

УДК 330.43:005.8:004.4

DOI: <https://doi.org/10.32782/CMI/2026-19-7>**Ганечко І.Г.**кандидат економічних наук, доцент,  
Державний торговельно-економічний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1918-3164>**Скляренко О.В.**кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6555-1223>

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОБҐРУНТУВАННЯ РІШЕНЬ ЩОДО ІТ-ПРОЄКТІВ НА ПЕРЕДІНВЕСТИЦІЙНІЙ СТАДІЇ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ

Метою дослідження є розробка теоретико-методичного підходу до моделювання процесів обґрунтування управлінських рішень щодо ІТ-проектів на передінвестиційній стадії в умовах обмежених інвестиційних ресурсів. Методика дослідження ґрунтується на системному аналізі, методі аналізу ієрархій, лінійній скаляризації багатокритеріальної задачі, апараті скоригованої на ризик чистої приведеної вартості та сценарному моделюванні. Результати: побудовано концептуальну модель обґрунтування рішень зі зворотним зв'язком; формалізовано цільову функцію інтегральної корисності ІТ-проекту; обґрунтовано інтерпретацію коефіцієнта чутливості до витрат як величини, оберненої до ризик-апетиту, врахування ймовірності виживання проекту, що може зумовлювати зміну управлінського рішення. Практична значущість полягає у наданні інвесторам кількісного інструментарію відбору конфігурацій ІТ-проектів в умовах обмежених інвестиційних ресурсів.

**Ключові слова:** ІТ-проект, цифрова економіка, управління ІТ-проектами, моделювання, оптимізація, інтегральний показник, передінвестиційна стадія, показники ефективності, ризик-апетит.

**Hanechko Iryna**

State University of Trade and Economics

**Skliarenko Olena**

Private Higher Education Establishment "European University"

## MODELLING THE PROCESSES OF JUSTIFYING DECISIONS ON IT PROJECTS AT THE PRE-INVESTMENT STAGE UNDER LIMITED RESOURCES

The dynamic development of the digital economy creates a demand for effective mechanisms for justifying managerial decisions on IT projects, characterised by a high level of uncertainty in demand and technological solutions, rapid moral obsolescence of software and hardware assets, and a significant share of intangible and human resources (developer competencies, intellectual property, licences) in the structure of initial investments. The aim of the study is to develop a theoretical and methodological approach to modelling the processes of justifying managerial decisions on IT projects at the pre-investment stage under limited investment resources, integrating multi-criteria optimisation tools, probabilistic risk assessment and scenario-based financial analysis into a single end-to-end computational framework. The methodological basis comprises systems analysis, the analytic hierarchy process, linear scalarisation of the multi-criteria problem, the apparatus of risk-adjusted net present value with a cumulative project survival function, sensitivity analysis and scenario modelling. A six-stage conceptual model of the decision justification process has been constructed, incorporating a feedback loop between the risk assessment block and the optimisation block. The objective function of the integral utility of an IT project has been formalised, with normalisation of heterogeneous quality and cost indicators and an explicit specification of the feasible solution region. The interpretation of the cost sensitivity coefficient as a quantitative measure inverse to the risk appetite of the decision maker has been substantiated, and the threshold values at which the optimal alternative changes have been derived. Using an illustrative example of the development of a B2B SaaS platform with three implementation configurations, it is shown that the classical net present value indicator approves the economical configuration with a positive value, whereas the risk-adjusted indicator for the same configuration is substantially negative, which reverses the managerial decision. The practical value of the work lies in providing managers and investors with a reproducible quantitative toolkit for selecting IT project configurations under conditions of limited investment resources.

**Keywords:** IT project, digital economy, IT-project management, modelling, optimisation, integral indicator, pre-investment stage, efficiency indicators, risk appetite.

**Постановка проблеми.** Сучасний етап розвитку глобальної економіки характеризується стрімкою цифровізацією всіх сфер суспільного життя, що закріплено на державному рівні, зокрема у Стратегії цифрового розвитку системи управління державними

фінансами на період до 2030 року [9]. Успішна реалізація програмних продуктів, платформених рішень та інфраструктурних ІТ-систем є критично важливою для конкурентоспроможності підприємств. Однак практика свідчить про високий рівень невдач у сфері

ІТ-розробок: значна частина проєктів перевищує бюджети, порушує терміни або не досягає очікуваних значень показників ефективності, зокрема щодо якості, вартості та ринкової окупності.

Одним із ключових чинників таких наслідків є недостатня обґрунтованість управлінських рішень на початкових етапах життєвого циклу проєкту. В умовах дефіциту інвестиційних ресурсів та високого ризику критичного значення набуває вирішення задач передінвестиційної стадії [1]. Саме на цьому етапі формується концептуальне бачення продукту, визначаються обсяги капіталу та оцінюються ризики комерційної розробки, що особливо важливо для віддалено-працюючих команд [3].

Специфіка ІТ-проєктів обмежує пряме перенесення класичного інвестиційного інструментарію: основна частина витрат спрямовується на оплату праці розробників і не формує ліквідної застави; ймовірність технічної нереалізованості продукту залишається значною до завершення розробки MVP; горизонт морального старіння технологічного стека часто коротший за період окупності. Внаслідок цього класичний показник чистої приведеної вартості без коригування на ймовірність успіху систематично завищує інвестиційну привабливість ІТ-ініціатив.

