливості інтерактивності та здатності до швидкого оновлення. Цифрові візуальні активи є основою сучасного веб-дизайну, цифрового маркетингу та онлайн-освіти. Фізичні візуальні активи, як-от друковані матеріали, білборди, корпоративна поліграфія та упаковка, існують у матеріальному світі та взаємодіють з аудиторією через безпосередній фізичний контакт або візуальне сприйняття. Вони мають свої переваги у формі тривалого впливу, високої якості друку та здатності досягати широкої аудиторії в реальному просторі [2]. У сукупності, ці категорії дозволяють глибше зрозуміти різноманітність візуальних активів, їх можливості та обмеження, а також найкращі способи їх застосування для досягнення комунікаційних цілей. Вибір між статичними та динамічними, цифровими та

фізичними форматами залежить від контексту та завдань, що стоять перед дизайнером або маркетологом, а також від ресурсів і аудиторії, до якої спрямовано повідомлення [].

У сучасному медіа-просторі візуальні активи відіграють вирішальну роль, значно впливаючи на сприйняття брендів, їхню ідентичність, а також стаючи ключовими елементами в маркетингу, рекламі та присутності в соціальних мережах. Візуальна комунікація не лише передає інформацію та повідомлення більш ефективно, але й викликає емоційну реакцію та створює глибше зв'язок між брендами та їхніми аудиторіями [1].

У формуванні сприйняття бренду та його ідентичності, візуальні активи відіграють фундаментальну роль. Від логотипів та фірмових кольорів до рекламних кампаній та упаковки продукції - всі ці елементи впливають на те, як споживачі сприймають бренд, які асоціації вони з ним формують. Якісно розроблені візуальні активи допомагають бренду виділитися на ринку, створюють його унікальний образ та сприяють формуванню впізнаваної брендової ідентичності. Логотипи, як візуальний символ бренду, забезпечують миттєве впізнання та можуть викликати широкий спектр асоціацій та емоцій. Колірна палітра, шрифти та інші дизайнерські елементи, у свою чергу, допомагають створити цілісне враження та передати ключові цінності та особистість бренду. Консистентність у використанні візуальних активів по всіх точках контакту з аудиторією - від вебсайту до соціальних мереж, від реклами до пакування продукції - важлива для підтримання впізнаваності та довіри до бренду [8].

У маркетингу та рекламі візуальні активи використовуються для привертання уваги, передачі інформації та впливу на рішення споживачів. Вони дозволяють не тільки інформувати про продукт чи послугу, але й створюють емоційний зв'язок з аудиторією, спонукаючи до покупки. Візуальні активи, такі як якісні зображення продуктів, привабливі банери, відео та інфографіки, можуть значно підвищити ефективність рекламних

кампаній. У контексті маркетингу контенту, де зміст короля, візуальні активи служать потужним доповненням до текстового контенту, роблячи його більш залучаючим та легшим для сприйняття. Вони допомагають висвітлити ключові переваги продукту чи послуги, демонструвати їх використання у реальному житті та навіть пояснити складні концепції чи процеси за допомогою інфографік або відео-інструкцій [4].

Соціальні мережі стали одним з основних полів бою за увагу споживачів, де візуальні активи відіграють вирішальну роль у залученні та взаємодії з аудиторією. Від Instagram і Pinterest, що є високо візуальними платформами, до Facebook та Twitter, де візуальний контент також значно підвищує залученість - якісні, привабливі та цільові візуальні активи є ключем до виділення. Візуальний контент у соціальних мережах допомагає брендам розповісти свою історію, поділитися моментами з життя компанії, продемонструвати продукти в дії та навіть безпосередньо взаємодіяти з аудиторією через історії, живі трансляції та інші інтерактивні формати. Це створює більш особистісне та емоційне сприйняття бренду, сприяє зростанню лояльності та підтримує створення спільноти навколо бренду [5].

Визначення ефективності візуальних активів залежить від кількох критеріїв, серед яких [7, 8]:

1. Залученість аудиторії. Міра, до якої візуальні активи здатні привернути увагу цільової аудиторії та спонукати до взаємодії. Це може включати показники, такі як час перегляду, кількість кліків або реакцій.
2. Пам'ятність: Спроможність візуального активу залишитися в пам'яті аудиторії. Високий рівень пам'ятності підвищує ймовірність того, що споживачі згадають бренд, коли стануть перед вибором.
3. Передача повідомлення: Ефективність, з якою візуальні активи передають бажане повідомлення або інформацію, чи це просування продукту, освітній контент або брендові цінності.

4. Естетична привабливість: Оцінка візуальної привабливості активів та їх відповідності цільовій аудиторії та брендовій ідентичності.

5. Конверсія та ROI: Вимірювання, наскільки ефективно візуальні активи сприяють досягненню конкретних бізнес-цілей, таких як продажі, реєстрації або підписки.

Для оцінки візуальних активів використовуються різні аналітичні інструменти та методології [3,5]:

1. А/Б тестування: Спосіб порівняння двох версій візуальних активів для визначення, яка з них ефективніше спонукає до бажаної дії аудиторії.

2. Веб-аналітика: Інструменти, такі як Google Analytics, дозволяють відстежувати взаємодію користувачів з візуальними активами на вебсайті, оцінювати їхню залученість та вплив на конверсію.

3. Емоційний аналіз: Використання програмного забезпечення для аналізу реакцій аудиторії на візуальний контент, що може включати вивчення виразів обличчя, мови тіла та інших невербальних сигналів.

4. Опитування та групи фокусу: Збір зворотного зв'язку від реальної аудиторії щодо їх сприйняття та реакцій на візуальні активи.

Один із виразних прикладів використання візуальних активів у маркетинговій кампанії - це реклама компанії Apple. Використовуючи мінімалістичний дизайн і сильні візуальні образи, Apple створює впізнавані та емоційно заряджені реклами, які відображають ключові цінності бренду - інноваційність, простоту та елегантність. Аналіз успіху таких кампаній показує, що консистентність візуальної комунікації та зосередженість на емоційному зв'язку з аудиторією можуть значно підвищити впізнаваність бренду та лояльність споживачів.

Інший приклад - це використання Coca-Cola візуальних активів у своїй кампанії «Поділися Кока-Колою». Використовуючи персоналізовані пляшки з іменами, бренд стимулював споживачів ділитися своїми моментами щастя у

соціальних мережах, використовуючи візуальний контент. Ця кампанія показала, як візуальні активи можуть сприяти залученню та активізації аудиторії, перетворюючи споживачів на послів бренду.

У сукупності, методи оцінки та аналізу візуальних активів, разом з розумінням критеріїв ефективності та використанням правильних аналітичних інструментів, є життєво важливими для розробки та реалізації успішних візуальних маркетингових кампаній. Вивчення кейс-стаді успішних кампаній дозволяє глибше зрозуміти, як ефективно використовувати візуальні активи для досягнення бізнес-цілей та побудови міцного зв'язку з аудиторією.

Візуальні активи є потужним засобом комунікації, який глибоко впливає на емоційний стан та психологічні процеси споживачів, формуючи їхнє сприйняття та впливаючи на процес прийняття рішень. Цей вплив зумовлений прямим та інтуїтивним характером візуального контенту, що дозволяє ефективно передавати повідомлення та викликати миттєві реакції. Емоційний вплив візуальних активів не можна недооцінювати. Зображення, які ми бачимо, можуть миттєво викликати радість, здивування, співчуття або навіть занепокоєння, залежно від їхнього контексту та змісту. Ці емоції, у свою чергу, грають вирішальну роль у формуванні нашого ставлення до брендів та продуктів. Наприклад, емоційно насичені візуальні кампанії, які демонструють людські історії або моменти щастя, можуть зміцнити емоційний зв'язок між споживачем та брендом, забезпечуючи високий рівень лояльності та впізнаваності [4].

Психологічний вплив візуальних активів також має значне значення. Вони не лише формують перше враження, але й можуть впливати на наші переконання та цінності. Візуальний контент, що містить сильні символи або асоціації, може посилити ідентифікацію споживача з брендом та його продуктами. Наприклад, використання зображень природи в рекламі

екологічних продуктів може посилити сприйняття бренду як відповідального та зблизити його з цінностями споживачів, які піклуються про довкілля.

Вплив на процес прийняття рішень також є ключовим аспектом візуальних активів. Візуальна привабливість продуктів та рекламних матеріалів може значно спростити вибір споживачів, навіть якщо вони не мають повної інформації про продукт. Яскравий та цікавий візуальний дизайн може привернути увагу та змусити споживачів звернути увагу на продукт серед множини інших. Крім того, використання певних кольорів та форм може впливати на сприйняття продукту, наприклад, червоний колір асоціюється з активністю та енергією, що може стимулювати споживачів до швидких покупок [6]. На основі цього аналізу можна зробити висновок, що візуальні активи мають глибокий вплив на емоційний стан, психологічне сприйняття та поведінку споживачів. Для оптимізації впливу візуального контенту брендам слід уважно підходити до вибору зображень, кольорів та загального візуального стилю, забезпечуючи їх відповідність цільовій аудиторії та брендовим цінностям. Ефективне використання візуальних активів може не тільки покращити сприйняття бренду, але й значно підвищити відданість та задоволеність споживачів [5].

Отже, візуальні активи відіграють критичну роль у сучасному медіа-просторі, глибоко впливаючи на емоційний стан, психологічні процеси, та поведінку споживачів. Їх здатність миттєво привертати увагу та викликати різноманітні емоції робить візуальний контент потужним інструментом у руках маркетологів та брендів. Візуальні активи не лише сприяють кращому запам'ятовуванню брендів та їхніх продуктів, але й значно впливають на рішення споживачів, що підкреслює їх важливість для ефективної маркетингової стратегії.

Ефективне використання візуальних активів вимагає від брендів не тільки креативності, але й глибокого розуміння своєї цільової аудиторії та психології сприйняття. Вибір правильних зображень, кольорів, форм та

композиції може значно покращити комунікацію з аудиторією, створюючи міцний емоційний зв'язок та підвищуючи лояльність до бренду.

1.2. Технології NFT для захисту візуальних активів

Концепція невзаємозамінних токенів (NFT) бере свій початок з унікальної можливості блокчейн технології створювати неподільні, унікальні цифрові активи, що мають підтверджену власність та історію. Ідея використання блокчейну не тільки як засобу для проведення транзакцій, а й для створення унікальних цифрових активів, почала набирати обертів у середині 2010-х років.

Першими значними експериментами в цій області можна вважати проекти, як-от «Colored Coins» та «Counterparty», що дозволяли прив'язувати реальні активи або їх віртуальні представлення до конкретних біткоїнів. Ці проекти забезпечили основу для розуміння потенціалу та можливостей NFT, хоча вони і не досягли широкого поширення [9].

Проект «CryptoPunks», розроблений Larva Labs у 2017 році, став одним з перших і найяскравіших прикладів потенціалу невзаємозамінних токенів (NFT) у цифровому світі. Цей проект представляв собою колекцію з 10 000 унікальних цифрових персонажів, кожен з яких був створений за допомогою спеціального алгоритму, що забезпечував їхню неповторність і унікальність. Персонажі «CryptoPunks» були не просто зображеннями, а цифровими активами, закодованими на блокчейні Ethereum, що дозволяло перевірити їх автентичність та історію власності. Ця колекція швидко завоювала популярність серед колекціонерів і ентузіастів криптовалюти, ставши культовим явищем у світі NFT і заклавши основу для подальшого розвитку цифрового мистецтва та колекціонування [10].

Незабаром після успіху «CryptoPunks», у кінці 2017 року, було запущено ще один проект, що зробив значний вплив на світ NFT — «CryptoKitties» [11]. Цей проект пропонував унікальний досвід, дозволяючи

гравцям купувати, збирати, розводити та продавати віртуальних котиків, кожен з яких також був унікальним NFT на блокчейні Ethereum. «CryptoKitties» вирізнявся тим, що кожен котик мав свої унікальні генетичні характеристики, що передавалися від покоління до покоління, створюючи складну систему спадковості та різноманітності. Ця гра швидко стала популярною, викликала ажіотаж у мережі Ethereum і показала, що NFT можуть знайти практичне застосування не тільки в сфері колекціонування, але й у цифрових іграх, відкривши нові можливості для розвитку ігрової індустрії.

Обидва ці проекти, «CryptoPunks» та «CryptoKitties», не тільки продемонстрували технологічні можливості блокчейну у створенні та управлінні унікальними цифровими активами, але й стимулювали розвиток цілого сегменту в криптовалютному просторі, залучивши увагу широкого кола інвесторів, розробників та мистецтвознавців. Ці проекти заклали основи для майбутнього NFT, піднявши планку для наступних розробників та створювачів контенту, що прагнуть використовувати блокчейн-технології для створення нових форм цифрового мистецтва та інтерактивних досвідів.

Технологія блокчейн лежить в основі невзаємозамінних токенів (NFT) і є ключем до їхнього функціонування, автентичності та безпеки. Блокчейн — це розподілена база даних, що існує на численних комп'ютерах одночасно і відрізняється високим рівнем захищеності та прозорості. Його основну властивість — незмінність, можна порівняти з цифровим кам'яним стілом, на якому записана інформація залишається назавжди. Кожен блок у ланцюжку блокчейну містить певну кількість транзакцій, і кожен раз, коли нова транзакція здійснюється, вона записується в кожен блок. Після того як блок заповнений транзакціями, він криптографічно підписується і назавжди додається до ланцюга. Цей процес забезпечує високий рівень безпеки, оскільки змінити інформацію у вже існуючому блоку без зміни всіх

наступних блоків неможливо, що робить блокчейн дуже стійким до фальсифікацій та несанкціонованих змін [12].

У контексті NFT, блокчейн служить не просто місцем зберігання інформації про цифрові активи, але й забезпечує їх унікальність та перевіреність. Кожен NFT представляє собою запис у блокчейні, що містить інформацію про власника активу та його історію, включаючи всі попередні транзакції. Це дозволяє легко перевірити автентичність та походження NFT, а також гарантує, що кожен токен є унікальним і не може бути відтворений або підроблений. Блокчейн також сприяє тому, що NFT можуть легко переходити від одного власника до іншого через безпечні та прозорі транзакції. Коли NFT купується або продається, транзакція реєструється в блокчейні, автоматично оновлюючи запис про власність. Це не тільки спрощує процес купівлі та продажу цифрових активів, але й відкриває шлях для розвитку нових форм цифрового мистецтва, ігор, колекціонування та навіть цифрової ідентичності.

Використання блокчейну в NFT забезпечує неперевершену прозорість, безпеку та відстежуваність, що є фундаментальною перевагою в епоху цифрової економіки. Це дозволяє створювати та обмінюватися унікальними цифровими активами з упевненістю в їхній цінності та автентичності, відкриваючи нові можливості для художників, розробників, та інноваторів у різних галузях [13].

У світі невзаємозамінних токенів (NFT) існує кілька ключових стандартів, що визначають, як вони створюються, випускаються та взаємодіють у рамках екосистеми блокчейну. Серед них, ERC-721 та ERC-1155 є двома з найбільш відомих та широко використовуваних стандартів для створення та управління NFT на блокчейні Ethereum, що є однією з найпопулярніших платформ для розробки децентралізованих застосунків і NFT. ERC-721 був одним з перших стандартів, спеціалізованих на NFT, і представляє собою смарт-контракт на блокчейні Ethereum, який дозволяє

створення унікальних токенів. Кожен токен, створений за допомогою ERC-721, є абсолютно унікальним і має свою ідентифікаційну інформацію, що забезпечує можливість його відрізнення від будь-якого іншого токена. Цей стандарт забезпечує фундаментальну основу для токенизації цифрових активів, таких як цифрове мистецтво, колекційні предмети, віртуальна нерухомість та інші унікальні активи, дозволяючи їм бути купленими, проданими або обмінаними на децентралізованих ринках [14].

ERC-1155, розроблений як розширення та поліпшення ERC-721, вносить нову концепцію, дозволяючи одному смарт-контракту управляти як невзаємозамінними, так і взаємозамінними токенами. Це означає, що розробники можуть створювати складніші активи та системи в одному контракті, наприклад, випускаючи обмежену серію цифрового мистецтва як NFT та віртуальні валюти або ігрові ресурси як взаємозамінні токени. ERC-1155 забезпечує більшу гнучкість і ефективність, оскільки значно зменшує кількість транзакцій та використання газу при взаємодії з різними типами токенів у рамках одного проекту. Крім ERC-721 та ERC-1155, існують і інші стандарти, які спрямовані на задоволення специфічних потреб різних додатків та ініціатив у сфері NFT. Наприклад, ERC-998 дозволяє створювати складні NFT, які можуть володіти іншими NFT та ERC-20 токенами, відкриваючи нові можливості для взаємодії та управління активами в блокчейн-іграх та віртуальних світах. Разом ці стандарти формують основу для розвитку екосистеми NFT, дозволяючи розробникам та творцям випускати унікальні цифрові активи з різноманітними властивостями та функціями. Вони сприяють інноваціям у сфері цифрового мистецтва, колекціонування, ігор та багатьох інших областях, відкриваючи нові можливості для креативного вираження та економічної взаємодії в цифровому світі [13].

Застосування невзаємозамінних токенів (NFT) демонструє їхню універсальність та гнучкість, перетворюючи їх на потужний інструмент у

найрізноманітніших сферах, починаючи від мистецтва та закінчуючи реальними активами. У сфері мистецтва та колекціонування NFT відкрили нові горизонти для художників та колекціонерів. Цифрові твори мистецтва, збережені як NFT, забезпечують авторські права, підтвердження автентичності та історію власності, що робить кожен твір унікальним і цінним. Художники отримують новий канал для монетизації своєї творчості, а колекціонери - можливість володіти унікальними цифровими активами. Випадки продажу NFT-творів мистецтва за мільйони доларів демонструють значний потенціал цього ринку [12].

У галузі ігор NFT змінюють спосіб взаємодії гравців з віртуальними світами. Ігрові предмети, персонажі та навіть ділянки віртуальної землі можуть бути представлені як NFT, надаючи гравцям право власності та можливість торгувати ними на відкритих ринках. Це не тільки збільшує залученість та зацікавленість гравців, але й створює нову економіку в ігрових екосистемах, де гравці можуть заробляти реальні гроші, торгуючи унікальними віртуальними активами [15].

У музичній індустрії та сфері розваг NFT пропонують нові формати взаємодії з фанатами та монетизації контенту. Музиканти та артисти можуть випускати обмежені серії своїх альбомів, синглів або навіть відеокліпів у форматі NFT, пропонуючи своїм прихильникам унікальний цифровий контент. Це не тільки додає цінності музичним творам, але й відкриває нові можливості для залучення аудиторії та розширення фан-бази. У сфері реальних активів та ідентифікації NFT мають потенціал революціонізувати спосіб купівлі, продажу та передачі прав власності. Наприклад, використання NFT для представлення прав на нерухомість може спростити процес переходу права власності, забезпечити прозорість угод та знизити ризик шахрайства. Також, NFT можуть слугувати надійним засобом для цифрової ідентифікації осіб, надаючи безпечний та незмінний спосіб верифікації особистих даних та відомостей [16].

Економічний аспект невзаємозамінних токенів (NFT) має далекосяжні наслідки для цифрової економіки, традиційних ринків і не тільки. Ринок NFT останніми роками показав вражаючі обсяги та динаміку росту, привернувши увагу не тільки художників, геймерів та колекціонерів, але й інвесторів, брендів та корпорацій [17].

Обсяги продажів на ринку NFT різко зросли, починаючи з кінця 2020 та протягом 2021 року, коли деякі твори мистецтва, ігрові предмети та інші цифрові активи були продані за мільйони доларів. Цей бум був частково викликаний зростанням популярності криптовалют та загальним інтересом до блокчейн технологій, а також пандемією COVID-19, яка прискорила перехід до цифрових форм взаємодії та відкрила нові можливості для цифрового мистецтва та розваг [18]. Однак ринок NFT також характеризується високою волатильністю, із значними коливаннями у цінах та обсягах продажів. Це підкреслює спекулятивний характер частини ринку, де інвестори шукають швидкі прибутки від покупки та перепродажу NFT. Вплив NFT на традиційні ринки також помітний. У сфері мистецтва NFT створили новий канал для художників та галерей, дозволяючи їм виходити безпосередньо на ринок без необхідності фізичної присутності або посередників [19]. Це демократизувало доступ до мистецтва, дозволивши менш відомим художникам просувати свої твори, а колекціонерам з усього світу - легко придбавати їх.

У галузі ігор та розваг NFT пропонують нові моделі взаємодії та монетизації контенту. Ігри, засновані на блокчейні, де гравці можуть володіти, купувати, продавати та обмінювати ігрові активи як NFT, створюють нові економічні системи всередині віртуальних світів. Вплив NFT на ринки нерухомості та інші традиційні активи починає проявлятися через експерименти з токенизацією фізичних активів, що може спростити та зробити більш прозорими процеси купівлі-продажу нерухомості та інших великих активів [12].

Незважаючи на значний потенціал та швидкий розвиток ринку NFT, існують певні критичні моменти та виклики, які варто розглянути. Однією з основних проблем, що викликала громадське занепокоєння, є питання екологічності блокчейн-технологій, що лежать в основі NFT. Більшість NFT створюється та зберігається на блокчейні Ethereum, де майнінг традиційно залежить від механізму консенсусу Proof of Work (PoW), який вимагає значних обчислювальних потужностей та енергоспоживання. Це спричиняє значні викиди вуглецю, що викликає занепокоєння серед екологів та громадськості стосовно впливу NFT на зміну клімату. У відповідь на ці занепокоєння, розробники Ethereum працюють над переходом на механізм Proof of Stake (PoS), який має бути значно менш енергоємним [20].

