

ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ НАПН УКРАЇНИ

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТІ

МОНОГРАФІЯ

ЧАСТИНА 1



ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION

MONOGRAPH

PART 1



2025

УДК 004.8:37
ISBN 978-617-8330-53-8

Штучний інтелект в освіті. Частина 1 : монографія / [авт. колектив]; за ред. Яцишин А. – Київ: ІЦО НАПН України, 2025. – 313 с.

Artificial Intelligence in Education. Part 1 : Monograph / [Collective of authors]; edited by Iatsyshyn A. – Kyiv : IDE NAES Ukraine, 2025. – 313 p.

Автори: Бобарчук О., Матвійчук-Юдіна О., Завадецький І., Мамонов Ю., Скиба С. (Розділ I); Bobro N. (Chapter II.); Дудко Н. (Розділ III); Гуралюк А., Терентьева Н., Вараксіна Н. (Розділ IV.); Holubok V. (Chapter V.); Корабльов В. (Розділ VI.); Ковтунець В. (Розділ VII.); Kugai K., Vyshnevskaya M. (Chapter VIII.); Нагорна Н. (Розділ IX.); Нестеренко О. (Розділ X.); Обушний С., Віровець Д., Складанний П. (Розділ XI.); Огірко О., Огірко І. (Розділ XII.); Озарчук А. (Розділ XIII.); Pashchenko O., Koroviaka Y., Kirin R., Khomenko V. (Chapter XIV.); Покотило К., Шульга Т. (Розділ XV.); Пушкар О., Бобарчук О., Денисенко С., Гальченко С., Злотківська Т. (Розділ XVI.); Розломий І., Хотунов В., Науменко С. (Розділ XVII.); Шишкіна М. (Розділ XVIII.); Єфременко А., Шутєєв І. (Розділ XIX.); Жигалюк А., Середа Х. (Розділ XX.).

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту цифровізації освіти НАПН України.

За редакцією Яцишин Анни,

доктора педагогічних наук, старшого наукового співробітника, провідного наукового співробітника відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Рецензенти:

Мар'єнко Майя, доктор педагогічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України,

Коваленко Валентина, кандидат педагогічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу хмаро орієнтованих систем і штучного інтелекту в освіті Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Автори несуть відповідальність за зміст і достовірність наукових матеріалів, правильність бібліографічних посилань та дотримання норм академічної доброчесності. Використані під час підготовки матеріалів цифрові інструменти не знімають з авторів відповідальності за поданий текст. Позиція редакторів і рецензентів може не збігатися з науковими поглядами авторів матеріалів.

Монографія присвячена комплексному аналізу теоретичних, методологічних і прикладних засад використання технологій штучного інтелекту в освіті. У виданні узагальнено досвід застосування ШІ для персоналізації навчання, розвитку творчих інновацій, управління освітніми екосистемами, професійної підготовки фахівців, забезпечення інклюзивності та академічної доброчесності, а також проаналізовано та описано ризики, етичні, правові і соціальні виклики застосування штучного інтелекту. У монографії розкрито цілісне бачення ролі штучного інтелекту в освіті 4.0 та окреслено перспективні напрями його розвитку з урахуванням технологічних, педагогічних і управлінських аспектів.

Видання адресоване науковцям, викладачам, аспірантам, докторантам, здобувачам вищої освіти, фахівцям у сфері цифрових освітніх технологій, управлінням закладів освіти, а також усім, хто зацікавлений у впровадженні інноваційних рішень в освітню практику.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ I. ОПТИМІЗАЦІЯ АУДІО- ТА ВІДЕОРЕДАГУВАННЯ В ПОСТПРОДАКШН НА БАЗІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	6
CHAPTER II. MODELING THE RISKS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE SYSTEM OF STRATEGIC MANAGEMENT OF HIGHER EDUCATION INSTITUTION ECOSYSTEMS.....	24
РОЗДІЛ III. ТРАНСФОРМАЦІЯ МОВНО-ЛІТЕРАТУРНОЇ ПІДГОТОВКИ У ПІСЛЯДИПЛОМНІЙ ОСВІТІ: ПОТЕНЦІАЛ ТА ВИКЛИКИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	37
РОЗДІЛ IV. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗБУДОВИ ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	55
CHAPTER V. ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: APPLICATIONS, BENEFITS, AND CHALLENGES	70
РОЗДІЛ VI. ІНТЕГРАЦІЯ ДИФУЗІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЯК РУШІЙ ТВОРЧИХ ІННОВАЦІЙ.....	80
РОЗДІЛ VII. ПРОБЛЕМИ ОСВІТНЬОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ	97
CHAPTER VIII. THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PERSONALIZING FOREIGN LANGUAGE LEARNING FOR COMPUTER SPECIALTIES STUDENTS.....	114
РОЗДІЛ IX. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК РЕСУРС ТРАНСФОРМАЦІЇ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ У СФЕРІ ДИЗАЙНУ ТА ТЕХНОЛОГІЙ.....	127
РОЗДІЛ X. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, РИЗИКИ СИНГУЛЯРНОСТІ ТА ОСВІТНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ.....	148
РОЗДІЛ XI. ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНА АВТОНОМНА ОРГАНІЗАЦІЯ (ДАО) ЯК ФОРМА ЦИФРОВОГО ПАРТНЕРСТВА В ОСВІТНІХ ОРГАНІЗАЦІЯХ	158
РОЗДІЛ XII. ДУХОВНО-МОРАЛЬНІ ОСНОВИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ...	177
РОЗДІЛ XIII. ІНТЕГРАЦІЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ДІАЛОГОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ПРОСТІР ОСВІТИ ДЛЯ УЧНІВ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ.....	190
CHAPTER XIV. MODELING THE EFFICIENCY OF AI-BASED ADAPTIVE LEARNING	202