Моделювання процесів обґрунтування управлінських рішень дозволяє формалізувати вибір оптимальних альтернатив реалізації ІТ-проєктів. Це вимагає інтегрованих моделей, які поєднують технічні, ринкові та фінансові аспекти, забезпечуючи формування інноваційно-інвестиційної стратегії стійкого розвитку [8]. Відтак, створення таких механізмів є актуальною науково-практичною задачею.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню проблем управління проєктами, інвестиційного аналізу та фінансового моделювання присвячено праці багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Д. Гудаков та Я. Колодінська [2] досліджують застосування штучного інтелекту для управління проєктами людино-орієнтованих інформаційних технологій, показуючи здатність інтелектуальних засобів підвищувати якість планування та контролю на різних фазах життєвого циклу. Запропоновані рішення, однак, зорієнтовані переважно на стадію реалізації проєкту і не охоплюють задачі відбору конфігурації на передінвестиційній стадії, коли емпіричні дані про продукт ще відсутні.

Г.М. Коптева [5] пропонує структурно-логічні моделі управління невизначеністю в інформаційно-технологічних проєктах, доводячи необхідність інтеграції технічних метрик у процеси прогнозування. Цінністю підходу є системне впорядкування джерел невизначеності; водночас модель залишається переважно якісною і не доводить до рівня обчислюваного критерію відбору альтернатив.

В. Зюзюн та співавтори розглядають моделі управління комерційною розробкою ІТ-проєктів в умовах віддалено-працюючої команди [3], що впливає на вартісні параметри передінвестиційної підготовки. Дослідники демонструють залежність продуктивності від конфігурації команди, проте фінансові наслідки такого вибору не формалізуються у вигляді цільової функції.

Безпосередньо до проблематики кількісного зіставлення варіантів реалізації ІТ-проєкту наближається

робота Т. Кмитюк, О. Піскунової та С. Савіної [4], у якій для вибору ІТ-проєктів у цифровій економіці застосовано дерева рішень із використанням машинного навчання. Перевагою підходу є відтворюваність процедури класифікації альтернатив; водночас він потребує репрезентативної навчальної вибірки раніше реалізованих проєктів, якої на передінвестиційній стадії конкретного продукту зазвичай немає, а вартісні наслідки вибору не виражаються через показники інвестиційної ефективності.

Для прийняття остаточного рішення необхідна кількісна оцінка. В. Лоян та Г. Данильчук досліджували фінансові показники як індикатори економічної стійкості проєктів та підприємств [6], систематизувавши переваги й недоліки наявних підходів; водночас розглянуті показники ефективності є переважно ретроспективними та слабо пристосованими до оцінювання проєктів, які ще не мають операційної історії. Поведінкові детермінанти інвестування розкриває І. Макачук, наголошуючи на важливості управління ризик-апетитом [7], проте останній трактується як якісна управлінська настанова і не отримує представлення у вигляді параметра оптимізаційної моделі. Стратегічний контекст інвестування розкрито у працях О.С. Наконечної [8].

Незважаючи на значну теоретичну базу, застосування цих методологій до ІТ-проєктів залишається фрагментарним. Невирішеною частиною загальної проблеми є відсутність єдиної системи моделювання, що поєднує методи управління невизначеністю [5], моделювання ризик-апетиту [7] і моделі фінансової оптимізації [6]. Зокрема, потребують вирішення формалізації ризик-апетиту як обчислюваного параметра цільової функції, узгодження якісних і вартісних показників у межах єдиного критерію та забезпечення зв'язку між багатокритеріальним відбором конфігурації та оцінкою ефективності проєкту.

**Формування цілей статті (постановка завдання).**

Мета роботи – розробити теоретико-методичний підхід до моделювання процесів обґрунтування управлінських рішень щодо ІТ-проєктів на передінвестиційній стадії в умовах обмежених інвестиційних ресурсів, який інтегрує інструменти математичного моделювання, багатокритеріальної оптимізації та сценарного фінансового аналізу.

Завдання дослідження: розробити концептуальну модель процесу обґрунтування рішень із визначенням етапів та зворотних зв'язків; формалізувати залежності оптимізації вартісних та якісних параметрів ІТ-продукту з явним заданням області допустимих рішень; обґрунтувати кількісну інтерпретацію ризик-апетиту та вивести умови зміни оптимальної альтернативи; формалізувати модель скоригованої на ризик чистої приведеної вартості з кумулятивною функцією виживання проєкту; продемонструвати працездатність підходу на ілюстративному прикладі та виконати аналіз чутливості.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Процес прийняття рішень щодо запуску та фінансування ІТ-проєктів вирізняється високою складністю: на передінвестиційному етапі менеджери оперують переважно гіпотезами, які ще не пройшли перевірку ринком. Брак історичних даних, висока динаміка зміни технологічних фреймворків та конкуренція за ресурси створюють

середовище з критичним рівнем невизначеності, що узгоджується з результатами моделювання поведінки фірми в умовах невизначеності [1].

Методологічну основу дослідження становить системний підхід, у межах якого передінвестиційна стадія ІТ-проекту розглядається як цілісний контур підготовки рішення; для його декомпозиції застосовано метод структурно-логічного моделювання. Для узгодження різнорідних якісних критеріїв використано метод аналізу ієрархій, що дає вагові коефіцієнти на основі попарних порівнянь експертів із перевіркою узгодженості суджень. Багатокритеріальна задача зводиться до однокритеріальної методом лінійної скаляризації, а показники приводяться до зіставного безрозмірного вигляду лінійною нормалізацією за методом мінімаксу.

Фінансове обґрунтування здійснено методом дисконтування грошових потоків із коригуванням на ймовірність успішної реалізації проекту (risk-adjusted Net Present Value, rNPV). Ймовірнісний профіль моделюється через кумулятивну функцію виживання, побудовану на основі покрокових умовних ймовірностей. Стійкість результатів перевірено однофакторним аналізом чутливості та сценарним моделюванням станів зовнішнього середовища.

