

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)
Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження методів оцінювання результативності ІТ-проєкту платформи
токенізації цінних паперів
(тема)

Виконав:
здобувач 2 року навчання,
групи УПГІТМ-24-1
Валерій КОЧЕГАРОВ
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Управління проєктами в галузі
інформаційних технологій
Керівник проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри ІУС


(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ
(власне ім'я, прізвище)

2026 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
 Кафедра Інформаційних управляючих систем
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
 (код і повна назва)
 Тип програми освітньо-наукова
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)
 Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій
 (повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
 (підпис)
 « 06 » квітня 20 26 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Кочегарову Валерію Геннадійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

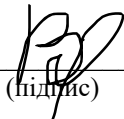
1. Тема роботи Дослідження методів оцінювання результативності ІТ-проєкту платформи токенизації цінних паперів
 затверджена наказом університету від 23 березня 2026 р. № 231Ст
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 19 травня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: науково-технічні публікації у галузі блокчейн-технологій та децентралізованих фінансів; нормативно-правова база щодо регулювання цифрових активів і токенизації цінних паперів; методики оцінювання проєктів; результати дослідження параметрів існуючих платформ токенизації.
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі: аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку ринку токенизації цінних паперів, визначення специфічних ризиків та вимог до ІТ-проєктів у сфері фінансових технологій, дослідження існуючих методів оцінювання результативності ІТ-проєктів та аналіз їх придатності для блокчейн-рішень, розробка методу оцінювання результативності проєкту з використанням інтегральних показників, практична апробація запропонованих рішень на прикладі кейсу платформи токенизації та аналіз отриманих результатів.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області, сучасного стану ринку токенизації та існуючих методів оцінювання ІТ-проектів	03.04.2026-09.04.2026	виконано
2	Обґрунтування вибору системи критеріїв результативності та постановка задачі дослідження	10.04.2026-13.04.2026	виконано
3	Розробка математичної методу оцінювання результативності ІТ-проекту платформи токенизації	14.04.2026-21.04.2026	виконано
4	Практична апробація розроблених методів на прикладі кейсу платформи токенизації, аналіз результатів	22.04.2026-03.04.2026	виконано
5	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	4.05.2026-16.05.2026	виконано
6	Підготовка презентації	17.05.2026-19.05.2026	виконано
7	Попередній захист роботи	20.05.2026	виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи	22.05.2026	виконано

Дата видачі завдання 06 квітня 2026 р.

Здобувач _____


(підпис)

Керівник роботи _____


(підпис)

проф. каф. ІУС Ірина ПАНФЬОРОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 73 стор., 12 рис., 28 табл., 36 джерел, 1 додаток.

БЛОКЧЕЙН, ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК, ІТ-ПРОЄКТ, ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ, ПЛАТФОРМА ТОКЕНІЗАЦІЇ, ТОКЕНІЗАЦІЯ ЦІННИХ ПАПЕРІВ.

Метою даної роботи є дослідження та вдосконалення методів оцінювання результативності ІТ-проектів зі створення платформ токенизації цінних паперів шляхом розробки математичного методу, що враховує специфічні фінансові, технічні та регуляторні параметри блокчейн-технологій.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання результативності ІТ-проектів у сфері цифрових активів та блокчейн-платформ.

Предметом дослідження є методи оцінювання та аналізу показників результативності ІТ-проекту платформи токенизації цінних паперів.

У роботі проведено аналіз існуючих методів оцінювання результативності та виявлено їх обмеження в умовах проектів токенизації. Розроблено метод TRAPS, що поєднує чотири компоненти: фінансову, операційну та ринкову результативність. Проведено апробацію методу на умовному кейсі платформи TokenBridge, результати якої підтвердили ефективність запропонованого методу.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work: 73 p., 12 fig., 28 tabl., 36 sources, 1 appendix.

BLOCKCHAIN, INTEGRAL INDICATOR, IT PROJECT, PERFORMANCE ASSESSMENT, RISK MODELING, SECURITIES TOKENIZATION, TOKENIZATION PLATFORM.

The purpose of this work is to research further and develop in-depth methods for assessing the performance of IT projects by creating platforms for tokenizing valuable papers and by developing a mathematical method that covers specific financial, technical, and regulatory parameters of blockchain technologies.

The object of investigation is the process of managing IT project performance in the field of digital assets and blockchain platforms.

The research focuses on methods for evaluating, analyzing, and forecasting performance indicators for an IT project to develop a platform for tokenizing valuable papers.

The work carried out an analysis of existing methods for assessing performance and revealed their use in tokenization projects. The TRAPS method has been developed, combining several components: financial, operational, and market performance. The method was tested on a mock case for the TokenBridge platform, with results confirming the effectiveness of the proposed approach.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз предметної області.....	10
1.1 Токенізація цінних паперів як напрям цифрової трансформації фінансового ринку.....	10
1.2 Особливості ІТ-проектів у сфері фінансових технологій та блокчейну.....	14
1.3 Поняття результативності ІТ-проекту платформи токенизації та метрики її вимірювання.....	19
1.4 Придатність існуючих методів оцінювання результативності проектів токенизації.....	21
1.5 Висновки та постановка задачі дослідження.....	23
2 Аналіз методів оцінювання результативності ІТ-проектів.....	25
2.1 Методи оцінювання результативності ІТ-проектів.....	25
2.2 Прогностичні методи оцінювання результативності ІТ-проектів.....	28
2.3 Особливості застосування методів оцінювання результативності у ІТ-проектах токенизації цінних паперів.....	30
2.4 Порівняльний аналіз методів та виявлення їх обмежень.....	32
3 Розроблення комбінованого методу оцінювання результативності.....	35
3.1 Аналіз обмежень існуючих методів та формування вимог до комбінованого методу.....	35
3.2 Формування концепції комбінованого методу.....	36
3.3 Розрахунок компонентів TRAPS.....	38
3.4 Алгоритм застосування методу TRAPS.....	40
4 Апробація та оцінювання запропонованого методу.....	43

4.1 Опис умовного ІТ-проєкту платформи токенизації цінних паперів.....	43
4.2 Застосування існуючих методів до кейсу	45
4.3 Застосування методу TRAPS до кейсу TokenBridge	47
4.4 Порівняння результатів та оцінка методу	51
Висновки.....	55
Перелік джерел посилання	56
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи	61

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ЄС – Європейський Союз

IT – інформаційні технології

AC — Actual Cost

AML – Anti-money Laundering

BSC – Balanced Scorecard

CMMI – Capability Maturity Model Integration

CPI – Cost Performance Index

EAC – Estimate at Completion

EV — Earned Value

EVM – Earned Value Management

IRR – Internal Rate of Return

KPI – Key Performance Indicators

KYC – Know Your Customer

MCDA – Multi-Criteria Decision Analysis

MiCA – Markets in Crypto-Assets Regulation

NPS – Net Promoter Score

NPV – Net Present Value

OKR – Objectives and Key Results

PV – Planned Value

ROI – Return on Investment

SEC – Securities and Exchange Commission

SPI – Schedule Performance Index

STO – Security Token Offering

TRAPS – Tokenization Risk-Adjusted Performance Score

ВСТУП

Токенізація цінних паперів є одним із найперспективніших напрямів цифрової трансформації фінансового ринку. Реалізація ІТ-проектів у цій сфері характеризується високим рівнем складності, що обумовлено поєднанням суворих регуляторних вимог, стандартів кібербезпеки та волатильності ринку цифрових активів.

Існуючі методи оцінювання результативності проектів інформаційних технологій – Earned Value Management (EVM), Return on Investment (ROI), Key Performance Indicators (KPI) – не враховують специфіку блокчейн-систем: волатильність ринку токенів, регуляторну невизначеність та критичну залежність від ринкового прийняття платформи. Це обумовлює актуальність розроблення спеціалізованого методу оцінювання, адаптованого до умов індустрії фінансових технологій.

Метою даної роботи є дослідження та вдосконалення методів оцінювання результативності ІТ-проектів зі створення платформ токенізації цінних паперів шляхом розробки математичного методу, що враховує специфічні фінансові, технічні та регуляторні параметри блокчейн-технологій.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання результативності ІТ-проектів у сфері цифрових активів. Предметом дослідження є методи оцінювання результативності ІТ-проекту платформи токенізації цінних паперів.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Токенізація цінних паперів як напрям цифрової трансформації фінансового ринку

Процес цифрової трансформації фінансового сектору призвів до появи концепції токенизації активів. Токенізація цінних паперів – це процес випуску цифрових аналогів традиційних фінансових інструментів у формі токенів на базі технології розподіленого реєстру [1, 2].

Основним інструментом у цьому процесі виступають security-токени. На відміну від службових токенів, security-токени підпадають під дію законодавства про цінні папери та надають власнику конкретні права:

- право на частку в капіталі компанії;
- право на отримання дивідендів або відсоткових платежів;
- право голосу в управлінні активами.

Впровадження платформ токенизації в межах IT-проектів має на меті вирішення ряду критичних проблем традиційного ринку:

- підвищення ліквідності: можливість дроблення активів на дрібні частки дозволяє залучати широке коло дрібних інвесторів;
- зменшення витрат: автоматизація процесів клірингу, розрахунків та ведення реєстру власників за допомогою смарт-контрактів мінімізує кількість посередників;
- прозорість та незмінність даних: блокчейн забезпечує єдине джерело істини для всіх учасників ринку, що знижує ризики шахрайства [3].

Архітектура такої платформи зазвичай базується на одному з двох типів блокчейну:

- Public Blockchains: забезпечують максимальну децентралізацію, але потребують складних механізмів відповідності на рівні смарт-контрактів;

– **Permissioned Blockchains:** дозволяють будувати закриті екосистеми з контрольованим доступом, що більше відповідають вимогам банківського сектору [4].

Процес токенизації не є простою зміною формату запису про власність. Це фундаментальна перебудова інфраструктури ринку капіталу. Традиційний ланцюжок передачі прав на цінні папери включає велику кількість посередників: брокерів, кастодіанів, центральних депозитаріїв та клірингових установ. Кожна ланка додає затримки та комісійні витрати [5].

Еволюція фінансових інструментів у напрямку токенизації проходить через три ключові етапи:

- диджиталізація: паперові сертифікати замінюються електронними записами в централізованих базах даних;
- демеркуріалізація: перехід до бездокументарної форми існування цінних паперів;
- токенизація: запис про право власності переноситься в децентралізований реєстр, де актив стає програмованим.