РОЗДІЛ XV. АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ У КОНТЕКСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ШІ: АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОПИТУВАННЯ СТУДЕНТІВ УДУ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА.....	214
РОЗДІЛ XVI. ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ 4.0 .	233
РОЗДІЛ XVII. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ В ХМАРНИХ ОСВІТНІХ СЕРЕДОВИЩАХ	257
РОЗДІЛ XVIII. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ПІДТРИМУВАННІ ПРОЦЕСІВ ІНТЕРНАЦІОНАЛІЗАЦІЇ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТІ.....	271
РОЗДІЛ XIX. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ОСВІТІ ТРЕНЕРІВ З ВИДУ СПОРТУ: СТАДІЇ ПРИЙНЯТТЯ.....	283
РОЗДІЛ XX. ВАЛІДАЦІЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТІ	296

РОЗДІЛ XI. ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНА АВТОНОМНА ОРГАНІЗАЦІЯ (ДАО) ЯК ФОРМА ЦИФРОВОГО ПАРТНЕРСТВА В ОСВІТНІХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

DOI: 10.33407/lib.NAES.id/748069

Обушний Сергій^{1[0000-0001-6936-955X]}, **Віровець Денис**^{1[0000-0003-4934-8377]},

Складанний Павло^{1[0000-0002-7775-6039]}

¹Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

s.obushnyi@kubg.edu.ua

Анотація. В умовах цифрової трансформації освіти та переходу до Web3 технологій постає необхідність створення нових форм організації освітнього процесу. Децентралізовані автономні організації (ДАО) є перспективним механізмом управління та координації навчальних програм, що базується на смарт-контрактах та блокчейн-технологіях. У статті розглянуто можливості впровадження ДАО в освітні установи, зокрема для забезпечення прозорості управління, автоматизації навчальних процесів та використання цифрових активів (NFT, токени) для сертифікації знань. Проаналізовано роль штучного інтелекту (ШІ) у функціонуванні освітніх ДАО, включаючи прогнозування успішності студентів, персоналізацію навчання та автоматизацію прийняття рішень. Окреслено основні технологічні та правові виклики, що виникають при впровадженні ДАО в освітню сферу.

Ключові слова: децентралізована автономна організація, блокчейн, Web3, NFT, штучний інтелект, цифрова освіта, смарт-контракти.

DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATION (DAO) AS A FORM OF DIGITAL PARTNERSHIP IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Obushnyi Sergiy^{1[0000-0001-6936-955X]}, Virovets Denys^{1[0000-0003-4934-8377]}, Skladannyi Pavlo^{1[0000-0002-7775-6039]}

¹ Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine

Abstract. In the context of digital transformation in education and the transition to Web3 technologies, the need arises to develop new forms of organizing the educational process. Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) represent a promising

mechanism for managing and coordinating educational programs, based on smart contracts and blockchain technologies. This article explores the potential implementation of DAOs in educational institutions, particularly in ensuring governance transparency, automating learning processes, and utilizing digital assets (NFTs, tokens) for knowledge certification. The role of Artificial Intelligence (AI) in the functioning of educational DAOs is analyzed, including student performance prediction, personalized learning, and automated decision-making. The paper also outlines the key technological and legal challenges associated with integrating DAOs into the education sector.

Keywords: decentralized autonomous organization, blockchain, Web3, NFT, artificial intelligence, digital education, smart contracts.

Вступ. Розвиток цифрової економіки та Web3 технологій сприяє появі нових моделей організації освітнього процесу. Традиційні навчальні заклади стикаються з викликами, пов'язаними з централізованістю управління, відсутністю ефективних механізмів підтвердження знань та обмеженими можливостями адаптації програм під реальні потреби ринку праці. Децентралізовані автономні організації (ДАО) пропонують інноваційний підхід до організації освіти, дозволяючи студентам, викладачам та роботодавцям взаємодіяти у відкритому середовищі на основі смарт-контрактів та цифрових активів. Важливу роль у цьому процесі відіграє штучний інтелект, що забезпечує персоналізацію навчання, аналіз успішності студентів та автоматизоване прийняття рішень [21].

Аналіз літератури та постановка проблеми. Дослідження децентралізованих автономних організацій (ДАО) у сфері освіти розвивається на стику блокчейн-технологій, криптоекономіки та управління знаннями. У науковій літературі активно розглядаються можливості використання блокчейну для забезпечення прозорості управління освітніми процесами (Lee et al., 2021), підвищення безпеки облікових записів студентів (Mazur, 2021), а також автоматизації сертифікації знань через NFT (Gilbert, 2022).

Ряд досліджень вказує на ефективність використання ІІІ в освіті, зокрема для персоналізації навчальних програм, аналізу академічної успішності студентів та прогнозування їхніх результатів (Huynh-The et al., 2022). Водночас, недостатньо вивченою залишається проблема інтеграції ІІІ у структури ДАО для освітніх платформ, що дозволило б значно підвищити ефективність управління та взаємодії учасників освітнього процесу.

Основна проблема, яку вирішує дана робота, полягає у розробці концепції ДАО для освіти, що забезпечує ефективну взаємодію студентів, викладачів та роботодавців на основі Web3 технологій. Крім того, аналізується роль ІІІ у функціонуванні таких платформ та окреслюються можливі шляхи подолання технічних та правових бар'єрів.

Результати дослідження. В умовах цифрової економіки та глобалізації, що стрімко розвиваються завдяки цифровим технологіям, виникає необхідність підготовки й адаптації фахівців, здатних реагувати на виклики нових систем і забезпечувати їх безперервний розвиток. Децентралізована економіка, що базується на технологіях розподіленого реєстру, вимагає кваліфікованих кадрів різних напрямів — від NFT-дизайнерів до інженерів смарт-контрактів. До цієї категорії також входять оракули, експерти, дизайнери, консультанти, амбасадори проєктів, ментори та інші спеціалісти.

У таких умовах створення Цифрового університету (Криптоуніверситету) та розвиток нового напрямку криптоекономіки — Децентралізованих знань (англ. Decentralized Knowledge, DeKnow), а також побудова P2P-системи для здобуття знань і навичок, необхідних для децентралізованих проєктів, є цілком раціональним кроком. Використання в освітньому процесі децентралізованих застосунків і передових технологій, таких як невзаємозамінні токени (англ. Non-Fungible Token, NFT), метавсесвіти, смарт-контракти та криптовалюти, відкриває нові перспективи.