Юридичні аспекти також становлять значний виклик для ринку NFT. Відсутність чіткого регулювання та законодавчих рамок у багатьох країнах створює невизначеність щодо власності, авторських прав та відповідальності у сфері NFT. Наприклад, коли художник створює NFT зі своїм твором мистецтва, не завжди зрозуміло, чи передається з цим токеном право на відтворення твору, чи має покупець NFT лише право володіти унікальним цифровим підтвердженням власності. Ця юридична невизначеність ускладнює захист прав інтелектуальної власності та може призводити до конфліктів між створювачами контенту та власниками NFT [12].

Іншою важливою проблемою є ризик використання NFT для відмивання грошей. Анонімність транзакцій та висока ліквідність деяких NFT створюють умови, за яких цифрові активи можуть бути використані для приховування походження нелегальних коштів. Наприклад, особа може придбати NFT за кошти, отримані нелегальним шляхом, а потім перепродати токен, «очистивши» таким чином гроші. Відсутність ефективного регулювання та контролю за транзакціями з NFT ускладнює боротьбу з такими схемами відмивання грошей [21]. Разом ці виклики вимагають уваги та втручання з боку розробників, регуляторів та спільноти для забезпечення

сталого та відповідального розвитку ринку NFT. Це включає розробку екологічно стійких технологій, встановлення чітких юридичних норм і стандартів, а також впровадження ефективних механізмів для запобігання незаконній діяльності.

Отже, розглядаючи внесок NFT та технології блокчейну, можна констатувати, що вони спричинили значні зміни у багатьох сферах цифрового світу, від мистецтва та розваг до глибших юридичних та економічних аспектів. NFT надали нове значення цифровому власництву, забезпечивши неповторність і відстежуваність цифрових активів. Це не тільки відкрило художникам і творцям нові можливості для монетизації їх творчості, але й створило цілком новий ринок колекціонування та інвестицій.

Перспективи розвитку NFT і блокчейну обіцяють бути надзвичайно цікавими, враховуючи їхню здатність адаптуватися і розвиватися, щоб задовольняти зростаючі потреби суспільства та економіки. Поєднання NFT з іншими передовими технологіями, такими як штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, може створити ще більш інтерактивні та занурюючі цифрові досвіди. Однак, для досягнення цих перспектив, важливо також вирішити існуючі виклики, зокрема питання екологічності, юридичні неясності та потенціал для відмивання грошей. Активне втручання спільноти, регуляторів і розробників є ключовим для розв'язання цих проблем і забезпечення сталого розвитку екосистеми NFT.

У майбутньому можливо очікувати більш широке прийняття та інтеграцію NFT у повсякденне життя, що потенційно може перетворити способи, якими ми взаємодіємо з цифровим контентом, ведемо бізнес і навіть ідентифікуємо себе в цифровому світі. Оскільки технології продовжують розвиватися, NFT мають потенціал не тільки революціонізувати ринки, на яких вони вже мають значний вплив, але й прокласти шлях до нових відкриттів та інновацій, що можуть змінити наш підхід до цифрової власності та взаємодії в інтернеті.

У сучасному цифровому світі, де контент легко копіюється та розповсюджується, питання захисту інтелектуальної власності та авторських прав стає все більш актуальним. NFT пропонують новий підхід до цих питань, дозволяючи авторам та митцям контролювати розповсюдження своїх творів та отримувати винагороду за їх використання. Використання NFT для захисту авторських прав відкриває нові перспективи для митців та творців контенту в цифровому просторі, пропонуючи унікальні механізми ідентифікації та верифікації їхніх творів. У центрі цієї революції лежить концепція незамінності та унікальності кожного NFT, яка дозволяє кожному цифровому активу мати свою власну, неповторну ідентичність на блокчейні. Ця особливість надає цифровим творам нову вартість та спосіб взаємодії з їх власниками та шанувальниками, змінюючи традиційні підходи до авторських прав [17].

Перш за все, унікальність та незамінність кожного NFT означає, що коли митець створює NFT зі своїм твором, цей цифровий актив стає одним із своїх, з чітко визначеними метаданими та історією власності. Це відрізняє NFT від традиційних цифрових файлів, які легко копіюються та розповсюджуються без втрати якості. У випадку з NFT, навіть якщо цифрове зображення або файл може бути скопійованим, власність та автентичність оригінального твору підтверджується його записом на блокчейні. Це створює надійний механізм захисту прав та інтересів авторів, забезпечуючи їх здатність контролювати розповсюдження та використання своїх творів [22].

Прозорість та несуперечність записів у блокчейні також грають ключову роль у захисті авторських прав через NFT. Блокчейн дозволяє вести незмінний реєстр усіх транзакцій, пов'язаних з кожним NFT, включаючи первинний продаж, перепродаж та будь-які передачі прав. Ця інформація відкрита для перевірки будь-ким, хто бажає побачити історію власності та перевірити автентичність NFT. Така прозорість робить майже неможливим

непомічене порушення авторських прав, оскільки кожна операція з NFT відбувається відкрито та з можливістю перевірки всіма учасниками мережі.

Спрощення процесу купівлі-продажу та ліцензування творів стає ще однією значущою перевагою використання NFT [12]. Традиційно процеси купівлі прав на цифрові твори та їх ліцензування могли бути складними та бюрократизованими, вимагаючи участі третіх сторін, таких як агентства з ліцензування та юридичні посередники. NFT ж вносять радикальні зміни в ці процеси, дозволяючи творцям контенту безпосередньо взаємодіяти зі своєю аудиторією та контролювати умови використання своїх творів. Це відкриває можливості для нових моделей монетизації, таких як обмежені видання, цифрові колекції та інші інноваційні підходи до продажу мистецтва та контенту. Використання NFT пропонує митцям та творцям контенту небачені раніше можливості для монетизації їхніх творів. Завдяки блокчейну, автори можуть вбудовувати у свої NFT спеціальні умови, такі як автоматичні виплати роялті при кожному наступному продажі їх твору [20]. Це означає, що вони можуть отримувати дохід не тільки від первинного продажу своєї роботи, але й від її подальшого циркулювання на ринку. Такий підхід радикально змінює модель винагороди для творців, надаючи їм більшу частку вартості, яку їхні твори генерують у цифровому просторі. Разом усі ці аспекти формують потужну аргументацію на користь використання NFT як інструменту для захисту та монетизації інтелектуальної власності в епоху цифрової економіки. Вони відкривають нові горизонти для митців та творців контенту, дозволяючи їм більш ефективно керувати своїми правами та взаємодіяти зі своєю аудиторією [18]. Незважаючи на значні переваги, що вони пропонують у контексті захисту авторських прав, використання NFT також супроводжується рядом недоліків та викликів. Ці проблеми включають технічні та юридичні обмеження, етичні питання, зокрема занепокоєння щодо відмивання грошей, вплив на навколишнє середовище через

використання енергії блокчейном, а також складності, пов'язані з інтелектуальною власністю та подвійним використанням.

Одним з основних технічних викликів є обмежена сумісність та стандартизація у сфері NFT. Різні блокчейни та платформи для створення та торгівлі NFT можуть використовувати несумісні формати та стандарти, що ускладнює взаємодію між різними екосистемами. Це може створити труднощі для авторів та користувачів, які хочуть переносити свої активи або взаємодіяти з різними платформами [23]. Юридичні обмеження також є значним бар'єром. Правове регулювання NFT все ще знаходиться на ранніх стадіях розвитку, і в багатьох юрисдикціях немає чітких норм, що регулюють використання цих технологій. Це створює невизначеність для творців та інвесторів щодо захисту їхніх прав та можливих податкових наслідків. Крім того, юридичні питання щодо встановлення авторства та власності на NFT, особливо в контексті колективних творів або творів, створених за допомогою штучного інтелекту, залишаються невирішеними [18].

Етичні занепокоєння, особливо щодо відмивання грошей, також є серйозною проблемою. Висока анонімність та легкість переказу великих сум через NFT роблять їх потенційним інструментом для фінансових злочинів. Це викликає занепокоєння серед регуляторів та може призвести до посилення контролю та обмежень на ринку NFT, що може негативно вплинути на його розвиток. Вплив на навколишнє середовище через велике споживання енергії блокчейн-мережами, особливо тими, які використовують механізм консенсусу Proof-of-Work, є ще однією важливою проблемою. Енергоємність таких мереж призвела до зростання вуглецевого сліду і викликала критику з боку екологічних активістів та громадськості. Хоча існують альтернативні, менш енергоємні технології, такі як Proof-of-Stake, їх прийняття та інтеграція у сферу NFT все ще перебувають на ранній стадії [23].

Проблеми з інтелектуальною власністю та подвійним використанням також є значними. Наявність NFT не завжди означає володіння авторськими

правами на цифровий об'єкт, що може призвести до непорозумінь та конфліктів між власниками NFT та авторами творів. Крім того, можливість створення та продажу NFT на основі творів, авторські права на які належать іншим особам, викликає питання щодо захисту інтелектуальної власності та необхідності ефективного механізму верифікації та контролю. Разом ці недоліки та виклики ускладнюють використання NFT як засобу захисту авторських прав, вимагаючи від спільноти розробників, творців, регуляторів та інших зацікавлених сторін активних зусиль для розв'язання цих проблем. Вирішення цих викликів вимагатиме комплексного підходу, що включає технічні інновації, правове регулювання та створення етичних стандартів, щоб зробити екосистему NFT більш безпечною, прозорою та екологічно стійкою [20].

Одним з найбільш відомих прикладів успішного використання NFT є продаж арт-твору «Everydays: The First 5000 Days» художником Біплом через аукціонний дім Christie's. Цей цифровий колаж, що складається з 5000 зображень, створених протягом 5000 днів, був проданий за рекордні 69 мільйонів доларів. Цей кейс став переломним моментом, продемонструвавши світові потенціал NFT у цифровому мистецтві. Успіх Біпла підкреслив, як NFT можуть служити потужним інструментом для митців, надаючи їм контроль над своїми творами та їх монетизацією, а також підтверджуючи автентичність і унікальність цифрових творів мистецтва [15].

На противагу цьому, існують випадки, коли використання NFT призводило до правових і етичних проблем. Наприклад, у ситуаціях, коли художники виявляли, що їхні твори були без їхнього відома токенизовані та продані як NFT, виникали питання про порушення авторських прав і необхідність захисту інтелектуальної власності. Це вказує на важливість розробки чітких правил та механізмів верифікації у сфері NFT, щоб запобігти неправомірному використанню творів без згоди авторів.

Ще один цікавий кейс пов'язаний з музикантами та виконавцями, які почали використовувати NFT для продажу своїх пісень, альбомів та навіть ексклюзивних прав на музичні твори. Артисти, такі як Grimes і Kings of Leon, успішно продали музичний контент у форматі NFT, надаючи покупцям унікальні права та бонуси, як-от лімітовані випуски альбомів або доступ до VIP-концертів. Ці приклади демонструють, як NFT можуть слугувати новаторським засобом для монетизації творчості, одночасно пропонуючи фанатам унікальний досвід взаємодії з творами своїх улюблених виконавців.

Проте, поряд з успіхом, існують виклики, пов'язані з подвійним використанням і визначенням авторства у музиці. Коли твори продаються як NFT, виникають питання щодо прав на подальше використання музики, зокрема, у рекламі, фільмах чи інших медіапродуктах. Це підкреслює необхідність чіткого визначення умов продажу та використання NFT, щоб запобігти можливим конфліктам та непорозумінням між творцями та власниками NFT.

Поява технології блокчейн призвела до появи невзаємозамінних токенів (Non-Fungible Token, NFT), які привернули значну увагу в різних секторах, зокрема у світі мистецтва. NFT пропонують унікальне рішення для підтвердження права власності та автентичності цифрових активів, зокрема творів візуального мистецтва. Однак правові наслідки використання NFT для захисту таких активів залишаються предметом дискусій та досліджень.

Правовий ландшафт навколо невзаємозамінних токенів (NFT) та їхніх наслідків для прав інтелектуальної власності, особливо в контексті візуальних активів, є складним і багатограним. Центральне місце в цій дискусії займає фундаментальний захист, який авторське право надає творцям творів візуального мистецтва, незалежно від того, існують вони в традиційній чи цифровій формі. Відповідно до закону про авторське право, автор оригінального твору автоматично володіє авторським правом на цей твір, що надає йому виключні права, такі як відтворення, розповсюдження та

публічний показ. Однак нематеріальна природа цифрового мистецтва створює унікальні виклики у захисті цих прав, оскільки несанкціоновані копії можуть бути легко відтворені та поширені на цифрових платформах [75].

NFT є перспективним рішенням для вирішення цих проблем, оскільки вони використовують технологію блокчейн для створення децентралізованого і незмінного реєстру для підтвердження права власності та походження цифрових активів. Токенізуючи твори візуального мистецтва як NFT, автори можуть вбудовувати важливу інформацію про авторське право, включаючи метадані та умови ліцензування, безпосередньо в токен. Така інтеграція не лише покращує відстежуваність, але й посилює можливості захисту авторських прав у цифровій сфері. Крім того, інтеграція смарт-контрактів з NFT дозволяє автоматизувати виплату роялті митцям при перепродажі їхніх творів, забезпечуючи таким чином постійну компенсацію за їхні права інтелектуальної власності [76].

Незважаючи на очевидні переваги, які пропонують NFT для посилення захисту авторських прав на візуальні активи, їхня юридична застосовність залишається предметом ретельного вивчення та дискусій. Хоча технологія блокчейн забезпечує захист записів про право власності від підробки, все одно можуть виникати суперечки щодо таких питань, як право власності на об'єкти авторського права або звинувачення в його порушенні. У таких випадках чіткість і адекватність документації набувають першочергового значення для пом'якшення суперечок і зміцнення правового статусу NFT як доказу права власності, що піддається перевірці. Створення вичерпних записів, які визначають права творця та окреслюють ліцензійні угоди, може суттєво посилити юридичний захист NFT як достовірного представлення права власності [77]. Більше того, навігація на перетині технології блокчейн і традиційних правових рамок створює додаткові складнощі. Визнання та можливість примусового виконання смарт-контрактів, які лежать в основі багатьох транзакцій NFT, можуть відрізнятись в різних юрисдикціях. У той

час як деякі правові системи визнають електронні підписи та угоди на основі блокчейну, інші можуть не мати чітких прецедентів або нормативних вказівок у цій сфері. Як наслідок, зацікавлені сторони, які беруть участь у транзакціях NFT, повинні проявляти обачність і звертатися за юридичною консультацією, щоб забезпечити дотримання застосовних законів і правил [78].

По суті, хоча NFT пропонують інноваційні рішення для захисту прав інтелектуальної власності в цифрову епоху, їхня ефективність залежить від надійної правової бази та дотримання встановлених правових принципів. Сприяння співпраці між юристами, технологами та зацікавленими сторонами галузі дає змогу долати правові складнощі, пов'язані з NFT, і використовувати весь їхній потенціал у захисті та монетизації візуальних активів. Лише завдяки спільним зусиллям, спрямованим на вирішення правових проблем і сприяння регуляторній ясності, NFT можуть реалізувати свій потенціал як трансформаційного інструменту для творців і колекціонерів в екосистемі цифрового мистецтва [79].

Контрактні угоди є важливою складовою правової бази, що оточує невзаємозамінні токени (NFT) та візуальні активи, доповнюючи захист, передбачений законодавством про авторське право. Коли художники токенизують свої роботи як NFT, вони зазвичай використовують смарт-контракти, щоб визначити умови власності. Ці смарт-контракти слугують програмованими угодами, які автоматизують виконання заздалегідь визначених умов, полегшуючи передачу права власності та визначаючи права, надані покупцям.

У контексті транзакцій NFT смарт-контракти відіграють ключову роль у визначенні обсягу прав власності та дозволів на використання, пов'язаних з придбаними цифровими активами. Ці контракти зазвичай окреслюють різні аспекти, зокрема право покупця публічно демонструвати твір мистецтва, використовувати його в особистих або комерційних цілях, а також

потенційно відтворювати або модифікувати твір до певної міри. Водночас, вони часто зберігають певні права за первісним автором, такі як моральні права або вимоги щодо атрибуції. Незважаючи на переваги смарт-контрактів у спрощенні транзакцій NFT та забезпеченні ясності щодо прав власності, їхнє примусове виконання в традиційних правових юрисдикціях являє собою складний ландшафт, пов'язаний з певними проблемами. Основне занепокоєння пов'язане з юрисдикційними питаннями та визнанням угод на основі блокчейну, особливо в юрисдикціях, де правова база, можливо, не розвинулася настільки, щоб адекватно пристосуватися до нових технологій [80].

У той час як деякі юрисдикції активно підтримують електронні підписи та смарт-контракти за допомогою законодавчих ініціатив, інші відстають, не маючи чітких правових прецедентів або нормативних вказівок у цій сфері. Отже, митці та колекціонери, які укладають угоди, пов'язані з NFT, повинні проявляти обережність і обачність, ретельно оцінюючи правовий ландшафт і звертаючись за експертною юридичною консультацією, щоб оминати потенційні пастки. Крім того, можливість примусового виконання смарт-контрактів може залежати від таких факторів, як чіткість і конкретність їхніх умов, згода сторін і дотримання відповідних законів і нормативних актів. Неоднозначності або недоліки при складанні смарт-контрактів можуть зробити їх вразливими до юридичних проблем або спорів, що підкреслює важливість ретельної юридичної перевірки та прискіпливої уваги до деталей [81].

Міжнародний характер транзакцій NFT створює додаткові складнощі, оскільки правові рамки та регуляторні вимоги суттєво відрізняються в різних юрисдикціях. У транскордонних транзакціях сторони повинні враховувати потенційні колізії права, юрисдикційні обмеження та застосовність міжнародних договорів або конвенцій, що регулюють договірні відносини та права інтелектуальної власності [82]. Використання невзаємозамінних

токенів (NFT) як засобу захисту візуальних активів викликає безліч регуляторних міркувань, зокрема, що стосуються законодавства про цінні папери та захисту прав споживачів. Оскільки NFT все частіше слугують інвестиційним інструментом, регуляторні органи посилюють свій контроль над ринком для виявлення потенційних випадків шахрайства та маніпулювання ринком. Крім того, зростаюча популярність NFT викликала занепокоєння щодо їхнього впливу на навколишнє середовище, насамперед через енергоємність технології блокчейн, яка використовується для їхнього створення та перевірки транзакцій [83].

У відповідь на ці регуляторні виклики регуляторні органи можуть розглянути можливість впровадження низки заходів, спрямованих на підвищення прозорості, захист інтересів інвесторів та сприяння екологічній стійкості ринку NFT. Центральним елементом цих зусиль може стати встановлення суворих вимог до розкриття інформації для емітентів NFT, що забезпечить надання інвесторам повної та точної інформації про базові активи, пов'язані з ними ризики та потенційну прибутковість. Підвищена прозорість не лише сприяє прийняттю обґрунтованих рішень, але й слугує стримуючим фактором проти шахрайських схем та оманливих практик. Крім того, регуляторні органи можуть прагнути запровадити стандарти управління та безпеки платформ для зменшення ризиків, пов'язаних з торговельними платформами NFT. Це може включати в себе рекомендації для операторів платформ щодо управління ризиками, зберігання цифрових активів і заходів для запобігання несанкціонованому доступу або кібератакам. Впроваджуючи надійні системи управління, регуляторні органи можуть підвищити цілісність ринку та зміцнити довіру інвесторів до платформ для торгівлі нематеріальними активами [84].

Вирішення проблем, пов'язаних із впливом технології блокчейн на навколишнє середовище, створює окремий набір регуляторних викликів. Регуляторні органи можуть вивчати ініціативи, спрямовані на просування

сталих практик використання блокчейну, наприклад, стимулювання впровадження енергоефективних механізмів консенсусу або заохочення компенсаційних заходів для скорочення викидів вуглецю, пов'язаних з транзакціями на основі NFT. Крім того, регуляторні органи можуть співпрацювати із зацікавленими сторонами галузі для розробки стандартів вимірювання та розкриття інформації про вплив NFT на навколишнє середовище, що сприятиме більш прозорому та екологічно свідомому прийняттю рішень учасниками ринку [82].

Паралельно з цим, дотримання чинних нормативних актів, включаючи вимоги щодо протидії відмиванню грошей (AML) та «знай свого клієнта» (KYC), набуває особливого значення в контексті транзакцій з NFT. Враховуючи псевдонімичну природу блокчейн-транзакцій, регуляторні органи можуть наголошувати на необхідності для учасників ринку NFT, включаючи емітентів, платформи та інвесторів, впроваджувати надійні процедури протидії відмиванню коштів та KYC для зменшення ризиків незаконної діяльності, такої як відмивання коштів або фінансування тероризму.

Отже, регуляторні міркування щодо використання NFT для захисту візуальних активів є багатограними і постійно розвиваються. Регуляторні органи відіграють ключову роль у забезпеченні цілісності ринку, захисту інвесторів та екологічної стійкості в екосистемі NFT. Впроваджуючи заходи, спрямовані на підвищення прозорості, управління та дотримання чинного законодавства, регулятори можуть сприяти створенню більш стійкої та інклюзивної нормативно-правової бази, яка сприятиме інноваціям і водночас знижуватиме ризики, пов'язані з операціями з NFT. Співпраця між регуляторними органами, зацікавленими сторонами галузі та політиками має важливе значення для ефективного вирішення складних проблем, пов'язаних з NFT, та сприяння відповідальному розвитку ринку цифрових активів.

Отже, правові аспекти використання NFT для захисту візуальних активів є багатогранними і постійно розвиваються. Хоча NFT пропонують інноваційні рішення для встановлення права власності та автентичності цифрових творів мистецтва, вони також порушують складні юридичні питання, пов'язані з правами інтелектуальної власності, контрактними угодами та дотриманням нормативних вимог. Чітке документування, дотримання законодавства про авторське право та ретельне вивчення договірних умов мають важливе значення для максимізації правового захисту, який надають NFT. Крім того, співпраця між юристами, технологами і політиками має вирішальне значення для розробки надійних правових рамок, які підтримують зростання ринку NFT, захищаючи при цьому права авторів та інвесторів.