Традиційна схема обігу цінних паперів та схема на основі блокчейну продемонстровано на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Традиційна схема обігу цінних паперів та схема на основі блокчейну

Для успішної реалізації IT-проєкту платформи токенизації критично важливим є вибір стандарту смарт-контракту. Оскільки security-токени повинні відповідати вимогам регуляторів, вони не можуть бути вільно передані як звичайні криптовалюти [6].

Найвживанішими у світовій практиці є наступні стандарти:

– ERC-1400: бібліотека стандартів для часткових токенів, що дозволяє додавати «юридичні документи» безпосередньо в метадані токена та налаштовувати примусову передачу активів у разі рішення суду [7];

– ERC-3643: протокол, що використовує децентралізовану систему ідентифікації. Він перевіряє право користувача на володіння токеном перед кожною транзакцією на основі його цифрового паспорта. На рисунку 1.2 показано алгоритм перевірки транзакції за протоколом ERC-3643 [8].



Рисунок 1.2 – Алгоритм перевірки транзакції за протоколом ERC-3643

Для розуміння масштабу предметної галузі важливо розглянути типи токенів, оскільки вони безпосередньо визначають складність IT-проєкту та вимоги до системи оцінювання його результативності:

– Equity Tokens: токенизація часток у капіталі приватних або публічних компаній;

– Debt Tokens: цифрові облігації з автоматизованою виплатою купонів через смарт-контракти;

– Real World Assets: токенизація нерухомості, золота або творів мистецтва, де токен представляє право на частку володіння фізичним об'єктом.

Порівняльну характеристику типів токенів за ключовими параметрами наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльні характеристики типів токенів

Тип токenu	Складність регулювання	Рівень ліквідності	Складність смарт-контракту
Equity Tokens	Висока	Середній	Висока
Debt Tokens	Висока	Середній	Середня–висока
Real World Assets	Дуже висока	Низький	Середня

Аналіз типів токенів показує, що всі вони характеризуються високим або дуже високим рівнем регуляторної складності. Це обумовлено тим, що регуляторне середовище є одним із ключових чинників, що визначають складність IT-проектів у сфері токенизації. Різні юрисдикції перебувають на різних етапах формування правової бази для цифрових активів. Європейський Союз (ЄС) є лідером регуляторного впорядкування – регламент Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCA), що набрав чинності у 2024 році, встановлює єдині правила для ринку цифрових активів у межах ЄС. У США регулювання здійснюється переважно через позиції Securities and Exchange Commission (SEC) щодо класифікації токенів як цінних паперів. Для України Закон «Про віртуальні активи» створює правову основу, хоча його повноцінна імплементація ще триває [9]. Регуляторна невизначеність означає, що вимоги до платформи можуть суттєво

змінюватися протягом розробки, що робить традиційні методи фінансового прогнозування малоприматними.

Попри регуляторні виклики, ринок токенизованих активів демонструє стрімке зростання. За оцінками World Economic Forum, загальний обсяг токенизованих реальних активів може перевищити 10 трлн. доларів до 2027 року [10]. Провідні фінансові інституції – BlackRock, JPMorgan, Goldman Sachs – активно розвивають власні платформи, що свідчить про перехід технології від експериментального до промислового застосування [11]. Серед реалізованих проєктів особливої уваги заслуговують три. Polymath спеціалізується на блокчейн-інфраструктурі для регульованих активів і є одним із піонерів ринку Security Token Offering (STO). Securitize забезпечує повний життєвий цикл токена і станом на 2024 рік токенизувала активи на суму понад 1 млрд. доларів [12]. JPMorgan реалізував внутрішню платформу Onyx для токенизації операцій зворотного викупу цінних паперів, демонструючи ефективність блокчейну для великих інституційних гравців.

Ці кейси підтверджують ключовий висновок для цілей даного дослідження: успішність платформи токенизації визначається не лише технічною досконалістю, а й рівнем ринкового прийняття, регуляторною відповідністю та здатністю залучати емітентів і інвесторів. Саме ці виміри стандартні методи оцінювання результативності не охоплюють, що і обумовлює необхідність розгляду специфічних особливостей таких проєктів.

1.2 Особливості IT-проєктів у сфері фінансових технологій та блокчейну

Розуміння природи токенизації цінних паперів, описане у попередньому підрозділі, є необхідною, але недостатньою передумовою для

ефективного управління відповідними проєктами. Не менш важливим є розуміння того, чим ІТ-проєкт платформи токенизації відрізняється від традиційного проєкту фінансових технологій і які наслідки ці відмінності мають для оцінювання результативності.

Реалізація такого проєкту являє собою створення складної багаторівневої екосистеми, що функціонує на перетині децентралізованих технологій, фінансового інжинірингу та жорсткого правового регулювання. На відміну від класичних ІТ-проєктів, де основний акцент ставиться на швидкості доставки функціоналу та користувацькому досвіді, у блокчейн-проєктах пріоритети зміщуються в бік незмінності коду та математичної верифікації транзакцій. Розглянемо чотири ключові особливості, що формують специфіку управління такими проєктами.

Перша особливість – незворотність рішень. Ключовою особливістю, що визначає стратегію управління проєктом, є парадигма «Code is Law». В умовах блокчейну ця концепція набуває фізичного втілення через незмінність смарт-контрактів після їх розгортання в основній мережі. Якщо у традиційному програмному забезпеченні помилки виправляються ітеративно через випуск патчів, то в блокчейн-середовищі логічна вразливість у смарт-контракті може призвести до миттєвої та безповоротної втрати капіталу інвесторів. Як показано на рисунку 1.3, життєвий цикл розробки блокчейн-орієнтованого програмного забезпечення суттєво відрізняється від класичного Agile-циклу, оскільки включає критично важливу фазу зовнішнього технічного аудиту та формальної верифікації перед релізом [13].

З точки зору оцінювання результативності це означає, що стандартні метрики якості коду потребують суттєвого коригування – одна критична вразливість у смарт-контракті може повністю знецінити результати всього проєкту.



Рисунок 1.3 – Життєвий цикл традиційної розробки та блокчейн-проектів

Друга особливість – правова інтеграція. Управління змістом у таких проєктах ускладнюється архітектурним принципом «Legal-by-Design» [14]. Платформа токенизації не є простою базою даних – це програмна реалізація юридичного протоколу. Кожна операція з токеном-цінним папером має відповідати нормам законодавства тієї юрисдикції, де випущено актив. Це вимагає інтеграції складних модулів ідентифікації Know Your Customer (KYC) та моніторингу Anti-money Laundering (AML) безпосередньо в логіку смарт-контракту, що показано на рисунку 1.4. З точки зору проєктного менеджменту це означає, що юридичні консультанти стають такими ж активними учасниками розробки, як і системні архітектори.

Третя особливість – залежність від мережевих ресурсів. У проєктах на базі публічних блокчейнів кожна операція запису в реєстр потребує оплати обчислювальної потужності [15]. Неоптимізований код смарт-контракту може зробити обслуговування платформи настільки дорогим, що платформа стане економічно нежиттєздатною для емітентів [16]. Вибір між публічним та приватним блокчейном додатково створює фундаментальну дилему між прозорістю та конфіденційністю даних.



Рисунок 1.4 – Взаємодія ідентифікації KYC та моніторингу AML із блокчейн-шаром

На практиці ця дилема вирішується через побудову гібридної архітектури платформи токенизації, у якій взаємодія з зовнішніми блокчейн-мережами винесена у публічний контур, а критичні бізнес-компоненти розміщуються у приватній інфраструктурі під контролем оператора. Типову структуру такого рішення наведено на рисунку 1.5.

Четверта особливість – волатильність ринку та залежність від ринкового прийняття. Ринок цифрових активів характеризується екстремальними коливаннями вартості – 60–120% на рік. Це породжує специфічну проблему для методів оцінювання: зростання ринкової вартості токенів може формально покращувати фінансові показники проекту навіть при незадовільному операційному виконанні і навпаки [17]. Крім того, на відміну від корпоративних ІТ-систем, де впровадження забезпечується організаційними рішеннями, платформа токенизації функціонує в конкурентному середовищі, і її успіх залежить від добровільного вибору емітентів та інвесторів.

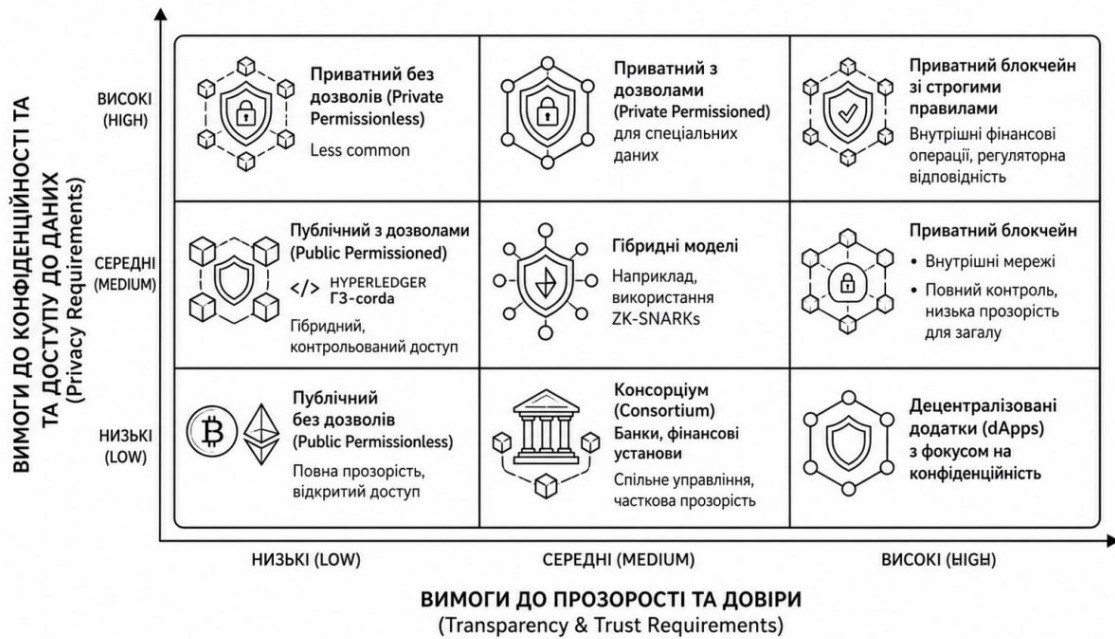


Рисунок 1.5 – Матриця вибору типу блокчейну для проєктів фінансових технологій залежно від вимог до конфіденційності

Динаміка залучення користувачів описується S-подібною кривою дифузії інновацій, тому стандартні фінансові показники на ранніх фазах систематично занижують реальний потенціал платформи [18].