Для структурування цього процесу з урахуванням структурно-логічної моделі управління невизначеністю [5] розроблено концептуальну модель (рис. 1), яка відображає покрокову логіку переходу від іден-

тифікації ринкової потреби до прийняття фінального інвестиційного рішення. На відміну від лінійних схем передінвестиційної підготовки, запропонована модель містить зворотний зв'язок від блоку оцінювання ризику до блоку оптимізації: якщо показники ризику обраної конфігурації виявляються неприйнятними, процедура повертається до перегляду параметрів альтернативи, а не до безумовної відмови від проекту.

Перший та другий етапи (рис. 1) включають маркетинговий аналіз за методологією Customer Development, визначення обсягу мінімально життєздатного продукту (MVP) та формування скінченної множини альтернативних конфігурацій реалізації  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ , кожна з яких відповідає певному поєднанню архітектурного рішення, складу команди та інфраструктурної моделі.

Ключовим є третій етап, де рішення спрямовані на баланс між якістю програмного продукту та витратами на його створення. Якісні параметри  $Q$  є багатовимірними і включають надійність архітектури, рівень кібербезпеки, масштабованість, якість UI/UX-дизайну та швидкість виходу на ринок. Вартісні параметри  $C$  охоплюють витрати на розробку, інфраструктуру та первинний маркетинг. Складність полягає в тому, що покращення більшості якісних параметрів супроводжується випереджальним зростанням витрат, а швидкість виходу на ринок перебуває у зворотній залежності від решти критеріїв.

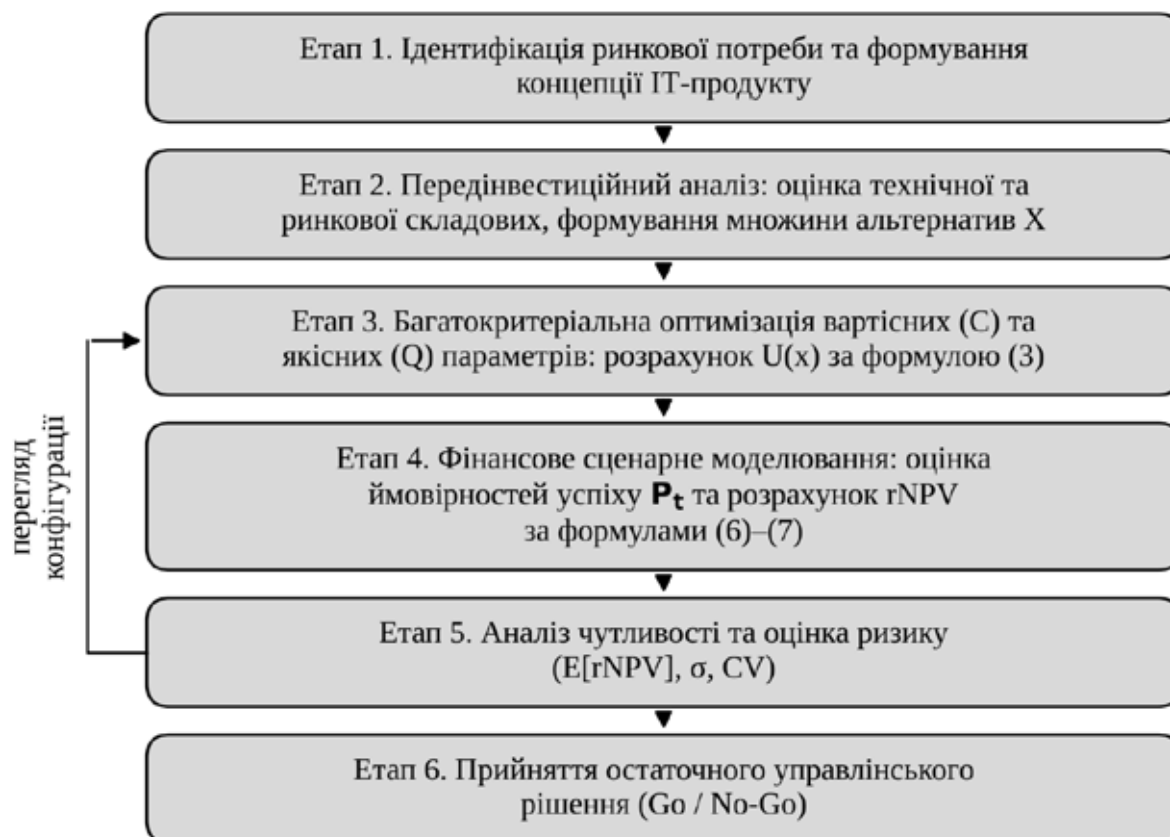


Рис. 1. Концептуальна модель процесу обґрунтування управлінських рішень щодо ІТ-проектів на передінвестиційній стадії

Джерело: розроблено авторами на основі [5]

Оскільки якісні показники вимірюються в різних шкалах, попередньою умовою їх агрегування є нормалізація. Для критеріїв, що максимізуються, застосовується перетворення:

$$Q_i(x) = \frac{q_i(x) - q_i^{\min}}{q_i^{\max} - q_i^{\min}}, \quad (1)$$

де  $q_i(x)$  – експертна оцінка  $i$ -го якісного параметра для конфігурації  $x$  у вихідній шкалі;  $q_i^{\min}$  та  $q_i^{\max}$  – відповідно нижня та верхня межі шкали оцінювання  $i$ -го параметра. Для критеріїв, що мінімізуються, використовується обернене перетворення. Нормалізація вартісного показника здійснюється відносно бюджетного ліміту  $B$ :

$$\hat{C}(x) = \frac{C(x)}{B}, \quad (2)$$

де  $C(x)$  – загальна вартість реалізації конфігурації  $x$ ;  $B$  – гранично допустимий обсяг інвестиційних ресурсів. Така нормалізація забезпечує розмірнісну однорідність доданків цільової функції: обидва є безрозмірними величинами.