1.5. Сучасні методи захисту візуальних активів

Основи шифрування та криптографії відіграють вирішальну роль у захисті інформації в сучасному світі. Починаючи з давніх часів, людство шукало способи захисту таємниць від сторонніх очей. Історія шифрування налічує тисячі років, починаючи з простих методів, які використовувались в античному світі, до складних алгоритмів, розроблених у цифрову епоху.

У давнину шифрування мало велике значення для військових та дипломатичних цілей. Наприклад, відомий шифр Цезаря, який полягав у зсуві літер алфавіту на декілька позицій вперед чи назад. Ця проста техніка дозволяла перетворити зрозумілий текст на набір безглузвих символів для того, хто не знав ключа шифрування. З часом методи шифрування ставали все складнішими, а з появою комп'ютерних технологій вони досягли небаченої раніше складності та ефективності. Сучасні принципи шифрування базуються на математичних алгоритмах, які перетворюють інформацію у форму, доступну лише тим, хто володіє відповідним ключем. Цей процес

забезпечує конфіденційність, цілісність та автентичність даних, захищаючи їх від несанкціонованого доступу, модифікації або підробки [24].

Криптографічні методи можна класифікувати на симетричні та асиметричні. Симетричні алгоритми використовують один і той же ключ для шифрування та дешифрування інформації. Це робить їх швидкими та ефективними, але водночас виникає проблема безпечного обміну ключами між сторонами. Натомість, асиметричні алгоритми, також відомі як криптосистеми з відкритим ключем, використовують пару ключів: один для шифрування (відкритий ключ) та інший для дешифрування (приватний ключ). Це дозволяє безпечно обмінюватися зашифрованою інформацією навіть у тому випадку, якщо відкритий ключ став відомим широкому колу осіб. Важливою характеристикою сучасних криптографічних систем є їх стійкість до атак: для того, щоб взломати шифр, потенційному зловмиснику потрібно витратити непомірну кількість часу та обчислювальних ресурсів. Розробка надійних криптографічних алгоритмів є важливим напрямком у математиці та комп'ютерних науках, а їх застосування варіюється від захисту державних секретів до забезпечення безпеки електронних платежів та особистих даних користувачів [25].

Високий рівень безпеки, який забезпечують сучасні методи шифрування та криптографії, є фундаментальним для захисту інформації в цифровому світі. Вони є невід'ємною частиною систем захисту візуальних активів, дозволяючи зберегти конфіденційність та цілісність цінної візуальної інформації. Важливість цих технологій продовжує зростати з розширенням сфер їх застосування та збільшенням обсягів цифрових даних, які потребують надійного захисту [26]. Захист візуальних активів у сучасному цифровому світі є ключовим завданням для багатьох індустрій, включаючи медіа, розваги, мистецтво та безпеку. Візуальні активи, такі як фотографії, відео, графічні зображення та дизайни, часто містять чутливу або цінну інформацію, яка потребує надійного захисту від несанкціонованого

доступу, використання або модифікації. Завдяки розвитку технологій захисту візуальних активів, які базуються на принципах шифрування та криптографії, можна забезпечити захист цих активів на різних рівнях [27].

Шифрування візуальної інформації передбачає використання спеціальних алгоритмів для перетворення візуального контенту у форму, яка робить його незрозумілим для сторонніх осіб без наявності відповідного ключа. Особливість шифрування візуальних даних полягає в тому, що воно має забезпечувати не тільки конфіденційність, але й зберігати візуальну якість та можливість ефективного відновлення оригінального зображення після дешифрування. Це створює додаткові виклики, оскільки візуальна інформація часто містить великі обсяги даних та має складну структуру.

Одним із методів захисту візуальних активів є застосування криптографічних технік безпосередньо до піксельних даних зображення або відео. Це може бути реалізовано через симетричне або асиметричне шифрування, де ключ шифрування використовується для перетворення пікселів у форму, яка не може бути інтерпретована без відповідного ключа дешифрування. Однак, такий підхід вимагає високого рівня обчислювальних ресурсів через великий обсяг даних, що зберігаються в візуальних файлах, та може призводити до втрати якості при неправильному використанні алгоритмів шифрування [27]. Ще одним важливим аспектом є захист авторських прав та виявлення підробок візуальних активів. В цьому контексті криптографічні методи можуть використовуватись для вбудовування невидимих цифрових підписів або водяних знаків у зображення та відео. Ці підписи або водяні знаки є унікальними для кожного активу та можуть містити інформацію про автора, правовласника або дату створення. Вони розроблені таким чином, щоб залишатися непомітними при звичайному перегляді, але можуть бути легко виявлені за допомогою спеціального програмного забезпечення [28]. Це дозволяє ідентифікувати оригінальні активи, відстежувати їх поширення та виявляти несанкціоновані копії або

модифікації. Криптографічні методи також застосовуються для створення надійних систем автентифікації та верифікації візуальних активів. За допомогою хеш-функцій можна генерувати унікальні відбитки зображень або відео, які слугують доказом їх незмінності та автентичності. У разі спроби модифікації активу, хеш-відбиток зміниться, що одразу ж виявить несанкціоноване втручання [29].

Виклики, пов'язані з шифруванням візуальної інформації та захистом авторських прав, постійно еволюціонують у зв'язку з розвитком технологій та методів обробки зображень. Сучасні методи штучного інтелекту та машинного навчання пропонують нові можливості для створення більш ефективних та надійних систем захисту візуальних активів. Водночас, зростає рівень загроз, особливо з боку розширеного використання автоматизованих інструментів для виявлення та експлуатації вразливостей в системах захисту.

Ефективний захист візуальних активів вимагає комплексного підходу, який включає застосування передових криптографічних методів, постійне оновлення захисних технологій та розробку нових рішень для протистояння еволюціонуючим загрозам. Забезпечення безпеки візуальних активів є не тільки технічним завданням, але й важливим аспектом захисту інтелектуальної власності та забезпечення довіри в цифровому середовищі.

Отже, у світлі розглянутих аспектів методів та технологій захисту візуальних активів, можна зробити висновок, що криптографія та шифрування відіграють вирішальну роль у захисті цифрових зображень, відео та інших візуальних форм інформації в сучасному цифровому світі. Розвиток технологій надає потужні інструменти для забезпечення конфіденційності, цілісності та автентичності візуальних даних, однак, водночас створює нові виклики та загрози. Шифрування візуальної інформації, застосування цифрових підписів, водяних знаків та інших криптографічних методів є ключовими для захисту авторських прав та

боротьби з підробками. Це дозволяє власникам візуальних активів ефективно управляти та контролювати використання своїх творів, забезпечуючи їх правовий захист.

Сучасний розвиток технологій, включаючи штучний інтелект та машинне навчання, відкриває нові горизонти у сфері захисту візуальних активів, пропонуючи більш ефективні та надійні рішення для виявлення та запобігання несанкціонованому використанню візуальної інформації. Водночас, постійний розвиток цифрових технологій вимагає від правовласників, розробників безпеки та регуляторів бути на крок попереду зломисників, адаптуючи та вдосконалюючи методи захисту. Важливість комплексного підходу до захисту візуальних активів не може бути переоцінена. Це включає не лише технічні аспекти шифрування та криптографії, але й юридичний захист, освітні програми для користувачів та розробку етичних стандартів у цифровій індустрії. Усвідомлення значення та вразливості візуальних даних у цифрову епоху є першим кроком до їх ефективного захисту.

Таким чином, захист візуальних активів є багатогранним завданням, яке вимагає поєднання передових технологій, стратегічного планування та міжнародної співпраці. Враховуючи швидкий розвиток цифрових медіа та постійно змінювальний ландшафт кіберзагроз, лише неперервна інновація, адаптація та освіта зможуть забезпечити надійний захист візуальних активів в майбутньому.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ NFT

2.1. Смарт-контракти та їх роль у захисті візуальних активів

Смарт-контракти, як інноваційний інструмент на базі блокчейн-технологій, пропонують нові можливості для захисту візуальних активів у

цифровому віці. Ці автоматизовані контракти можуть виконувати, контролювати або документувати юридично значущі події чи дії на основі коду, забезпечуючи тим самим надійність та прозорість в угодах, пов'язаних з візуальними активами [40]. Поняття смарт-контрактів було вперше представлено в 1990-х роках Ніком Сабо, правником та криптографом, який описав смарт-контракт як комп'ютеризований транзакційний протокол, що виконує умови контракту. Ідея полягала в створенні цифрових контрактів, які могли б автоматично виконувати, контролювати або документувати важливі події та дії згідно з умовами контракту, не вдаючись до посередництва третіх сторін. Справжній прорив у реалізації ідеї смарт-контрактів став можливим з розвитком технології розподіленого реєстру, відомої як блокчейн. Блокчейн забезпечив ідеальну основу для смарт-контрактів, пропонуючи безпечне, незмінне та децентралізоване середовище, де контракти могли б автоматично виконуватися без потреби у зовнішньому нагляді або верифікації [41].

Технологічна база смарт-контрактів заснована на використанні блокчейну, але не обмежується ним. Крім основного ланцюга блоків, такого як Ethereum, який надав широкі можливості для розробки та впровадження смарт-контрактів завдяки своїй тьюрінг-повній мові програмування, існують інші технології та платформи, що доповнюють та розширюють можливості смарт-контрактів. До таких відносяться, наприклад, мережі зі знаками доказу ставки (Proof of Stake), які пропонують альтернативні механізми консенсусу, та інші розширені протоколи блокчейну, що покращують швидкість транзакцій та масштабованість, одночасно забезпечуючи високий рівень безпеки та надійності.

Основною перевагою смарт-контрактів є їх здатність до автоматизації та самовиконання, що знижує потребу в довірі між сторонами контракту та мінімізує можливість помилок або шахрайства. Ці характеристики роблять смарт-контракти особливо привабливими для застосування у сфері захисту візуальних активів, де потрібна висока ступінь надійності та прозорості

транзакцій [28]. Механізм дії смарт-контрактів відіграє ключову роль у їх функціональності та застосуванні в сучасних цифрових транзакціях. На відміну від традиційних контрактів, які вимагають юридичного оформлення та часто посередників для виконання, смарт-контракти запрограмовані на виконання певних дій автоматично, коли задані умови виконані, що забезпечує високий рівень ефективності та безпеки. Принцип роботи смарт-контрактів заснований на ідеї «якщо-то» (if-then) логіки, де «якщо» представляє умову, а «то» - дію, яка буде виконана при виконанні цієї умови. Ця логіка вбудовується в код смарт-контракту, який розміщується на блокчейні, забезпечуючи його незмінність і доступність для всіх учасників мережі. Коли умови контракту виконані, відповідні дії (наприклад, передача активів або реєстрація права власності) виконуються автоматично без необхідності втручання ззовні, що знижує ризики затримок або фальсифікацій [26].

Для створення смарт-контрактів використовуються спеціалізовані мови програмування, що дозволяють розробникам точно описувати умови та логіку виконання контрактів. Найпопулярнішою з таких мов є Solidity, розроблена спеціально для створення смарт-контрактів на блокчейні Ethereum. Solidity є об'єктно-орієнтованою мовою високого рівня, яка дозволяє розробникам створювати складні контракти з використанням знайомих концепцій з інших мов програмування. Інші блокчейн-платформи можуть використовувати альтернативні мови, такі як Vyper для Ethereum або Clarity для блокчейнів, сумісних з Bitcoin.

Верифікація та виконання смарт-контрактів є критичними процесами, що забезпечують їх надійність та безпеку. Верифікація полягає в перевірці коду контракту на наявність помилок, вразливостей або потенційних шляхів для шахрайства. Цей процес часто включає аудит коду спеціалізованими фахівцями та автоматизовані інструменти аналізу коду, що дозволяють ідентифікувати та усунути потенційні проблеми перед розгортанням

контракту на блокчейн. Після розгортання виконання смарт-контракту відбувається автоматично вузлами блокчейн-мережі, які перевіряють умови та виконують відповідні дії, зареєстровані в контракті. Це забезпечує високий рівень прозорості, оскільки кожна транзакція та виконання контракту реєструються та зберігаються на блокчейні, доступні для перевірки всіма учасниками мережі [42].

У контексті сучасної цифрової економіки, візуальні активи, такі як фотографії, відео, ілюстрації та інші форми графічного контенту, набувають все більшої цінності. Ці активи є ключовими елементами в брендингу, маркетингу, рекламі та різноманітних формах онлайн-комунікації. Водночас, захист авторських прав на візуальні активи в інтернет-просторі постає як значна проблема, оскільки неконтрольоване копіювання та розповсюдження матеріалів може призводити до порушення прав та втрати доходів для авторів та правовласників [43]. Авторські права на візуальні активи призначені для захисту інтересів творців, надаючи їм ексклюзивне право на використання, розповсюдження та модифікацію їхніх творів. Однак, забезпечення дотримання цих прав у цифровому середовищі представляє складний виклик через легкість, з якою цифровий контент може бути скопійований та поширений без згоди автора. У цьому контексті смарт-контракти пропонують новий механізм для захисту та управління авторськими правами на візуальні активи. Використовуючи блокчейн-технології, смарт-контракти дозволяють автоматизувати виконання та застосування угод, пов'язаних з авторськими правами, без потреби в посередниках. Це може включати автоматизоване ліцензування, реєстрацію прав та розподіл доходів між усіма зацікавленими сторонами [44].

Один із способів застосування смарт-контрактів для захисту візуальних активів пов'язаний з використанням токенизації активів, де кожен візуальний актив або твір може бути представлений унікальним цифровим токеном на блокчейні. Ці токени можуть містити інформацію про авторські права, умови

ліцензування та історію транзакцій, забезпечуючи прозорість та незаперечність прав власності та використання [25]. Практичні приклади застосування смарт-контрактів у цій сфері включають платформи для цифрового мистецтва та колекціонування, які використовують стандарти токенів, такі як ERC-721 або ERC-1155 на Ethereum, для створення унікальних цифрових колекційних предметів або «незамінних токенів» (NFT). Ці технології дозволяють художникам та творцям реєструвати свої роботи як унікальні активи, гарантуючи їх автентичність та дозволяючи прослідкувати історію власності та передачі прав. Інший приклад - платформи для ліцензування фотографій та інших візуальних активів, які використовують смарт-контракти для автоматизації угод про ліцензування та розподілу доходів між авторами та іншими сторонами [29]. Це не тільки спрощує процес ліцензування та знижує його вартість, але й забезпечує більшу гнучкість у визначенні умов використання та оплати. Смарт-контракти можуть використовуватися для створення автоматизованих систем відстеження та звітування про використання візуальних активів, що може допомогти правовласникам ідентифікувати та реагувати на несанкціоноване використання їх робіт.

Однією з основних переваг використання смарт-контрактів для захисту візуальних активів є їх можливість забезпечити автоматизований та безпечний спосіб проведення угод між сторонами без необхідності посередників або довіреного третього. Це дозволяє ефективно управляти правами на власність, авторськими правами та іншими аспектами, пов'язаними з візуальними активами, зменшуючи ризики маніпуляцій та шахрайства. Крім того, смарт-контракти можуть забезпечити автоматичне виконання умов угоди, що робить процес більш простим та ефективним. Наприклад, угода про використання візуального активу може автоматично виконуватися лише при виконанні певних умов, таких як оплата авансу або отримання підтвердження про права на використання [24].

Застосування смарт-контрактів також може сприяти збільшенню ефективності управління візуальними активами шляхом автоматизації процесів, таких як ліцензування, розповсюдження та використання. Це дозволяє зменшити витрати та збільшити швидкість обробки угод, що робить процес управління візуальними активами більш ефективним та прозорим. Проте, разом з перевагами, існують і виклики та обмеження використання смарт-контрактів для захисту візуальних активів. Одним з таких викликів є технічні обмеження та складність реалізації певних умов угоди за допомогою смарт-контрактів [45]. Наприклад, складні умови щодо використання візуального активу, які вимагають ручного втручання чи зовнішніх джерел даних, можуть ускладнити автоматизацію угоди через смарт-контракт. Також важливим обмеженням є питання юридичної визначеності смарт-контрактів. На сьогоднішній день, багато юрисдикцій не мають чіткого правового статусу для смарт-контрактів, що може створювати невизначеність та ризики для сторін угоди у разі виникнення конфліктів [28].

Незважаючи на ці виклики, майбутні перспективи розвитку смарт-контрактів для захисту візуальних активів залишаються обіцяними. З поступом технологій блокчейн та розвитком правового середовища, смарт-контракти можуть стати більш широко використовуваними та прийнятними для захисту візуальних активів. Додатково, інновації в галузі децентралізованих фінансів (DeFi) можуть сприяти створенню нових моделей фінансування та управління візуальними активами через смарт-контракти.

Аналіз правового регулювання смарт-контрактів відображає актуальність і складність впровадження цих інноваційних інструментів у правову сферу. Смарт-контракти, як програмно-забезпечені протоколи, які автоматизовано виконують, перевіряють та застосовують умови контрактів, надають нові можливості для цифровізації бізнесу та зменшення ризиків укладення угод. Міжнародні стандарти та законодавчі ініціативи щодо смарт-

контрактів наразі перебувають на стадії розвитку. Організації, такі як Міжнародна організація зі стандартизації (ISO), активно працюють над розробкою стандартів для смарт-контрактів з метою створення загальноприйнятих норм та принципів їх функціонування. У той же час, багато країн активно вивчають та впроваджують законодавчі зміни для визнання та регулювання смарт-контрактів, пристосовуючи їх до існуючих правових систем [46].

Судова практика щодо смарт-контрактів поки що мало розвинена, оскільки ця технологія досить нова. Проте деякі судові рішення вже відображають важливі аспекти їхнього використання та застосування. Основними питаннями, які розглядаються в судовій практиці, є визнання смарт-контрактів як правочинів, вирішення конфліктів, що виникають при їх використанні, а також встановлення відповідальності сторін у разі порушення умов контракту. Вирішення спорів, пов'язаних із смарт-контрактами, потребує виваженого підходу та врахування специфіки цих угод. Часто вони вимагають інтердисциплінарного підходу, який поєднує правові, технічні та економічні аспекти. Альтернативні методи вирішення спорів, такі як медіація та арбітраж, можуть бути ефективними для досягнення швидкого та ефективного розв'язання суперечок, пов'язаних з смарт-контрактами [31].

Отже, смарт-контракти є революційною інновацією у сфері захисту цифрових активів, особливо візуальних. Завдяки своїй автоматизованій, прозорій і незмінній природі смарт-контракти є перспективним рішенням для вирішення проблем, пов'язаних із захистом прав власності та забезпеченням виконання угод у цифровій сфері. Використовуючи технологію блокчейн і програмований код, смарт-контракти дозволяють ефективно управляти авторськими правами, ліцензійними угодами і роялті, підвищуючи таким чином довіру, прозорість і ефективність транзакцій, пов'язаних з візуальними активами. Незважаючи на численні переваги, які вони пропонують, зокрема,

спрощення процесів і зниження транзакційних витрат, смарт-контракти також несуть певні виклики та обмеження. Такі питання, як масштабованість, вразливість системи безпеки та правова невизначеність, потребують постійної уваги та спільних зусиль з боку зацікавлених сторін галузі, розробників та регуляторних органів.

2.1. Огляд платформ для створення NFT (Ethereum, Flow, Tezos)

Поява технології блокчейн призвела до появи інноваційних застосувань, що виходять за рамки криптовалют. Значну увагу привернули невзаємозамінні токени (NFT), які дозволяють представляти унікальні активи в цифровому вигляді та володіти ними. Ethereum, піонерний блокчейн для смарт-контрактів, спочатку популяризував NFT завдяки таким проектам, як CryptoKitties. Однак із зростанням проблем з масштабуванням Ethereum з'явилися альтернативні платформи, такі як Flow і Tezos, щоб вирішити ці обмеження.

Ethereum є основоположною платформою в блокчейн-ландшафті, відомою своєю першопрохідницькою роллю у створенні смарт-контрактів та децентралізованих додатків (DApps). Ці смарт-контракти - самодостатні угоди із заздалегідь визначеними умовами - лежать в основі здатності Ethereum токенизувати цифрові активи, в тому числі NFT. Два ключові стандарти екосистеми Ethereum, ERC-721 та ERC-1155, забезпечують фундаментальну основу для випуску та управління NFT [47].

ERC-721, представлений у 2017 році, революціонізував концепцію цифрової власності, дозволивши створювати унікальні, не взаємозамінні токени. Цей стандарт дозволяє розробникам представляти унікальні активи в блокчейні Ethereum, починаючи від цифрового мистецтва і предметів колекціонування і закінчуючи віртуальною нерухомістю та внутрішньоігровими предметами. Такі проекти, як CryptoKitties, привернули

широку увагу, продемонструвавши потенціал NFT ERC-721 у створенні нового цифрового досвіду та сприянні зростанню економіки цифрових активів.

На основі ERC-721, ERC-1155, представлений у 2018 році, пропонує більш універсальний стандарт токенів, що дозволяє створювати як взаємозамінні, так і не взаємозамінні токени в рамках одного контракту. Така гнучкість дозволяє розробникам ефективно управляти різними типами цифрових активів, оптимізуючи при цьому витрати на газ, що є критично важливим з огляду на проблеми з масштабуванням Ethereum [48].

