УДК: 005.521:330.322:631.15:004.021
JEL Classification: Q12, Q14, C61, C65, G31

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОЦІНКИ ТА ВІДБОРУ ІННОВАЦІЙНО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

ТУМАНЯН Вадим[1], СЕНЧУК Ігор[2], ПОТИШНЯК Олена[3]
[1] Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України
https://orcid.org/0009-0007-6541-8458
tumanian.vadym@gmail.com
[2] Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України
https://orcid.org/0000-0003-0025-8143
gcs-2003@ukr.net
[3] Інституту тваринництва Національної академії аграрних наук України
https://orcid.org/0000-0002-0107-2917

У статті теоретично обґрунтовано, розроблено та практично апробовано комплексний методичний інструментарій оцінки й відбору інноваційно-інвестиційних проєктів аграрних підприємств за умов макроекономічної невизначеності, воєнних шоків і вимог Європейського зеленого курсу.

Обґрунтовано обмеженість застосування виключно традиційних детермінованих моделей дисконтування грошових потоків (DCF) через стохастичний характер агровиробництва, сезонність та ігнорування нефінансових ESG-критеріїв. Запропоновано конвергентний підхід, який синтезує кумулятивне коригування ставки дисконтування на галузеві й воєнні ризики (RADR), нечіткий аналіз ієрархій (Fuzzy AHP) на основі трикутних нечітких чисел для оцінки якісних критеріїв, симуляційне моделювання Монте-Карло (MCS) для побудови ймовірнісних профілів ризику та концепцію реальних опціонів (ROA) для врахування управлінської гнучкості.

Сформовано чотирирівневий алгоритм фільтрації та селекції проєктів (Gate System), що охоплює фатальний скринінг, багатокритеріальне вимірювання за чотирма фундаментальними точками зору (фінансовою, технологічною, екологічною, безпековою), стохастичне моделювання та розв'язання задачі булевого лінійного програмування для формування оптимізованого інвестиційного портфеля за умов бюджетних обмежень. Здійснено практичну апробацію інструментарію на прикладному проєкті агропідприємства.

Ключові слова: *інноваційно-інвестиційний проєкт, аграрне підприємство, нечіткий аналіз ієрархій, Fuzzy AHP, симуляція Монте-Карло, реальні опціони, ставка дисконтування, портфельна оптимізація.*

https://doi.org/10.31891/mdes/2026-22-50

Стаття надійшла до редакції / Received 01.10.2026
Прийнята до друку / Accepted 10.11.2026
Опубліковано / Published 12.11.2026

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons CC-BY 4.0

© ТУМАНЯН Вадим, СЕНЧУК Ігор, ПОТИШНЯК Олена

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Аграрний сектор економіки України традиційно виконує стратегічну місію в системі національної економічної безпеки, виступаючи ключовим джерелом валютних надходжень, наповнення державного бюджету та забезпечення продовольчої стабільності. Проте сучасні умови його функціонування характеризуються екстремальним рівнем ризику й невизначеності. Повномасштабна військова агресія, руйнування виробничої, елеваторної та енергетичної інфраструктури, замінування значних площ продуктивних земель, суттєве ускладнення логістичних маршрутів через блокування портів, а також стрімке подорожчання матеріально-технічних ресурсів спричинили суттєву рецесію інвестиційної активності. У 2022 році обсяг капітальних інвестицій у сільське господарство скоротився на 27% порівняно з попереднім роком і склав лише 49,6 млрд грн, причому частка аграрної галузі в загальнодержавному обсязі капіталовкладень залишається в межах 10–12%, що є недостатнім для забезпечення розширеного відтворення та технологічного оновлення.

Додатковим стратегічним викликом для вітчизняних товаровиробників є необхідність інтеграції в європейський економічний простір відповідно до директив Європейського зеленого курсу (European Green Deal). Це вимагає поступового відходу від екстенсивного сировинного виснаження ґрунтів і переходу до кліматично оптимізованого, низьковуглецевого та біоциркулярного виробництва. У таких реаліях єдиним драйвером забезпечення конкурентоспроможності аграрного бізнесу стає реалізація інноваційно-інвестиційних проєктів, спрямованих на цифровізацію технологічних циклів, точне землеробство, безпілотні агротехнології, розвиток відновлюваної енергетики та поглиблену переробку сировини.