Для математичного моделювання балансу між якістю, вартістю та відповідними показниками ефективності ІТ-проекту пропонується цільова функція багатокритеріальної оптимізації, яка максимізує інтегральну корисність ІТ-проекту  $U$ :

$$U(x) = \sum_{i=1}^n w_i Q_i(x) - \lambda \hat{C}(x) \rightarrow \max \quad (3)$$

за системи обмежень:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1; w_i \geq 0; C(x) \leq B; x \in X; \lambda > 0 \quad (4)$$

де  $x$  – вектор альтернативних конфігурацій проекту (вибір технологій, розмір та локація команди);  $w_i$  – ваговий коефіцієнт значущості  $i$ -го якісного параметра, визначений методом аналізу ієрархій;  $Q_i(x)$  – нормалізована за формулою (1) оцінка  $i$ -го якісного параметра;  $n$  – кількість якісних критеріїв;  $\lambda$  – коефіцієнт чутливості до витрат.

Обмеження  $C(x) \leq B$  задає область допустимих рішень: конфігурації, вартість яких перевищує наявний обсяг ресурсів, вилучаються з розгляду незалежно від їх якісних характеристик. Відсутність явного бюджетного обмеження є типовою вадою спрощених моделей відбору, оскільки дозволяє формально «оптимальному» рішення виявитися нереалізовним.

Згідно з дослідженнями І. Макаруча [7], ризик-апетит є основним індикатором поведінки компанії в умовах ринкової нестабільності. У запропонованій моделі параметр  $\lambda$  отримує пряму кількісну інтерпретацію як величина, обернена до ризик-апетиту. Чим меншим є  $\lambda$ , тим вищим є ризик-апетит: компанія готова нести більші витрати  $C(x)$  заради покращення якості та захоплення ринку. За високих значень  $\lambda$  особа, що приймає рішення, орієнтується на збереження капіталу, демонструючи консервативний підхід до ІТ-інновацій.

Оскільки функція (3) є лінійною відносно  $\lambda$ , для будь-якої пари конфігурацій  $x_j$  та  $x_k$  існує єдине граничне значення  $\lambda$ , за якого їх корисності зрівнюються. Прирівнявши  $U(x_j) = U(x_k)$ , отримуємо:

$$\lambda_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i Q_i(x_k) - \sum_{i=1}^n w_i Q_i(x_j)}{\hat{C}(x_k) - \hat{C}(x_j)} \quad (5)$$

Вираз (5) дозволяє визначити діапазони ризик-апетиту, у межах яких кожна альтернатива залишається оптимальною, і перевести дискусію інвестора та проєктної команди з площини суб'єктивних вподобань у площину числових інтервалів.

Остаточне обґрунтування рішення (етап 4) базується на фінансових показниках як індикаторах економічної стійкості [6]. Через високу невизначеність замість класичного чистого приведенного доходу доцільно використовувати показник  $rNPV$ . Принципово важливим є коректне визначення природи ймовірнісного множника: у запропонованій моделі  $P_t$  трактується не як ізольована ймовірність окремого періоду, а як кумулятивна ймовірність того, що проєкт «дожив» до періоду  $t$ , послідовно подолавши всі попередні технічні та ринкові бар'єри:

$$P_t = \prod_{k=1}^t p_k \quad (6)$$

де  $p_k$  – умовна ймовірність успішного проходження  $k$ -го періоду за умови життєздатності проєкту на його початок. Оскільки  $p_k \leq 1$ , послідовність  $P_t$  є монотонно спадною, що відображає накопичення ризику з подовженням горизонту планування. Ігнорування кумулятивного характеру ймовірності призводить до систематичного завищення оцінки віддалених грошових потоків.

Модель розрахунку скоригованої на ризик чистої приведенної вартості набуває вигляду:

$$rNPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t \cdot P_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (7)$$

де  $CF_t$  – прогнозований грошовий потік у періоді  $t$  (доходи від монетизації за вирахуванням операційних витрат);  $r$  – ставка дисконтування, що відображає вартість капіталу;  $T$  – горизонт планування;  $I_0$  – початкові інвестиції на передінвестиційній та інвестиційній фазах, які у межах запропонованого підходу приймаються рівними вартості обраної конфігурації, тобто  $I_0 = C(x)$ . Остання рівність і забезпечує наскрізний зв'язок між блоком багатокритеріальної оптимізації та блоком фінансової оцінки: конфігурація, відібрана за критерієм (3), безпосередньо визначає обсяг інвестицій у моделі (7). Формалізоване зіставлення альтернатив за вартісним критерієм спирається на підходи до побудови економіко-математичних моделей оцінювання економічної доцільності [10], доповнені в цьому дослідженні врахуванням ймовірнісної складової.

Для демонстрації працездатності підходу розглянемо приклад обґрунтування рішення щодо розробки B2B SaaS-платформи автоматизації документообігу.

Розглядаються три конфігурації:  $x_1$  – економічна (монолітна архітектура, команда Junior/Middle, мінімальна інфраструктура);  $x_2$  – збалансована (мікросервісна архітектура в обсязі MVP, команда Senior/Middle, стандартні протоколи безпеки);  $x_3$  – преміальна (повноцінна хмарна мікросервісна архітектура, спеціалісти Top-tier, розширений захист). Оцінювання здійснюється за п'ятьма критеріями за десятибальною шкалою ( $q_i^{\min} = 1$ ,  $q_i^{\max} = 10$ ). Ваги визначено методом аналізу ієрархій за опитуванням групи експертів; коефіцієнт узгодженості суджень 0,06 не перевищує граничного значення 0,10. Гранично допустимий обсяг інвестиційних ресурсів  $B = 6\,000$  тис. у.о. (табл. 1).