Однак вузьке місце масштабованості Ethereum залишається серйозною проблемою в екосистемі NFT. Обмежена пропускна здатність платформи та зростаючі тарифи на газ часто призводять до перевантаження мережі, що спричиняє затримки та збільшення витрат як для творців, так і для трейдерів NFT. Зокрема, високі тарифи на газ можуть створювати значні бар'єри для входу на ринок для творців, які прагнуть карбувати і торгувати NFT, особливо для невеликих художників і проєктів. Незважаючи на ці проблеми з масштабуванням, потужна спільнота розробників і добре налагоджена екосистема Ethereum продовжують слугувати магнітом для NFT-проєктів. Платформа пропонує широкий інструментарій, документацію та підтримку для розробників, що дає можливість творцям впроваджувати інновації та експериментувати з новими концепціями та додатками NFT. Крім того, широке розповсюдження Ethereum на біржах та ринках NFT забезпечує ліквідність та відкритість NFT, ще більше зміцнюючи його позиції як провідної платформи для токенизації цифрових активів [49].

У відповідь на обмеження масштабованості Ethereum з'явилися різні рішення з масштабування і протоколи другого рівня, спрямовані на зменшення перевантажень і зниження транзакційних витрат. Такі проєкти, як Optimism і zkSync, використовують оптимістичні згортання і докази нульового знання відповідно, щоб збільшити пропускну здатність транзакцій

Ethereum, зберігаючи при цьому децентралізацію і безпеку. Ці рішення обіцяють підвищити масштабованість і зручність використання NFT на основі Ethereum, потенційно пом'якшуючи поточні обмеження платформи.

Можна сказати, що Ethereum залишається лідером у створенні та торгівлі NFT завдяки своїй надійній інфраструктурі, підтримці розробників та встановленим стандартам. Незважаючи на те, що проблеми з масштабуванням зберігаються, постійні інновації та рішення з масштабування сигналізують про багатообіцяюче майбутнє для NFT на основі Ethereum. Оскільки екосистема NFT продовжує розвиватися, адаптивність та стійкість Ефіріуму забезпечують йому вигідну позицію для подальшого зростання та інновацій у сфері цифрових активів [50].

Flow, блокчейн-платформа, розроблена Dapper Labs, є результатом спільних зусиль, спрямованих на подолання обмежень масштабування, притаманних Ethereum, при збереженні надійної підтримки NFT і децентралізованих додатків (DApps). Заснована командою CryptoKitties, одного з перших NFT-проектів на основі Ethereum, Dapper Labs має значний досвід у сфері цифрових колекцій та блокчейн-технологій [51].

Архітектура Flow представляє новий підхід до масштабування завдяки реалізації декількох паралельних ланцюжків, так званих «каналів». Це нововведення дозволяє Flow обробляти транзакції паралельно, значно збільшуючи пропускну здатність платформи без шкоди для децентралізації та безпеки. Розподіляючи обробку транзакцій між декількома ланцюжками, Flow ефективно зменшує проблеми перевантаження, які зазвичай спостерігаються в одноланцюгових блокчейн-мережах, таких як Ethereum.

Однією з особливостей Flow є його придатність для високопродуктивних NFT-транзакцій, що є критично важливою вимогою для проектів, які прагнуть масштабувати цифрові предмети колекціонування та ігровий досвід для масової аудиторії. Відомі NFT-проекти, такі як NBA Top Shot, використовують інфраструктуру Flow для надання захоплюючого та

інтерактивного досвіду користувачам по всьому світу. NBA Top Shot, офіційно ліцензована платформа цифрових колекційних предметів, що містить найяскравіші моменти з професійних баскетбольних матчів, здобула величезну популярність, з мільйонними угодами і жвавою спільнотою колекціонерів [52].

Архітектура Flow не лише сприяє високопродуктивним NFT-транзакціям, але й пропонує значні переваги з точки зору досвіду розробників та інтероперабельності екосистеми. Ресурсно-орієнтована модель програмування платформи спрощує розробку смарт-контрактів, надаючи розробникам інтуїтивно зрозумілі інструменти та фреймворки для ефективного створення складних децентралізованих додатків. Крім того, акцент Flow на сумісності забезпечує безперешкодну інтеграцію з існуючими протоколами та додатками, сприяючи співпраці та інноваціям в рамках ширшої екосистеми блокчейну. Окрім NFT, масштабованість Flow та зручність для розробників функції позиціонують його як привабливу платформу для широкого спектру додатків, включаючи децентралізовані фінанси (DeFi), ігри та цифрову ідентифікацію. Вирішуючи проблеми масштабованості, з якими стикалися перші блокчейн-платформи, Flow відкриває нові можливості для масштабованої і зручної роботи з блокчейном, сприяючи широкому впровадженню і розкриваючи весь потенціал децентралізованих технологій [53].

Flow являє собою значний прогрес в технології блокчейн, пропонуючи масштабовану і зручну для розробників платформу, пристосовану для NFT і децентралізованих додатків. Завдяки своїй інноваційній архітектурі та успішному розгортанню в таких проектах, як NBA Top Shot, Flow демонструє свою здатність підтримувати високопродуктивні транзакції NFT, одночасно сприяючи інноваціям та співпраці в рамках блокчейн-спільноти. Оскільки екосистема NFT продовжує розвиватися, унікальні характеристики Flow

позиціонують її як перспективну платформу для творців, розробників і користувачів, які прагнуть взяти участь у революції цифрових активів.

Tezos, блокчейн-платформа, запущена у 2018 році, вирізняється з-поміж інших завдяки таким особливостям, як управління ланцюжком і формальна верифікація смарт-контрактів [54]. Ці особливості сприяють репутації Tezos як платформи, що надає пріоритет децентралізації, безпеці та стабільності протоколу. Однією з визначальних характеристик Tezos є механізм внутрішньомережевого управління, який дозволяє стейкхолдерам брати участь в процесі прийняття рішень щодо оновлення та внесення змін до протоколу. За допомогою формалізованого процесу голосування власники tokenів Tezos можуть пропонувати і голосувати за зміни в протоколі, включаючи зміни параметрів, поліпшення або нові функції. Ця демократична модель управління дає можливість спільноті визначати напрямок розвитку платформи, сприяючи підвищенню почуття відповідальності та підзвітності серед учасників [55]. Крім того, Tezos робить сильний акцент на формальній верифікації - строгому методі математичного доведення правильності смарт-контрактів. Піддаючи смарт-контракти формальній верифікації, Tezos прагне підвищити безпеку і надійність, мінімізуючи ризик вразливостей і експлоїтів. Такий проактивний підхід до аудиту смарт-контрактів відрізняє Tezos як платформу, яка прагне забезпечити цілісність і надійність децентралізованих додатків і цифрових активів [56].

У сфері невзаємозамінних tokenів (NFT) Tezos представляє власний стандарт tokenів FA2, розроблений для підтримки створення та управління унікальними цифровими активами. FA2 полегшує випуск NFT в блокчейні Tezos, забезпечуючи при цьому сумісність з іншими токенами і активами на базі Tezos. Ця інтероперабельність забезпечує безперешкодну інтеграцію з децентралізованими біржами (DEX), пулами ліквідності та іншими протоколами DeFi, підвищуючи ліквідність і корисність NFT на основі Tezos в рамках більш широкої екосистеми. Ще одна важлива особливість Tezos -

механізм самодоповнення, який дозволяє оновлювати і покращувати протокол без необхідності проведення суперечливих хардфорків. Завдяки еволюційному підходу до управління, Tezos може адаптуватися і розвиватися з часом у відповідь на мінливі технологічні, регуляторні та суспільні потреби. Така гнучкість і адаптивність сприяють стабільності і стійкості Tezos, знижуючи ризик розриву ланцюжка і збоїв, які зазвичай асоціюються зі спірними оновленнями протоколу [57].

Незважаючи на ці переваги, використання Tezos для NFT все ще залишається відносно незначним у порівнянні з Ethereum і Flow. Менша спільнота розробників і зрілість екосистеми платформи можуть створювати труднощі для залучення NFT-проектів і створення динамічних ринків. Тим не менш, постійні зусилля Tezos по розширенню інструментів для розробників, документації та ініціатив по роботі зі спільнотою спрямовані на стимулювання впровадження та інновацій в просторі NFT.

Tezos пропонує надійну і безпечну платформу для створення і торгівлі невзаємозамінними токенами, підтримувану унікальними функціями, такими як управління ланцюжком, формальна верифікація і самостійна зміна протоколу. Хоча прийняття Tezos для NFT може відставати від Ethereum і Flow, його прихильність до децентралізації, безпеки і стабільності протоколу позиціонує його як привабливу альтернативу для творців і розробників, які шукають надійну і перспективну інфраструктуру блокчейну. Оскільки екосистема Tezos продовжує розвиватися і ставати більш зрілою, потенціал платформи як провідного гравця на ринку NFT залишається багатообіцяючим завдяки її інноваційним функціям і моделі управління, керованої спільнотою.

Отже, Ethereum, Flow і Tezos - це різні платформи для створення і торгівлі NFT, кожна з яких має свої унікальні переваги і недоліки. Ethereum залишається найкращим вибором для NFT-проектів, незважаючи на проблеми з масштабуванням. Flow пропонує багатообіцяючу

масштабованість і зручні для розробників функції, в той час як Tezos ставить на перше місце управління і безпеку. Вибір платформи залежить від таких факторів, як вимоги до масштабування, складність смарт-контрактів і підтримка спільноти. Оскільки простір NFT продовжує розвиватися, подальший розвиток технології блокчейн формуватиме ландшафт платформ NFT.

2.2. Порівняльний аналіз платформ з точки зору безпеки та функціональності

Порівнюючи масштабованість блокчейн-платформ для створення та торгівлі NFT, Flow виділяється серед інших завдяки своїй інноваційній архітектурі, схожій на шардінг. Ця архітектура, що характеризується декількома паралельними ланцюжками, відомими як "канали", дозволяє Flow досягти кращої масштабованості в порівнянні з Ethereum. Розподіляючи обробку транзакцій між декількома ланцюжками, Flow може обробляти значно більшу пропускну здатність, пом'якшуючи проблеми перевантажень і знижуючи комісію за транзакції. Tezos також пропонує поліпшення масштабованості в порівнянні з Ethereum, хоча і в меншій мірі, але може не зрівнятися з пропускну здатністю Flow через відмінності в архітектурному дизайні і стратегіях оптимізації.

Оцінюючи можливості смарт-контрактів, Ethereum виділяється як лідер, оскільки має найбільш розвинену екосистему для смарт-контрактів. Широкі інструменти для розробників, документація та встановлені стандарти роблять Ethereum платформою вибору для багатьох NFT-проектів. Однак Flow пропонує переконливу альтернативу завдяки своїй ресурсно-орієнтованій моделі програмування, яка спрощує розробку смарт-контрактів, надаючи розробникам інтуїтивно зрозумілі інструменти та фреймворки. Хоча Tezos

також підтримує смарт-контракти, його екосистема все ще розвивається і не може запропонувати такий же рівень зрілості і підтримки розробників, як Ethereum і Flow.

З точки зору інтероперабельності, Tezos вирізняється своїм фокусом на формальній верифікації - суворому методі забезпечення коректності та безпеки смарт-контрактів. Формальна верифікація підвищує інтероперабельність Tezos, забезпечуючи більш високий рівень впевненості в цілісності і надійності взаємодії смарт-контрактів з іншими активами і протоколами на базі Tezos. Flow, навпаки, підкреслює сумісність завдяки своїй багатоланцюговій архітектурі, що дозволяє безперешкодно інтегруватися з існуючими протоколами і додатками в рамках більш широкої екосистеми блокчейну.

Спільнота та екосистема відіграють вирішальну роль у визначенні успіху та прийнятті блокчейн-платформ для NFT. Ethereum зберігає домінуючу позицію в цьому відношенні, маючи велику спільноту розробників, розвинену інфраструктуру та різноманітний спектр проектів і додатків. Надійна екосистема, що оточує Ethereum, надає творцям і трейдерам доступ до динамічного ринку і величезної кількості ресурсів для створення і монетизації NFT. Хоча Flow і Tezos є швидко зростаючими екосистемами, вони поки що мають менші спільноти в порівнянні з Ethereum. Проте обидві платформи активно інвестують у розвиток спільноти, підтримку розробників та ініціативи з розвитку екосистеми, щоб стимулювати зростання та впровадження в просторі NFT.

При бенчмаркінгу блокчейн-платформ, таких як Ethereum, Flow і Tezos, з точки зору безпеки і функціональності, для оцінки їх сильних і слабких сторін необхідно враховувати кілька ключових факторів.

Безпека:

- Ethereum має давню репутацію в сфері безпеки, підкріплену широким впровадженням і перевіреною в боях екосистемою смарт-

контрактів. Однак модель безпеки Ethereum значною мірою покладається на коректність смарт-контрактів, які можуть бути вразливими до вразливостей, якщо їх не перевіряти і не тестувати належним чином. Гучні інциденти, такі як злом DAO, підкреслюють важливість надійних методів безпеки в екосистемі Ethereum.

- Flow надає пріоритет безпеці завдяки своїй новій архітектурі та акценту на формальній верифікації. Шардингова архітектура платформи з декількома паралельними ланцюжками підвищує безпеку, ізолюючи транзакції та зменшуючи вплив потенційних атак. Крім того, ресурсно-орієнтована модель програмування Flow спрощує розробку смарт-контрактів, мінімізуючи ризик вразливостей, тим самим підвищуючи загальний рівень безпеки додатків, створених на платформі.

- Tezos вирізняється тим, що фокусується на формальній верифікації та управлінні ланцюжком, які сприяють його безпеці та стабільності. Формальна верифікація дозволяє розробникам математично довести правильність смарт-контрактів, знижуючи ризик багів і вразливостей. Крім того, механізм внутрішньомережевого управління Tezos дає можливість зацікавленим сторонам брати участь в оновленні протоколу і внесенні змін, гарантуючи, що зміни будуть ретельно перевірені і схвалені спільнотою, що підвищує безпеку і стійкість платформи.

Функціональність:

- Ethereum пропонує найбільш розвинену екосистему для децентралізованих додатків (DApps) і смарт-контрактів, надаючи розробникам широкий спектр інструментів, бібліотек і стандартів для створення і розгортання додатків. Підтримка смарт-контрактів, що завершуються за Тьюрінгом, дозволяє створювати складні та виразні функціональні можливості, що робить її придатною для широкого спектру випадків використання за межами NFT, включаючи децентралізовані фінанси (DeFi), ігри та децентралізовані автономні організації (DAO).

- Функціональність Flow характеризується масштабованістю і зручністю для розробників. Багатоланцюгова архітектура платформи з окремими ланцюгами для консенсусу, виконання та зберігання підвищує масштабованість, зберігаючи при цьому децентралізацію та безпеку. Ресурсно-орієнтована модель програмування Flow спрощує розробку смарт-контрактів, полегшуючи розробникам створення і розгортання додатків без шкоди для функціональності і безпеки. Крім того, акцент Flow на сумісності забезпечує безперешкодну інтеграцію з існуючими протоколами та додатками, сприяючи інноваціям та співпраці в екосистемі блокчейн.

- Tezos пропонує баланс функціональності та безпеки, підтримуваний фокусом на формальній верифікації та управлінні ланцюжком. Власний стандарт токенів платформи, FA2, полегшує створення і управління цифровими активами, включаючи NFT, забезпечуючи при цьому сумісність з іншими токенами і активами на базі Tezos. Механізм самодоповнення Tezos дозволяє оновлювати та покращувати протокол без суперечливих хардфорків, що підвищує адаптивність та стабільність платформи. Однак екосистема Tezos і інструменти для розробників все ще розвиваються, що може вплинути на її функціональність в порівнянні з більш зрілими платформами, такими як Ethereum.

Таким чином, Ethereum, Flow і Tezos мають унікальні сильні сторони і можливості з точки зору безпеки і функціональності. Широке впровадження та зріла екосистема Ethereum роблять його надійним вибором для широкого спектру застосувань, включаючи NFT. Інноваційна архітектура Flow і зручні для розробників функції позиціонують його як перспективну платформу для масштабованих і зручних для користувача блокчейн-технологій. Фокус Tezos на формальній верифікації та управлінні ланцюжком підвищує безпеку і стабільність, хоча екосистема все ще розвивається. Зрештою, вибір платформи залежить від таких факторів, як вимоги конкретного випадку використання, потреби в масштабуванні і переваги розробника.

РОЗДІЛ 3. Реалізація проєкту NFT маркетплейсу

3.1. Аналіз програмного забезпечення необхідного для реалізації проєкту.

Після ретельного аналізу технології NFT в попередніх розділах було підбрано необхідні програмні засоби для реалізації проєкту маркетплейсу

Для розробки використовували **Visual Studio Code** — це текстовий редактор, розроблений компанією Microsoft, який працює на платформах Windows, Linux і macOS. Він надає різноманітні функції, такі як підтримка налагодження, підсвічування синтаксису, автодоповнення, фрагменти коду, можливості рефакторингу та інтеграцію з Git. Користувачі можуть налаштовувати редактор під свої потреби, змінюючи теми, комбінації клавіш, параметри та встановлюючи розширення для розширення функціональності. У опитуванні розробників Stack Overflow у 2022 році 74,48% з понад 70 тисяч респондентів заявили, що використовують Visual Studio Code, роблячи його одним з найпопулярніших інструментів середовища розробки.

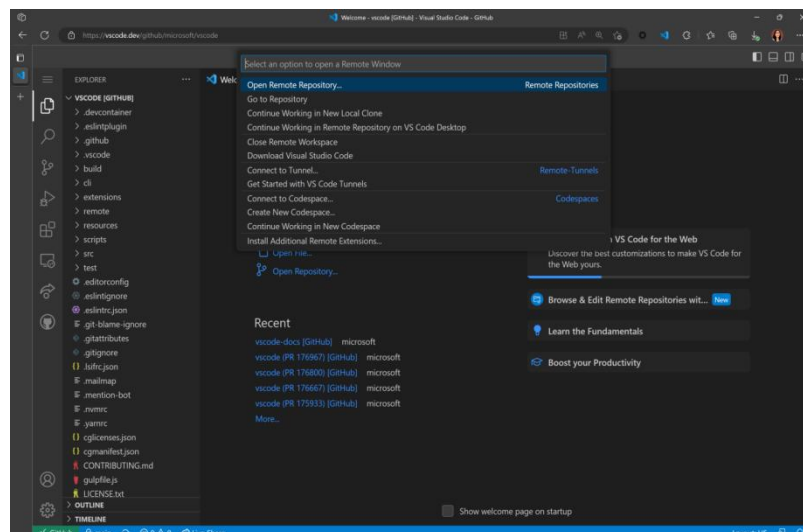


Рис 3.1. Інтерфейс редактора

Для роботи зі смарт-контрактом і тестування було використано утиліту **HardHat**. Hardhat - це розширена бібліотека для розробки смарт-контрактів на мові Solidity для платформи Ethereum. Вона надає розробникам зручні інструменти для тестування, налагодження та розгортання смарт-контрактів.

Основні функції та переваги Hardhat включають:

1. Підтримка Solidity: Hardhat працює з мовою Solidity, яка є стандартом для розробки смарт-контрактів на Ethereum.

2. Налаштування та тестування: Бібліотека надає зручні інструменти для налаштування смарт-контрактів та написання автоматизованих тестів, що допомагає впевнитися в їхній працездатності та безпеці.

3. Спрощена розробка: Hardhat пропонує широкий спектр функцій, таких як автоматична компіляція контрактів, зручний доступ до даних блокчейну, інтеграція з Ethereum-нодами для локального розробки та інше, що полегшує розробку смарт-контрактів.

4. Розширюваність: Бібліотека має гнучку архітектуру, що дозволяє розробникам розширювати та налаштовувати її функціональність відповідно до потреб конкретного проекту.

5. Інтеграція з іншими інструментами: Hardhat підтримує інтеграцію з різними інструментами розробки, такими як Ethereum-ноди, інші бібліотеки Solidity, інструменти для аналізу коду тощо.

Узагальнюючи, Hardhat є потужним інструментом для розробки смарт-контрактів, який допомагає розробникам зосередитися на логіці їх додатків, забезпечуючи зручне середовище для роботи з Ethereum.

```

const keys = require('./keys.json')
require("@omicfoundation/hardhat-toolbox");
require("@omicfoundation/hardhat-ethers");

/** @type import('hardhat/config').HardhatUserConfig */
module.exports = {
  networks: {
    localhost: {},
    polygon_mumbai: {
      url: "https://rpc-amoy.polygon.technology/",
      accounts: [keys.DEPLOYER]
    },
    ethereum_sepolia: {
      url: "https://linea-sepolia.infura.io/v3/45703fd6a6054fe88c66682b520dd87d",
      chainId: 0xe705,
      accounts: [keys.DEPLOYER]
    }
  },
  etherscan: {
    apiKey: "45703fd6a6054fe88c66682b520dd87d"
  },
  solidity: {
    version: "0.8.24",
    settings: {
      optimizer: {
        enabled: true,
        runs: 200
      }
    }
  },
};

```

Рис.3.2. Створено конфігураційний файл для роботи з HardHat

```

sluzbabezopasnosti@MBP-Sluzba adopt-pet-hardhat % npx hardhat node
Started HTTP and WebSocket JSON-RPC server at http://127.0.0.1:8545/

Accounts
=====

WARNING: These accounts, and their private keys, are publicly known.
Any funds sent to them on Mainnet or any other live network WILL BE LOST.

Account #0: 0xf39Fd6e51aad88F6F4ce6aB8827279cFfB92266 (10000 ETH)
Private Key: 0xac0974bec39a17e36ba4a6b4d238ff944bacb478cbed5efcae784d7bf4f2ff80

Account #1: 0x70997970C51812dc3A010C7d01b50e0d17dc79C8 (10000 ETH)
Private Key: 0x59c6995e998f97a5a0044966f0945389dc9e86dae88c7a8412f4603b6b78690d

Account #2: 0x3C44CdDdB6a900fa2b585dd299e03d12FA4293BC (10000 ETH)
Private Key: 0x5de4111afa1a4b94908f83103eb1f1706367c2e68ca870fc3fb9a804cdab365a

Account #3: 0x90F79b666B2c4f870365E785982E1f101E93b906 (10000 ETH)
Private Key: 0x7c852118294e51e653712a81e05800f419141751be58f605c371e15141b007a6

Account #4: 0x15d34AAf54267DB7D7c367833AAf71A00a2C6A65 (10000 ETH)
Private Key: 0x47e179ec197488593b187f80a00eb0da91f1b9d0b13f8733639f19c30a34926a

Account #5: 0x9965507D1a55bc2695C58ba16FB37d819B0A4dc (10000 ETH)
Private Key: 0x8b3a350cf5c34c9194ca85829a2df0ec3153be0318b5e2d3348e872092edffba

Account #6: 0x976EA74026E726554dB657fA54763abd0C3a0aa9 (10000 ETH)
Private Key: 0x92db14e403b83dfe3df233f83dfa3a0d7096f21ca9b0d6d6b8d88b2b4ec1564e

Account #7: 0x14dC799644a2C08b23698833D3cc7Ca32193d9955 (10000 ETH)
Private Key: 0x4bbbf85ce337467afe5d46f804f221813b2bb87f24d81f601fcd8f7cbf4356

Account #8: 0x23618e81E3f5cdF7f54C3d65f7F8c0aBf5821E8f (10000 ETH)
Private Key: 0xdbda1821b80551c9d65939329250298aa3472ba22f6ea921c0cf5d620ea67b97

Account #9: 0xa0Ee7A142d267C1f36714E4a8F75612F20a79720 (10000 ETH)
Private Key: 0x2a871d0798f97d79848a013d4936a73bf4cc922c825d33c1cf7073dff6d409c6

```

Рис.3.3. Запущено локальний блокчейн

3.2. Реалізація проєкту.