Отже, чотири виявлені особливості – незворотність рішень, правова інтеграція, залежність від мережевих ресурсів та ринкова волатильність – формують принципово інші вимоги до системи оцінювання результативності. Така система має враховувати регуляторну залежність, розмежовувати операційну результативність від зовнішніх факторів та включати показники ринкового прийняття. Все це вимагає передусім чіткого визначення поняття результативності для даного класу проєктів, що є предметом наступного підрозділу.

1.3 Поняття результативності IT-проєкту платформи токенизації та метрики її вимірювання

Виявлені у попередньому підрозділі особливості блокчейн-проєктів ставлять під сумнів застосовність класичного визначення результативності. Традиційна «модель залізного трикутника» – час, вартість та обсяг робіт [19] – є недостатньою, оскільки не враховує якісні аспекти продукту, безпеку, регуляторну відповідність та ринкове прийняття. Тому необхідно сформувати розширене розуміння результативності, яке адекватно відображає специфіку платформ токенизації.

Результативність IT-проєкту платформи токенизації цінних паперів – це інтегральний показник, що відображає ступінь досягнення цілей проєкту за критеріями технічної, фінансової та якісної складових з урахуванням обмежень щодо бюджету, строків, якості та ризик-профілю блокчейн-середовища [20].

Важливо розмежувати це поняття від ефективності. Ефективність відображає співвідношення ресурсів та результату, тоді як результативність відповідає на питання доцільності самого результату. У сфері токенизації це розмежування є критичним – технічно ефективна, але юридично непридатна або ринково неприйнятна платформа не може вважатися результативною.

З урахуванням специфіки блокчейн-проєктів результативність доцільно розглядати як багатовимірну категорію, що охоплює три групи показників.

Перша група – технічні показники. До них належать показники продуктивності системи: пропускна здатність мережі, час підтвердження транзакцій, рівень доступності [21]. Окрему категорію становлять метрики якості коду: покриття тестами, кількість дефектів, результати аудиту безпеки [13]. Для блокчейн-платформ критично важливими є також метрики

вартості виконання операцій у мережі, що безпосередньо впливають на економічну привабливість платформи.

Друга група – фінансові показники. Традиційні інструменти – Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), ROI – залишаються актуальними, проте потребують адаптації. У проєктах токенизації ключовим додатковим показником є обсяг активів, залучених до платформи, який відображає довіру користувачів і є проксі-індикатором ринкового успіху. Також важливі ліквідність токенів та динаміка їх обігу. У цьому контексті важливим інструментом є метод освоєного обсягу з індексами Schedule Performance Index (SPI) та Cost Performance Index (CPI). Вони включають дотримання графіка, ефективність управління командою та рівень комунікації між стейкхолдерами. Водночас у блокчейн-проєктах застосування EVM ускладнюється через специфіку життєвого циклу: значна частина ризиків концентрується на етапах аудиту безпеки, що може суттєво змінювати початкові оцінки [22].

Третя група – якісні показники. До них належать рівень задоволеності користувачів, довіра інвесторів та ступінь відповідності регуляторним вимогам. У сфері токенизації особливо важливим є аспект юридичної легітимності – відсутність ліцензій може повністю нівелювати результати технічної розробки [9].

На рисунку 1.6 представлено інтегровану систему оцінювання результативності IT-проєкту платформи токенизації, яка інтегрує три ключові групи показників – технічні, фінансові та якісні – в єдину систему оцінювання.

Таким чином, результативність IT-проєкту платформи токенизації цінних паперів є інтегральним показником, що формується на основі багатокритеріальної оцінки технічних, фінансових та якісних вимірів (рисунок 1.6) [23].

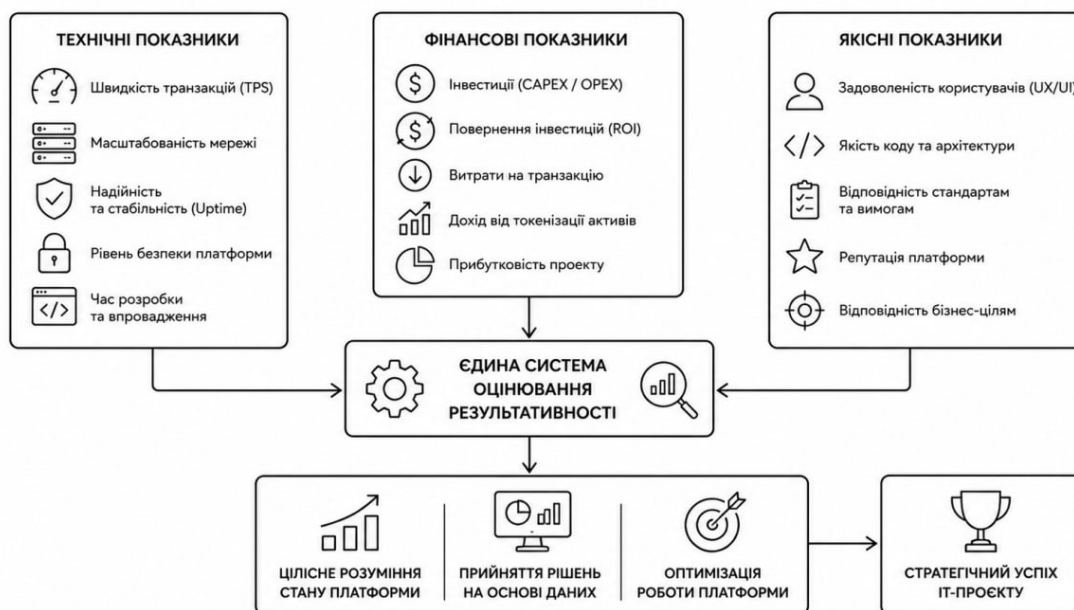


Рисунок 1.6 – Інтегрована система оцінювання результативності ІТ-проєкту платформи токенизації

Це визначення є теоретичною основою для аналізу існуючих методів оцінювання – наскільки кожен з них здатний охопити всі виявлені виміри результативності в умовах проєктів токенизації цінних паперів [20]. Це визначення є теоретичною основою для аналізу існуючих методів оцінювання – наскільки кожен з них здатний охопити всі виявлені виміри результативності в умовах проєктів токенизації [20].

1.4 Придатність існуючих методів оцінювання результативності проєктів токенизації

Для оцінювання результативності ІТ-проєктів платформ токенизації цінних паперів застосовуються різні групи методів, що відрізняються за підходами до аналізу параметрів виконання проєкту та набором контрольованих показників. Аналіз існуючих методів дозволяє визначити

ступінь їх придатності для оцінювання результативності проєктів даного класу з урахуванням специфіки фінансово-технологічних систем.

У сучасній практиці сформовано чотири основні групи методів оцінювання: фінансово-орієнтовані, процесно-орієнтовані, стратегічні та гібридні. Кожна з цих груп орієнтована на певний аспект результативності, але жодна не охоплює всі три групи показників, виявлені у підрозділі 1.3.

Фінансово-орієнтовані методи – NPV, ROI, EVM – ґрунтуються на кількісному вимірюванні фінансових результатів проєкту. Вони є об'єктивними та порівнянними, оскільки всі показники виражаються у грошових одиницях. Проте в контексті проєктів токенизації демонструють обмежену точність: висока волатильність ринку токенів робить довгострокові фінансові прогнози ненадійними, а регуляторна невизначеність ускладнює оцінку майбутніх грошових потоків.

Процесно-орієнтовані методи, зокрема Capability Maturity Model Integration (CMMI) та PRINCE2, спрямовані на аналіз якості процесів управління проєктом. Вони дозволяють ідентифікувати системні проблеми в управлінні, проте не дають прямої кількісної відповіді про результативність конкретного проєкту і не враховують специфіку блокчейн-розробки – вимоги до зовнішнього аудиту смарт-контрактів та формальної верифікації.

Стратегічні методи – Balanced Scorecard, KPI, OKR – оцінюють внесок проєкту у досягнення стратегічних цілей через систему збалансованих показників. Для проєктів фінансових технологій вони є цінними, оскільки враховують як фінансові результати, так і нефінансові виміри – задоволеність користувачів та ринкове прийняття платформи. Водночас BSC має певну статичність – орієнтується на періодичну оцінку, а не безперервний моніторинг, що обмежує можливості оперативного реагування в динамічному середовищі блокчейну [23].

Гібридні методи агрегують різномірні показники результативності шляхом присвоєння вагових коефіцієнтів кожному критерію. Найбільш

перспективним напрямом є Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), а також комбіновані підходи на основі методу освоєного обсягу з елементами стратегічних метрик. Проте у наявному вигляді гібридні методи не містять компонентів оцінки ризик-профілю блокчейн-проектів та не адаптовані до специфіки ринкової волатильності цифрових активів [24].

Метод освоєного обсягу є одним із найбільш розвинених інструментів, що інтегрує часові та фінансові виміри. Проте в умовах блокчейн-проектів його застосування ускладнюється: традиційний EVM не враховує ймовірність виникнення критичних вразливостей і не розрізняє операційну результативність від зовнішніх ринкових факторів [25].

З проведеного аналізу випливає ключовий висновок: жоден із розглянутих методів не забезпечує повного оцінювання результативності проектів токенизації. Фінансово-орієнтовані методи не враховують ринкового прийняття та регуляторних ризиків, процесно-орієнтовані – не дають прямої кількісної оцінки результативності, стратегічні – мають статичний характер, а гібридні – не адаптовані до специфіки блокчейн-проектів [22]. Цей висновок є не просто академічним спостереженням – він визначає предмет подальшого дослідження.