Застосування децентралізованих навчальних застосунків та матеріалів у навчальному процесі створює додаткові можливості як для цифрових роботодавців, так і для учасників освітнього середовища — студентів,

викладачів і представників творчих професій. Освітні програми, розроблені з використанням смарт-контрактів і алгоритмів, забезпечуватимуть захист прав співавторів, справедливу оплату праці та гнучку адаптацію до змін у цифровому середовищі. Вважається, що структура та управління освітніх програм будуть реалізовані на основі ДАО як децентралізованої автоматизованої форми координації ресурсів (зусиль, фондів, знань, інформації тощо).

Сучасний стан переходу технологій інтернету від Web 2.0 до Web 3.0, представляє собою потенціал для змін у структурі галузей (децентралізованої, більш локальної/цільової), що може вплинути на посилення уваги інвесторів до нових продуктів та форм цифрового співробітництва [3]. Складні форми з використанням різноманітних децентралізованих інструментів, таких як метавсесвіт, NFT, децентралізовані фінанси, в тому числі в поєднанні з технологіями штучного інтелекту та машинного навчання, вимагають цифрових моделей координації та поєднання ресурсів, де центральне місце займають інструменти децентралізованих автономних організацій.

Цифрова структура децентралізованих платформ дає можливість запроваджувати будь-які цифрові рішення, обмежуючись виключно технологічними можливостями системи. Базою для створення та запровадження таких інструментів є однорангове середовище з використанням технології блокчейн, доволі відоме серед прихильників криптовалют. Здобувши свою популярність технологія блокчейн стала основою для створення високотехнологічних систем та децентралізованих додатків, які відіграють значиму роль у сучасних фінансах та економіках. Глобальність, захищеність та висока довіра до технології призвела до появи тисяч нових технологічних проектів в різних галузях від цифрових торгових платформ криптовалютами та творами цифрового мистецтва, до проектів зі створення віртуальних цифрових світів, як альтернативної реальності. В таких умовах, реалізація нових цифрових ідей і концепцій, обмежується лише поточними технологічними можливостями базових додатків та уявленням самих авторів. Ігрові можливості децентралізованих платформ, високий захист продуктів від можливого

копіювання, дотримання прав авторів матеріалів, та система цифрового обліку та оформлення угод, представляють собою новий інструментарій для створення сучасних освітніх моделей.

В умовах стрімких змін технологій і цифрових продуктів запуск програм прискореної підготовки фахівців та оперативна адаптація освітніх програм до цифрових реалій набувають критичного значення. Водночас попит на освітні програми та їх інформаційне наповнення має ініціюватися безпосередньо роботодавцями.

Концепція освітньої ДАО відкриває можливості для викладачів-практиків у створенні креативних та інноваційних навчальних програм, спрямованих на підготовку спеціалістів відповідно до потреб криптоекономіки. Для споживачів такий підхід означає можливість підтвердження своїх знань у крипторейтингах, інтегрованих в електронні персональні паспорти. Це сприятиме моделі підготовки кадрів «від зворотного», коли попит на фахівців формуватиметься на основі точних та детально визначених вимог до знань і навичок, закріплених у цифровому форматі. Така модель безпосередньо впливатиме на структуру й зміст навчальних програм.

Кожен, хто має відповідний рейтинг, зможе долучитися до створення певної програми без необхідності розголошувати особисті дані, отримуючи винагороду у внутрішній криптовалюти. Очікується, що такі програми залишатимуться гнучкими й адаптивними, миттєво реагуючи на зміни цифрового середовища та забезпечуючи актуальний попит на фахівців у криптоекономіці. Відбір учасників і їхня участь у проєктах можуть здійснюватися через модель цифрової децентралізованої демократії, реалізованої за допомогою смарт-контрактів децентралізованої автономної організації.

Окреслені вище сегменти криптоекономіки дають загальне уявлення про технічні рівні безпечного використання децентралізованих інструментів. Вільний доступ до цих технологій відкриває учасникам криптоекономіки практично необмежені можливості для створення та застосування децентралізованих продуктів, включаючи освітні програми нового покоління.

Сегменти криптоекономіки

Системи захисту інформації та доступу – гаманці/програми Фронт-енду				
Децентралізовані інструменти				
Децентралізовані фінанси (DeFi)	NFT	Децентралізоване управління	Децентралізовані хмарні послуги	Саморегульована ідентифікація
- агрегатори; - примітиви DeFi; - оракули; - бази даних; - торгові майданчики; - одиниці вартості «Інтернет-гроші»	- мінтінгові сервіси; - ринки NFT; - стандарти токенів; - стандарти метаданих; - гібридні NFT+FT; - викупні NFTs	- DAO критерії; - механізми голосування; - стейкінг та слешінг; - мультигенні гаманці; - аудити ком'юніті	- сховище; - обчислення; - бази даних; - запити та API	- децентралізовані ідентифікатори; - перевірені претензії; - персональні цифрові гроші
Програмний рівень				
Операційний рівень транзакцій				
Однорангові мережі				

Джерело: [7]

Система взаємопов'язаних функціональних модулів DAO, записаних у формі смарт-контрактів, створюють корпоративну структуру між організаційними ланками організації та іншими технічними учасниками децентралізованих проєктів. Така структура дозволяє об'єднувати інформаційні та фінансові ресурси для досягнення визначених цілей. В залежності від мети організації, передбачається, що до освітнього DAO можуть включатись наступні категорії учасників: засновники, інвестори, керівники, інженери програм, консультанти та експерти, дизайнери, автоматизовані роботодавці, оператори баз даних, і, власне студенти, як основні споживачі продукту. Додаткова інтеграція штучного інтелекту (ШІ) з DAO обіцяє підвищити ефективність взаємодії учасників партнерств, використовуючи прогностичні моделі та персоналізований досвід учасників, та по мірі розвитку створювати нову структуру управління в оточенні цифрових технологій [19].

Можливості DAO передбачають автоматизацію комунікацій та комерційних угод завдяки застосуванню смарт-контрактів, що збільшує довіру між учасниками та прискорює процес створення освітнього продукту. Така система

може передбачати і підготовку спеціалістів передусім для самої організації з метою її автономного розвитку та адаптації до потреб учасників.