Для реалізації проєкту було використано фреймворк **NextJS**. Next.js - це фреймворк для розробки веб-додатків на базі React.js. Він надає потужні можливості для побудови сучасних веб-додатків з підтримкою серверного рендерингу, статичної генерації, роутингу та багато іншого. Основні можливості Next.js включають:

1.1. Серверний та клієнтський рендеринг: Next.js дозволяє розробникам вибирати між серверним та клієнтським рендерингом для кожної сторінки. Це дозволяє оптимізувати швидкодію та SEO веб-додатків.

1.2. Статична генерація: Next.js підтримує статичну генерацію, що дозволяє попередньо згенерувати HTML для сторінок веб-сайту під час збірки. Це забезпечує швидкий доступ до вмісту для користувачів та покращує SEO.

1.3. Динамічний рендеринг: Фреймворк дозволяє реалізувати динамічний рендеринг, який оновлює вміст сторінки без перезавантаження всієї сторінки.

1.4. Розширений роутинг: Next.js має потужну систему роутингу, яка дозволяє зручно керувати маршрутами вашого додатку.

1.5. Модульність: Фреймворк підтримує модульність, що дозволяє використовувати різні бібліотеки та інструменти для побудови вашого додатку.

1.6. Інтеграція з React: Next.js заснований на React.js, що дозволяє використовувати всю потужну функціональність React для розробки вашого додатку.

1.7. Підтримка CSS-in-JS: Next.js підтримує різні методи стилізації компонентів, включаючи CSS-in-JS, що дозволяє зручно керувати стилями вашого додатку.

Взагалі, Next.js є потужним фреймворком для розробки веб-додатків, який надає розробникам зручні інструменти для побудови швидких, масштабованих та SEO-дружніх додатків.

Було створено інтерфейс головної сторінки маркетплейсу.

Код починається з імпорту необхідних залежностей, таких як `NextPage` з пакету `'next'`, компоненти `BaseLayout` і `NftList` з `'@ui'` і т.д. Компонент `Home` є функціональним компонентом типу `NextPage`. Він рендерить вміст головної сторінки. Використання хуків: Компонент `Home` використовує хук `useNetwork`, щоб отримати інформацію про мережу.

Рендеринг вмісту сторінки:

1. Є контейнер `BaseLayout`, який містить основний макет сторінки.
2. Є умовний оператор, який відображає компонент `NftList`, якщо мережа підключена, інакше він відображає блок з попередженням про те, що потрібно увімкнути мережу.
3. Якщо мережа не підключена (`network.isConnectedToNetwork` дорівнює `false`), виводиться блок з попередженням із текстом "Attention needed" та інформацією про стан підключення.
4. Умовний рендеринг тексту: Текст підключення до мережі динамічно змінюється в залежності від стану мережі.

Компонент `Home` експортується за замовчуванням для використання в інших частинах додатка.

Цей код створює гнучкий інтерфейс, який залежить від стану мережі. Якщо мережа підключена, він показує список NFT. В іншому випадку він показує попередження про те, що потрібно підключитися до мережі.

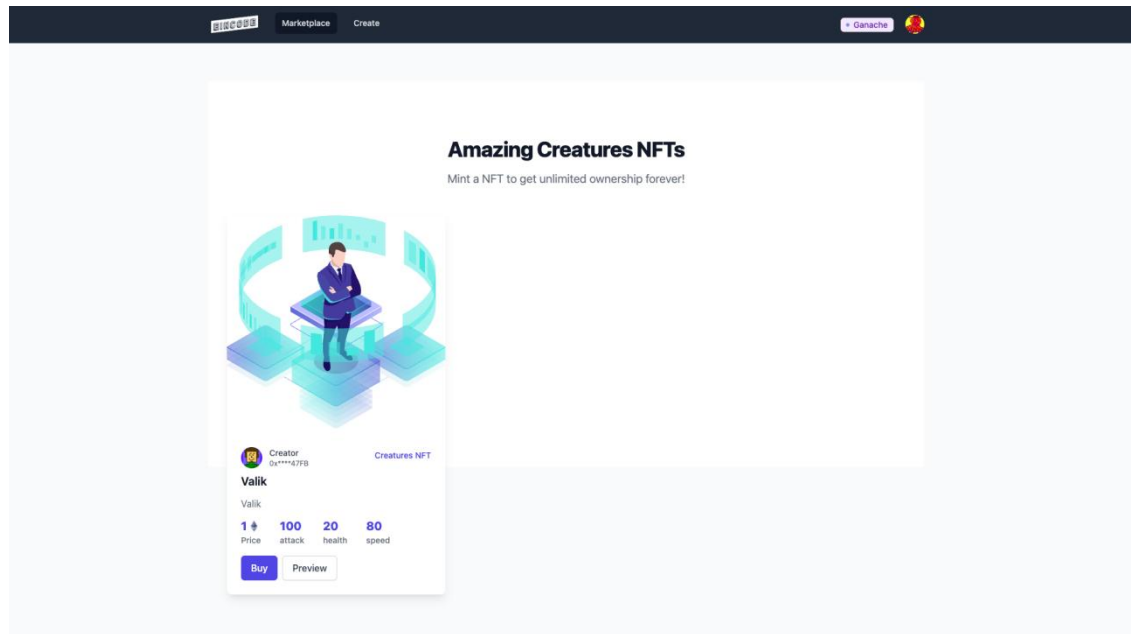


Рис.3.4. Створено інтерфейс маркетплейсу

Лістинг файлу pages/index.tsx:

```
import type { NextPage } from 'next';

import { BaseLayout, NftList } from '@ui';

import { useNetwork } from '@hooks/web3';

import { ExclamationIcon } from '@heroicons/react/solid';

const Home: NextPage = () => {

  const { network } = useNetwork();

  return (

    <BaseLayout>

    <div className="relative bg-gray-50 pt-16 pb-20 px-4 sm:px-6 lg:pt-24 lg:pb-28 lg:px-8">

      <div className="absolute inset-0">

        <div className="bg-white h-1/3 sm:h-2/3" />

      </div>

      <div className="relative">

        <div className="text-center">

          <h2 className="text-3xl tracking-tight font-extrabold text-gray-900 sm:text-4xl">Amazing Creatures
          NFTs</h2>
```

```

<p className="mt-3 max-w-2xl mx-auto text-xl text-gray-500 sm:mt-4">
Mint a NFT to get unlimited ownership forever!

</p>

</div>

{ network.isConnectedToNetwork ?

<NftList /> :

<div className="rounded-md bg-yellow-50 p-4 mt-10">

<div className="flex">

<div className="flex-shrink-0">

<ExclamationIcon className="h-5 w-5 text-yellow-400" aria-hidden="true" />

</div>

<div className="ml-3">

<h3 className="text-sm font-medium text-yellow-800">Attention needed</h3>

<div className="mt-2 text-sm text-yellow-700">

<p>

{ network.isLoading ?

"Loading..." :

`Connect to ${network.targetNetwork}`

}

</p>

</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

}

</div>

</div>

```

```
</BaseLayout>
```

```
}}
```

```
export default Home
```

Рис.3.5. Створено інтерфейс для генерації нових NFT

Після розробки головної сторінки було спроектовано та реалізовано інтерфейс, який дозволяє користувачам створення та розміщення їх власних NFT з використанням метаданих та зображень. (`pages/nft/create.tsx`).

В цьому розділі імпортуються необхідні бібліотеки та компоненти для розробки. Використовуються хуки `useState` для збереження стану компоненту. Також використовується хук `useWeb3` для отримання доступу до Web3 мережі та контрактів Ethereum.

Було реалізовано наступні функції:

1. Функції для роботи з метаданими та зображенням:

1. `handleImage` : Обробник подій для завантаження зображення.
2. `handleChange`: Обробник подій для зміни значень у формі.
3. `handleAttributeChange` : Обробник подій для зміни атрибутів NFT.

2. Функції для завантаження та розміщення метаданих:

1. `getSignedData`: Функція для отримання підписаного повідомлення.
2. `uploadMetadata`: Функція для завантаження метаданих на IPFS.
3. `createNft`: Функція для створення NFT на основі завантажених метаданих.

Форма має можливість завантаження зображення, введення назви, опису та атрибутів NFT. Після завантаження метаданих користувач може визначити ціну та створити NFT. Використовуються компоненти `ExclamationIcon` для відображення попереджень та компоненти `Link` для переходів. Перед завантаженням зображення воно обробляється для оптимізації і підписується для безпеки.

Наступним етапом стала розробка смарт-контракту. Для розробки контракту був використаний стандарт ERC-721. Смарт-контракт реалізує ринок NFT, де користувачі можуть мінити нові NFT, розміщати їх на продаж, купувати вже існуючі NFT та переглядати доступні для продажу NFT.

Основні елементи контракту:

Структури та змінні:

1. **`NftItem`**: Структура, яка містить інформацію про кожен NFT, таку як його ідентифікатор, ціна, адреса творця та прапорець, що позначає, чи розміщений NFT на продаж.
2. **`listingPrice`**: Ціна, яку користувачі повинні заплатити за розміщення NFT на продаж.
3. **Збірники (`Counters`)**: Використовуються для автоматичного створення та відстеження унікальних ідентифікаторів NFT.
4. **Мапування**: Використовуються для зберігання інформації про NFT та їх власників.

Функції:

1. **`mintToken`**: Функція для створення нового NFT, встановлення його ціни та розміщення на продаж.

2. **buyNft**: Функція для купівлі існуючого NFT за ціною, визначеною власником.

3. **placeNftOnSale**: Функція для розміщення власного NFT на продаж. Також було реалізовано інші допоміжні функції для отримання списку доступних для продажу та власних NFT, отримання кількості розміщених NFT тощо.

Було створено події (Events), які використовуються для сповіщення зовнішніх систем про події в контракті, такі як створення нового NFT. Для розробки контракту використовувались різні модифікатори. Одним з них є **onlyOwner**, застосовується до функції, щоб перевірити, чи викликав цю функцію власник контракту. Створено конструктор, який ініціалізує контракт з початковими значеннями, встановлює ім'я та символ NFT.

Цей контракт забезпечує базовий, але досить повний набір функціональності для створення та управління ринком NFT.

Лістинг смарт-контракту:

```
// SPDX-License-Identifier: MIT

pragma solidity >=0.4.22 <0.9.0;

import "@openzeppelin/contracts/token/ERC721/extensions/ERC721URIStorage.sol";

import "@openzeppelin/contracts/utils/Counters.sol";

import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";

contract NftMarket is ERC721URIStorage, Ownable {

    using Counters for Counters.Counter;

    struct NftItem {

        uint tokenId;

        uint price;

        address creator;

        bool isListed;

    }
```

```

uint public listingPrice = 0.025 ether;

Counters.Counter private _listedItems;

Counters.Counter private _tokenIds;

mapping(string => bool) private _usedTokenURIs;

mapping(uint => NftItem) private _idToNftItem;

mapping(address => mapping(uint => uint)) private _ownedTokens;

mapping(uint => uint) private _idToOwnedIndex;

uint256[] private _allNfts;

mapping(uint => uint) private _idToNftIndex;

event NftItemCreated (

uint tokenId,

uint price,

address creator,

bool isListed

);

constructor() ERC721("CreaturesNFT", "CNFT") {}

function setListingPrice(uint newPrice) external onlyOwner {

require(newPrice > 0, "Price must be at least 1 wei");

listingPrice = newPrice;}

function getNftItem(uint tokenId) public view returns (NftItem memory) {

return _idToNftItem[tokenId];}

function listedItemsCount() public view returns (uint) {

return _listedItems.current();}

function tokenURIExists(string memory tokenURI) public view returns (bool) {

return _usedTokenURIs[tokenURI] == true;}

function totalSupply() public view returns (uint) {

return _allNfts.length;}

```

```

function tokenByIndex(uint index) public view returns (uint) {

require(index < totalSupply(), "Index out of bounds");

return _allNfts[index];}

function tokenOfOwnerByIndex(address owner, uint index) public view returns (uint) {

require(index < ERC721.balanceOf(owner), "Index out of bounds");

return _ownedTokens[owner][index];}

function getAllNftsOnSale() public view returns (NftItem[] memory) {

uint allItemsCounts = totalSupply();

uint currentIndex = 0;

NftItem[] memory items = new NftItem[](_listedItems.current());

for (uint i = 0; i < allItemsCounts; i++) {

uint tokenId = tokenByIndex(i);

NftItem storage item = _idToNftItem[tokenId];

if (item.isListed == true) {

items[currentIndex] = item;

currentIndex += 1;}}

return items;}

function getOwnedNfts() public view returns (NftItem[] memory) {

uint ownedItemsCount = ERC721.balanceOf(msg.sender);

NftItem[] memory items = new NftItem[](ownedItemsCount);

for (uint i = 0; i < ownedItemsCount; i++) {

uint tokenId = tokenOfOwnerByIndex(msg.sender, i);

NftItem storage item = _idToNftItem[tokenId];

items[i] = item;}

return items;}

function mintToken(string memory tokenURI, uint price) public payable returns (uint) {

require(!tokenURIExists(tokenURI), "Token URI already exists");

```

```

require(msg.value == listingPrice, "Price must be equal to listing price");

_tokenIds.increment();

_listedItems.increment();


uint newTokenId = _tokenIds.current();

_safeMint(msg.sender, newTokenId);

_setTokenURI(newTokenId, tokenURI);

_createNftItem(newTokenId, price);

_usedTokenURIs[tokenURI] = true;

return newTokenId;}

function buyNft(

uint tokenId

) public payable {

uint price = _idToNftItem[tokenId].price;

address owner = ERC721.ownerOf(tokenId);

require(msg.sender != owner, "You already own this NFT");

require(msg.value == price, "Please submit the asking price");

_idToNftItem[tokenId].isListed = false;

_listedItems.decrement();

_transfer(owner, msg.sender, tokenId);

payable(owner).transfer(msg.value);}

function placeNftOnSale(uint tokenId, uint newPrice) public payable {

require(ERC721.ownerOf(tokenId) == msg.sender, "You are not owner of this nft");

require(_idToNftItem[tokenId].isListed == false, "Item is already on sale");

require(msg.value == listingPrice, "Price must be equal to listing price");

_idToNftItem[tokenId].isListed = true;

```

```

_idToNftItem[tokenId].price = newPrice;

_listedItems.increment();

}

function _createNftItem(

uint tokenId,

uint price

) private {

require(price > 0, "Price must be at least 1 wei");

_idToNftItem[tokenId] = NftItem(

tokenId,

price,

msg.sender,

true

);

emit NftItemCreated(tokenId, price, msg.sender, true);}

function _beforeTokenTransfer(

address from,

address to,

uint tokenId

) internal virtual override {

super._beforeTokenTransfer(from, to, tokenId);

if (from == address(0)) {

_addTokenToAllTokensEnumeration(tokenId);

} else if (from != to) {

_removeTokenFromOwnerEnumeration(from, tokenId);}

if (to == address(0)) {

```

```

_removeTokenFromAllTokensEnumeration(tokenId);

} else if (to != from) {

_addTokenToOwnerEnumeration(to, tokenId);}

}

function _addTokenToAllTokensEnumeration(uint tokenId) private {

_idToNftIndex[tokenId] = _allNfts.length;

_allNfts.push(tokenId);}

function _addTokenToOwnerEnumeration(address to, uint tokenId) private {

uint length = ERC721.balanceOf(to);

_ownedTokens[to][length] = tokenId;

_idToOwnedIndex[tokenId] = length;}

function _removeTokenFromOwnerEnumeration(address from, uint tokenId) private {

uint lastTokenIndex = ERC721.balanceOf(from) - 1;

uint tokenIndex = _idToOwnedIndex[tokenId];

if (tokenIndex != lastTokenIndex) {

uint lastTokenId = _ownedTokens[from][lastTokenIndex];

_ownedTokens[from][tokenIndex] = lastTokenId;

_idToOwnedIndex[lastTokenId] = tokenIndex;}

delete _idToOwnedIndex[tokenId];

delete _ownedTokens[from][lastTokenIndex];}

function _removeTokenFromAllTokensEnumeration(uint tokenId) private {

uint lastTokenIndex = _allNfts.length - 1;

uint tokenIndex = _idToNftIndex[tokenId];

uint lastTokenId = _allNfts[lastTokenIndex];

_allNfts[tokenIndex] = lastTokenId;

_idToNftIndex[lastTokenId] = tokenIndex;

delete _idToNftIndex[tokenId];

```

```
_allNfts.pop();}}
```

Після того як смарт контракт було створено, скопійовано та протестовано, ми можемо його задеплойти в наш тестовий блокчейн.

```
2_nftMarket_migration.js

Replacing 'NftMarket'
> transaction hash: 0xa0881be6eb5c8fb2448bc12d48a0b43814ae92237e659c382fc539174220eb87
> Blocks: 0
> contract address: 0x42d18360D45Fb08404F2AAaB4861B0768219D810
> block number: 3
> block timestamp: 1713825597
> account: 0xD8eC5909b08dF184f82820B7526bb55f234E47FB
> balance: 99.985548568985982721
> gas used: 4233890 (0x400aa2)
> gas price: 3.178366198 gwei
> value sent: 0 ETH
> total cost: 0.01345685286205022 ETH

> Saving migration to chain.
> Saving artifacts

> Total cost: 0.01345685286205022 ETH

Summary
> Total deployments: 2
> Final cost: 0.01430112261205022 ETH
```

Рис.3.6. Контракт успішно задеплойований та доступний для всіх користувачів блокчейну

Далі для взаємодії з блокчейном та смарт-контрактом через створений веб-інтерфейс, ми налаштуємо RPC провайдер, яким в конкретному випадку виступає браузерне розширення MetaMask.

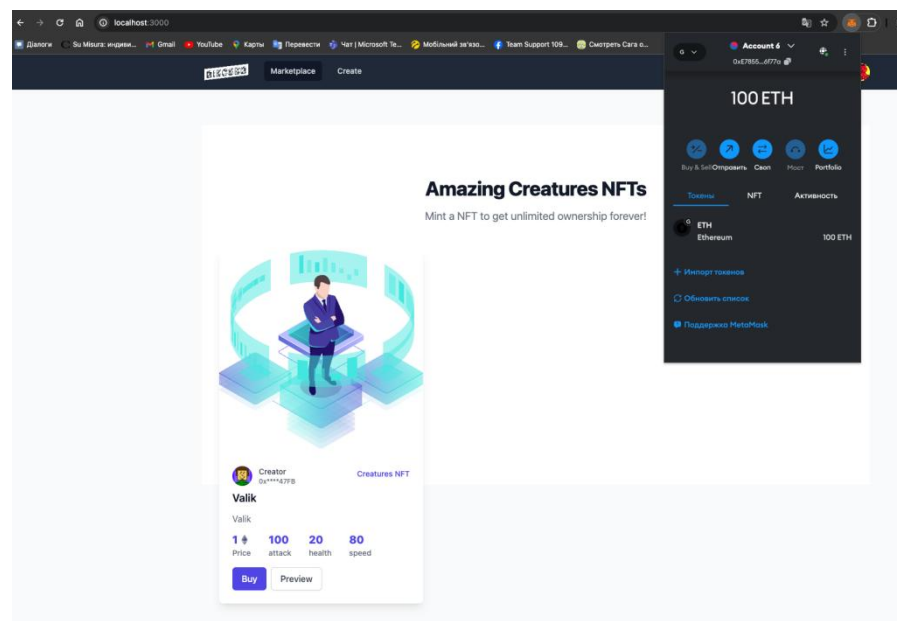


Рис.3.7. Підключено гаманець до маркетплейсу

Після підключення було створено та розміщено на продаж новий токен, який одразу став доступним для покупки користувачами на сторінці маркетплейсу.