1.5 Висновки та постановка задачі дослідження

Проведений у попередніх підрозділах аналіз предметної області дозволяє чітко сформулювати задачу дослідження. Розгляд природи токенизації цінних паперів, специфічних особливостей відповідних ІТ-проектів, багатовимірного поняття результативності та обмеженості існуючих методів оцінювання утворює єдину логічну основу, що визначає напрям подальшого дослідження.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання дослідження:

- проаналізувати існуючі методи оцінювання результативності ІТ-проектів за чотирма групами: фінансово-орієнтовані, процесно-орієнтовані, стратегічні та гібридні;
- дослідити специфічні чинники, що відрізняють ІТ-проекти платформ токенизації від традиційних та обумовлюють недостатність існуючих методів;
- провести порівняльний аналіз методів за єдиною системою критеріїв та сформулювати вимоги до комбінованого методу;
- обґрунтувати концепцію та розробити комбінований метод, що враховує фінансову, операційну та ринкову результативність, а також ризик-профіль проекту;
- розробити алгоритм практичного застосування комбінованого методу з визначенням джерел даних, порядку розрахунку та механізму управлінського реагування;
- провести апробацію методу на умовному кейсі ІТ-проекту платформи токенизації цінних паперів TokenBridge;
- порівняти результати застосування комбінованого методу з існуючими підходами та оцінити його ефективність за розробленою системою критеріїв.

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ІТ-ПРОЄКТІВ

2.1 Методи оцінювання результативності ІТ-проєктів

Оцінювання результативності ІТ-проєктів є однією з центральних задач управління проєктами, оскільки дозволяє приймати обґрунтовані рішення на всіх етапах життєвого циклу проєкту. У сучасній практиці управління ІТ-проєктами сформувалося декілька методичних підходів до оцінювання результативності, кожен з яких відображає певний аспект ефективності проєкту: фінансовий, процесний, стратегічний або комбінований. Систематизація цих підходів дозволяє не лише впорядкувати наявний інструментарій, а й виявити обмеження кожного з них при застосуванні у специфічних умовах [20].

У межах даного дослідження результативність ІТ-проєкту платформи токенизації цінних паперів – це інтегральний показник, що відображає ступінь досягнення цілей проєкту за критеріями технічної, фінансової та якісної складових з урахуванням обмежень щодо бюджету, строків, якості та ризик-профілю блокчейн-середовища [20].

Фінансово-орієнтовані методи є традиційною групою і ґрунтуються на кількісному вимірюванні фінансових результатів. Їхня ключова перевага – об'єктивність та порівнянність, оскільки всі показники виражаються у грошових одиницях.

Метод NPV відображає різницю між теперішньою вартістю майбутніх грошових надходжень та початковими інвестиціями [26]. Проєкт вважається доцільним при позитивному значенні NPV. Метод є ефективним для проєктів з передбачуваними грошовими потоками, проте чутливий до вибору ставки дисконтування.

Метод ROI є найпростішим показником фінансової ефективності – він відображає відношення отриманого прибутку до понесених витрат у відсотках [27], та розраховується за формулою

$$ROI = \frac{P-I}{I} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де P – сукупний прибуток від проєкту за розрахунковий період, грн;

I – сукупні інвестиції у проєкт, грн.

Попри простоту, метод не враховує часовий чинник, що є суттєвим недоліком для довгострокових проєктів.

Метод EVM є найбільш комплексним фінансовим підходом [25]. Він одночасно оцінює відхилення від бюджету та від графіка виконання проєкту через три базові показники: Planned Value (PV), Earned Value (EV) та Actual Cost (AC). На їх основі розраховуються індекс виконання бюджету та індекс виконання графіку:

$$SPI = \frac{EV}{PV}, \quad (2.2)$$

$$CPI = \frac{EV}{AC}, \quad (2.3)$$

де SPI – індекс виконання графіку;

CPI – індекс виконання бюджету.

Значення менше одиниці свідчить про перевищення бюджету або відставання від графіка відповідно. Метод також дозволяє прогнозувати підсумкову вартість завершення проєкту на основі поточної динаміки виконання.

Процесно-орієнтовані методи передбачають аналіз якості процесів управління, виходячи з припущення, що висока якість процесів є необхідною умовою якісних результатів.

Модель зрілості CMMI визначає п'ять рівнів зрілості організаційних процесів – від хаотичних до безперервно вдосконалюваних [28]. Оцінювання за CMMI дозволяє ідентифікувати системні проблеми в управлінні, однак не дає прямої відповіді про результативність конкретного проєкту.

Метод PRINCE2 пропонує структурований підхід до управління через систему управлінських контрольних точок та безперервне обґрунтування доцільності проєкту через бізнес-кейс. Вона є ефективною для великих структурованих проєктів, але надмірно громіздкою для гнучких команд.

Система збалансованих показників (BSC) розглядає результативність через чотири перспективи: фінансову, клієнтську, внутрішніх процесів та навчання і розвитку. Для IT-проєктів платформ токенизації BSC є цінним інструментом, оскільки дозволяє враховувати показники ринкового прийняття платформи поряд із фінансовими результатами [24].

Метод KPI аналізує стратегічні цілі через набір вимірюваних показників. Для IT-проєктів типовими KPI є відсоток виконання функціональних вимог, кількість критичних дефектів, час відгуку системи та рівень задоволеності користувачів [26]. Метод OKR є більш гнучким аналогом KPI, орієнтованим на трансформаційні зміни, що робить його особливо придатним для інноваційних проєктів.

Гібридні методи виникли як відповідь на обмеженість окремих методів. Вони агрегують різноманітні показники результативності шляхом присвоєння вагових коефіцієнтів кожному критерію. Підхід на основі багатокритеріального аналізу рішень є найбільш перспективним для складних IT-проєктів, де жоден окремий метод не забезпечує повноти оцінювання [29].

Порівняльна характеристика чотирьох груп методів, спрямованих на оцінку фактичного стану проєкту, наведена в таблиці 2.1; прогностичні методи розглядаються окремо у підрозділі 2.2.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика груп методів

Параметр	Фінансово-орієнтовані	Процесно-орієнтовані	Стратегічні	Гібридні
Основний фокус	Фінансові результати	Якість процесів	Стратегічні цілі	Комплексна результативність
Тип показників	Кількісні	Якісні та кількісні	Переважно якісні	Змішані
Облік ризиків	Частковий	Опосередкований	Опосередкований	Прямий
Підходить для Agile	Обмежено	Так	Так	Так
Підходить для фінансових технологій	Обмежено	Обмежено	Частково	Так

2.2 Прогностичні методи оцінювання результативності ІТ-проектів

Розглянуті у підрозділі 2.1 методи фіксують фактичний стан проекту, проте не дозволяють завчасно виявляти відхилення до моменту їх настання. Тому поряд з оціночними методами застосовуються прогностичні, які класифікуються за іншою ознакою – не за предметом оцінювання, а за способом отримання даних: експертні, аналітичні та data-driven.

Метод Дельфі – це ітеративне анонімне опитування групи експертів з поступовим досягненням консенсусу. Кожен експерт надає свою оцінку незалежно, після чого результати узагальнюються і повертаються учасникам для уточнення. Процес повторюється до досягнення прийнятного рівня узгодженості. Перевагою методу є мінімізація впливу авторитету окремих учасників на кінцевий результат. Для проектів токенизації метод є особливо актуальним через дефіцит порівнянних завершених проектів [30].

Сценарний аналіз передбачає розроблення трьох альтернативних сценаріїв – оптимістичного, найімовірнішого та песимістичного [30]. Для кожного сценарію визначаються ключові припущення та очікувані показники результативності. Метод є ефективним в умовах регуляторної або ринкової невизначеності, оскільки дозволяє структурувати невизначеність і готувати управлінські реакції заздалегідь.

Аналітичні методи ґрунтуються на математичній обробці кількісних даних. Трендовий аналіз будує математичну модель динаміки показника в часі з подальшою екстраполяцією на прогностичний горизонт. Метод є простим у застосуванні, проте вимагає стабільних умов – що є рідкістю для проєктів токенизації.

Оцінка на основі EVM використовує поточні дані про виконання проєкту для екстраполяції кінцевих результатів. Зокрема, прогнозна підсумкова вартість проєкту розраховується як відношення загального бюджету до поточного індексу виконання бюджету. Перевагою є використання реальних даних конкретного проєкту, а не загальних закономірностей [25].

Метод аналогій прогнозує результативність нового проєкту на основі даних про схожі завершені проєкти з поправочним коефіцієнтом. Для проєктів токенизації застосовність обмежена через новизну ринку та відсутність достатньої бази порівнянних проєктів.

Data-driven підходи набувають поширення завдяки зростанню обсягів накопичених проєктних даних. Регресійний аналіз будує статистичну модель залежності результативності від набору факторів – бюджету, розміру команди, складності тощо. Симуляція Монте-Карло є особливо корисним інструментом для оцінювання ризиків: замість точкових оцінок вона будує розподіл імовірності можливих результатів шляхом багаторазового моделювання різних сценаріїв [31].

Порівняльна характеристика груп методів оцінювання подана в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика груп методів оцінювання

Параметр	Експертні	Аналітичні	Data-driven
Необхідний обсяг даних	Мінімальний	Середній	Великий
Застосовність на ранніх етапах	Висока	Середня	Низька
Об'єктивність	Низька	Висока	Висока
Придатність для інноваційних проєктів	Висока	Середня	Низька

2.3 Особливості застосування методів оцінювання результативності у ІТ-проєктах токенизації цінних паперів

Розглянуті методи розроблялися переважно для класичних ІТ-проєктів зі стабільним середовищем. Їх застосування до проєктів токенизації без адаптації призводить до систематичних похибок. Виділяють чотири ключові чинники специфіки таких проєктів.

Більшість юрисдикцій перебуває у процесі формування правової бази для цифрових активів. Це породжує невизначеність щодо вимог до ліцензування платформ, KYC/AML-процедур та оподаткування токен-операцій. Наслідком є те, що методи NPV та ROI, які вимагають оцінювання грошових потоків на горизонті кількох років, стають нерелевантними – регуляторні зміни можуть кардинально змінити бізнес-модель платформи протягом значно коротшого терміну.

Наприклад, введення нових вимог до ліцензування може вимагати суттєвого перепроєктування архітектури платформи, що робить усі раніше зроблені фінансові прогнози непридатними. Це означає, що для проєктів

токенізації регуляторний ризик має бути явним компонентом системи оцінювання, а не лише одним із рядків у реєстрі ризиків.