Таблиця 2

Учасники освітнього ДАО

Учасники	Функція	Участь та вплив на організацію	Зв'язок
Засновники	розробляють концепцію та структуру	оплата послуг розробників та платформи	консенсус, алгоритми
Інвестори	власники внутрішньої криптовалюти	забезпечують ліквідність проекту, участь у рішеннях, голосують	токен
Керівники	забезпечення постійної діяльності, представництво	постановка задач, прийняття рішень через голосування	контракт
Інженери програм	створення освітніх програм	забезпечують структуру програм та безпеку мережі	контракт
Консультанти/Експерти	перевірка точності й актуальності програм	вплив на рейтинги, перевірка контенту	контракт
Дизайнери	відеоконтент та наповнення Метаверсів	розробка контенту	контракт
Наймодавці	працевлаштування випускників, ініціювання програм та наповнення	визначення напрямків освітніх програм	бази даних
Оператори баз даних	надання інформації	наповнення даних	контракт
Студенти/користувачі	отримання знань	клієнт організації, вплив на рейтинги наповнення, участь в ком'юніті	контракт

Джерело: розробка авторів

З метою забезпечення освітніх програм необхідними матеріалами та засобами перевірки знань передбачається використання однорангових інструментів, що характеризуються відкритістю та доступністю у будь-якому місці з доступом до глобальної цифрової мережі. Завдяки таким інструментам автори навчальних матеріалів отримують можливість стабільного доходу, що

залежатиме від частоти їх використання споживачами. Підтвердження здобутих знань і навичок у вигляді цифрового атестата забезпечуватиме автоматичне працевлаштування (отримання завдань) через смарт-контракти від автоматизованих роботодавців.

Очікується, що такі інструменти включатимуть:

- ДАО як цифрову систему комерційних зв'язків і ресурсів.
- NFT як цифровий носій навчальних матеріалів та цифрових атестатів.
- Metaverse як віртуальне середовище для моделювання подій, проведення експериментів та набуття практичних навичок.
- Внутрішню криптовалюту як засіб обліку ресурсів і розрахунків між учасниками.
- Штучний інтелект для аналізу здобутого досвіду та рекомендацій щодо створення партнерств.

Основні інструменти потенційної моделі базуються на децентралізованих технологіях, у центрі яких стоїть концепція ДАО як механізм управління системою та розподілу ресурсів для її ефективного функціонування. Децентралізовані автономні організації (ДАО) передбачають технічне закріплення оперативних правил через систему смарт-контрактів, що гарантує прозорість і виключає потребу в централізованому посередництві. Впровадження таких правил у рамках ДАО дозволяє користувачам оцифровувати не лише транзакції, а й усі процеси функціонування організації, суттєво оптимізуючи адміністративні процедури [6].

У традиційних організаціях з класичною ієрархією, більшість важливих рішень приймаються керівниками, які можуть бути схильні до ризиків та помилок. З метою подолання таких проблем, ДАО пропонується як наступне покоління організаційної структури, яка включає групу учасників, які спільно обмінюються інформацією та приймають рішення відповідно до протоколу. ДАО керуються алгоритмами смарт-контрактів, що працюють у мережі блокчейн, задля зменшення комісії за управління транзакціями, забезпечуючи кращу прозорість і зменшуючи корупційні ризики. Інтеграція ШІ в структуру управління ДАО дозволить не лише

допомагати в управлінні організацією, але і приймати участь в створенні продукту чи наданні сервісів без втручання людини. В галузі освіти його роль може полягати в прогнозуванні успішності студентів, оцінки їх зацікавленостей, оптимізації учбового процесу, тестуваннях, вивчення та адаптації найкращих практик та досвіду разом з аналізом поточних тенденцій [20].

Усі правила управління ДАО записуються в прозорий, безпечний і відкритий реєстр мережі блокчейн. Учасники ДАО можуть використовувати токени для голосування за пропозиції згідно встановленим правилам консенсусу. Щодо спільних цілей акціонерів, то незмінність смарт-контрактів у ДАО забезпечить збереження економічного прибутку та інші інтереси будь-яких керованих організацій через захищений від несанкціонованого доступу загальний реєстр, де будуть записуватися всі дії та транзакції в мережі. Операції з використанням фінансових та організаційних протоколів (наприклад, DeFi, NFT та Metaverse) можуть автоматично розроблятися та підтримуватися ДАО, в якій смарт-контракти та правила консенсусу регулюватимуть усі основні функції. Крім цього, цифрова структура взаємовідносин може використовувати форми застави як гарантію виконання майбутніх зобов'язань, а також передбачає можливість створення додаткового рівня токеноміки для стимулювання поведінки певних учасників або спільноти з запровадженням певних методів гейміфікації та комерціалізації [4]. Продукт, створений за допомогою цифрової кооперації, а також його споживання, повинно забезпечити ліквідність внутрішньої криптовалюти ДАО, що підтверджується концепціями досліджень [11].

Концепція децентралізованої автономної організації (ДАО) дозволяє фізичним і юридичним особам створювати групи, спільно володіти активами, приймати рішення та брати участь в економіці ДАО. Структура ДАО може бути побудована використовуючи стандартизовані рішення, наприклад, створеними проектами Aragon, DAOStack, XDAO, SubDAO, тощо. Вони включають такі інструменти, як структури для голосування та розподілення прибутку, гаманці з кількома підписами для спільного зберігання активів, системи внутрішньої криптовалюти. На рівні протоколів також розроблені механізми стейкінгу та

слешингу для заохочення учасників таких відкритих систем до добросовісної поведінки. Відкритий метавсесвіт може отримати вигоду від ідей та інструментів децентралізованого управління як для управління платформами метавсесвіту та їх компонентів, так і для економічної участі в кожній із них [1].

Наступним інструментом, який буде активно використовуватися в системі цифрового університету, є NFT (non-fungible token), невзаємозамінний токен, як децентралізований носій цифрової інформації, може передаватись в колективне чи індивідуальне користування з правом власності на нього відповідно до умов, закріплених в смарт-контракті. Передбачається, що цей інструмент буде відігравати важливу роль в створенні наповнення для освітніх програм, а також закріплення програмних результатів навчання після їх завершення. Отримавши широку популярність впродовж останніх років, NFT стали новим способом вираження творчості, що надало новий імпульс для ряду досліджень, в тому числі стосовно можливостей інвестування та правового регулювання [16]. Стрімка динаміка популярності NFT впродовж останніх років підтверджується показана на Рис. 1-5.