Упровадження подібних ініціатив потребує суттєвих капіталовкладень в умовах жорстких бюджетних лімітів і високої вартості позикового фінансування. Водночас аграрні інновації вирізняються високою специфічністю матеріальних активів, тривалим періодом окупності,

залежністю від стохастичних природно-кліматичних факторів і схильністю до специфічних галузевих ризиків. Застосування суб'єктивних або спрощених підходів до вибору проєктів становить загрозу неефективного розподілу фінансових ресурсів і втрати ліквідності агропідприємств. Виникає об'єктивна науково-практична потреба у формуванні комплексного, теоретично обґрунтованого та математично адаптованого інструментарію оцінки й відбору інноваційно-інвестиційних проєктів, спроможного інтегрувати фінансові критерії, експертні якісні судження та ймовірнісні ризикові профілі в єдину аналітичну систему для прийняття управлінських рішень.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Теоретико-методологічний фундамент оцінювання інвестиційної та інноваційної діяльності в аграрному секторі закладено у фундаментальних працях провідних учених. Вагомий внесок у дослідження макроекономічних закономірностей інвестиційного процесу в сільському господарстві та стратегічних пріоритетів капіталовкладень зробив М. Кісіль [1]. Інституційне середовище активізації інноваційного розвитку, форми дифузії знань та інтеграційні механізми в агробізнесі ґрунтовно охарактеризовано у дослідженнях Ю. Лупенко, М. Маліка та О. Шпикуляка [2]. Питання фінансового забезпечення інвестицій агроформувань і земельних перетворень розкрито В. Онегіною [3], а прикладні аспекти формування дисконтних моделей та коригування ставки дисконтування на галузевий ризик агровиробництва розроблено Т. Калашніковою [4].

Методичні засади визначення показників чистої приведеної вартості, внутрішньої норми прибутковості та дисконтованого терміну окупності проєктів представлено в наукових роботах О. Жихарцевої [5] та Ю. Негоди [6], тоді як сучасний аналітичний інструментарій оцінювання економічної ефективності аграрних інвестицій узагальнено науковцями Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана О. Сасом, І. Сас [7]. Прикладні аспекти моніторингу результативності впровадження техніко-технологічних інновацій, зокрема безпілотних літальних апаратів і систем точного землеробства, висвітлено в низці галузевих досліджень [8].

У зарубіжній науковій періодиці провідна увага зосереджена на розвитку багатокритеріальних моделей прийняття рішень. Конструктивістський підхід (MCDA-C) у поєднанні з імітаційним моделюванням Монте-Карло та аналізом реальних опціонів для ранжування інвестиційних альтернатив у тваринництві розроблено Л. Енсслін (L. Ensslin) зі співавторами [9]. Застосування теорії нечітких множин у складі нечіткого аналізу ієрархій (Fuzzy AHP) та методів TOPSIS і PROMETHEE для оцінки земельних і інноваційних проєктів сільськогосподарського призначення висвітлено в роботах П. Болтрика (P. Bołtryk), А. Огроднік (A. Ogrodnik) [10] та низці сучасних публікацій [11, 12].

Проте незважаючи на значний теоретичний доробок, залишається недостатньо структурованим уніфікований інструментарій, який би гармонійно поєднував детерміновані дисконтні показники, нечіткі моделі багатокритеріального аналізу та сценарні інструменти ризик-менеджменту в умовах тривалої воєнної нестабільності аграрного ринку.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування, розробка та структурування комплексного методичного інструментарію оцінки й відбору інноваційно-інвестиційних проєктів аграрних підприємств на основі синтезу динамічних фінансово-економічних критеріїв, моделей багатокритеріального аналізу з використанням нечіткої логіки, симуляційного моделювання ризиків та аналізу реальних опціонів у контексті специфічних галузевих і воєнних викликів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Інноваційно-інвестиційна діяльність підприємств аграрної сфери підпорядкована дії специфічних закономірностей, зумовлених природно-біологічними властивостями сільськогосподарського виробництва. На відміну від промислових галузей, де технологічні операції ізольовані від зовнішнього середовища, просторовим і матеріальним базисом агровиробництва є земля як невідтворюваний природний ресурс, а предметом праці є біологічні активи рослинництва й тваринництва. Зазначені фактори визначають подовжений інвестиційний лаг, уповільнену швидкість обігу фінансових ресурсів і високу капіталомісткість технологічного оновлення.