Ринок цифрових активів характеризується екстремальними коливаннями вартості. На відміну від традиційних фінансових інструментів, де річна волатильність зазвичай не перевищує 20–30%, для токенів цей показник може сягати 60–120%. Така різниця робить стандартні фінансові методи ненадійними.

Ключова проблема полягає в тому, що волатильність ринку викривляє фінансові показники проєкту: зростання ринкової вартості токенів може формально покращувати ROI навіть при незадовільному операційному виконанні і навпаки. Тобто фінансово орієнтовані методи в умовах волатильного ринку не відрізняють результативність управління проєктом від зовнішньої ринкової кон'юнктури.

На відміну від корпоративних ІТ-систем, де впровадження може бути забезпечене організаційними рішеннями, платформа токенізації функціонує в конкурентному ринковому середовищі. Її успіх безпосередньо залежить від добровільного вибору учасників ринку – емітентів та інвесторів.

Серед ключових факторів, що визначають рівень прийняття, можна виділити: регуляторну чіткість, рівень довіри до платформи, зручність інтерфейсу, ліквідність вторинного ринку токенів та мережевий ефект. Більшість цих факторів є якісними за своєю природою та практично не відображаються у стандартних методах оцінювання результативності.

Блокчейн-технології досі стикаються з проблемами масштабованості, сумісності між різними мережами та безпеки смарт-контрактів. Висока частота змін у протоколах та стандартах вимагає постійного оновлення технічної складової платформи, що створює додаткові витрати, які важко передбачити на етапі планування. Це ускладнює як процесно-орієнтоване оцінювання якості виконання, так і фінансову оцінку. У таблиці 2.3 наведена оцінка обмеженості методів токенізації.

Таблиця 2.3 – Обмеження стандартних методів проєктів токенизації

Метод	Регуляторна невизначеність	Динамічність середовища	Загальна придатність
NPV / ROI	Критична	Критична	Низька
EVM	Середня	Низька	Середня
BSC	Середня	Середня	Середня
KPI / OKR	Низька	Низька	Висока
Сценарний аналіз	Низька	Низька	Висока
Трендовий аналіз	Критична	Критична	Висока

2.4 Порівняльний аналіз методів та виявлення їх обмежень

Для забезпечення об'єктивності порівняльного аналізу сформовано систему з дев'яти критеріїв, об'єднаних у три групи.

До першої групи методологічних характеристик належать: K1 – повнота охоплення аспектів результативності (фінансових, процесних, стратегічних); K2 – наявність формалізованого математичного апарату; K3 – здатність до кількісного вираження результатів оцінювання.

Другу групу практичної застосовності складають: K4 – вимоги до обсягу вхідних даних; K5 – складність впровадження та ресурсомісткість; K6 – придатність для застосування на ранніх етапах проєкту.

Третя група відповідності специфіці проєктів токенизації включає: K7 – здатність враховувати регуляторну невизначеність; K8 – адекватність в умовах волатильного ринку; K9 – облік факторів ринкового прийняття та нефінансових показників результативності.

Оцінювання кожного методу за кожним критерієм здійснюється за п'ятибальною шкалою, де 1 означає повну невідповідність, а 5 – повну відповідність, що продемонстровано у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Порівняльна матриця методів

Метод	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Сума
NPV/ROI	2	5	5	2	3	2	1	1	1	22
EVM	3	5	5	2	2	2	2	3	2	26
BSC	5	3	3	3	2	3	3	3	4	29
KPI/OKR	4	3	4	4	4	5	3	3	4	34
Сценарний аналіз	3	4	4	4	3	5	5	4	3	35
Монте-Карло	3	5	5	3	2	3	3	4	3	31
MCDA	5	4	5	3	2	3	3	3	4	32

Найвищі позиції займають сценарний аналіз (35 балів) та KPI/OKR (34 бали) – завдяки високій придатності в умовах невизначеності. Традиційні фінансові методи отримують найнижчі оцінки через критичну обмеженість за критеріями K7–K9.

Результати порівняльного оцінювання, наведені в таблиці 2.4, дозволяють виокремити три основні групи обмежень існуючих методів.

Структурні обмеження є властивими самій методологічній основі методу. Фінансово-орієнтовані методи є детерміністичними і не здатні адекватно відображати стохастичну природу ринку tokenів.

Контекстуальні обмеження виникають через невідповідність між припущеннями методів та реальними умовами ринку: вимога стабільних грошових потоків для NPV та трендового аналізу є нездійсненною в умовах волатильного ринку tokenів, а вимога наявності бази аналогічних проєктів для методу аналогій є нереалістичною через новизну ринку tokenізації.

Операційні обмеження стосуються практичних труднощів застосування. Серед них – дефіцит кваліфікованих експертів, що поєднують компетенції з управління проєктами та блокчейн-технологій, а також висока вартість складних аналітичних інструментів для стартап-команд.

Проведений аналіз формує три ключові висновки. По-перше, жоден з існуючих методів не задовольняє повному набору вимог для проєктів токенизації – результативність складає 35 з 45 можливих балів. По-друге, найбільш критичними є обмеження фінансових методів в умовах невизначеності. По-третє, гібридні підходи мають найвищий потенціал, але потребують адаптації.

3 РОЗРОБЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ

3.1 Аналіз обмежень існуючих методів та формування вимог до комбінованого методу

Результати аналізу розділу 2 виявили три рівні проблем існуючих методів, що обумовлюють необхідність розроблення комбінованого підходу.

На методологічному рівні кожен метод фокусується лише на одному аспекті результативності, не забезпечуючи цілісного погляду. Більшість методів є статичними – вони формують оцінку на певний момент часу без механізму динамічного коригування у відповідь на зміни середовища. Жоден з методів не має явного формалізованого механізму врахування невизначеності, що є принциповим недоліком для проєктів токенизації.

На контекстуальному рівні припущення, закладені в існуючі методи, суперечать реальним умовам ринку токенизації. Дослідження показують, що для блокчейн-проєктів похибка оцінки фінансових показників перевищує 50–70% – проти 20–30% для традиційних ІТ-проєктів. Такий рівень похибки є неприйнятним для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

На операційному рівні виникають практичні труднощі: дефіцит фахівців з необхідними компетенціями, відсутність бази порівнянних проєктів та висока вартість складних аналітичних інструментів для стартап-команд. На основі виявлених проблем сформовано дев'ять вимог до комбінованого методу, наведено у таблиці 3.1.

Оцінка відповідності існуючих методів цим вимогам показала, що найкращі з них – KPI/OKR та сценарний аналіз – задовольняють лише 7 з 9 вимог. Жоден метод не задовольняє повному набору, що підтверджує необхідність розроблення комбінованого підходу.

Таблиця 3.1 – Вимоги до комбінованого методу

№	Вимога	Проблема, що вирішується
B1	Комплексне охоплення аспектів результативності	Однобічність оцінювання
B2	Динамічне коригування оцінок	Статичність методів
B3	Явний облік невизначеності та ризиків	Відсутність механізму ризику
B4	Адаптованість до регуляторних змін	Регуляторна невизначеність
B5	Незалежність від ринкової волатильності	Волатильність ринку tokenів
B6	Облік показників ринкового прийняття	Залежність від adoption
B7	Мінімальні вимоги до вхідних даних	Новизна ринку токенизації
B8	Масштабованість для команд різного розміру	Операційні обмеження
B9	Зрозумілість результатів для стейкхолдерів	Складність існуючих методів

3.2 Формування концепції комбінованого методу

Комбінований метод отримав назву Tokenization Risk-Adjusted Performance Score (TRAPS) – зважена оцінка результативності з урахуванням ризиків проєкту токенизації. В основі методу лежать п'ять концептуальних принципів:

- принцип багатовимірності передбачає, що результативність не може бути адекватно відображена єдиним показником, метод TRAPS формує інтегральну оцінку на основі чотирьох компонентів, що охоплюють фінансовий, операційний, ринковий та ризиковий виміри;

- принцип ризик-орієнтованості означає, що ризик є явним самостійним компонентом оцінювання, а не лише рядком у реєстрі, це

дозволяє розділити результативність управління проектом та вплив зовнішніх факторів;

– принцип адаптивності забезпечується через зміну вагових коефіцієнтів компонентів залежно від поточної фази проекту, на ранніх фазах більша вага надається операційній результативності, на пізніх – ринковій та фінансовій;

– принцип мінімальності вхідних даних означає, що кожен компонент може бути розрахований на основі даних, доступних на відповідній фазі проекту, для ранніх фаз це переважно експертні оцінки, для пізніх – фактичні виміри;

– принцип інтерпретованості забезпечується нормалізованою шкалою від 0 до 1 з п'ятьма якісними рівнями – від «Критичний» до «Відмінний».

Архітектура методу TRAPS наведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Архітектура методу TRAPS

Компонент	Призначення компонента	Основні показники
F – фінансова результативність	Досягнення фінансових цілей відносно плану	CPI, відхилення витрат, відхилення ROI
O – операційна результативність	Якість виконання проектних процесів	SPI, якість продукту, технічні вимоги
M – ринкова результативність	Рівень ринкового прийняття платформи	Кількість користувачів, обсяг активів, частка ринку
R – ризик-профіль	Поточний рівень зовнішніх та внутрішніх ризиків	Регуляторні, технологічні та ринкові ризики

Оцінка результативності розраховується методом TRAPS як зважена сума трьох компонентів результативності, скоригована на ризик-профіль:

$$TRAPS = (w_F \times F + w_O \times O + w_M \times M) \times (1 - \gamma \times R), \quad (3.1)$$

де TRAPS – інтегральний показник результативності,

w_F, w_O, w_M – вагові коефіцієнти компонентів,

γ – коефіцієнт чутливості до ризику,

R – ризик-профіль.

Рівні результативності за методом TRAPS наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Рівні результативності за методом TRAPS

Рівень	Діапазон	Інтерпретація	Рекомендована реакція
Критичний	0,00–0,20	Проект у кризовому стані	Негайний перегляд концепції
Незадовільний	0,21–0,40	Суттєві відхилення за більшістю компонентів	План коригувальних заходів
Задовільний	0,41–0,60	Часткове досягнення цілей	Точкові коригувальні заходи
Хороший	0,61–0,80	Виконання відповідно до плану	Штатний моніторинг
Відмінний	0,81–1,00	Перевищення планових показників	Перегляд цілей у бік підвищення

3.3 Розрахунок компонентів TRAPS

Кожен компонент методу TRAPS розраховується як середньозважена сума кількох субпоказників.