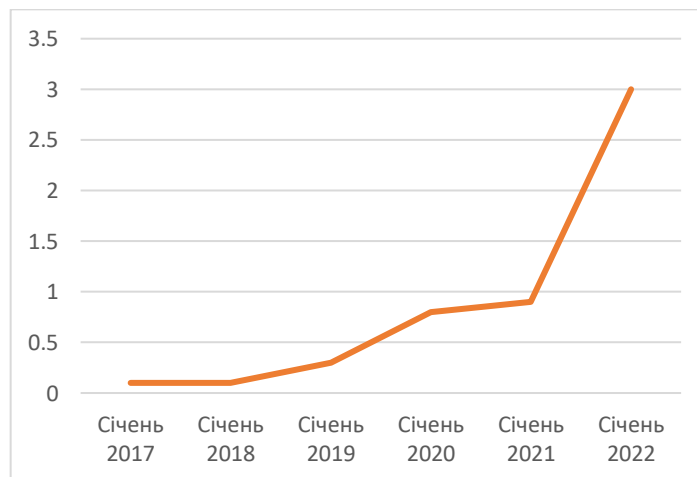


Рис. 1. Загальна кількість цифрових гаманців, на яких обліковувались активи стандартів NFT ERC-721 чи ERC-1155, млн. адресатів

Джерело: [17]

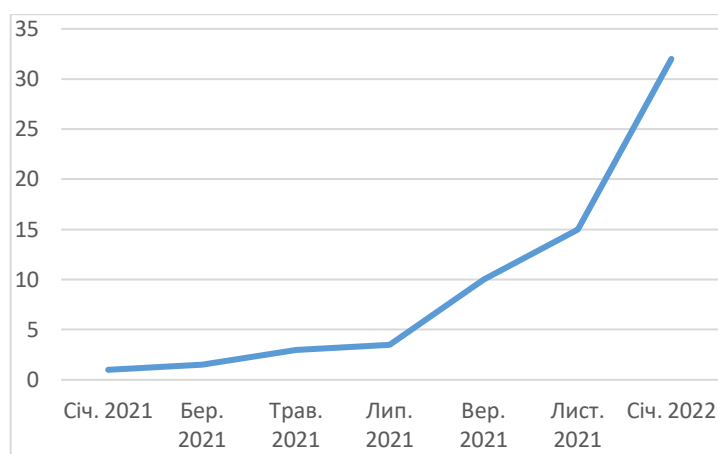


Рис.2. Загальний обсяг ринку NFT, в млрд. доларів США

Джерело: [17]

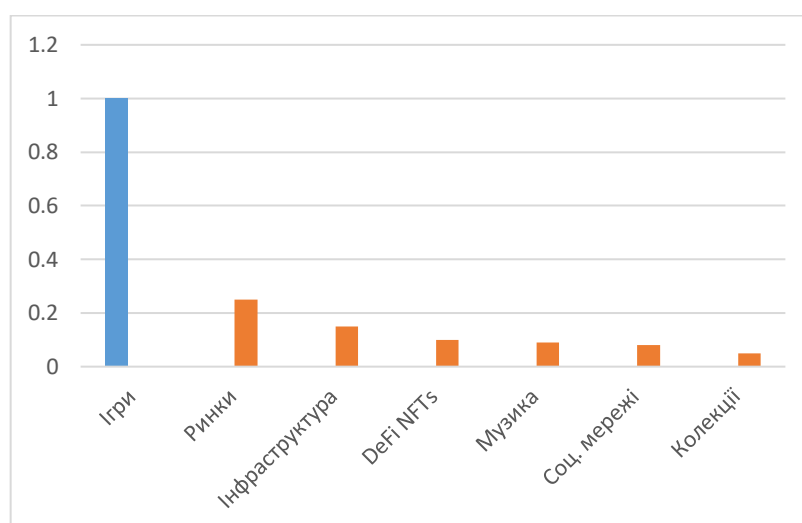


Рис. 3. Інвестиційна активність в NFT, за напрямками, млрд. доларів США

Джерело: [7]

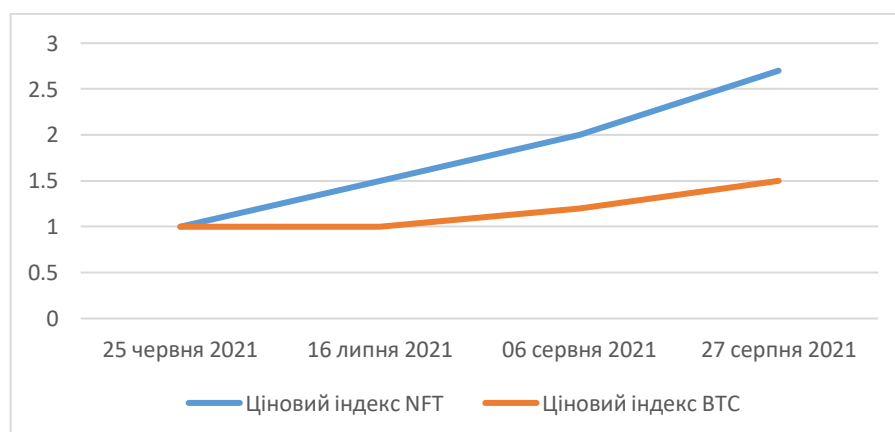


Рис. 4. Індекс NFT в порівнянні індексу BTC

Джерело: [12]

На сьогодні є вже ряд прикладів, коли ринки NFT організовані у формі ДАО, надають творцям можливість спільно володіти платформами, де використовується їхні роботи, і приймати участь в рішеннях організації за допомогою маркерів управління [5]. Завдяки використанню ДАО як форми цифрової кооперації, уникається проблема технологічної складності, яка заважає активному використанню технології NFT серед творчих спеціальностей [13].