Таблиця 1

## Вихідні експертні оцінки та нормалізовані значення якісних параметрів конфігурацій ІТ-проекту

| Якісний критерій             | Вага $w_i$  | $q(x_1)$ | $q(x_2)$ | $q(x_3)$ | $Q(x_1)$     | $Q(x_2)$     | $Q(x_3)$     | Внесок у $U(x_2)$ |
|------------------------------|-------------|----------|----------|----------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| Надійність архітектури       | 0,25        | 4        | 7        | 9        | 0,333        | 0,667        | 0,889        | 0,167             |
| Кібербезпека та захист даних | 0,22        | 3        | 7        | 9        | 0,222        | 0,667        | 0,889        | 0,147             |
| Масштабованість системи      | 0,20        | 3        | 7        | 10       | 0,222        | 0,667        | 1,000        | 0,133             |
| Якість UI/UX-дизайну         | 0,15        | 5        | 7        | 9        | 0,444        | 0,667        | 0,889        | 0,100             |
| Швидкість виходу на ринок    | 0,18        | 8        | 6        | 4        | 0,778        | 0,556        | 0,333        | 0,100             |
| <b>Разом</b>                 | <b>1,00</b> | <b>×</b> | <b>×</b> | <b>×</b> | <b>0,383</b> | <b>0,647</b> | <b>0,811</b> | <b>0,647</b>      |

Джерело: розраховано авторами за формулою (1)

Вартість конфігурацій становить  $C(x_1) = 2\,400$ ,  $C(x_2) = 4\,200$ ,  $C(x_3) = 6\,900$  тис. у.о., що після нормалізації за формулою (2) дає  $\hat{C}(x_1) = 0,400$ ,  $\hat{C}(x_2) = 0,700$ ,  $\hat{C}(x_3) = 1,150$ . Уже на цьому кроці виявляється важливий результат: конфігурація  $x_3$  порушує бюджетне обмеження  $C(x) \leq B$  і не належить до області допустимих рішень, попри найвищу зважену оцінку якості (0,811). Її розгляд можливий лише за умови залучення додаткового капіталу стратегічним інвестором, тобто перегляду параметра  $B$ .

Як видно з таблиці 2 (напівжирним виділено максимум корисності у кожному стовпці), оптимальна альтернатива не є універсальною, а визначається профілем ризик-апетиту інвестора. Розрахунок за формулою (5) дає  $\lambda_{23} = 0,365$  та  $\lambda_{12} = 0,878$ : за  $\lambda < 0,365$  формально най-

кращою є преміальна конфігурація, за  $0,365 \leq \lambda < 0,878$  – збалансована, за  $\lambda \geq 0,878$  – економна. З урахуванням бюджетного обмеження, яке виключає  $x_3$ , збалансована конфігурація  $x_2$  залишається оптимальною на всьому діапазоні  $\lambda \in (0; 0,878)$ . Графічну інтерпретацію наведено на рис. 2.

Другий блок розрахунків стосується фінансової оцінки. Горизонт планування  $T = 5$  років, ставка дисконтування  $r = 20\%$ , що відповідає підвищеній вартості капіталу для венчурних ІТ-ініціатив. Умовні ймовірності  $p_k$ , кумулятивні ймовірності  $P^i$  за формулою (6) та прогнозовані грошові потоки наведено в таблиці 3.

Аналогічні розрахунки, виконані для всіх трьох конфігурацій, дозволяють зіставити класичний та скоригований на ризик показники (таблиця 4). Для конфі-

Таблиця 2

## Значення інтегральної корисності конфігурацій ІТ-проекту за різних рівнів ризик-апетиту

| Конфігурація         | $\sum w_i Q_i$ | $\hat{C}(x)$ | U при $\lambda = 0,3$ | U при $\lambda = 0,6$ | U при $\lambda = 0,9$ | Допустимість ( $C \leq B$ ) |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| $x_1$ – економна     | 0,383          | 0,400        | 0,263                 | 0,143                 | <b>0,023</b>          | так                         |
| $x_2$ – збалансована | 0,647          | 0,700        | 0,437                 | <b>0,227</b>          | 0,017                 | так                         |
| $x_3$ – преміальна   | 0,811          | 1,150        | <b>0,466</b>          | 0,121                 | -0,224                | ні                          |

Джерело: розраховано авторами за формулами (1)–(4)