Компонент F – фінансова результативність – включає три компоненти. Перший відображає виконання бюджету через показник CPI з методу EVM – якщо фактичні витрати перевищують освоєний обсяг, значення знижується нижче одиниці. Другий субпоказник вимірює відхилення фактичних операційних витрат від планових – чим менше відхилення, тим вищий показник. Третій відображає відхилення фактичного ROI від

цільового значення, визначеного у бізнес-кейсі. Відносне відхилення фактичного ROI від цільового розраховується за формулою

$$\Delta ROI = \frac{ROI_{actual} - ROI_{target}}{ROI_{target}} \times 100\%, \quad (3.1)$$

де ROI_{actual} – фактичне значення ROI на момент оцінювання, %;

ROI_{target} – цільове значення ROI, визначене у бізнес-кейсі, %.

Усі три субпоказники нормалізовані до шкали від 0 до 1 та зважуються з коефіцієнтами 0,40, 0,35 та 0,25 відповідно.

Компонент О – операційна результативність – також включає три субпоказники. Перший – виконання графіка через показник SPI. Другий – якість продукту, що розраховується з урахуванням частки критичних дефектів серед усіх виявлених. Для платформ фінансових послуг критичні дефекти мають підвищену вагу через вимоги до надійності. Третій субпоказник відображає частку виконаних технічних вимог. Вагові коефіцієнти складають 0,35, 0,40 та 0,25 відповідно.

Компонент М – ринкова результативність – є унікальним для методу TRAPS. Він включає індекс ринкового прийняття, що агрегує три показники прийняття платформи – кількість користувачів, обсяг токенизованих активів та кількість транзакцій – шляхом порівняння фактичних значень з цільовими. Другий компонент – нормалізований NPS, який переводить показник лояльності зі шкали від -100 до +100 у шкалу від 0 до 1. Третій – відносна частка ринку порівняно з цільовою. Вагові коефіцієнти: 0,45, 0,30 та 0,25.

Компонент R – ризик-профіль – агрегує три групи ризиків. Регуляторний ризик оцінюється як середнє зважене добутоків імовірності та впливу для кожного ідентифікованого регуляторного ризику. Технологічний ризик розраховується аналогічно до технологічних ризиків.

Ринковий ризик відображає рівень волатильності ринку токенів відносно встановленого порогового значення. Вагові коефіцієнти: 0,40, 0,30 та 0,30.

Адаптивні вагові коефіцієнти компонентів за фазами проєкту наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Адаптивні вагові коефіцієнти за фазами проєкту

Фаза	W_F	W_O	W_M	Обґрунтування
Ініціювання	0,20	0,50	0,30	Операційне виконання є провідним індикатором
Планування	0,25	0,45	0,30	Зростає роль фінансового планування
Виконання	0,30	0,40	0,30	Збалансований розподіл
Завершення	0,35	0,25	0,40	Зростає роль ринкових результатів
Постпроєктний	0,30	0,10	0,60	Домінують ринкові та фінансові результати

Коефіцієнт чутливості до ризику γ зростає з розвитком проєкту – на ранніх фазах певний рівень невизначеності є нормою, тоді як на пізніх фазах вимоги до визначеності результатів підвищуються. Базове значення коефіцієнта встановлюється на рівні 0,30 та коригується залежно від фази проєкту.

3.4 Алгоритм застосування методу TRAPS

Алгоритм застосування методу складається з шести послідовних етапів, що утворюють замкнений цикл оцінювання та управлінського реагування.

Етап 1. Ініціалізація. На початку застосування методу визначається поточна фаза проєкту та встановлюються відповідні вагові коефіцієнти. Формується реєстр цільових показників на основі затвердженого бізнес-кейсу. Ідентифікуються ризики за трьома групами з оцінками ймовірності та впливу. Визначається прийнятний поріг ринкової волатильності. Результатом є карта калібрування – документ, що фіксує всі параметри моделі для поточної фази.

Етап 2. Збір та верифікація даних. Регулярно – рекомендована частота щомісяця – збираються дані з усіх джерел: фінансові дані з системи обліку проєкту, операційні з системи управління проєктом та системи тестування, ринкові з аналітики платформи та опитувань користувачів. Реєстр ризиків оновлюється з урахуванням нових регуляторних подій та ринкової динаміки. Відсутні значення замінюються консервативними оцінками.

Етап 3. Розрахунок компонентів. Послідовно розраховуються всі чотири компоненти F, O, M та R за логікою, описаною у підрозділі 3.3. Перевіряється належність усіх значень допустимому діапазону від 0 до 1.

Етап 4. Розрахунок інтегрального показника. Обчислюється значення TRAPS за основною формулою методу. Визначається рівень результативності за таблицею 3.3. Формується компонентний профіль у вигляді чотирьох значень F, O, M, R, що дозволяє ідентифікувати сильні та слабкі сторони проєкту. Розраховується динаміка – різниця між поточним та попереднім значенням TRAPS.

Етап 5. Оцінювання. На основі динаміки попередніх періодів будується оцінка методом зваженого ковзного середнього, де більш свіжі дані мають більшу вагу. Для стратегічного рівня управління додатково формуються три сценарні прогнози – оптимістичний, базовий та песимістичний – через варіювання ключових невизначених параметрів.

Етап 6. Управлінське реагування. На основі значення TRAPS та його динаміки визначається тип управлінської реакції відповідно до таблиці 3.5. Виконуються відповідні заходи, після чого цикл повторюється з етапу 2.

Таблиця 3.5 – Матриця управлінського реагування

TRAPS	Динаміка	Тип реакції	Конкретні дії
< 0,20	Будь-яка	Кризове управління	Нарада з усіма стейкхолдерами, перегляд концепції
0,21–0,40	Негативна	Активне коригування	План заходів, щотижневий моніторинг
0,21–0,40	Позитивна	Посилений моніторинг	Підвищена частота оцінювання
0,41–0,60	Негативна	Точкове коригування	Заходи щодо проблемних компонентів
> 0,60	Будь-яка	Штатний моніторинг	Стандартний режим управління

4 АПРОБАЦІЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ

4.1 Опис умовного ІТ-проєкту платформи токенизації цінних паперів

Для апробації методу TRAPS розроблено умовний кейс платформи токенизації корпоративних цінних паперів TokenBridge. Проєкт моделює типовий стартап у сфері Security Token Offering, що розробляє платформу для випуску та обігу токенизованих акцій та облігацій компаній малого і середнього бізнесу. Основні параметри проєкту наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні параметри проєкту TokenBridge

Параметр	Значення
Загальний бюджет	2 400 000 грн
Тривалість	18 місяців
Поточна фаза	Виконання (9-й місяць)
Блокчейн-платформа	Ethereum (ERC-3643)
Цільовий ROI	35%
Цільова кількість користувачів	500 інвесторів, 50 емітентів
Цільовий обсяг токенизованих активів	50 млн грн
Модель монетизації	Комісія 0,3% + плата за лістинг

Команда складається з 12 осіб: керівник проєкту, блокчейн-розробники, backend та frontend-розробники, фахівець з безпеки, комплаєнс-аналітик, бізнес-аналітик, QA-інженер та DevOps-інженер. Платформа побудована на трирівневій архітектурі: рівень блокчейн-інфраструктури на базі Ethereum, рівень бізнес-логіки та рівень користувацького інтерфейсу.

На момент оцінювання завершено розробку архітектури, базових смарт-контрактів та KYC-модуля. В процесі виконання – інтерфейс

інвестора, інтеграція з платіжними системами та аудит безпеки смарт-контрактів.

Планові та фактичні показники проєкту на момент оцінювання наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Планові та фактичні показники на дев'ятий місяць

Показник	План	Факт	Відхилення
EV, грн	1 200 000	1 080 000	-10,0%
АС, грн	1 200 000	1 260 000	+5,0%
Поточний ROI, %	8,0	3,2	-4,8 п.п.
Активні користувачі	120	74	-38,3%
Обсяг токенизованих активів, грн	12 000 000	6 800 000	-43,3%
Транзакції	800	510	-36,3%
NPS	35	28	-7 пунктів
Частка ринку, %	2,5	1,4	-1,1 п.п.
Критичні дефекти	0	3	+3
Всього дефектів	–	18	–
Виконано технічних вимог з 40	40	34	-15,0%

Реєстр ризиків проєкту включає три групи, наведені у таблицях 4.3– 4.5.

Таблиця 4.3 – Регуляторні ризики

Ризик	p_i	I_j	$p_i * I_j$
Нові вимоги до ліцензування	0,45	0,80	0,360
Зміна вимог KYC/AML	0,35	0,50	0,175
Обмеження обігу токенів	0,30	0,70	0,210

Таблиця 4.4 – Технологічні ризики

Ризик	α_i	β_i	$\alpha_i * \beta_i$
Вразливість смарт-контрактів	0,50	0,25	0,125
Проблеми масштабованості	0,30	0,40	0,120
Несумісність з оновленнями	0,20	0,20	0,040

Таблиця 4.5 – Ринковий ризик

Показник	Значення
Поточна волатильність σ_t	0,42
Поріг волатильності σ_{thr}	0,30
Нормалізований показник r_3	1,00

4.2 Застосування існуючих методів до кейсу

Перед демонстрацією переваг методу TRAPS застосовано до кейсу TokenBridge найбільш поширені існуючі методи.

EVM-аналіз дає наступні результати. Згідно з формулою (2.3), розраховується індекс виконання бюджету

$$CPI = \frac{EV}{AC} = \frac{1080000}{1260000} = 0,857.$$

Отримане значення $CPI = 0,857$ свідчить про перевищення витрат на 14,3%. Аналогічно, згідно з формулою (2.2), визначається індекс виконання

$$SPI = \frac{EV}{PV} = \frac{1080000}{1200000} = 0,900.$$

Значення $SPI = 0,900$ вказує на відставання від плану на 10%. Прогнозна вартість завершення розраховується наступним чином

$$EAC = \frac{BAC}{CPI} = \frac{2400000}{0,857} = 2800234.$$

Отриманий результат – близько 2,8 млн грн – перевищує затверджений бюджет на 400 тис. грн. Висновок методу зводиться до констатації відхилень від бюджету та графіка без пояснення їх природи.