Цифровий світ передбачає можливість трансакцій з активами NFT, в яких виражені результати літературного, мистецького та/або музичного надбання, і які можна використовувати як компоненти освітніх програм. При цьому проблема захисту авторських прав у транзакціях NFT залишається до кінця не вирішеною. Ряд поточних емпіричних досліджень мають на меті розробити систему авторського захисту для кожного елемента технології та застосування їх до різних платформ обміну NFT [10]. У зв'язку з тим, що сьогодні NFT є складною для розуміння технологією, доступною лише обмеженому колу людей, ДАО, як цифрова структура організації, потенційно може вирішити проблему зі спрощенням використання технологій, в тому числі в процесі створення NFT [13]. Також, система правил, закріплених в ДАО, надасть можливість встановлювати правила розподілення роялті від спільного використання NFT, в тому числі в результаті продажу продуктів, створених з поєднанням декількох NFT різних власників. Проблеми з оплатою роялті, які виникають під час реалізації трансакцій з NFT, є предметом деяких досліджень [2, 15]. Інші проблеми, пов'язані з забезпеченням авторських прав контенту, є предметом досліджень інструментів платформ для авторства, які допомагають створювати та використовувати контент без високих технологічних бар'єрів [11].

Цифровий формат інструментів децентралізованих освітніх програм дає можливість активно використовувати Метавсесвіт (Metaverse), який також активно набирає популярність. Використання метавсесвіту як тривимірного, глобального, взаємопов'язаного, захоплюючого онлайн-простору в реальному часі, з можливістю зв'язати фізичний світ із доповненою (AR) та віртуальною реальністю (VR) являє собою потенціал для реалізації освітніх програм в умовах

наближення його до реального світу [8]. Сам дизайн метавсесвітів дозволяє реалізацію партнерства освітян, науковців, культурних діячів, дизайнерів та митців для створення освітніх продуктів, закріплюючи їх права на результати праці та надаючи можливість приймати участь в розподіленні винагороди за їх використання. Результати їх праці, поєднані в один спільний цифровий продукт відповідно до погоджених умов, і закріплених в структурі ДАО, при повному забезпеченні прав власності авторів.



Рис. 5. Загальна виручка від продажів в Метаверсах, млн. доларів США

Джерело: [7]

Останні наукові дослідження показують, що участь в ігровому середовищі метавсесвіту створює унікальні моделі синхронізованої мозкової діяльності у дітей та дорослих, що сприяє розвитку навичок саморегуляції та відповідальності. Таким чином, слухачі розвивають своє розуміння співпраці, що сприяє отриманню відповідних знань та навичок. Крім цього, метавсесвіт дозволяє розробляти компоненти освітніх програм таким чином, щоб заохочувати та програмувати позитивну поведінку на співпрацю, спілкування, оволодіння змістом, творче мислення, творчі інновації, креативність, впевненість, тощо [8].

Передбачені стандарти ідентифікацій дозволяють збирати облікові дані про проходження навчальної програми, які можна використовувати як для планування подальшого навчання та обліку результатів, так і для використання їх за межами віртуального світу [18]. Адаптованість метавсесвітів до валютних стандартів дозволяє здійснювати торгівлю та обмін віртуальними активами, що наближає систему до реальних економічних процесів.

Так, наприклад, студент економічного факультету, не покидаючи аудиторії, можете стати частиною бізнес-організації, і, відповідно відчувати як працює справжній бізнес-світ. За аналогією, студенти-медики можуть брати участь в віртуальних операціях, які проводять досвідчені лікарі у будь-якій точці світу, тим самим розширюючи свої знання. Студенти природничих наук можуть відвідувати віртуальні космічні центри і навіть отримати досвід подорожі на Марс.

За допомогою метавсесвітів студенти та викладачі по всьому світу зможуть безперешкодно співпрацювати один з одним покращуючи свій рівень знань. Студенти також можуть легко продемонструвати свої проекти останніх курсів та отримати аналіз експертів з усього світу. Завдяки віртуальній реальності, яка з'являється в мережі Інтернеті, вони також можуть пережити будь-який момент історії або навіть досліджувати молекулярні та атомні частинки будь-якого організму. Сам процес відтворення таких віртуальних знань та самих освітніх програм, в цифровому середовищі, вимагає певного рівня координації і регулювання, що повинно досягатися завдяки інструментам ДАО. Інновації метавсесвіту в освіті дозволяють в тому числі лабораторне моделювання (наприклад, навчання з техніки безпеки), розвиток процедурних навичок (наприклад, хірургія) і STEM-освіта, визнані одними з перших областей з вражаючими результатами з точки зору швидкості навчання та продуктивності [14].

Прикладами метавсесвітів, які вже зараз пропонують освітні програмами, з можливостями для користувачів створювати живі враження та отримувати нові знання за допомогою участі в іграх, відвідування віртуальних музеїв, магазинів, а також приймати участь в інших заходах є проекти Sandbox, Hydra Studios, Sperasoft, Star Atlas. Останній, наприклад, пропонує програму для дизайнерів ігор, одночасно пропонуючи їм заробляти і отримувати винагороду за виконані завдання. Інші проекти метавсесвітів, використовуючи технології штучного інтелекту, відкривають нові напрямки досліджень та збільшують спектри віртуальних послуг. Проект адміністрації корейського міста Сеул оголосив про план дій під назвою Metaverse Seoul по створенню віртуальної комунікаційної екосистеми, зосередивши увагу на таких напрямках як культура, туризм,

економіка, освіта та громадська служба. Окрім надання різноманітних послуг та засобів підтримки бізнесу, Metaverse Seoul пропонує спеціалізовані послуги для людей з обмеженими можливостями, щоб отримати задоволення від безпечного та зручного вмісту за допомогою технології розширеної реальності [9].