Функціонування аграрних підприємств супроводжується комплексом специфічних екзогенних факторів:

– гостра залежність виробничих результатів від кліматичних коливань (посухи, заморозки, зливи), що робить прогнозування грошових потоків стохастичним процесом;

– виражений сезонний розрив між здійсненням капітальних і поточних витрат (посівна, догляд за посівами) та отриманням виручки від реалізації зібраного врожаю, що провокує значні касові розриви;

– територіальна фіксованість виробничих площ і специфічних нерухомих об'єктів (елеватори, зрошувальні комплекси, тваринницькі ферми), що позбавляє агробізнес можливості швидкої релокації під час виникнення воєнних дій;

– висока чутливість до інфраструктурно-логістичних блокад, дефіциту енергопостачання та коливань кон'юнктури на світових товарних біржах.

Відповідно до функціонального спрямування та змісту інноваційні проєкти в аграрному секторі доцільно структурувати за чотирма генеральними категоріями: біологічно-селекційні, техніко-технологічні й цифрові, біоенергетичні та циркулярні, а також логістично-переробні інновації.

Біологічно-селекційні проєкти передбачають виведення та інтеграцію посухостійких високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, а також використання адаптивних інокулянтів та біопрепаратів для ревіталізації ґрунтового мікробіому.

Техніко-технологічні та цифрові інновації охоплюють концепцію точного землеробства (Precision Agriculture), супутниковий моніторинг стану вегетації на основі індексів NDVI, диференційоване внесення добрив, використання агродронів для ультрамалооб'ємного внесення засобів захисту рослин (ЗЗР), а також автоматизовані системи управління стадом у тваринництві . Упровадження подібних рішень скорочує втрати насіння, пального та хімікатів на 15–35%, гарантуючи термін окупності капіталовкладень у діапазоні від 2 до 4 років [8].

Біоенергетичні та циркулярні інновації орієнтовані на оптимізацію відходів: будівництво біогазових установок анаеробного зброджування відходів тваринництва з отриманням електричної енергії та біометану, генерацію теплової енергії шляхом спалювання біомаси, використання дигестату як органічного добрива замість дороговартісних синтетичних добрив.

Логістично-переробні проєкти концентруються на збереженні зібраного врожаю через зведення сучасних силосів з контролем вологості та температури, формування регіональних хабів первинної обробки продукції та створення ліній глибокої переробки сировини (виробництво лецитину, біоетанолу, рослинного протеїну), що дозволяє диверсифікувати ризики експорту сировини.

Традиційний фундамент оцінки комерційної привабливості інвестицій в аграрному секторі ґрунтується на методології дисконтування грошових потоків (Discounted Cash Flow, DCF) [4]. Вона передбачає порівняння часових потоків чистих надходжень з обсягом інвестованого капіталу за допомогою таких показників:

1. Чиста приведена вартість (NPV), яка виражає інтегральний абсолютний фінансовий приріст вартості підприємства в результаті прийняття проєкту:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - IC_0 \quad (1)$$

де CF_t – чистий грошовий потік у періоді t; IC_0 – початкові інвестиційні витрати проєкту; r – річна ставка дисконтування; n – тривалість життєвого циклу проєкту.

2. Внутрішня норма рентабельності (IRR), що визначає порогову ставку дохідності, за якої чиста приведена вартість інноваційного проєкту дорівнює нулю [5]:

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IC_0 = 0 \quad (2)$$

3. Індекс рентабельності інвестицій (PI), що демонструє ефективність генерації приведеного грошового потоку на кожну витрачену грошову одиницю капіталовкладень [7]:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{IC_0} \quad (3)$$

4. Дисконтований період окупності (DPP), який фіксує часовий інтервал, необхідний для

повної компенсації капітальних витрат дисконтованими чистими надходженнями [4]:

$$DPP = \min\left\{k: \sum_{t=1}^{k} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq IC_0\right\} \quad (4)$$

Критичним вузлом у розрахунках індикаторів DCF для аграрних підприємств є обґрунтування ставки дисконтування (r). Використання традиційної середньозваженої вартості капіталу (WACC) у її стандартному вигляді є недостатнім, оскільки вона не відображає волатильності аграрного середовища та специфічних ризиків, пов'язаних із воєнним станом. У вітчизняній практиці доцільно застосовувати кумулятивну модель коригування ставки дисконтування за рівнем ризику (Risk-Adjusted Discount Rate, RADR) [4]:

$$r = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) + S_{clim} + S_{innov} + S_{war}, \quad (5)$$

де R_f — безризикова ставка дохідності капіталу; β — галузевий коефіцієнт систематичного ризику сільськогосподарського сегмента; $(R_m - R_f)$ — ринкова премія за систематичний інвестиційний ризик; S_{clim} — надбавка за ризик природно-кліматичних флуктуацій і сезонної нерівномірності реалізації продукції; S_{innov} — премія за технологічну невизначеність нововведень (ризик неотримання запланованої врожайності чи збою програмного забезпечення); S_{war} — надбавка за воєнні, логістичні та геополітичні загрози.