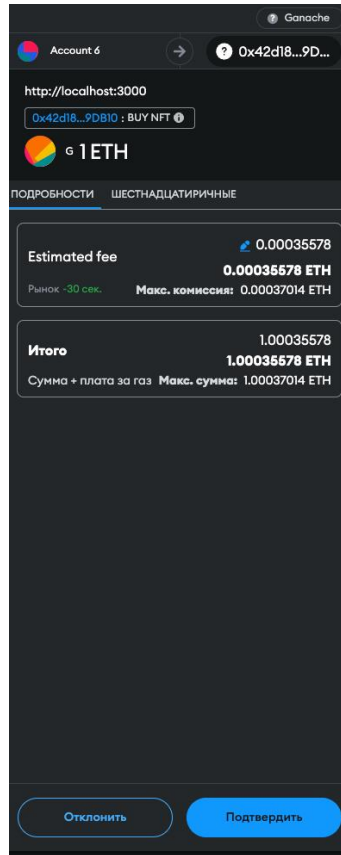


Рис.3.7. Підтвердження покупки токена

Після того токен був успішно придбаний, ми зможемо ним керувати в нашому профілі, для цього було реалізовано базовий інтерфейс, який дозволяє завантажити зображення NFT токена та виставити його на продаж.

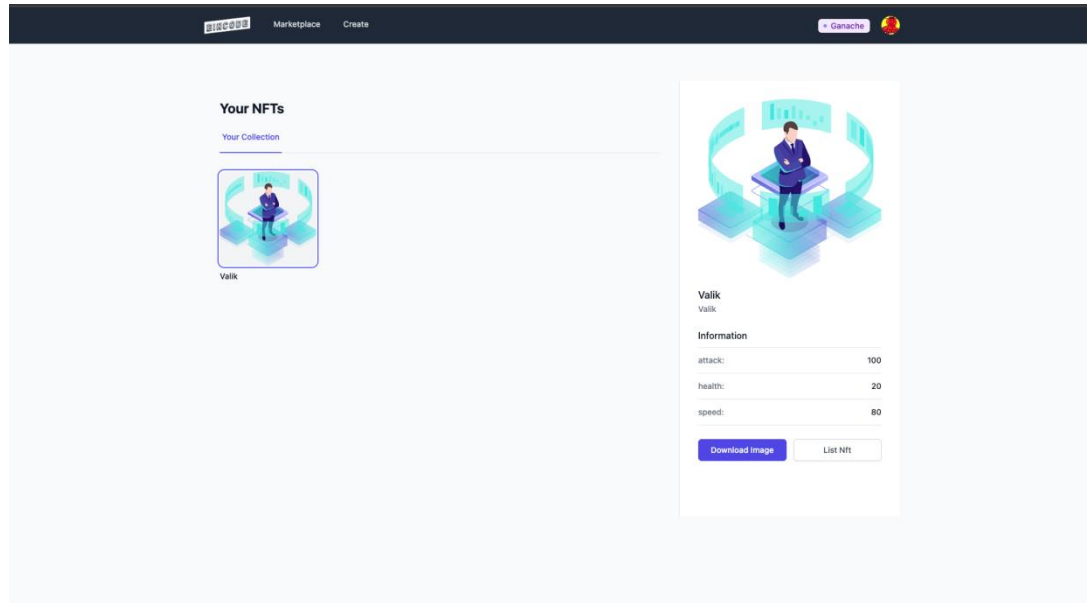


Рис.3.8. NFT колекція користувача

ВИСНОВКИ

У дослідженні було проведено комплексний аналіз методів і технологій, спрямованих на захист візуальних активів у цифровому просторі, приділивши особливу увагу використанню невзаємозамінних токенів (NFT) та інших інноваційних цифрових рішень. Досліджуючи теоретичні засади, практичне застосування та майбутні перспективи, ми прагнули зробити внесок у розуміння та просування стратегій захисту візуальних активів у сучасному цифровому ландшафті.

Дослідження розпочалося з вивчення фундаментальних концепцій, пов'язаних з візуальними активами та NFT, простеження їхнього історичного розвитку та з'ясування базової технології блокчейн, яка лежить в основі функціональності NFT. Було визначено переваги та недоліки використання NFT для захисту авторських прав, підкресливши їхній потенціал докорінно змінити право власності та автентифікацію цифрових активів. Досліджено методи і технології, що застосовуються для захисту візуальних активів. Шифрування, криптографічні методи, водяні знаки, стеганографія та смарт-контракти стали ключовими інструментами у зміцненні цілісності та права власності на цифрові творіння. Цифрові сертифікати та протоколи автентифікації також ретельно вивчалися на предмет їхньої ролі в посиленні процесів верифікації активів.

Поглиблений аналіз існуючих платформ для створення NFT, включаючи Ethereum, Flow і Tezos, дав уявлення про їхню безпеку, функціональність і придатність для захисту візуальних активів. Провівши бенчмаркінг цих платформ та вивчивши успішні кейси захисту активів за допомогою NFT, ми визначили нові тенденції та виклики в цій сфері, що швидко розвивається. Крім того, досліджено перспективи майбутнього розвитку технологій захисту візуальних активів. Конвергенція досягнень блокчейну та штучного інтелекту обіцяє підвищити ефективність механізмів

захисту та верифікації. Також були розглянуті правові аспекти використання NFT, підкреслюючи важливість нормативно-правової бази для забезпечення цілісності та законності транзакцій з цифровими активами.

Таким чином, дослідження підкреслює критичну важливість використання інноваційних технологій для захисту візуальних активів у цифрову епоху. Використовуючи NFT та інші передові рішення, творці контенту, правовласники та зацікавлені сторони отримують вигоду від посилення безпеки, автентичності та збереження цінності. Однак, вкрай важливо зберігати пильність щодо нових ризиків і викликів, активно вивчаючи можливості для подальших інновацій і співпраці в цій динамічній галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Григорчук Т. В. Брендинг: навч. посіб. [для дистанц. навч.]. Київ : КНУКіМ, 2019. 163 с.
2. Зоріна О. І., Дергоусова А. О., Сиволовська О. В. Основи маркетингу та менеджменту: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2014. 319 с.
3. Марті Ньюмейер. Zag. Найкращий посібник з брендингу / пер. з англ. Ю. Кузьменко. Київ: Книжковий клуб «Клуб сімейного дозвілля», 2017. 192 с.
4. Мороз О. В., Пашенко О. В. Теорія сучасного брендингу. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2013. 103 с.
5. Смерічевський С.Ф., Петропавловська С.Є., Радченко О.А. Бренд-менеджмент: навчальний посібник // за заг. ред. С. Ф. Смерічевський, С. Є. Петропавловська, О. А. Радченко. — К. : НАУ, 2019. — 156 с.
6. Балабанова Л.В. Бренд-менеджмент підприємств на основі маркетингу: [навч. посібник] / Л.В. Балабанова, Я.В. Приходченко. — Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. — 287 с.
7. Кендюхов О.В. Бренд-менеджмент: [навч. посібник] / О.В. Кендюхов, К.Ю. Ягельська, Д.С. Файвішенко. — Донецьк: ДонНТУ, 2013. — 459 с.
8. What are COLORED COINS? Expanding crypto's applications. <https://worldcoin.org/articles/colored-coin>
9. What Are CryptoPunks? <https://www.investopedia.com/what-are-cryptopunks-6825717>
10. What is CryptoKitties? <https://www.cryptokitties.co/>
11. What is an NFT? https://www.economist.com/the-economist-explains/2021/10/12/what-is-an-nft?utm_medium=cpc.adword.pd&utm_source=google&ppccampaignID=1815173

[8051&ppcadID=&utm_campaign=a.22brand_pmax&utm_content=conversion.direct-response.anonymous&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwk6SwBhDPAReAJ59GwebiFf_4UsUcUdbYRXXFMX8VS3A0uEhwQGwljW6O1L8DfwK4gGU48kaAv8PEALw_wcB&gclsrc=aw.ds](https://www.google.com/adsense/8051&ppcadID=&utm_campaign=a.22brand_pmax&utm_content=conversion.direct-response.anonymous&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwk6SwBhDPAReAJ59GwebiFf_4UsUcUdbYRXXFMX8VS3A0uEhwQGwljW6O1L8DfwK4gGU48kaAv8PEALw_wcB&gclsrc=aw.ds)

12. Катаева, Е. В. (2022). Технология NFT как инструмент защиты авторских прав. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, (12-1), 147-150.
13. Іщенко, К. Ю. (2023). NFT як складова українського культурного простору. *Новітні дослідження культури і мистецтва: пошуки, проблеми, перспективи: матеріали Всеукр.*, 192.
14. Лабурцева, О. І. (2021). Технології блокчейн у маркетинговій діяльності підприємств торгівлі. In *Підприємництво, торгівля, маркетинг: стратегії, технології та інновації* [Електронне видання]: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 27 травня 2021 р.) / відп. ред. АА Мазаракі. – Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2021. – 224 с. (р. 90).
15. Манн, Р. В., Данилевський, В. В., & Баранов, Г. О. (2022). Тенденції розвитку NFT-ринку і криптомистецтва як складові розбудови економіки країни. *Економіка і організація управління*, 190-201.
16. Gupta, M. (2023). Reviewing the Relationship Between Blockchain and NFT With World Famous NFT Market Places. *Scientific Journal of Metaverse and Blockchain Technologies*, 1(1), 1-8.
17. Ante, L. (2023). Non-fungible token (NFT) markets on the Ethereum blockchain: Temporal development, cointegration and interrelations. *Economics of Innovation and New Technology*, 32(8), 1216-1234.
18. Beckman, M. (2021). *The Comprehensive Guide to NFTs, Digital Artwork, and Blockchain Technology*. Simon and Schuster. 160p.
19. Ertürk, E., Doğan, M., Kadiroğlu, Ü., & Karaarslan, E. (2021, September). NFT based fundraising system for preserving cultural heritage:

heirloom. In 2021 6th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) (pp. 699-702).

20. Popescu, A. D. (2021, May). Non-fungible tokens (nft)–innovation beyond the craze. In 5th International Conference on Innovation in Business, Economics and Marketing Research (Vol. 32).
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/68796447/PET_Journal_NFTs_Innovation_beyond_the_craze-libre.pdf?1629291510=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DNon_Fungible_Tokens_NFT_Innovation_beyond_the_craze-libre.pdf&Expires=1711911849&Signature=E4En8Ye2p4jPEdT0tdqFSXYXs-AfBMDUoNhXV5BOXsW3ekoYOEaseLw8ULdaAk3hTPJxCNwHvHoS3sXAVHMu8jdTbikvtDvNHR~TnmdM-2Gkg-OMyN8RGysXKX5W8xBU2cwVZBUUW6uZ2gUoaWtL4YPIyGNsNxfhSgHaOcPyqL97FPzpEvNScPHnRUUpAiocLRlCmeiSQ8croXnOre7gAnPQaQnLyT~NPd28-Zr6kjgjWxGw8JfODHOddcmNnlirDh0P4sDBPWdyhsnSbF4j40MT6Z-F-kyNuJ6dINyT-417DkXsn8wicDb1pDSNMOBXvjQnSZXBq64uV8-HkLhoo8Q_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

21. Takaoğlu, M., Takaoğlu, F., & Dursun, T. (2023, July). NBS: An NFT-Based Blockchain Steganography Method. In International Conference on Computing, Intelligence and Data Analytics (pp. 192-201).

22. Murray, M. D. (2022). NFT ownership and copyrights. *Ind. L. Rev.*, 56, p. 367.

23. Гребенюк А.М. Основи управління інформаційною безпекою: навч. посібник / А.М. Гребенюк, Л.В. Рибальченко. Дніпро: Дніпроп. держ. унт внутріш. справ, 2020. – 144 с.

24. Безпека інформації : конспект лекцій О. С. Кушнерьов. – Суми : Сумський державний університет, 2021. – 99 с.

25. Семенюк, В. О., & Литвиненко, Я. В. (2023). Огляд методів захисту текстової інформації. Матеріали X I науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, 112-112.

26. Мінгальова, Ю. І. (2012). Новітні криптографічні методи захисту інформації. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 95-річчю Херсонського державного університету, 373-378.
27. Базилевич, В. М. (2017). Аналіз методів захисту від кіберзагроз в бездротових мережах стандарту IEEE 802.11. Захист інформації, (19, № 3), 222-227.
28. Даник Ю.Г. Основи кібербезпеки та кібероборони: підручник / Ю.Г. Даник, П.П. Воробієнко, В.М. Чернега. – [Видання друге, перероб. та доп.]. – Одеса.: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. – 320 с.
29. Бурячок В. Л. Технології забезпечення безпеки мережевої інфраструктури. [Підручник] / В. Л. Бурячок, А. О. Аносов, В. В. Семко, В. Ю. Соколов, П. М. Складанний. – К.: КУБГ, 2019. – 218 с.
30. Бурячок В. Л. Основи інформаційної та кібернетичної безпеки. [Навчальний посібник]. / В. Л. Бурячок, Р. В. Киричок, П. М. Складанний – К., 2018. – 320 с.
31. Жилін А. В. Технології захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах : навч. посіб. / А. В. Жилін, О. М. Шаповал, О. А. Успенський ; ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 213 с.
32. Захист інформації в комп'ютерних системах.
<https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/42935>
33. Дудикевич, В. Б. Основи інформаційної безпеки : навч. пос. / Дудикевич В. Б., Хорошко В. О., Яремчук Ю. Є. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 316 с.
34. Гулак Г.М. Методологія захисту інформації. аспекти кібербезпеки.
http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/Gulak_MetodolZahystuInfOsnKiberbezp_2020.pdf

35. Wu, S. S., Liu, C. C., Shosha, A. F., & Gladyshev, P. (2011). Cyber Security and information protection in a smart grid environment. *IFAC Proceedings Volumes*, 44(1), 13696-13704.
36. Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *computers & security*, 38, 97-102.
37. Borky, J. M., Bradley, T. H., Borky, J. M., & Bradley, T. H. (2019). Protecting information with cybersecurity. *Effective Model-Based Systems Engineering*, 345-404.
38. Sheng, S., Chan, W. L., Li, K. K., Xianzhong, D., & Xiangjun, Z. (2007). Context information-based cyber security defense of protection system. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 22(3), 1477-1481.
39. Thakur, K., Qiu, M., Gai, K., & Ali, M. L. (2015, November). An investigation on cyber security threats and security models. In *2015 IEEE 2nd international conference on cyber security and cloud computing*. P. 307-311.
40. Kafol, C., & Bregar, A. (2017). Cyber Security—Building a Sustainable Protection. *DAAAM International Scientific Book*, 81-90.
41. Ogbu, J. O., & Oksiuk, A. (2016, October). Information protection of data processing center against cyber attacks. In *2016 Third International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T)* (pp. 132-134).
42. Smith, C. L. (2014). Security technology in the protection of assets. *The handbook of security*, 656-682.
43. Smith, C. L. (2014). Security technology in the protection of assets. *The handbook of security*, 656-682.
44. Cucci, C., & Tornari, V. (2014). Photonic technologies for the safeguarding of cultural assets. In *Photonics for safety and security* (pp. 67-87).
45. Ellis, J., Hertig, C. A., & Metscher, R. (2020). Concepts and Evolution of Asset Protection and Security. In *The Professional Protection Officer* (pp. 3-18).

46. Ethereum. <https://ethereum.org/en/>
47. Tikhomirov, S. (2018). Ethereum: state of knowledge and research perspectives. In Foundations and Practice of Security: 10th International Symposium, FPS 2017, Nancy, France, October 23-25, 2017, Revised Selected Papers 10 (pp. 206-221).
48. Chen, H., Pendleton, M., Njilla, L., & Xu, S. (2020). A survey on ethereum systems security: Vulnerabilities, attacks, and defenses. ACM Computing Surveys (CSUR), 53(3), 1-43.
49. Buterin, V. (2013). Ethereum white paper. GitHub repository, 1, 22-23.
50. Flow. <https://flow.com/>
51. Vanany, I., Rakhmawati, N. A., Sukoso, S., & Soon, J. M. (2020, November). Indonesian halal food integrity: Blockchain platform. In 2020 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM) (pp. 297-302). IEEE.
52. Gries, S., Meyer, O., Wessling, F., Hesenius, M., & Gruhn, V. (2018, April). Using blockchain technology to ensure trustful information flow monitoring in cps. In 2018 IEEE International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C) (pp. 35-38).
53. Tezos (XTZ): Definition and How It Works in Crypto. <https://www.investopedia.com/terms/t/tezos.asp>
54. Allouche, M., Frikha, T., Mitrea, M., Memmi, G., & Chaabane, F. (2021). Lightweight blockchain processing. Case study: scanned document tracking on tezos blockchain. Applied Sciences, 11(15), 71-69.
55. Goodman, L. M. (2014). Tezos: A self-amending crypto-ledger position paper. https://icohoo.com/pdf/position_paper.pdf
56. Allombert, V., Bourgoïn, M., & Tesson, J. (2019, July). Introduction to the tezos blockchain. In 2019 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS) (pp. 1-10).

57. Beeple's «Everydays: The First 5000 Days». <https://onlineonly.christies.com/s/beeple-first-5000-days/beeple-b-1981-1/112924>
58. NBA Top Shot. <https://nbatopshot.com/>
59. Volynets, V. (2023). NFT як симбіоз сучасного digital art та технології блокчейн. Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв, (1), 42-47.
60. Сайдчейни. Яке рішення набуло найбільшої популярності? <https://gncrypto.news/ua/news/sidechains-which-is-the-most-popular-solution/>
61. Volynets, V. (2023). NFT як симбіоз сучасного digital art та технології блокчейн. Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв, (1), 42-47.
62. KRAVCHENKO, A. (2023). Арт-блокчейн в культурно-мистецьких практиках XXI століття. Актуальні питання гуманітарних наук, С. 202-337.
63. Новосельська, І. В., & Нечаєв, В. В. (2023). NFT технології та авторське право. Dictum factum, (2 (14)), 232-241.
64. Decentralized Finance (DeFi) Ecosystem. https://tokeny.com/defi-ecosystem/?utm_campaign=Products&utm_source=adwords&utm_term=&utm_medium=ppc&hsa_ad=&hsa_grp=&hsa_kw=&hsa_ver=3&hsa_net=adwords&hsa_acc=2051374391&hsa_src=x&hsa_cam=16686565594&hsa_mt=&hsa_tgt=&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw8diwBhAbEiwA7i_sJTlZzpEhGn_dUuj4QDdt6PmSS_ad5Q75o9euaEtTMeX6z9Jqwgir52RoCUx4QAvD_BwE
65. Бурка, Б. В. (2023, June). Феномен NFT. Виклики світового ринку невзаємозамінних токенів та шляхи їх вирішення в контексті економіки сталого розвитку. In The 9 th International scientific and practical conference “Science and technology: problems, prospects and innovations”(June 8-10, 2023) CPN Publishing Group, Osaka, Japan. 2023. 545 p. (p. 447).