ROI-аналіз проводиться за формулою (2.1). Відхилення фактичного показника від планового розраховується за формулою (3.1)

$$\frac{3,2-8,0}{8,0} \times 100\% = -60\%.$$

Результат показує, що фактичний ROI складає лише 3,2% проти запланованих 8,0% – відхилення 60%.

KPI-аналіз свідчить, що 4 з 7 ключових показників не виконуються. Водночас метод не формує інтегральної оцінки стану проєкту та не враховує ризик-профіль, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень, продемонстрованих у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Обмеження існуючих методів на кейсі TokenBridge

Метод	Висновок	Що залишилось поза увагою
EVM	Перевищення бюджету, відставання графіку	Ринкового прийняття, регуляторні ризики, природа відхилень
ROI	Відхилення -60% від цільового значення	Причини відхилення, нефінансові фактори
KPI	4 з 7 показників не виконані	Інтегральна оцінка, ризик-профіль

Спільним недоліком усіх трьох методів є неможливість відповісти на ключове питання: чи є поточний стан наслідком керованих операційних проблем, чи результатом зовнішніх факторів поза контролем команди.

4.3 Застосування методу TRAPS до кейсу TokenBridge

Застосування методу починається з ініціалізації параметрів. Оскільки проєкт перебуває у фазі виконання, встановлюються вагові коефіцієнти: фінансовий компонент – 0,30, операційний – 0,40, ринковий – 0,30. Коефіцієнт чутливості до ризику з урахуванням поточної фази складає 0,345:

$$\gamma = 0,30 \times (1 + 0,05 \times 3) = 0,30 \times 1,15 = 0,345.$$

Потрібно розрахувати компонент F , де виконання бюджету оцінюється через $CPI = 0,857$:

$$f_1 = \min(1; 0,857) = 0,857.$$

Відхилення операційних витрат від планових складає 5%, що дає субпоказник 0,950:

$$f_2 = \max(0; 1 - \frac{|1008000 - 960000|}{960000}) = 0,950.$$

Відхилення фактичного ROI від цільового, розраховане за формулою (3.1), є суттєвим – 60%, тому субпоказник ROI складає лише 0,400:

$$f_3 = \max(0; 1 - \frac{|3,2-8,0|}{8,0}) = 0,400.$$

Зважена сума трьох субпоказників дає:

$$F = 0,40 \times 0,857 + 0,35 \times 0,950 + 0,25 \times 0,400 = 0,776.$$

Далі потрібно розрахувати компонент О, де виконання графіку через SPI = 0,900:

$$o_1 = \min(1; 0,900) = 0,900.$$

Якість продукту з урахуванням трьох критичних дефектів з 18 загальних та підвищеного коефіцієнта критичності для фінансової платформи складає 0,667:

$$o_2 = 1 - \frac{3}{18} \times 2 = 0,667.$$

Частка виконаних технічних вимог:

$$o_3 = \frac{34}{40} = 0,850.$$

Зважена сума компонента О (операційна ефективність):

$$O = 0,35 \times 0,900 + 0,40 \times 0,667 + 0,25 \times 0,850 = 0,795.$$

Далі розраховується компонент М (ринкове прийняття). Індекс m_1 агрегує три показники прийняття – користувачі (виконані на 61,7%), обсяг активів (на 56,7%) та транзакції (на 63,8%):

$$m_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{74}{120} + \frac{6800000}{12000000} + \frac{510}{800} \right) = \frac{1}{3} (0,617 + 0,567 + 0,638) = 0,607.$$

Нормалізований NPS складає:

$$m_2 = \frac{28+100}{200} = 0,640.$$

Відносна частка ринку:

$$m_3 = \min(1; \frac{1,4}{2,5}) = 0,560.$$

Зважена сума компонента М:

$$M = 0,45 \times 0,607 + 0,30 \times 0,640 + 0,25 \times 0,560 = 0,605.$$

Далі обчислюється компонент R (ризик-профіль). Регуляторний ризик r_1 розраховується як середнє арифметичне трьох позицій реєстру ризиків:

$$r_1 = \frac{0,360+0,175+0,210}{3} = 0,248.$$

Отримане значення 0,248 свідчить про помірний рівень регуляторних загроз. Технологічний ризик визначається аналогічно

$$r_2 = \frac{0,125+0,120+0,040}{3} = 0,095.$$

Результат 0,095 свідчить про відносно низький рівень технологічних загроз. Ринковий ризик розраховується через відношення фактичної волатильності до порогового значення:

$$r_3 = \min(1; \frac{0,42}{0,30}) = 1,000.$$

Перевищення порогу волатильності зумовлює досягнення максимального значення 1,000. Зважена сума компонента R обчислюється за стандартною схемою:

$$R = 0,40 \times 0,248 + 0,30 \times 0,095 + 0,30 \times 1,000 = 0,428.$$

Підсумкова оцінка результативності за методом TRAPS:

$$TRAPS = (0,30 \times 0,776 + 0,40 \times 0,795 + 0,30 \cdot 0,605) \times (1 - 0,345 \times 0,428) = 0,733 \times 0,852 = 0,624.$$

Зведені результати розрахунку наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Зведені результати розрахунку за методом TRAPS

Компонент	Значення	Інтерпретація
F – фінансова результативність	0,776	Задовільне виконання бюджету, суттєве відхилення ROI
O – операційна результативність	0,795	Хороше операційне виконання
M – ринкова результативність	0,605	Відставання ринкового прийняття
R – ризик-профіль	0,428	Помірно-високий ризик через волатильність ринку
TRAPS	0,624	Рівень «Хороший»

Компонентний профіль надає важливі діагностичні висновки. Найнижчим є компонент M = 0,605, що вказує на відставання ринкового

прийняття як ключову проблемну зону. При цьому операційне виконання є цілком задовільним – $O = 0,795$. Це означає, що проблема TokenBridge не в якості роботи команди, а у повільному залученні користувачів та емітентів на платформу. Основним драйвером ризику є висока ринкова волатильність, тоді як технологічні ризики є відносно низькими.

4.4 Порівняння результатів та оцінка методу

Порівняння методів здійснюється за двома вимірами: якістю управлінських висновків та відповідністю критеріям результативності, що показано у таблицях 4.8–4.9.

Принципова відмінність методу TRAPS від існуючих підходів полягає у здатності розділяти операційні проблеми від зовнішніх факторів. EVM та ROI формують картину загального відставання, що може спровокувати невиправдані рішення – наприклад, скорочення команди або зміну архітектури. Метод TRAPS натомість чітко показує: операційне виконання є задовільним ($O = 0,795$), а відставання зумовлене переважно повільним ринковим прийняттям та зовнішньою волатильністю ринку ($R = 0,428$).

Таблиця 4.8 – Порівняння управлінських висновків

Критерій аналізу	EVM	ROI	KPI	TRAPS
Загальна результативність	–	–	–	0,624 – «Хороший»
Основна проблема	Бюджет і графік	Фінансові результати	4 KPI не виконані	Ринкове прийняття ($M=0,605$)
Чи керована проблема	–	–	–	Так ($O=0,795$)
Рекомендована реакція	Коригування бюджету	Перегляд моделі	Точкові заходи	Штатний моніторинг

Зниження загальної оцінки через ризик-профіль можна кількісно оцінити як різницю між зваженою сумою компонентів та фінальним значенням TRAPS:

$$\Delta_{risk} = (w_F \times F + w_O \times O + w_M \times M) - \text{TRAPS} = 0,733 - 0,624 = 0,109.$$

Це означає, що зовнішні ризики знизили оцінку результативності на 10,9 пункту або на 14,8% від зваженої суми компонентів. При цьому переважна частина цього зниження зумовлена саме ринковою волатильністю, що є фактором поза контролем команди.

Таблиця 4.9 – Відповідність критеріям результативності

Критерій	EVM	ROI	KPI	TRAPS
B1. Комплексність	2	1	3	5
B2. Динамічність	2	1	2	4
B3. Облік невизначеності	1	1	1	4
B4. Регуляторні ризики	1	1	2	4
B5. Незалежність від волатильності	3	1	3	5
B6. Облік adoption	1	1	3	5
B7. Мінімальність даних	3	4	4	3
B8. Масштабованість	3	5	4	4
B9. Інтерпретованість	3	3	3	5
Сума	19	18	25	39

Перевага методу TRAPS над найкращим з існуючих методів у відсотках:

$$\Delta_{methods} = \frac{39-25}{25} \times 100\% = 56\%.$$

Метод TRAPS набирає на 56% більше балів за системою критеріїв ефективності порівняно з KPI – найкращим з існуючих методів. Єдиним критерієм, де TRAPS поступається, є мінімальність вхідних даних через розгалуженішу систему показників, що є прийнятним компромісом на тлі суттєво вищої якості діагностики.

Для порівняння побудовано сценарний прогноз на 12-й місяць. Прогнозне значення TRAPS на наступний період розраховується методом зваженого ковзного середнього значення показника з різними ваговими коефіцієнтами (0,5; 0,3; 0,2 відповідно), що надає більшої ваги пізнішим спостереженням. При значеннях попередніх місяців, а також поточному фактичному значенні TRAPS = 0,624 прогнозне значення складає

$$TRAPS_{t+1}^{forecast} = \frac{0,5 \times 0,624 + 0,3 \times 0,611 + 0,2 \times 0,598}{0,5 + 0,3 + 0,2} = 0,615.$$

У таблиці 4.10 продемонстровані сценарні прогнози TRAPS на останній 12-й місяць.

Таблиця 4.10 – Сценарні прогнози TRAPS на 12-й місяць

Сценарій	Ключові припущення	TRAPS	Рівень
Оптимістичний	Зниження волатильності до $\sigma_r=0,25$ прискорення adoption на 20%	0,71	Хороший
Базовий	Збереження поточних тенденцій	0,63	Хороший
Песимістичний	Нові регуляторні обмеження, стагнація adoption	0,48	Задовільний

Навіть у песимістичному сценарії проєкт залишається у зоні «Задовільний», що свідчить про достатній запас стійкості. Сценарний аналіз чітко вказує на два ключові фактори майбутньої результативності: динаміку ринкової волатильності та темп зростання ринкового прийняття. При цьому лише другий є керованим з боку команди проєкту – що визначає пріоритет управлінських зусиль на наступний період [32].