Попри аналітичну зручність та широке визнання в міжнародному бізнесі, класичний інструментарій DCF має фундаментальні системні обмеження, що істотно знижують його спроможність при виборі інноваційних агропроєктів:

– припущення про детермінованість грошових потоків суперечить стохастичній природі врожайності та волатильності цін на біржові зернові активи, де коливання в межах одного сезону можуть перевищувати 30–40%;

– методологічна нездатність кількісно оцінити нефінансові, стратегічні та екологічні ефекти (збереження родючості ґрунтів, скорочення парникових викидів, біорізноманіття), які штучно знецінюються високою ставкою дисконтування, спрямовуючи капітал у короткострокові виснажливі проєкти;

– пасивний характер розрахунку, що виключає адаптивність менеджменту щодо коригування параметрів проєкту під час його втілення за умови зміни зовнішніх обставин.

Для нейтралізації недоліків детермінованих моделей сучасна економічна теорія пропонує конвергенцію багатокритеріального аналізу рішень (MCDA) та математичного апарату нечітких множин. Інноваційні аграрні проєкти є складними багатоаспектними системами, у яких показники рентабельності мають узгоджуватися з вимогами екологічності, автономності та ресурсозбереження.

Провідне місце у селекції інновацій посідає метод нечіткого аналізу ієрархій (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy AHP) [10]. В умовах неповної або неточної інформації якісні судження експертів не можуть бути достовірно виражені дійсними числами шкали Сааті. Замість цього використовуються трикутні нечіткі числа (Triangular Fuzzy Numbers, TFN), позначені вектором $\tilde{A} = (l, m, u)$, де l фіксує нижню песимістичну межу значення, m — найімовірніше модальне значення, а u — верхню оптимістичну оцінку [11].

Функція належності трикутного нечіткого числа $\mu_{\tilde{A}}(x)$ записується у вигляді:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \dfrac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \dfrac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (6)$$

Формування групових експертних суджень генерує матрицю попарних порівнянь $\tilde{D} = [\tilde{a}_{ij}]$, елементами якої є зазначені трикутні нечіткі числа. Для знаходження ваг критеріїв за методом розширень застосовується оператор обчислення нечітких синтетичних значень $\tilde{S}_i$:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{m} \tilde{a}_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} \tilde{a}_{kj}\right]^{-1}. \quad (7)$$

Після обчислення нечітких значень здійснюється процедура їх порівняння та дефазифікації, що дає змогу вивести вектор нормалізованих вагових коефіцієнтів w_i, вільних від суб'єктивних перекосів і когнітивних помилок експертів.

Для моделювання ризикових профілів доцільно залучати симуляцію Монте-Карло (Monte Carlo Simulation, MCS) [12]. Замість оцінки дискретного сценарію експерти задають закони ймовірнісного розподілу для ключових вхідних стохастичних змінних: погодних умов, обсягів урожаю з гектара, світових цін на зерно, вартості дизельного пального та електроенергії. Шляхом генерації великого масиву ітерацій ($N \geq 10\,000$) отримують емпіричний розподіл результуючого показника чистої приведеної вартості. Це дозволяє розрахувати показники ризику проєкту: ймовірність неотримання очікуваного прибутку $P(NPV < 0)$ та математичне сподівання прибутковості $E(NPV)$.