66. Плисюк, С., & Чоп, Т. О. (2022). Сучасні технології у мистецтві. Збірник тез III Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Філософські виміри техніки“, 79-81.
67. Шумак, І. (2024). Вплив цифрової трансформації на правові відносини і захист інтелектуальної власності. Наука і техніка сьогодні, (2 (30)).
68. Lysenko, S. O. (2020). Апгрейд інформаційної безпеки відповідно до технологій штучного інтелекту. Aktual'ni Problemy Ekonomiky= Actual Problems in Economics, (223), 129-139.
69. Лободенко, К. В., & Помаза-Пономаренко, А. Л. AI-технології реалізації правозахисної державної політики: Україна й ЄС. Актуальні проблеми європейської та євроатлантичної інтеграції України, 235-237.
70. Мараховська, К., & Уварова, Т. (2022). Nft-арт як сучасний вид аудіовізуального мистецтва. Grail of Science, (12-13), 736-739.
71. Манн, Р. В., Данилевський, В. В., & Баранов, Г. О. (2022). Тенденції розвитку NFT-ринку і криптомистецтва як складові розбудови економіки країни. Економіка і організація управління, 190-201.
72. Turnitin. <https://www.turnitin.com/>
73. iThenticate. <https://www.turnitin.com/products/ithenticate/>
74. Цьвок Д. Що таке NFT і як продати цифрове мистецтво за мільйони. URL: <https://ain.ua/ru/2021/03/18/nft-renesans-aboyak-prodati-cifrove-mistectvo-za-miljoni/>
75. Ізбаш О. О. Інтелектуальна власність у цифровому просторі. URL: <http://il.ippi.org.ua/article/view/243810>
76. Про віртуальні активи: Закон України від 17 лютого 2022 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>
77. Про авторське право і суміжні права: Закон України від 01 грудня 2022 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3792-12>

78. Сероштан-Татарінова А. NFT та авторські права. URL: <https://blog.liga.net>. URL: <https://blackandwhite.ua/ua/nft-ta-avtorsk-prava>
79. NFT та право цінних паперів. <https://fbs-tax.com/uk/mediacenter/blog-uk/nft-ta-pravo-czinnih-paperiv/>
80. Проблеми навколо NFTs: Юридичні ризики, аспекти оподаткування, регулювання. <https://mpost.io/uk/issues-around-nfts-legal-risks-taxation-aspects-regulation/>
81. Посібник для початківців про юридичні ризики та проблеми, пов'язані з NFT. <https://nftdroppers.io/uk/nft-101/nfts-legal-risks-and-issues/>
82. Бровченко Т.І., Білоус Д.Є. Цифрова річ як новий об'єкт цивільних прав. https://juris.vernadskyjournals.in.ua/journals/2024/1_2024/7.pdf
83. Новосельська І. В., Нечаєв В. В. NFT технології та авторське право. <https://df.duit.in.ua/index.php/dictum/article/view/301/269>

ДОДАТКИ

nft-marketplace/pages/nft/create.tsx:

```
/* eslint-disable @next/next/no-img-element */

import type { NextPage } from 'next'
import { ChangeEvent, useState } from 'react';
import { BaseLayout } from '@ui'
import { Switch } from '@headlessui/react'
import Link from 'next/link'
import { NftMeta, PinataRes } from '@_types/nft';
import axios from 'axios';
import { useWeb3 } from '@providers/web3';
import { ethers } from 'ethers';
import { toast } from "react-toastify";
import { useNetwork } from '@hooks/web3';
import { ExclamationIcon } from '@heroicons/react/solid';
```

```
const ALLOWED_FIELDS = ["name", "description", "image",
"attributes"];
```

```
const NftCreate: NextPage = () => {
const {ethereum, contract} = useWeb3();
const {network} = useNetwork();
const [nftURI, setNftURI] = useState("");
const [price, setPrice] = useState("");
const [hasURI, setHasURI] = useState(false);
```

```
const [nftMeta, setNftMeta] = useState<NftMeta>({
  name: "",
  description: "",
  image: "",
  attributes: [
    {trait_type: "attack", value: "0"},
    {trait_type: "health", value: "0"},
    {trait_type: "speed", value: "0"},
  ]
});
```

```
const getSignedData = async () => {
  const messageToSign = await axios.get("/api/verify");
  const accounts = await ethereum?.request({method:
    "eth_requestAccounts"}) as string[];
  const account = accounts[0];
```

```
const signedData = await ethereum?.request({
  method: "personal_sign",
  params: [JSON.stringify(messageToSign.data), account,
    messageToSign.data.id]
})
```

```
return {signedData, account};
}
```

```
const handleImage = async (e: ChangeEvent<HTMLInputElement>) =>
{
  if (!e.target.files || e.target.files.length === 0) {
    console.error("Select a file");
    return;
  }
}
```

```
const file = e.target.files[0];
const buffer = await file.arrayBuffer();
const bytes = new Uint8Array(buffer);
try {
  const {signedData, account} = await getSignedData();
  const promise = axios.post("/api/verify-image", {
    address: account,
    signature: signedData,
    bytes,
    contentType: file.type,
    fileName: file.name.replace(/\.([^/\.]+)$/, "")
  });
}
```

```
const res = await toast.promise(
  promise, {
    pending: "Uploading image",
    success: "Image uploaded",
    error: "Image upload error"
  }
)
```

```
const data = res.data as PinataRes;
```

```
setNftMeta({
  ...nftMeta,
  image:
    `${process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_DOMAIN}/ipfs/${data.IpfsHash}`
});
} catch(e: any) {
  console.error(e.message);
}
}
```

```
const handleChange = (e: ChangeEvent<HTMLInputElement |
HTMLTextAreaElement>) => {
  const { name, value } = e.target;
  setNftMeta({...nftMeta, [name]: value});
}
```

```
const handleAttributeChange = (e: ChangeEvent<HTMLInputElement>)
=> {
  const { name, value } = e.target;
  const attributeIdx = nftMeta.attributes.findIndex(attr =>
    attr.trait_type === name);
```

```
nftMeta.attributes[attributeIdx].value = value;
setNftMeta({
  ...nftMeta,
```

```

attributes: nftMeta.attributes
  })
}

```

```

const uploadMetadata = async () => {
  try {
    const {signedData, account} = await getSignedData();

```

```

const promise = axios.post("/api/verify", {
  address: account,
  signature: signedData,
  nft: nftMeta
})

```

```

const res = await toast.promise(
  promise, {
    pending: "Uploading metadata",
    success: "Metadata uploaded",
    error: "Metadata upload error"
  }
)

```

```

const data = res.data as PinataRes;
setNftURI(`${process.env.NEXT_PUBLIC_PINATA_DOMAIN}/ipfs/${data.IpfsHash}`);
} catch (e: any) {
  console.error(e.message);
}

```

```
}
}
```

```
const createNft = async () => {
  try {
    const nftRes = await axios.get(nftURI);
    const content = nftRes.data;
```

```
Object.keys(content).forEach(key => {
  if (!ALLOWED_FIELDS.includes(key)) {
    throw new Error("Invalid Json structure");
  }
})
```

```
const tx = await contract?.mintToken(
  nftURI,
  ethers.utils.parseEther(price), {
    value: ethers.utils.parseEther(0.025.toString())
  }
);

await toast.promise(
  tx!.wait(), {
    pending: "Minting Nft Token",
    success: "Nft has ben created",
    error: "Minting error"
  }
);
```

```

} catch(e: any) {
  console.error(e.message);
}
}

```

```

if (!network.isConnectedToNetwork) {
  return (
    <BaseLayout>
    <div className="p-4 mt-10 rounded-md bg-yellow-50">
      <div className="flex">
        <div className="flex-shrink-0">
          <ExclamationIcon className="w-5 h-5 text-yellow-400" aria-
            hidden="true" />
        </div>
        <div className="ml-3">
          <h3 className="text-sm font-medium text-yellow-800">Attention
            needed</h3>
          <div className="mt-2 text-sm text-yellow-700">
            <p>
              { network.isLoading ?
                "Loading..." :
                `Connect to ${network.targetNetwork}`
              }
            </p>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  )
}

```

```

</div>
</BaseLayout>
)
}

```

```

return (
<BaseLayout>
<div>
<div className="py-4">
{ !nftURI &&
<div className="flex">
<div className="mr-2 font-bold underline">Do you have meta data
already?</div>
<Switch
checked={hasURI}
onChange={() => setHasURI(!hasURI)}
className={` ${hasURI ? 'bg-indigo-900' : 'bg-indigo-700'}
relative inline-flex flex-shrink-0 h-[28px] w-[64px] border-2
border-transparent rounded-full cursor-pointer transition-colors
ease-in-out duration-200 focus:outline-none focus-visible:ring-2
focus-visible:ring-white focus-visible:ring-opacity-75`}
>
<span className="sr-only">Use setting</span>
<span
aria-hidden="true"
className={` ${hasURI ? 'translate-x-9' : 'translate-x-0'}
pointer-events-none inline-block h-[24px] w-[24px] rounded-full
bg-white shadow-lg transform ring-0 transition ease-in-out
duration-200`}

```

```

/>
</Switch>
</div>
}
</div>
{ (nftURI || hasURI) ?
<div className="md:grid md:grid-cols-3 md:gap-6">
<div className="md:col-span-1">
<div className="px-4 sm:px-0">
<h3 className="text-lg font-medium leading-6 text-gray-900">List
NFT</h3>
<p className="mt-1 text-sm text-gray-600">
This information will be displayed publicly so be careful what
you share.
</p>
</div>
</div>
<div className="mt-5 md:mt-0 md:col-span-2">
<form>
<div className="shadow sm:rounded-md sm:overflow-hidden">
{ hasURI &&
<div className="px-4 py-5 space-y-6 bg-white sm:p-6">
<div>
<label htmlFor="uri" className="block text-sm font-medium text-
gray-700">
URI Link
</label>
<div className="flex mt-1 rounded-md shadow-sm">

```

```

<input
  onChange={(e) => setNftURI(e.target.value)}
  type="text"
  name="uri"
  id="uri"

  className="flex-1 block w-full border-gray-300 rounded-none
  focus:ring-indigo-500 focus:border-indigo-500 rounded-r-md
  sm:text-sm"

  placeholder="http://link.com/data.json"
/>
</div>
</div>
</div>
}
{ nftURI &&
  <div className='p-4 mb-4'>
    <div className="font-bold">Your metadata: </div>
    <div>
      <Link href={nftURI}>
        <a className="text-indigo-600 underline">
          {nftURI}
        </a>
      </Link>
    </div>
  </div>
}
<div className="px-4 py-5 space-y-6 bg-white sm:p-6">
  <div>

```

```

<label htmlFor="price" className="block text-sm font-medium
text-gray-700">
Price (ETH)
</label>
<div className="flex mt-1 rounded-md shadow-sm">
<input
onChange={(e) => setPrice(e.target.value)}
value={price}
type="number"
name="price"
id="price"
className="flex-1 block w-full border-gray-300 rounded-none
focus:ring-indigo-500 focus:border-indigo-500 rounded-r-md
sm:text-sm"
placeholder="0.8"
/>
</div>
</div>
</div>
<div className="px-4 py-3 text-right bg-gray-50 sm:px-6">
<button
onClick={createNft}
type="button"
className="inline-flex justify-center px-4 py-2 text-sm font-
medium text-white bg-indigo-600 border border-transparent
rounded-md shadow-sm hover:bg-indigo-700 focus:outline-none
focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
>
List

```

```

</button>
</div>
</div>
</form>
</div>
</div>
:
<div className="md:grid md:grid-cols-3 md:gap-6">
  <div className="md:col-span-1">
    <div className="px-4 sm:px-0">
      <h3 className="text-lg font-medium leading-6 text-gray-900">Create NFT Metadata</h3>
      <p className="mt-1 text-sm text-gray-600">
        This information will be displayed publicly so be careful what
        you share.
      </p>
    </div>
  </div>
  <div className="mt-5 md:mt-0 md:col-span-2">
    <form>
      <div className="shadow sm:rounded-md sm:overflow-hidden">
        <div className="px-4 py-5 space-y-6 bg-white sm:p-6">
          <div>
            <label htmlFor="name" className="block text-sm font-medium text-gray-700">
              Name
            </label>
            <div className="flex mt-1 rounded-md shadow-sm">

```

```

<input
value={nftMeta.name}
onChange={handleChange}
type="text"
name="name"
id="name"

className="flex-1 block w-full border-gray-300 rounded-none
focus:ring-indigo-500 focus:border-indigo-500 rounded-r-md
sm:text-sm"

placeholder="My Nice NFT"

/>
</div>
</div>
<div>
<label htmlFor="description" className="block text-sm font-
medium text-gray-700">
Description
</label>
<div className="mt-1">
<textarea
value={nftMeta.description}
onChange={handleChange}
id="description"
name="description"
rows={3}

className="block w-full mt-1 border border-gray-300 rounded-md
shadow-sm focus:ring-indigo-500 focus:border-indigo-500 sm:text-
sm"

```

```

placeholder="Some nft description..."
/>
</div>
<p className="mt-2 text-sm text-gray-500">
Brief description of NFT
</p>
</div>
{ /* Has Image? */}
{ nftMeta.image ?
<img src={nftMeta.image} alt="" className="h-40" /> :
<div>
<label className="block text-sm font-medium text-gray-
700">Image</label>
<div className="flex justify-center px-6 pt-5 pb-6 mt-1 border-2
border-gray-300 border-dashed rounded-md">
<div className="space-y-1 text-center">
<svg
className="w-12 h-12 mx-auto text-gray-400"
stroke="currentColor"
fill="none"
viewBox="0 0 48 48"
aria-hidden="true"
>
<path
d="M28 8H12a4 4 0 00-4 4v20m32-12v8m0 0v8a4 4 0 01-4 4H12a4 4 0
01-4-4v-4m32-4l-3.172-3.172a4 4 0 00-5.656 0L28 28M8 32l9.172-
9.172a4 4 0 015.656 0L28 28m0 0l4 4m4-24h8m-4-4v8m-12 4h.02"
strokeWidth={2}

```

```

strokeLinecap="round"
strokeLinejoin="round"
/>
</svg>
<div className="flex text-sm text-gray-600">
  <label
    htmlFor="file-upload"
    className="relative font-medium text-indigo-600 bg-white
      rounded-md cursor-pointer hover:text-indigo-500 focus-
      within:outline-none focus-within:ring-2 focus-within:ring-
      offset-2 focus-within:ring-indigo-500"
  >
    <span>Upload a file</span>
    <input
      onChange={handleImage}
      id="file-upload"
      name="file-upload"
      type="file"
      className="sr-only"
    />
  </label>
  <p className="pl-1">or drag and drop</p>
</div>
<p className="text-xs text-gray-500">PNG, JPG, GIF up to
10MB</p>
</div>
</div>
</div>

```

```

}

<div className="grid grid-cols-6 gap-6">
  { nftMeta.attributes.map(attribute =>
    <div key={attribute.trait_type} className="col-span-6 sm:col-
    span-6 lg:col-span-2">
      <label htmlFor={attribute.trait_type} className="block text-sm
      font-medium text-gray-700">
        {attribute.trait_type}
      </label>
      <input
        onChange={handleAttributeChange}
        value={attribute.value}
        type="text"
        name={attribute.trait_type}
        id={attribute.trait_type}
        className="block w-full mt-1 border-gray-300 rounded-md shadow-
        sm focus:ring-indigo-500 focus:border-indigo-500 sm:text-sm"
      />
    </div>
  )}
</div>

<p className="text-sm !mt-2 text-gray-500">
  Choose value from 0 to 100
</p>

</div>

<div className="px-4 py-3 text-right bg-gray-50 sm:px-6">
  <button
    onClick={uploadMetadata}

```

```

type="button"
className="inline-flex justify-center px-4 py-2 text-sm font-
medium text-white bg-indigo-600 border border-transparent
rounded-md shadow-sm hover:bg-indigo-700 focus:outline-none
focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
>
List
</button>
</div>
</div>
</form>
</div>
</div>
}
</div>
</BaseLayout>
)
}

```

```
export default NftCreate
```

nft-marketplace/pages/index.tsx:

```
/* eslint-disable @next/next/no-img-element */
```

```

import type { NextPage } from 'next';
import { BaseLayout, NftList } from '@ui';
import { useNetwork } from '@hooks/web3';
import { ExclamationIcon } from '@heroicons/react/solid';

```

```

const Home: NextPage = () => {
  const { network } = useNetwork();

  return (
    <BaseLayout>
      <div className="relative bg-gray-50 pt-16 pb-20 px-4 sm:px-6 lg:pt-24 lg:pb-28 lg:px-8">
        <div className="absolute inset-0">
          <div className="bg-white h-1/3 sm:h-2/3" />
        </div>
        <div className="relative">
          <div className="text-center">
            <h2 className="text-3xl tracking-tight font-extrabold text-gray-900 sm:text-4xl">Amazing Creatures NFTs</h2>
            <p className="mt-3 max-w-2xl mx-auto text-xl text-gray-500 sm:mt-4">
              Mint a NFT to get unlimited ownership forever!
            </p>
          </div>
          { network.isConnectedToNetwork ?
            <NftList /> :
            <div className="rounded-md bg-yellow-50 p-4 mt-10">
              <div className="flex">
                <div className="flex-shrink-0">
                  <ExclamationIcon className="h-5 w-5 text-yellow-400" aria-hidden="true" />
                </div>

```

```

<div className="ml-3">
  <h3 className="text-sm font-medium text-yellow-800">Attention
  needed</h3>
  <div className="mt-2 text-sm text-yellow-700">
    <p>
      { network.isLoading ?
        "Loading..." :
        `Connect to ${network.targetNetwork}`
      }
    </p>
  </div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
}
</div>
</div>
</BaseLayout>
)
}

```

```
export default Home
```

nft-marketplace/pages/profile.tsx:

```

/* eslint-disable @next/next/no-img-element */

import type { NextPage } from 'next'

```

```
import { BaseLayout } from '@ui'
```

```
import { Nft } from '@_types/nft';
import { useOwnedNfts } from '@hooks/web3';
import { useEffect, useState } from 'react';
```

```
const tabs = [
{ name: 'Your Collection', href: '#', current: true },
]
```

```
function classNames(...classes: string[]) {
return classes.filter(Boolean).join(' ')
}
```

```
const Profile: NextPage = () => {
const { nfts } = useOwnedNfts();
const [activeNft, setActiveNft] = useState<Nft>();
```

```
useEffect(() => {
if (nfts.data && nfts.data.length > 0) {
setActiveNft(nfts.data[0]);
}
```

```
return () => setActiveNft(undefined)
}, [nfts.data])
```

```
return (
  <BaseLayout>
    <div className="h-full flex">
      <div className="flex-1 flex flex-col overflow-hidden">
        <div className="flex-1 flex items-stretch overflow-hidden">
          <main className="flex-1 overflow-y-auto">
            <div className="pt-8 max-w-7xl mx-auto px-4 sm:px-6 lg:px-8">
              <div className="flex">
                <h1 className="flex-1 text-2xl font-bold text-gray-900">Your
                NFTs</h1>
              </div>
              <div className="mt-3 sm:mt-2">
                <div className="hidden sm:block">
                  <div className="flex items-center border-b border-gray-200">
                    <nav className="flex-1 -mb-px flex space-x-6 xl:space-x-8" aria-
                    label="Tabs">
                      {tabs.map((tab) => (
                        <a
                          key={tab.name}
                          href={tab.href}
                          aria-current={tab.current ? 'page' : undefined}
                          className={classNames(
                            tab.current
                              ? 'border-indigo-500 text-indigo-600'
                              : 'border-transparent text-gray-500 hover:text-gray-700
                              hover:border-gray-300',
                            'whitespace-nowrap py-4 px-1 border-b-2 font-medium text-sm'
                          )}
                        >
                          {tab.name}
                        </a>
                      ))}
                    </nav>
                  </div>
                </div>
              </div>
            </div>
          </main>
        </div>
      </div>
    </div>
  )
)
```

```

>
{tab.name}
</a>
)}}
</nav>
</div>
</div>
</div>

```

```

<section className="mt-8 pb-16" aria-labelledby="gallery-
heading">
<ul
role="list"
className="grid grid-cols-2 gap-x-4 gap-y-8 sm:grid-cols-3
sm:gap-x-6 md:grid-cols-4 lg:grid-cols-3 xl:grid-cols-4 xl:gap-
x-8"
>
{(nfts.data as Nft[]).map((nft) => (
<li
key={nft.tokenId}
onClick={() => setActiveNft(nft)}
className="relative">
<div
className={classNames(
nft.tokenId === activeNft?.tokenId
? 'ring-2 ring-offset-2 ring-indigo-500'
: 'focus-within:ring-2 focus-within:ring-offset-2 focus-
within:ring-offset-gray-100 focus-within:ring-indigo-500',

```

```

'group block w-full aspect-w-10 aspect-h-7 rounded-lg bg-gray-
100 overflow-hidden'
)}}
>
<img
src={nft.meta.image}
alt=""
className={classNames(
nft.tokenId === activeNft?.tokenId ? '' : 'group-hover:opacity-
75',
'object-cover pointer-events-none'
)}}
/>
<button type="button" className="absolute inset-0 focus:outline-
none">
<span className="sr-only">View details for
{nft.meta.name}</span>
</button>
</div>
<p className="mt-2 block text-sm font-medium text-gray-900
truncate pointer-events-none">
{nft.meta.name}
</p>
</li>
)}}
</ul>
</section>
</div>

```

```
</main>
```

```
{/* Details sidebar */}
<aside className="hidden w-96 bg-white p-8 border-l border-gray-
200 overflow-y-auto lg:block">
{ activeNft &&
<div className="pb-16 space-y-6">
<div>
<div className="block w-full aspect-w-10 aspect-h-7 rounded-lg
overflow-hidden">
<img src={activeNft.meta.image} alt="" className="object-cover"
/>
</div>
<div className="mt-4 flex items-start justify-between">
<div>
<h2 className="text-lg font-medium text-gray-900">
<span className="sr-only">Details for </span>
{activeNft.meta.name}
</h2>
<p className="text-sm font-medium text-gray-
500">{activeNft.meta.description}</p>
</div>
</div>
</div>
<div>
<h3 className="font-medium text-gray-900">Information</h3>
<dl className="mt-2 border-t border-b border-gray-200 divide-y
divide-gray-200">
```

```

{activeNft.meta.attributes.map((attr) => (
  <div key={attr.trait_type} className="py-3 flex justify-between
  text-sm font-medium">
    <dt className="text-gray-500">{attr.trait_type}: </dt>
    <dd className="text-gray-900 text-right">{attr.value}</dd>
  </div>
))}
</dl>
</div>

```

```

<div className="flex">
  <button
    type="button"
    className="flex-1 bg-indigo-600 py-2 px-4 border border-
    transparent rounded-md shadow-sm text-sm font-medium text-white
    hover:bg-indigo-700 focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-
    offset-2 focus:ring-indigo-500"
  >
    Download Image
  </button>
  <button
    disabled={activeNft.isListed}
    onClick={() => {
      nfts.listNft(
        activeNft.tokenId,
        activeNft.price
      )
    }}
  >

```

```

type="button"
className="disabled:text-gray-400 disabled:cursor-not-allowed
flex-1 ml-3 bg-white py-2 px-4 border border-gray-300 rounded-md
shadow-sm text-sm font-medium text-gray-700 hover:bg-gray-50
focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-
indigo-500"
>
{activeNft.isListed ? "Nft is listed": "List Nft"}
</button>
</div>
</div>
}
</aside>
</div>
</div>
</div>
</BaseLayout>
)
}

```

```
export default Profile
```

pages/api/utils.ts:

```

import { ethers } from "ethers";
import { NextApiRequest, NextApiResponse } from "next";
import { withIronSession, Session } from "next-iron-session";
import * as util from "ethereumjs-util";

```

```
import contract from "../../public/contracts/NftMarket.json";
import { NftMarketContract } from "@_types/nftMarketContract";
```

```
const NETWORKS = {
  "5777": "Ganache",
  "3": "Ropsten"
}
```

```
type NETWORK = typeof NETWORKS;
```

```
const abi = contract.abi;
const targetNetwork = process.env.NEXT_PUBLIC_NETWORK_ID as
keyof NETWORK;
```

```
export const contractAddress =
contract["networks"][targetNetwork]["address"];
export const pinataApiKey = process.env.PINATA_API_KEY as string;
export const pinataSecretApiKey =
process.env.PINATA_SECRET_API_KEY as string;
```

```
export function withSession(handler: any) {
  return withIronSession(handler, {
    password: process.env.SECRET_COOKIE_PASSWORD as string,
    cookieName: "nft-auth-session",
    cookieOptions: {
      secure: process.env.NODE_ENV === "production" ? true : false
    }
  })
}
```

```
})
}
```

```
const url = process.env.NODE_ENV === "production" ?
process.env.INFURA_ROPSTEN_URL :
"http://127.0.0.1:7545";
```

```
export const addressCheckMiddleware = async (req: NextApiRequest
& { session: Session}, res: NextApiResponse) => {
return new Promise(async (resolve, reject) => {
const message = req.session.get("message-session");
const provider = new ethers.providers.JsonRpcProvider(url);
const contract = new ethers.Contract(
contractAddress,
abi,
provider
) as unknown as NftMarketContract;
```

```
let nonce: string | Buffer =
"\x19Ethereum Signed Message:\n" +
JSON.stringify(message).length +
JSON.stringify(message);
nonce = util.keccak(Buffer.from(nonce, "utf-8"));
const { v, r, s } = util.fromRpcSig(req.body.signature);
const pubKey = util.ecrecover(util.toBuffer(nonce), v, r, s);
const addrBuffer = util.pubToAddress(pubKey);
const address = util.bufferToHex(addrBuffer);
```

```

if (address === req.body.address) {
  resolve("Correct Address");
} else {
  reject("Wrong Address");
}
})
}