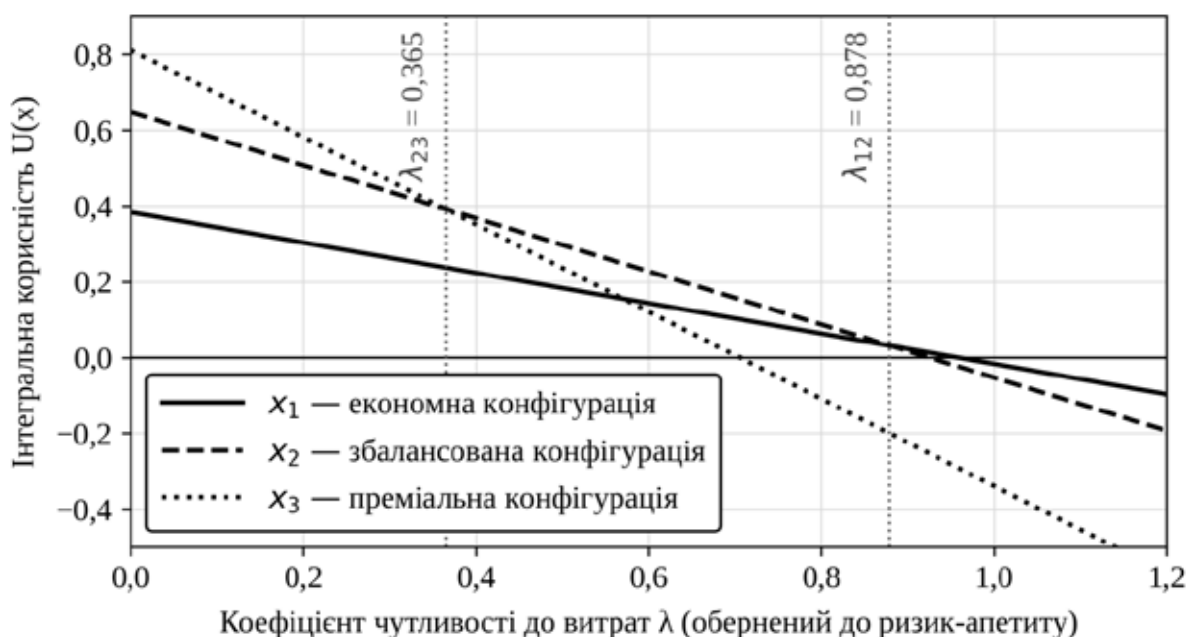


Рис. 2. Залежність інтегральної корисності конфігурацій ІТ-проекту від коефіцієнта чутливості до витрат  $\lambda$

Джерело: побудовано авторами за розрахунковими даними таблиці 2

Таблиця 3

**Грошові потоки, умовні та кумулятивні ймовірності виживання, с  
кориговані на ризик і дисконтовані значення за конфігурацією х<sub>2</sub>, тис. у.о.**

| Показник                                            | t = 1 | t = 2   | t = 3   | t = 4   | t = 5   | Разом    |
|-----------------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Грошовий потік CF <sub>t</sub>                      | 600,0 | 1 800,0 | 3 200,0 | 4 200,0 | 4 700,0 | 14 500,0 |
| Умовна ймовірність p <sub>k</sub>                   | 0,80  | 0,88    | 0,93    | 0,96    | 0,98    | ×        |
| Кумулятивна ймовірність P <sub>t</sub>              | 0,800 | 0,704   | 0,655   | 0,629   | 0,616   | ×        |
| Скоригований потік CF <sub>t</sub> · P <sub>t</sub> | 480,0 | 1 267,2 | 2 095,1 | 2 639,8 | 2 895,0 | 9 377,1  |
| Дисконтований потік                                 | 400,0 | 880,0   | 1 212,4 | 1 273,1 | 1 163,4 | 4 929,0  |

Джерело: розраховано авторами за формулами (6)-(7)

Таблиця 4

**Порівняння класичного та скоригованого на ризик показників чистої приведеної вартості конфігурацій**

| Конфігурація                  | I <sub>0</sub> ,<br>тис. у.о. | NPV,<br>тис. у.о. | rNPV,<br>тис. у.о. | Індекс<br>rNPV / I <sub>0</sub> , % | Діапазон<br>оптимальності<br>за λ | Управлінське<br>рішення |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| х <sub>1</sub> – економна     | 2 400                         | +934,5            | -1 101,3           | -45,9                               | λ ≥ 0,878                         | відхилити               |
| х <sub>2</sub> – збалансована | 4 200                         | +3 316,1          | +729,0             | +17,4                               | 0,365 ≤ λ < 0,878                 | рекомендувати           |
| х <sub>3</sub> – преміальна   | 6 900                         | +1 717,8          | +128,8             | +1,9                                | λ < 0,365                         | резервний варіант       |

Джерело: розраховано авторами за формулами (6)-(7)

гурації х<sub>1</sub> прийнято p<sub>k</sub> = {0,60; 0,75; 0,85; 0,90; 0,95}, для х<sub>3</sub> – p<sub>k</sub> = {0,90; 0,94; 0,97; 0,98; 0,99}, що відображає нижчу технічну надійність економного рішення та вищу стійкість преміального. Для комплексного порівняння економічної ефективності альтернатив використано систему фінансових показників ефективності: NPV, rNPV та індекс rNPV/I<sub>0</sub>.

Отримані результати дозволяють сформулювати такі висновки. Для економної конфігурації х<sub>1</sub> класичний NPV є позитивним (+934,5 тис. у.о.) і формально обґрунтовує фінансування, тоді як rNPV виявляється суттєво від'ємним (-1 101,3 тис. у.о.): врахування ймовірнісної складової змінює управлінське рішення на протилежне. Преміальна конфігурація х<sub>3</sub>, попри найвищі якісні характеристики, демонструє індекс капіталовіддачі лише 1,9 % проти 17,4 % у збалансованої, що спростовує припущення про монотонне зростання інвестиційної привабливості з підвищенням якості продукту.

Для перевірки стійкості результатів виконано однофакторний аналіз чутливості показника rNPV конфігурації х<sub>2</sub>. Проект зберігає інвестиційну привабливість до граничної ставки дисконтування r\* ≈ 25,9 %, за межами якої rNPV стає від'ємним. Критичне значення умовної ймовірності першого періоду становить p<sub>1</sub>\* ≈ 0,682: зниження ймовірності проходження першого року нижче цього рівня знецінює проект навіть за незмінних грошових потоків. Це підкреслює вирішальну роль якості передінвестиційної підготовки, яка визначає ймовірність проходження найризикованішого початкового етапу.