Доповнює цю аналітичну архітектуру концепція аналізу реальних опціонів (Real Options Analysis, ROA), що виходить із визнання гнучкості менеджменту в процесі виконання проєктів [12]. Якщо базовий дисконтний підхід розглядає проєкт за принципом «прийняти або відхилити зараз», то теорія опціонів розглядає інноваційний процес як багатоетапний сценарій. Для аграрних підприємств характерними є такі види управлінських опціонів:

− опціон на відтермінування інвестування (Option to Defer) — надання паузи в розгортанні проєкту до стабілізації логістичних маршрутів чи прояснення воєнної обстановки;

− опціон на поетапне розширення (Option to Expand) — пілотне застосування систем диференційованого посіву на 500 га з подальшим масштабуванням на весь земельний банк підприємства в разі досягнення планової ефективності;

− опція на перемикання або консервацію (Option to Switch/Abandon) — зміна джерела енергоживлення (наприклад, переведення зерносушарок з газу на твердопаливні пелети або біомасу) або вихід з бізнесу із поверненням частини ліквідаційної вартості устаткування.

Інтегральна приведена вартість інноваційного проєкту з урахуванням гнучкості виражається показником розширеної вартості ($ENPV$) [12]:

$$ENPV = NPV + ROV \quad (8)$$

де ROV (Real Option Value) — вартість наявних реальних опціонів проєкту, розрахована за біноміальною моделлю або формулою Блека-Шоулза.

Порівняльний аналіз аналітичних можливостей традиційної дисконтної моделі та запропонованої інтегрованої системи оцінювання систематизовано в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика детермінованого та інтегрованого інструментарію оцінки аграрних інноваційно-інвестиційних проєктів

Аналітичний вимір	**Традиційна модель (DCF)**	**Інтегрована система (MCDA + Fuzzy AHP + MCS + ROA)**
Характер вхідних змінних	Детерміновані кількісні фінансові метрики	Синтез числових показників, лінгвістичних термів і нечітких оцінок
Оцінка факторів ризику	Статична надбавка до ставки дисконтування (*RADR*)	Побудова стохастичних розподілів ймовірностей (Monte Carlo)
Управлінська реактивність	Відсутня (проєкт сприймається як статична незмінна траєкторія)	Активна (кількісний облік опціонів розширення, паузи чи виходу)
Урахування цілей ESG	Практично відсутнє (довгострокові екологічні ефекти знецінюються)	Повноцінний критеріальний вимір (збереження ґрунтів, CO_2-баланс)
Стійкість до воєнних шоків	Низька (детерміновані розрахунки швидко втрачають адекватність)	Висока (поєднання фільтрації загрози, сценарних тестів та опцій)

Джерело: розроблено автором [4, 12]

Для впровадження розглянутих інструментів у практичну діяльність аграрних підприємств розроблено алгоритм відбору інноваційно-інвестиційних проєктів, що базується на чотирирівневій системі аналітичних шлюзів (Gate System).

Перший етап охоплює експрес-фільтрацію та первинний скринінг проєктів (Gate 1). На цьому етапі ініціативи перевіряються на відповідність обов'язковим граничним параметрам (Fatal Flaw Analysis). Проєкт негайно відхиляється, якщо він порушує вимоги правової чистоти володіння земельними ділянками, не має технічної бази для підключення або створює неприйнятні загрози фізичній безпеці (наприклад, через розташування активів у межах 30–40 км від активної зони бойових дій, наявність нерозмінованих полів). Одночасно встановлюється обмежувальний бар'єр за показником простого терміну окупності (PP ≤ 5 років) для мінімізації заморожування обігових коштів [13].

Другий етап зосереджується на багатокритеріальній оцінці на основі нечіткого аналізу ієрархій (Gate 2). Альтернативи, що успішно подолали первинний фільтр, структуруються експертною радою за чотирма фундаментальними точками зору (Fundamental Points of View, FPV):

1. Фінансово-економічний вимір (вага $w_1 = 0{,}35$): показники чистого грошового потоку, модифікована внутрішня прибутковість, питомі витрати на гектар.
2. Технологічно-цифровий вимір (вага $w_2 = 0{,}25$): очікуване зростання врожайності, економія матеріально-технічних ресурсів, рівень автоматизації технологічних процесів.
3. Екологічно-циркулярний вимір (вага $w_3 = 0{,}20$): зниження вуглецевого навантаження, збереження органічного шару ґрунту, глибина утилізації технологічних відходів виробництва.
4. Вимір безпеки та стійкості (вага $w_4 = 0{,}20$): енергетична автономність активів, мобільність обладнання, диверсифікація ринків збуту та стійкість до дефіциту персоналу. Для кожного проєкту за допомогою формул нечіткої згортки формується інтегральний синтетичний бал (IS).