Віртуальні лабораторії



Рис. 6. Форми віртуальних освітніх середовищ

Джерело: [3]

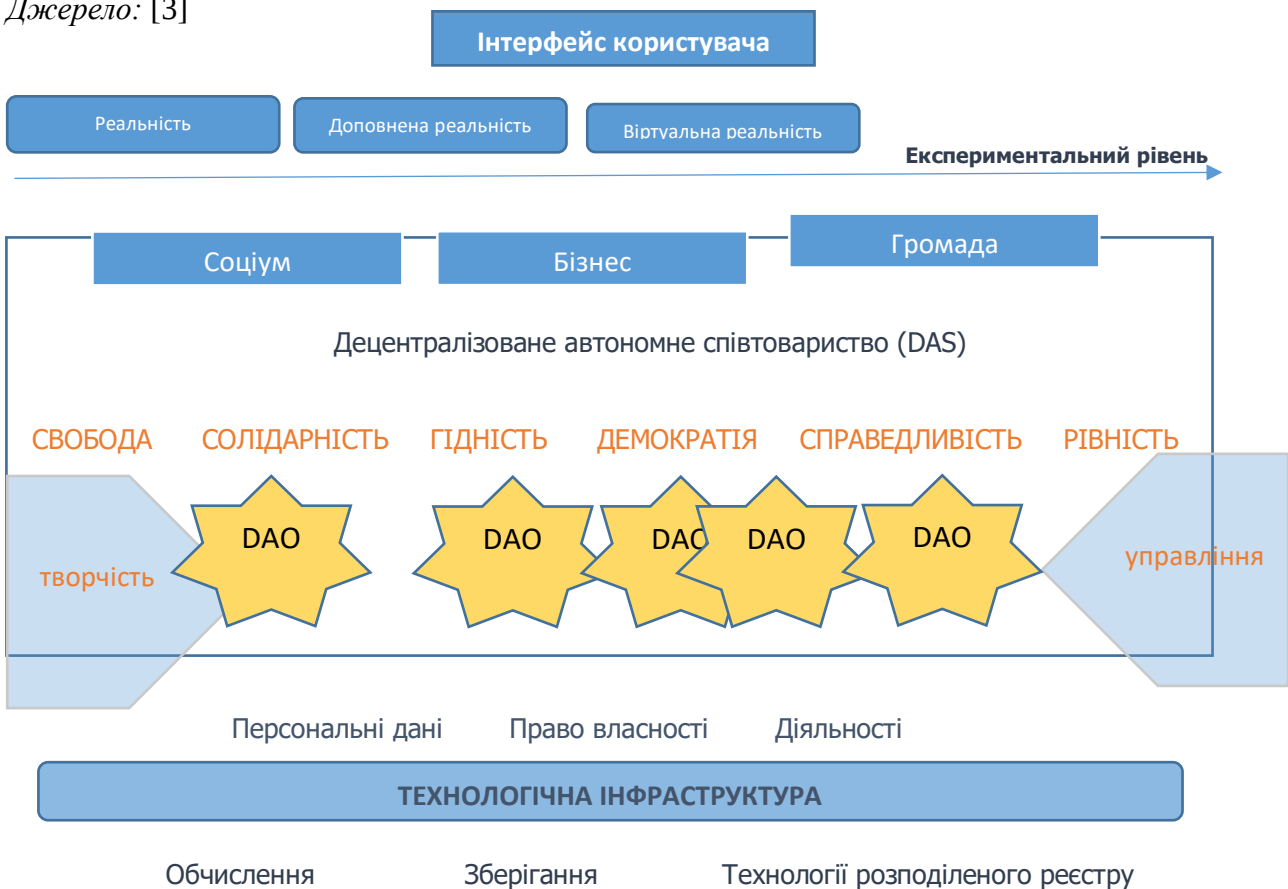


Рис. 7. Роль Децентралізованих Автономних Співтовариств в структурі метавсесвітів

Джерело: [6]

Вважається, що децентралізовані освітні компоненти та їх складові: тести, презентації, посібники, інші матеріали, в їх цифровій формі, можуть створюватися різними співавторами, які приймають участь у розробці курсів, у різних формах (як винахід структури курсу, наповнення, перевірка ефективності, написання смарт-контрактів, тощо). Такі курси будуть мати постійні рейтингування та відгуки від користувачів, консультантів та роботодавців. Доступні на платформі навчальні курси, або допоміжні матеріали, будуть предметом платної підписки споживачами (студентами). Успішно пройдені програми формуватимуть цифрові рейтинги з активацією відповідного смарт-контракту (або NFT), з цифровим правом доступу до роботи з відповідними цифровими проектами, автономними агентами та децентралізованими автономними організаціями. ДАО навчальної платформи на основі консенсусу здійснюватиме контроль, розвиток та зміну навчальних програм, а також координацію використання ресурсів та зусиль незалежних спеціалістів або творчих груп.

Передбачається, що автори освітніх програм, тестів та навчальних матеріалів отримуватимуть частину винагороди у вигляді освітніх токенів. Успішне проходження програм «криптостудентами» також може супроводжуватися винагородою у токенах або наданням знижки для подальшого навчання. Отримані цифрові рейтинги, інтегровані в персональні паспорти, слугуватимуть ідентифікатором знань і навичок, що надасть можливість участі в цифрових проєктах без необхідності традиційного рекрутингу, характерного для працевлаштування в реальному світі.

Така модель децентралізованих навчальних програм пропонує новий підхід до оптимізації процесу найму фахівців та підготовки кадрів, що відповідає викликам цифрової трансформації та децентралізації економіки в умовах постійного технологічного прискорення.

Висновки. Розвиток децентралізованих автономних організацій (ДАО) в освіті відкриває нові можливості для створення ефективних, прозорих та адаптивних навчальних платформ. Запровадження Web3-технологій, таких як

блокчейн, смарт-контракти, NFT та метавсесвіт, сприяє автоматизації освітніх процесів, підвищенню довіри до цифрових сертифікатів та покращенню механізмів розподілу ресурсів.

Однією з ключових переваг ДАО в освіті є відкритість та гнучкість: студенти можуть самостійно формувати освітню траєкторію, підтверджуючи свої знання через NFT-сертифікати, інтегровані у цифрові паспорти. Викладачі, у свою чергу, отримують можливість монетизації контенту на основі прямих механізмів винагороди, виключаючи посередників.