Заключним кроком є оцінювання ризику обраної конфігурації методом сценарного моделювання. Принципово важливо розмежувати два поняття, які нерідко ототожнюються у прикладних дослідженнях: конфігурації х<sub>1</sub>–х<sub>3</sub> є керованими рішеннями, тоді як сценарії – некерованими станами зовнішнього середовища. Обчислення математичного сподівання за множиною конфігурацій методологічно некоректне; ймовірнісне зважування застосовується лише до станів середовища для вже обраної альтернативи (таблиця 5).

Математичне сподівання становить E[rNPV] = 729,0 тис. у.о. за середньоквадратичного відхилення σ = 1 394,1 тис. у.о. і коефіцієнта варіації CV = 1,91; ймовірність від'ємного результату дорівнює 0,25. Такі характеристики свідчать про високий рівень залишкового ризику, типовий для ІТ-проектів, і обґрунтовують доцільність поетапного (траншевого) фінансування з прив'язкою траншу до досягнення верифікованих технічних результатів – що реалізується у моделі (рис. 1) через зворотний зв'язок від оцінювання ризику до оптимізації конфігурації.

Узагальнюючи результати (таблиця 4), збалансована конфігурація х<sub>2</sub> забезпечує найкраще співвідношення вартісних та якісних параметрів згідно з функцією корисності (3), максимізує скоригований на ризик результат за моделлю (7) і залишається оптимальною на всьому допустимому діапазоні ризик-апетиту. Економна конфігурація підлягає відхиленню або перегляду архітектури, преміальна – розглядається як резервний варіант для стратегічного інвестора за умови розширення бюджетного ліміту.

Таблиця 5

**Сценарна оцінка ризику збалансованої конфігурації ІТ-проекту за станами зовнішнього середовища**

| Стан зовнішнього середовища        | Ймовірність<br>p <sub>s</sub> | Мультиплікатор<br>грошового потоку | rNPV <sub>s</sub> ,<br>тис. у.о. | Внесок у E[rNPV],<br>тис. у.о. |
|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Несприятливий (стиснення попиту)   | 0,25                          | 0,6                                | -1 242,6                         | -310,7                         |
| Базовий (очікувана динаміка)       | 0,50                          | 1,0                                | +729,0                           | +364,5                         |
| Сприятливий (прискорене зростання) | 0,25                          | 1,4                                | +2 700,5                         | +675,1                         |
| <b>Разом</b>                       | <b>1,00</b>                   | <b>×</b>                           | <b>×</b>                         | <b>+729,0</b>                  |

Джерело: розраховано авторами за формулою (7)

Слід зазначити обмеження підходу. Лінійна скаляризація (3) передбачає компенсаційність критеріїв: низьке значення одного якісного параметра може бути компенсоване високим значенням іншого. Для критично важливих параметрів, зокрема рівня кібербезпеки, доцільним є введення порогових обмежень виду  $Q_i(x) \geq Q_i^{\min}$ . Крім того, оцінки  $p_k$  та ваг  $w_i$  мають експертну природу, що зумовлює потребу у верифікації моделі на емпіричних масивах реалізованих проєктів.

**Висновки.** Дослідження формує розширений методологічний підхід до моделювання процесів обґрунтування управлінських рішень для IT-проєктів. Обґрунтовано, що в умовах дефіциту капіталу та необхідності забезпечення економічної стійкості передінвестиційні дослідження є фундаментальною основою оптимізації параметрів проєкту. Розроблена концептуальна модель структури етапи підготовки з урахуванням розподіленого характеру команд розробки та передбачає зворотний зв'язок між оцінюванням ризику й оптимізацією конфігурації.

Запропоновані моделі багатокритеріальної оптимізації та розрахунку скоригованої на ризик вар-

тості надають керівникам кількісний інструментарій оцінки альтернатив. У дослідженні набула подальшого розвитку формалізація ризик-апетиту як обчислюваного параметра цільової функції з визначенням граничних умов зміни оптимальної альтернативи; удосконалено модель скоригованої на ризик вартості введенням кумулятивної функції виживання проєкту замість ізольованих періодичних ймовірностей; забезпечено наскрізний зв'язок між блоками багатокритеріального відбору та фінансової оцінки.

Ілюстративні розрахунки засвідчили, що врахування ймовірності виживання проєкту здатне змінити управлінське рішення на протилежне, а надмірне нарощування якісних параметрів виводить конфігурацію за межі області допустимих рішень.

Подальші перспективи дослідження пов'язані з емпіричною верифікацією моделі на вибірці реалізованих IT-проєктів та із заміною однофакторного аналізу чутливості імітаційним моделюванням. Це підвищить об'єктивність і точність управлінських рішень в умовах цифрової економіки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьєв К. М., Ганечко І. Г. Моделювання поведінки фірми в умовах невизначеності. *Ефективна економіка*. 2025. № 3. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.3.51>
2. Гудаков Д., Колодінська Я. Застосування штучного інтелекту для управління проєктами людино-орієнтованих інформаційних технологій. *Measuring and computing devices in technological processes*. 2025. № 1. С. 122–129. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-81-15>
3. Зюзюн В., Тімінський О., Коломієць А., Ляшенко Д., Юречко А. Дослідження моделей управління комерційною розробкою IT-проєктів в умовах віддалено-працюючої команди. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2025. № 61. С. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.26-34>
4. Кмитюк Т., Піскунова О., Савіна С. Дерева рішень для вибору IT-проєктів у цифровій економіці з використанням машинного навчання. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*. 2026. № 2(106). С. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.D2026.2.3>
5. Коптева Г. М. Побудова структурно-логічної моделі управління невизначеністю в інформаційно-технологічних проєктах. *Економіка: реалії часу*. 2025. № 6(82). С. 100–109. URL: <https://etr.economics.net.ua/>
6. Лоян В., Данильчук Г. Фінансові показники як індикатори економічної стійкості: класифікація, переваги та недоліки існуючих підходів. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Економічні науки*. 2025. Т. 29, № 2. URL: <https://econom-ejournal.edu.edu.ua/article/view/5513>
7. Макарьчук І. Управління ризик-апетитом у прийнятті рішень. *Scientia Fructuosa*. 2023. № 1. URL: <https://journals.knute.edu.ua/scientia-fructuosa/article/view/1759>
8. Наконечна О. С. Формування та реалізація інноваційно-інвестиційної стратегії стійкого розвитку підприємства. *Економіка та держава*. 2015. № 4. С. 48–51. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/4\\_2015/12.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/4_2015/12.pdf)
9. Про схвалення Стратегії здійснення цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації системи управління державними фінансами на період до 2030 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації : розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1467-р (у редакції від 13 травня 2025 р.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1467-2021-%D1%80>
10. Скляренко О. В., Гук П. В. Аспекти побудови економіко-математичної моделі оцінки економічної доцільності модифікації підприємства. *Економіка і управління*. 2024. № 2. С. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.36919/2312-7872.2.2024.19>