```

pages/api/verify-image.ts:

```

import { v4 as uuidv4 } from "uuid";
import { FileReq } from "@_types/nft";
import { NextApiRequest, NextApiResponse } from "next";
import { Session } from "next-iron-session";
import { addressCheckMiddleware, pinataApiKey,
pinataSecretApiKey, withSession } from "../utils";
import FormData from "form-data";
import axios from "axios";

export default withSession(async (
  req: NextApiRequest & {session: Session},
  res: NextApiResponse
) => {
  if (req.method === "POST") {
    const {
      bytes,
      fileName,

```

```
contentType
} = req.body as FileReq;
```

```
if (!bytes || !fileName || !contentType) {
return res.status(422).send({message: "Image data are missing"});
}
```

```
await addressCheckMiddleware(req, res);
```

```
const buffer = Buffer.from(Object.values(bytes));
const formData = new FormData();
```

```
formData.append(
  "file",
  buffer, {
    contentType,
    filename: fileName + "-" + uuidv4()
  }
);
```

```
const fileRes = await
axios.post("https://api.pinata.cloud/pinning/pinFileToIPFS",
formData, {
  maxBodyLength: Infinity,
  headers: {
    "Content-Type": `multipart/form-data;
boundary=${formData.getBoundary()}`,
```

```
pinata_api_key: pinataApiKey,
pinata_secret_api_key: pinataSecretApiKey
}
});
```

```
return res.status(200).send(fileRes.data);
} else {
return res.status(422).send({message: "Invalid endpoint"});
}
})
```

pages/api/verify.ts:

```
import { v4 as uuidv4 } from "uuid";
import { Session } from "next-iron-session";
import { NextApiRequest, NextApiResponse } from "next";
import { withSession, contractAddress, addressCheckMiddleware,
pinataApiKey, pinataSecretApiKey } from "../utils";
import { NftMeta } from "@_types/nft";
import axios from "axios";
```

```
export default withSession(async (req: NextApiRequest & {session:
Session}, res: NextApiResponse) => {
if (req.method === "POST") {
try {
const {body} = req;
const nft = body.nft as NftMeta
```

```

if (!nft.name || !nft.description || !nft.attributes) {
  return res.status(422).send({message: "Some of the form data are missing!"});
}

```

```

await addressCheckMiddleware(req, res);

```

```

const jsonRes = await
axios.post("https://api.pinata.cloud/pinning/pinJSONToIPFS", {
  pinataMetadata: {
    name: uuidv4()
  },
  pinataContent: nft
}, {
  headers: {
    pinata_api_key: pinataApiKey,
    pinata_secret_api_key: pinataSecretApiKey
  }
});

```

```

return res.status(200).send(jsonRes.data);
} catch {
  return res.status(422).send({message: "Cannot create JSON"});
}
} else if (req.method === "GET") {
  try {
    const message = { contractAddress, id: uuidv4() };

```

```
req.session.set("message-session", message);
await req.session.save();
```

```
return res.json(message);
} catch {
return res.status(422).send({message: "Cannot generate a
message!"});
}
} else {
return res.status(200).json({message: "Invalid api route"});
}
})
```

components/ui/nft/item/index.tsx:

```
/* eslint-disable @next/next/no-img-element */

import { FunctionComponent } from "react";
import { NftMeta, Nft } from "../../../types/nft";
```

```
type NftItemProps = {
item: Nft;
buyNft: (token: number, value: number) => Promise<void>;
}
```

```
function shortenifyAddress(address: string) {
return `0x***${address.slice(-4)}`
}
```

```

const NftItem: FunctionComponent<NftItemProps> = ({item, buyNft})
=> {
  return (
    <>
    <div className="flex-shrink-0">
      <img
        className={`h-full w-full object-cover`}
        src={item.meta.image}
        alt="New NFT"
      />
    </div>
    <div className="flex-1 bg-white p-6 flex flex-col justify-between">
      <div className="flex-1">
        <div className="flex justify-between items-center">
          <div className="flex items-center mt-2">
            <div>
              
            </div>
            <div className="ml-3">
              <p className="text-sm font-medium text-gray-700 group-hover:text-gray-900">Creator</p>
              <p className="text-xs font-medium text-gray-500 group-hover:text-gray-700">{shortifyAddress(item.creator)}</p>
            </div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  )
}

```

```

</div>
</div>
<p className="text-sm font-medium text-indigo-600">
Creatures NFT
</p>
</div>
<div className="block mt-2">
<p className="text-xl font-semibold text-gray-
900">{item.meta.name}</p>
<p className="mt-3 mb-3 text-base text-gray-
500">{item.meta.description}</p>
</div>
</div>
<div className="overflow-hidden mb-4">
<dl className="-mx-4 -mt-4 flex flex-wrap">
<div className="flex flex-col px-4 pt-4">
<dt className="order-2 text-sm font-medium text-gray-
500">Price</dt>
<dd className="order-1 text-xl font-extrabold text-indigo-600">
<div className="flex justify-center items-center">
{item.price}

</div>
</dd>
</div>
{ item.meta.attributes.map(attribute =>

```

```

<div key={attribute.trait_type} className="flex flex-col px-4 pt-4">
  <dt className="order-2 text-sm font-medium text-gray-500">
    {attribute.trait_type}
  </dt>
  <dd className="order-1 text-xl font-extrabold text-indigo-600">
    {attribute.value}
  </dd>
</div>
)}
</dl>
</div>
<div>
  <button
    onClick={() => {
      buyNft(item.tokenId, item.price);
    }}
    type="button"
    className="disabled:bg-slate-50 disabled:text-slate-500
      disabled:border-slate-200 disabled:shadow-none disabled:cursor-not-allowed mr-2 inline-flex items-center px-4 py-2 border border-transparent text-base font-medium rounded-md shadow-sm text-white bg-indigo-600 hover:bg-indigo-700 focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
  >
    Buy
  </button>
  <button
    type="button"

```

```

className="disabled:bg-slate-50 disabled:text-slate-500
disabled:border-slate-200 disabled:shadow-none disabled:cursor-
not-allowed inline-flex items-center px-4 py-2 border border-
gray-300 shadow-sm text-base font-medium rounded-md text-gray-
700 bg-white hover:bg-gray-50 focus:outline-none focus:ring-2
focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
>
Preview
</button>
</div>
</div>
</>
)
}

```

```
export default NftItem;
```

components/ui/nft/list/index.tsx:

```

import { useListedNfts } from "@hooks/web3";
import { FunctionComponent } from "react";
import NftItem from "../item";

```

```

const NftList: FunctionComponent = () => {
  const { nfts } = useListedNfts();

```

```
  return (
```

```

<div className="mt-12 max-w-lg mx-auto grid gap-5 lg:grid-cols-3
lg:max-w-none">
  { nfts.data?.map(nft =>
    <div key={nft.meta.image} className="flex flex-col rounded-lg
shadow-lg overflow-hidden">
      <NftItem
        item={nft}
        buyNft={nfts.buyNft}
      />
    </div>
  )}
</div>
)
}

```

```
export default NftList;
```

components/ui/navbar/index.tsx:

```

/* eslint-disable @next/next/no-img-element */

import { Disclosure } from '@headlessui/react';
import { MenuIcon, XIcon } from '@heroicons/react/outline';
import { useAccount, useNetwork } from '@hooks/web3';
import ActiveLink from '../link';
import Walletbar from './Walletbar';

```

```
const navigation = [
```

```
{ name: 'Marketplace', href: '/', current: true },
{ name: 'Create', href: '/nft/create', current: false }
]
```

```
function classNames(...classes: string[]) {
  return classes.filter(Boolean).join(' ')
}
```

```
export default function Navbar() {
  const { account } = useAccount();
  const { network } = useNetwork();
```

```
  return (
    <Disclosure as="nav" className="bg-gray-800">
      ({ { open } }) => (
        <>
          <div className="max-w-7xl mx-auto px-2 sm:px-6 lg:px-8">
            <div className="relative flex items-center justify-between h-16">
              <div className="absolute inset-y-0 left-0 flex items-center sm:hidden">
                { /* Mobile menu butt */ }
                <Disclosure.Button className="inline-flex items-center justify-center p-2 rounded-md text-gray-400 hover:text-white hover:bg-gray-700 focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-inset focus:ring-white">
                  <span className="sr-only">Open main menu</span>
                  { open ? (
```

```

<XIcon className="block h-6 w-6" aria-hidden="true" />
) : (
<MenuIcon className="block h-6 w-6" aria-hidden="true" />
)}
</Disclosure.Button>
</div>

<div className="flex-1 flex items-center justify-center
sm:items-stretch sm:justify-start">

<div className="flex-shrink-0 flex items-center">

</div>

<div className="hidden sm:block sm:ml-6">
<div className="flex space-x-4">
{navigation.map((item) => (
<ActiveLink
key={item.name}
href={item.href}
activeClass="bg-gray-900 text-white"
>
<a
className="text-gray-300 hover:bg-gray-700 hover:text-white px-3
py-2 rounded-md text-sm font-medium"
aria-current={item.current ? 'page' : undefined}
>

```

```

{item.name}
</a>
</ActiveLink>
)}}
</div>
</div>
</div>

<div className="absolute inset-y-0 right-0 flex items-center pr-2 sm:static sm:inset-auto sm:ml-6 sm:pr-0">
  <div className="text-gray-300 self-center mr-2">
    <span className="inline-flex items-center px-2.5 py-0.5 rounded-md text-sm font-medium bg-purple-100 text-purple-800">
      <svg className="-ml-0.5 mr-1.5 h-2 w-2 text-indigo-400" fill="currentColor" viewBox="0 0 8 8">
        <circle cx={4} cy={4} r={3} />
      </svg>
      { network.isLoading ?
        "Loading..." :
        account.isInstalled ?
        network.data :
        "Install Web3 Wallet"
      }
    </span>
  </div>
  <Walletbar
    isInstalled={account.isInstalled}
    isLoading={account.isLoading}
    connect={account.connect}
  />
</div>

```

```

account={account.data}
/>
</div>
</div>
</div>

```

```

<Disclosure.Panel className="sm:hidden">
  <div className="px-2 pt-2 pb-3 space-y-1">
    {navigation.map((item) => (
      <Disclosure.Button
        key={item.name}
        as="a"
        href={item.href}
        className={classNames(
          item.current ? 'bg-gray-900 text-white' : 'text-gray-300
          hover:bg-gray-700 hover:text-white',
          'block px-3 py-2 rounded-md text-base font-medium'
        )}
        aria-current={item.current ? 'page' : undefined}
      >
        {item.name}
      </Disclosure.Button>
    ))}
  </div>
</Disclosure.Panel>
</>
)}}

```

```

</Disclosure>
)
}

```

components/ui/navbar/Walletbar.tsx:

```

/* eslint-disable @next/next/no-img-element */

import { Menu } from "@headlessui/react";
import Link from "next/link";
import { FunctionComponent } from "react";

```

```

type WalletbarProps = {
  isLoading: boolean;
  isInstalled: boolean;
  account: string | undefined;
  connect: () => void;
}

```

```

function classNames(...classes: string[]) {
  return classes.filter(Boolean).join(' ')
}

```

```

const Walletbar: FunctionComponent<WalletbarProps> = ({
  isInstalled,
  isLoading,
  connect,
  account

```

```
}) => {
```

```
if (isLoading) {
  return (
    <div>
      <button
        onClick={() => {}}
        type="button"
        className="inline-flex items-center px-3 py-1.5 border border-
        transparent text-xs font-medium rounded-full shadow-sm text-
        white bg-indigo-600 hover:bg-indigo-700 focus:outline-none
        focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
      >
        Loading ...
      </button>
    </div>
  )
}
```

```
if (account) {
  return (
    <Menu as="div" className="ml-3 relative">
      <div>
        <Menu.Button className="bg-gray-800 flex text-sm rounded-full
        focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-
        offset-gray-800 focus:ring-white">
          <span className="sr-only">Open user menu</span>
          
</Menu.Button>
</div>

```

```

<Menu.Items className="z-10 origin-top-right absolute right-0
mt-2 w-48 rounded-md shadow-lg py-1 bg-white ring-1 ring-black
ring-opacity-5 focus:outline-none">
  <Menu.Item>
    {() => (
      <button
        disabled={true}
        className="disabled:text-gray-500 text-xs block px-4 pt-2 text-
gray-700">
        {`0x${account[2]}${account[3]}${account[4]}...${account.slice(-
4)}`}}
      </button>
    )}
  </Menu.Item>
  <Menu.Item>
    {({ active }) => (
      <Link href="/profile">
        <a
          className={classNames(active ? 'bg-gray-100' : '', 'block px-4
py-2 text-sm text-gray-700')}
        >

```

```
Profile
```

```
</a>
```

```
</Link>
```

```
)}
```

```
</Menu.Item>
```

```
</Menu.Items>
```

```
</Menu>
```

```
)
```

```
}
```

```
if (isInstalled) {
```

```
  return (
```

```
    <div>
```

```
      <button
```

```
        onClick={() => {
```

```
          connect()
```

```
        }}
      </button>
```

```
      type="button"
```

```
      className="inline-flex items-center px-3 py-1.5 border border-transparent text-xs font-medium rounded-full shadow-sm text-white bg-indigo-600 hover:bg-indigo-700 focus:outline-none focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
```

```
    >
```

```
    Connect Wallet
```

```
  </button>
```

```
</div>
```

```
)
```

```

} else {
  return (
    <div>
      <button
        onClick={() => {
          window.open ('https://metamask.io', '_ blank');
        }}
        type="button"
        className="inline-flex items-center px-3 py-1.5 border border-
transparent text-xs font-medium rounded-full shadow-sm text-
white bg-indigo-600 hover:bg-indigo-700 focus:outline-none
focus:ring-2 focus:ring-offset-2 focus:ring-indigo-500"
      >
        No Wallet
      </button>
    </div>
  )
}
}

```

```
export default Walletbar;
```

contracts/NftMarket.sol:

```

// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity >=0.4.22 <0.9.0;

```

```
import
"@openzeppelin/contracts/token/ERC721/extensions/ERC721URIStorage.sol";

import "@openzeppelin/contracts/utils/Counters.sol";

import "@openzeppelin/contracts/access/Ownable.sol";
```

```
contract NftMarket is ERC721URIStorage, Ownable {
using Counters for Counters.Counter;
```

```
struct NftItem {
uint tokenId;
uint price;
address creator;
bool isListed;
}
```

```
uint public listingPrice = 0.025 ether;
```

```
Counters.Counter private _listedItems;
Counters.Counter private _tokenIds;
```

```
mapping(string => bool) private _usedTokenURIs;
mapping(uint => NftItem) private _idToNftItem;
```

```
mapping(address => mapping(uint => uint)) private _ownedTokens;
mapping(uint => uint) private _idToOwnedIndex;
```

```
uint256[] private _allNfts;
mapping(uint => uint) private _idToNftIndex;
```

```
event NftItemCreated (
    uint tokenId,
    uint price,
    address creator,
    bool isListed
);
```

```
constructor() ERC721("CreaturesNFT", "CNFT") {}
```

```
function setListingPrice(uint newPrice) external onlyOwner {
    require(newPrice > 0, "Price must be at least 1 wei");
    listingPrice = newPrice;
}
```

```
function getNftItem(uint tokenId) public view returns (NftItem
memory) {
    return _idToNftItem[tokenId];
}
```

```
function listedItemsCount() public view returns (uint) {
    return _listedItems.current();
}
```

```
function tokenURIExists(string memory tokenURI) public view
returns (bool) {
return _usedTokenURIs[tokenURI] == true;
}
```

```
function totalSupply() public view returns (uint) {
return _allNfts.length;
}
```

```
function tokenByIndex(uint index) public view returns (uint) {
require(index < totalSupply(), "Index out of bounds");
return _allNfts[index];
}
```

```
function tokenOfOwnerByIndex(address owner, uint index) public
view returns (uint) {
require(index < ERC721.balanceOf(owner), "Index out of bounds");
return _ownedTokens[owner][index];
}
```

```
function getAllNftsOnSale() public view returns (NftItem[]
memory) {
uint allItemsCounts = totalSupply();
uint currentIndex = 0;
NftItem[] memory items = new NftItem[](_listedItems.current());
```

```
for (uint i = 0; i < allItemsCounts; i++) {
```

```
uint tokenId = tokenByIndex(i);
NftItem storage item = _idToNftItem[tokenId];
```

```
if (item.isListed == true) {
    items[currentIndex] = item;
    currentIndex += 1;
}
}
```

```
return items;
}
```

```
function getOwnedNfts() public view returns (NftItem[] memory) {
    uint ownedItemsCount = ERC721.balanceOf(msg.sender);
    NftItem[] memory items = new NftItem[](ownedItemsCount);
```

```
for (uint i = 0; i < ownedItemsCount; i++) {
    uint tokenId = tokenOfOwnerByIndex(msg.sender, i);
    NftItem storage item = _idToNftItem[tokenId];
    items[i] = item;
}
}
```

```
return items;
}
```

```
function mintToken(string memory tokenURI, uint price) public
payable returns (uint) {
```

```
require(!tokenURIExists(tokenURI), "Token URI already exists");
require(msg.value == listingPrice, "Price must be equal to
listing price");
```

```
_tokenIds.increment();
_listedItems.increment();
```

```
uint newTokenId = _tokenIds.current();
```

```
_safeMint(msg.sender, newTokenId);
_setTokenURI(newTokenId, tokenURI);
_createNftItem(newTokenId, price);
_usedTokenURIs[tokenURI] = true;
```

```
return newTokenId;
}
```

```
function buyNft(
uint tokenId
) public payable {
uint price = _idToNftItem[tokenId].price;
address owner = ERC721.ownerOf(tokenId);
```

```
require(msg.sender != owner, "You already own this NFT");
require(msg.value == price, "Please submit the asking price");
```

```
_idToNftItem[tokenId].isListed = false;
_listedItems.decrement();
```

```
_transfer(owner, msg.sender, tokenId);
payable(owner).transfer(msg.value);
}
```

```
function placeNftOnSale(uint tokenId, uint newPrice) public
payable {
    require(ERC721.ownerOf(tokenId) == msg.sender, "You are not
owner of this nft");
    require(_idToNftItem[tokenId].isListed == false, "Item is
already on sale");
    require(msg.value == listingPrice, "Price must be equal to
listing price");
```

```
_idToNftItem[tokenId].isListed = true;
_idToNftItem[tokenId].price = newPrice;
_listedItems.increment();
}
```

```
function _createNftItem(
    uint tokenId,
    uint price
) private {
    require(price > 0, "Price must be at least 1 wei");
```

```
_idToNftItem[tokenId] = NftItem(
```

```
tokenId,
price,
msg.sender,
true
);
```

```
emit NftItemCreated(tokenId, price, msg.sender, true);
}
```

```
function _beforeTokenTransfer(
address from,
address to,
uint tokenId
) internal virtual override {
super._beforeTokenTransfer(from, to, tokenId);
```

```
if (from == address(0)) {
    _addTokenToAllTokensEnumeration(tokenId);
} else if (from != to) {
    _removeTokenFromOwnerEnumeration(from, tokenId);
}
```

```
if (to == address(0)) {
    _removeTokenFromAllTokensEnumeration(tokenId);
} else if (to != from) {
    _addTokenToOwnerEnumeration(to, tokenId);
```

```
}
}
```

```
function _addTokenToAllTokensEnumeration(uint tokenId) private {
    _idToNftIndex[tokenId] = _allNfts.length;
    _allNfts.push(tokenId);
}
```

```
function _addTokenToOwnerEnumeration(address to, uint tokenId)
private {
    uint length = ERC721.balanceOf(to);
    _ownedTokens[to][length] = tokenId;
    _idToOwnedIndex[tokenId] = length;
}
```

```
function _removeTokenFromOwnerEnumeration(address from, uint
tokenId) private {
    uint lastTokenIndex = ERC721.balanceOf(from) - 1;
    uint tokenIndex = _idToOwnedIndex[tokenId];
```

```
    if (tokenIndex != lastTokenIndex) {
        uint lastTokenId = _ownedTokens[from][lastTokenIndex];
```

```
        _ownedTokens[from][tokenIndex] = lastTokenId;
        _idToOwnedIndex[lastTokenId] = tokenIndex;
    }
}
```

```
delete _idToOwnedIndex[tokenId];  
delete _ownedTokens[from][lastTokenIndex];  
}
```

```
function _removeTokenFromAllTokensEnumeration(uint tokenId)  
private {  
    uint lastTokenIndex = _allNfts.length - 1;  
    uint tokenIndex = _idToNftIndex[tokenId];  
    uint lastTokenId = _allNfts[lastTokenIndex];
```

```
_allNfts[tokenIndex] = lastTokenId;  
_idToNftIndex[lastTokenId] = tokenIndex;
```

```
delete _idToNftIndex[tokenId];  
_allNfts.pop();  
}  
}
```