Важливу роль у функціонуванні освітніх ДАО відіграє штучний інтелект (ШІ). Його використання сприяє персоналізації навчання, прогнозуванню успішності студентів, автоматизації перевірки знань та аналізу освітніх даних. Поєднання ШІ з смарт-контрактами дозволяє створювати автономні освітні програми, які можуть адаптуватися до змін у цифровому середовищі та реальних потреб ринку праці.

Проте впровадження ДАО в освіту супроводжується низкою викликів:

1. Технічні обмеження – інтеграція блокчейну та ШІ потребує значних обчислювальних ресурсів.
2. Правові аспекти – відсутність чіткої регуляції цифрових активів у сфері освіти.
3. Соціальна адаптація – необхідність підготовки викладачів і студентів до роботи з новими технологіями.

Попри ці виклики, децентралізація освітніх процесів має потенціал суттєво трансформувати навчання, зробивши його доступнішим, ефективнішим та більш орієнтованим на потреби учасників. Використання ДАО дозволить створити нові економічні моделі в освіті, де знання стають активом, що має цінність у цифровому середовищі.

Таким чином, ДАО в освіті – це не просто технологічний тренд, а фундаментальна зміна підходів до навчання, сертифікації знань та управління освітніми ресурсами. Децентралізовані платформи можуть стати ключовим інструментом цифрової трансформації освіти у XXI столітті.

Список джерел

1. Burke Jamie (2021). The Open Metaverse OS. URL: https://outlierventures.io/wp-content/uploads/2021/08/OV-Metaverse-OS_V6.pdf (Дата звернення: 13.03.2025)
2. Das, D., Bose, P., Ruaro, N., Kruegel, C., & Vigna, G. (2021). Understanding Security Issues in the NFT Ecosystem. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.08893> (Дата звернення: 13.03.2025)
3. Framing the Future of Web 3.0 (Metaverse Edition), 2021. URL: <https://www.goldmansachs.com/pdfs/insights/podcasts/episodes/01-11-2022-eric-sheridan-f/transcript.pdf> (Дата звернення: 13.03.2025)
4. Gadekallu, T. R., Huynh-The, T., Wang, W., Yenduri, G., Ranaweera, P., Pham, Q. V., ... & Liyanage, M. (2022). Blockchain for the Metaverse: A Review. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.09738> (Дата звернення: 13.03.2025)
5. Gilbert Sam (2022). Crypto, web3, and the Metaverse. URL: <https://www.bennettinstitute.cam.ac.uk/publications/crypto-web3-metaverse/>. (Дата звернення: 13.03.2025)
6. Grasso Antonio (2022). Our Future: A Decentralized Autonomous Society, Fueled by the Metaverse. URL: <https://antgrasso.medium.com/our-future-a-decentralized-autonomous-society-fueled-by-the-metaverse-6b58c8321759> (Дата звернення: 13.03.2025)
7. Grider David (2021). The Metaverse: Web 3.0 Virtual Cloud Economies. URL: <https://research.grayscale.com/reports/the-metaverse> (Дата звернення: 13.03.2025)
8. Hirsh-Pasek, Kathy, et al. "A Whole New World: Education Meets the Metaverse" Brookings Institution, 14 Feb. 2022, URL: <https://www.brookings.edu/research/a-whole-new-world-education-meets-the-metaverse/> (Дата звернення: 13.03.2025)
9. Huynh-The, T., Pham, Q. V., Pham, X. Q., Nguyen, T. T., Han, Z., & Kim, D. S. (2022). Artificial Intelligence for the Metaverse: A Survey. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.10336> (Дата звернення: 13.03.2025)
10. Kim, Cheong Ghil, "A Study on Technology to Counter Copyright Infringement, According to NFT Transaction Types", *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, 20 (4), 2021. URL: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO202102455505208.pdf> (Дата звернення: 13.03.2025)
11. Lee, L.H.; Braud, T.; Zhou, P.; Wang, L.; Xu, D.; Lin, Z.; Kumar, A.; Bermejo, C.; Hui, P. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.05352> (Дата звернення: 13.03.2025)
12. Mazur, Mieszko, Non-Fungible Tokens (NFT). The Analysis of Risk and Return (October 31, 2021). Available at: <https://ssrn.com/abstract=3953535> (Дата звернення: 13.03.2025)
13. Muddasar Ali and Sikha Bagui, "Introduction to NFTs: The Future of Digital Collectibles" *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (IJACSA), 12(10), 2021. URL: <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2021.0121007> (Дата звернення: 13.03.2025)

14. Mystakidis S. Metaverse. *Encyclopedia*. 2022; 2(1):486-497. URL: <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031> (Дата звернення: 13.03.2025)
15. NFTs Engaging Today's Fans in Crypto and Commerce. 2021. URL: <https://usa.visa.com/content/dam/VCOM/regional/na/us/Solutions/documents/visa-nft-whitepaper.pdf> (Дата звернення: 13.03.2025)
16. Agarwal, U.; Singh, K.; Verma, R. (2022). An overview of non-fungible tokens (NFT). *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol. (IJARSCT)*. 2022, 1, 237–240.
17. Schnoering H.; Inzirillo H. (2022). Constructing a NFT Price Index and Applications. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.08966> (Дата звернення: 13.03.2025)
18. Srushti (2019). How Shared Virtual Worlds Will Impact Your Life – The Power and Scope of Metaverse. URL: <https://srushticreative.com/wp-content/uploads/2019/03/THE-POWER-AND-SCOPE-OF-METaverse.pdf> (Дата звернення: 13.03.2025).
19. Jianzheng Shi (2023). The Evolution and Future of DAOs: Embracing AI and New Technologies. October 2023 *Technium Romanian Journal of Applied Sciences and Technology* 13:117-123. DOI:10.47577/technium.v13i.9637
20. Anjani Raj Yadlapalli, Ninad Mohite, Vijayant Pawar, Shelly Sachdeva (2019). Artificially Intelligent Decentralized Autonomous Organization. Conference: 2019 4th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON). DOI:10.1109/ISCON47742.2019.9036152
21. Skitsko, O., et al. (2023). Threats and Risks of Using Artificial Intelligence. Electronic professional scientific publication “Cybersecurity: Education, Science, Technology”, 2(22), 6– 18. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2023.22.618>