## REFERENCES

1. Afanasiev K. M., Hanechko I. H. (2025) Modeliuvannya povedinky firmy v umovakh nevyznachenosti [Modelling the behaviour of a firm under uncertainty]. *Efektivna ekonomika – Efficient Economy*, no. 3. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.3.51> (in Ukrainian)
2. Hudakov D., Kolodinska Ya. (2025) Zastosuvannya sztuchnoho intelektu dlia upravlinnia proiektamy liudyno-orientovanykh informatsiinykh tekhnologii [Application of artificial intelligence for project management of human-oriented information technologies]. *Measuring and Computing Devices in Technological Processes*, no. 1, pp. 122–129. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-81-15> (in Ukrainian)
3. Ziuziun V., Timinskyi O., Kolomiets A., Liashenko D., Yurechko A. (2025) Doslidzhennia modelei upravlinnia komertsiiinoiu rozrobkoio IT-proiektiv v umovakh viddaleno-pratsiuiochoi komandy [Research of management models for commercial IT project development under remote team conditions]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system – Management of Development of Complex Systems*, no. 61, pp. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2025.61.26-34> (in Ukrainian)
4. Kmytiuk T., Piskunova O., Savina S. (2026) Dereva rishen dlia vyboru IT-proiektiv u tsyfrovii ekonomitsi z vykorystanniam mashynnoho navchannia [Decision trees for the selection of IT projects in the digital economy using machine learning]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University*, no. 2(106), pp. 22–28. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.D2026.2.3> (in Ukrainian)

5. Koptieva H. M. (2025) Pobudova strukturno-lohichnoi modeli upravlinnia nevyznachenistiu v informatsiino-tekhnologichnykh proiektakh [Construction of a structural and logical model of uncertainty management in information technology projects]. *Ekonomika: realii chasu – Economics: Time Realities*, no. 6(82), pp. 100–109. Available at: <https://etr.economics.net.ua/> (in Ukrainian)
6. Loian V., Danylychuk H. (2025) Finansovi pokaznyky yak indykatory ekonomichnoi stiikosti: klasyfikatsiia, perevahy ta nedoliky isnuuiuchykh pidkhodiv [Financial indicators as indicators of economic sustainability: classification, advantages and disadvantages of existing approaches]. *Visnyk Cherkaskoho natsionalnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Seriya: Ekonomichni nauky – Bulletin of the Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy. Series: Economic Sciences*, vol. 29, no. 2. Available at: <https://econom-ejournal.edu.edu.ua/article/view/5513> (in Ukrainian)
7. Makarchuk I. (2023) Upravlinnia ryzyk-apetytom u pryiniatti rishen [Risk appetite management in decision-making]. *Scientia Fructuosa*, no. 1. Available at: <https://journals.knute.edu.ua/scientia-fructuosa/article/view/1759> (in Ukrainian)
8. Nakonechna O. S. (2015) Formuvannia ta realizatsiia innovatsiino-investytsiinoi stratehii stiikoho rozvytku pidpriemstva [Formation and implementation of an innovation and investment strategy for the sustainable development of an enterprise]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and State*, no. 4, pp. 48–51. Available at: [http://www.economy.in.ua/pdf/4\\_2015/12.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/4_2015/12.pdf) (in Ukrainian)
9. Cabinet of Ministers of Ukraine (2021) Pro skhvalennia Stratehii zdiisnennia tsyfrovoho rozvytku, tsyfrovych transformatsii i tsyfrovizatsii systemy upravlinnia derzhavnymy finansamy na period do 2030 roku ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii: rozporiadzhennia vid 17 lystopada 2021 r. № 1467-r [On approval of the Strategy for digital development, digital transformation and digitalisation of the public finance management system for the period up to 2030 and approval of the action plan for its implementation: Order No. 1467-r]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1467-2021-%D1%80> (in Ukrainian)
10. Skliarenko O. V., Huk P. V. (2024) Aspekty pobudovy ekonomiko-matematychnoi modeli otsinky ekonomichnoi dotsilnosti modyfikatsii pidpriemstva [Aspects of constructing an economic and mathematical model for assessing the economic feasibility of enterprise modification]. *Ekonomika i upravlinnia – Economics and Management*, no. 2, pp. 19–25. DOI: <https://doi.org/10.36919/2312-7872.2.2024.19> (in Ukrainian)

Дата надходження статті: 18.08.2026

Дата прийняття статті до публікації: 16.09.2026

Дата публікації статті: 02.10.2026