Апробація підтвердила практичну ефективність методу TRAPS. Метод забезпечує якісно вищий рівень діагностики порівняно з існуючими підходами при прийнятному рівні складності збору вхідних даних.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи проведено дослідження методів оцінювання результативності IT-проєкту платформи токенизації цінних паперів та розроблено комбінований метод, адаптований до специфіки цієї предметної області.

Аналіз існуючих методів – фінансово-орієнтованих, процесно-орієнтованих, стратегічних та гібридних – виявив, що жоден з них не забезпечує адекватного оцінювання в умовах проєктів токенизації. Ключовими чинниками обмеженості оцінювання є регуляторна невизначеність, волатильність ринку токенів, залежність від ринкового прийняття платформи та технологічна незрілість блокчейн-інфраструктури. Максимальний інтегральний показник серед існуючих методів складає лише 35 з 45 можливих балів за системою розроблених критеріїв.

На основі виявлених обмежень розроблено метод TRAPS, що поєднує оцінювання фінансової, операційної та ринкової результативності з явним урахуванням ризик-профілю проєкту через мультиплікативний механізм коригування. Адаптивні вагові коефіцієнти забезпечують релевантність оцінки на різних фазах життєвого циклу проєкту.

Апробація на кейсі платформи TokenBridge підтвердила ефективність методу. За критеріями ефективності TRAPS набирає 39 з 45 балів – на 56% більше за найкращий з порівнюваних методів.

Практична значущість роботи полягає у можливості безпосереднього застосування методу TRAPS командами управління IT-проєктами у сфері фінансових технологій для підвищення якості оцінювання результативності в умовах підвищеної невизначеності ринку цифрових активів.

Результати дослідження були представлені на конференції [33].

Кваліфікаційна робота виконана відповідно до вимог методичних вказівок [34] та оформлена згідно зі стандартами [35, 36].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th edition. Newtown Square: Project Management Institute, 2021. 370 p. ISBN 978-1-62825-664-2.
2. Aramali V., Gibson G. E., El Asmar M., Cho N. Earned Value Management System State of Practice: Identifying Critical Subprocesses, Challenges, and Environment Factors of a High-Performing EVMS. *Journal of Management in Engineering*. 2021. Vol. 37, No. 4. Article 04021031. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000925.
3. Aramali V., Sanboskani H., Gibson G. E., El Asmar M., Cho N. Forward-Looking State-of-the-Art Review on Earned Value Management Systems: The Disconnect between Academia and Industry. *Journal of Management in Engineering*. 2022. Vol. 38, No. 3. Article 03122001. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001019.
4. Acebes F., Poza D., González-Varona J. M., López-Paredes A. Stochastic Earned Duration Analysis for Project Schedule Management. *Engineering*. 2022. Vol. 9. P. 148–161. DOI: 10.1016/j.eng.2021.07.019.
5. Mayo-Alvarez L., Alvarez-Risco A., Del-Aguila-Arcentales S., Sekar M. C., Yáñez J. A. A Systematic Review of Earned Value Management Methods for Monitoring and Control of Project Schedule Performance: An AHP Approach. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 22. Article 15259. DOI: 10.3390/su142215259.
6. Korhonen T., Jääskeläinen A., Laine T., Saukkonen N. How performance measurement can support achieving success in project-based operations. *International Journal of Project Management*. 2023. Vol. 41, No. 1. Article 102429. DOI: 10.1016/j.ijproman.2022.11.002.
7. Kumar S., Lim W. M., Sureka R., Chiappetta Jabbour C. J., Bamel U. Balanced scorecard: trends, developments, and future directions. *Review of*

Managerial Science. 2024. Vol. 18, No. 8. P. 2397–2439. DOI: 10.1007/s11846-023-00700-6.

8. Mio C., Costantini A., Panfilo S. Performance measurement tools for sustainable business: A systematic literature review on the sustainability balanced scorecard use. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2022. Vol. 29, No. 2. P. 367–384. DOI: 10.1002/csr.2206.

9. Setyopurnomo R., Wiryono S. K., Lestari Y. D., Sukarno S. Incorporating earned value management into income statements to improve project management profitability and elevate application in the business and management. *PLOS ONE*. 2025. Vol. 20, No. 1. Article e0312956. DOI: 10.1371/journal.pone.0312956.

10. Kanski L., Budzynska K., Chadam J. The impact of identified agility components on project success — ICT industry perspective. *PLOS ONE*. 2023. Vol. 18, No. 3. Article e0281936. DOI: 10.1371/journal.pone.0281936.

11. Cristea C., Cristea M. KPIs for Operational Performance Assessment in Flexible Packaging Industry. *Sustainability*. 2021. Vol. 13, No. 6. Article 3498. DOI: 10.3390/su13063498.

12. Ivanov D., Dolgui A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*. 2021. Vol. 32, No. 9. P. 775–788. DOI: 10.1080/09537287.2020.1768450.

13. Banerjee A., Sevillano J., Higginson M. From ripples to waves: The transformational power of tokenizing assets. *McKinsey & Company Insights*. June 20, 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/from-ripples-to-waves-the-transformational-power-of-tokenizing-assets> (дата звернення: 10.05.2026).

14. Carapella F., Chuan G., Gerszten J., Hunter C., Swem N. Tokenization: Overview and Financial Stability Implications. *Finance and Economics Discussion Series 2023-060*. Washington, D.C. Board of Governors of the Federal Reserve System, 2023. DOI: 10.17016/FEDS.2023.060.

15. Financial Stability Board. The Financial Stability Implications of Tokenisation: FSB Report. Basel: FSB, 22 October 2024. 30 p. URL: <https://www.fsb.org/uploads/P221024-2.pdf> (дата звернення: 11.05.2026).
16. International Monetary Fund. Tokenization and Financial Market Inefficiencies: FinTech Notes 2025/001. Washington, D.C. IMF, 29 January 2025. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/fintech-notes/Issues/2025/01/29/Tokenization-and-Financial-Market-Inefficiencies-560086> (дата звернення: 11.05.2026).
17. OECD. The Tokenisation of Assets and Potential Implications for Financial Markets: OECD Blockchain Policy Series. Paris: OECD Publishing, 2020. DOI: 10.1787/83493d34-en.
18. OECD. Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets: OECD Blockchain Policy Series. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI: 10.1787/aea35466-en.
19. Nassr I. Understanding the tokenisation of assets in financial markets: OECD Going Digital Toolkit Notes No. 19. Paris: OECD Publishing, November 2021. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/understanding-the-tokenisation-of-assets-in-financial-markets_2e657111/c033401a-en.pdf (дата звернення: 12.05.2026).
20. Bank for International Settlements. Project Atlas: mapping the world of decentralised finance: BIS Papers No. 76. Basel: BIS, October 2023. URL: <https://www.bis.org/publ/othp76.htm> (дата звернення: 12.05.2026).
21. Sharma T., Zhou Z., Miller A., Wang Y. Exploring Security Practices of Smart Contract Developers: arXiv preprint arXiv:2204.11193. 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2204.11193> (дата звернення: 17.05.2026).
22. Kushwaha S. S., Joshi S., Singh D., Kaur M., Lee H.-N. Systematic Review of Security Vulnerabilities in Ethereum Blockchain Smart Contract. IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 6605–6621. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3140091.

23. Kushwaha S. S., Joshi S., Singh D., Kaur M., Lee H.-N. Ethereum Smart Contract Analysis Tools: A Systematic Review. IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 57037–57062. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3169902.
24. Lashkari B., Musilek P. A Comprehensive Review of Blockchain Consensus Mechanisms. IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 43620–43652. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3065880.
25. Werner S. M., Perez D., Gudgeon L., Klages-Mundt A., Harz D., Knottenbelt W. J. SoK: Decentralized Finance (DeFi): arXiv preprint arXiv:2101.08778. 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2101.08778> (дата звернення: 13.05.2026).
26. Schär F. Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets. Federal Reserve Bank of St. Louis Review. 2021. Vol. 103, No. 2. P. 153–174. DOI: 10.20955/r.103.153-74.
27. Financial Stability Board. The Financial Stability Risks of Decentralised Finance: FSB Report. Basel: FSB, 16 February 2023. URL: <https://www.fsb.org/uploads/P160223.pdf> (дата звернення: 14.05.2026).
28. Kaur S., Singh S., Gupta S., Wats S. Risk analysis in decentralized finance (DeFi): a fuzzy-AHP approach. Risk Management. 2023. Vol. 25, No. 2. Article 13. DOI: 10.1057/s41283-023-00118-0.
29. Регламент (ЄС) 2023/1114 Європейського Парламенту та Ради від 31 травня 2023 року щодо ринків криптоактивів та внесення змін до регламентів (ЄС) № 1093/2010 та (ЄС) № 1095/2010 і директив 2013/36/ЄС та (ЄС) 2019/1937 (MiCA). Official Journal of the European Union. L 150. 09.06.2023. P. 40–205.
30. Про віртуальні активи: Закон України від 17 лютого 2022 р. № 2074-IX. Відомості Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20> (дата звернення: 14.05.2026).
31. Макалюк І. В., Фалько М. О., Захаров Н. В. Токенізація цінних паперів: особливості та перспективи для України. Ефективна економіка. 2023. № 1. DOI: 10.32702/2307-2105.2023.1.34

32. Андреева А., Руденко Д., Михайленко Д. RWA-токенізація як інноваційний механізм залучення інвестицій та збільшення надходжень місцевих бюджетів. Економіка та суспільство. 2024. Випуск 64. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-64-22.

33. Кочегаров В.Г., Панфьорова І.Ю. Аналіз показників результативності IT-проектів платформ токенізації цінних паперів. The XX International scientific and practical conference «Latest technologies and modern society: automation of processes and improvement of quality of life», May 18-20, 2026, Lyon, France, p.66 - 67

34. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення кваліфікаційної роботи другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-науковою програмою «Управління проектами в галузі інформаційних технологій» / Упоряд.: Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. Харків: ХНУРЕ, 2025. 24 с.

35. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 26 с. (Національний стандарт України).

36. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2016-07-01, зі зміною № 1, 2017]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 17 с.