Третій етап полягає в проведенні стохастичного імітаційного моделювання та аналізі реальних опціонів (Gate 3). На основі симуляції Монте-Карло для проєктів генеруються криві ймовірностей настання негативного фінансового результату. Проєкт вважається стійким за умови, якщо ймовірність неотримання капіталовкладень не перевищує 15–20% ($P(NPV \geqq 0) \geqq 80\%$). За наявності фазованої реалізації проводиться монетизація опціонів розширення чи відтермінування, що дає уточнену розширену вартість ($ENPV$).

Четвертий етап — формування оптимального портфеля інноваційно-інвестиційних проєктів в умовах бюджетних обмежень (Gate 4). За наявності пулу взаємонезалежних проєктів і лімітованого капітального бюджету (B_{max}) завдання відбору формулюється у вигляді оптимізаційної задачі лінійного булевого програмування:

$$\max \sum_{j=1}^{m} I\,S_j \cdot x_j \quad \text{при обмеженні} \quad \sum_{j=1}^{m} I\,C_{0,j} \cdot x_j \leq B_{max}, \quad x_j \in \{0,1\}$$

Де IS_j — інтегральний інноваційний бал j-го проєкту; $IC_{0,j}$ — капітальні витрати на реалізацію j-го проєкту; x_j — двійкова змінна, що позначає включення ($x_j = 1$) або відхилення ($x_j = 0$) проєкту з інвестиційної програми підприємства.

Для апробації запропонованого інструментарію здійснено модельне оцінювання чотирьох інноваційно-інвестиційних ініціатив для аграрного підприємства з земельним банком 6 000 га за фіксованого ліміту власного й доступного кредитного бюджету в розмірі 45 млн грн (таблиця 2).

Таблиця 2

Зведені результати багатокритеріального відбору та оптимізації портфеля інноваційно-інвестиційних проєктів агропідприємства

Проєктна альтернатива	Початкові витрати (IC_0), млн грн	Базовий *NPV* (*r=16%*), млн грн	Розширена вартість (*ENPV*), млн грн	Інтегральний бал за *F-AHP* (шкала 0–100)	Ймовірність успіху *P(NPV>0), %*	Підсумковий статус у портфелі
Проєкт 1: Комплексна цифровізація землеробства (диференційований посів, автопілотування, агродрони)	15,0	12,4	14,8	89,2	96,2	Включено (Ранг 1)
Проєкт 2: Будівництво когенераційного біогазового комплексу на 600 кВт із виробництвом дигестату	28,0	9,8	15,2	84,6	88,4	Включено (Ранг 2)
Проєкт 3: Автоматизована ферма із роботизованим доїнням на 400 корів	36,0	7,1	10,5	76,0	79,5	Відхилено (дефіцит ліміту капіталу)
Проєкт 4: Будівництво мобільної установки глибокої переробки сої на шрот та соєву олію	19,0	5,6	7,0	71,4	74,0	Відхилено (нижча компонована вага)

Джерело: розроблено автором за [12, 14, 15]

Аналіз свідчить, що за інтегральним критерієм найвищу пріоритетність демонструє Проєкт 1. Він забезпечує максимальний інноваційний бал (89,2) і найвищу стійкість до ризиків ($P(NPV > 0) = 96{,}2\%$) завдяки швидкій віддачі від зниження операційних витрат на посівний матеріал, дизельне паливо та мінеральні добрива.

У межах доступного бюджету фінансування в 45 млн грн оптимальну комбінацію формують Проєкт 1 та Проєкт 2 (15,0+28,0=43,0 млн грн, що повністю відповідає ліміту фінансування). Біогазовий комплекс генерує вагомий синергетичний ефект, оскільки окрім продажу електроенергії чи заміщення споживання газу, він гарантує повну енергетичну автономність виробничих потужностей у періоди пошкодження централізованих електромереж, а отриманий органічний дигестат скорочує витрати на придбання імпортних азотно-фосфорних добрив.

Натомість Проєкт 3 (роботизація тваринництва), попри значний технологічний потенціал, вимагає одноосібної концентрації 80% інвестиційного капіталу підприємства ($IC_0 = 36$ млн грн), демонструючи підвищену чутливість до ризику знеструмлення та затяжний період дисконтованої окупності. Проєкт 4 характеризується нижчими показниками інтегрального балу в умовах поточної високої вартості логістики рослинних олій, що зумовило його відхилення.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Розробка та реалізація ефективного інструментарію оцінки й селекції інноваційно-інвестиційних проєктів є передумовою виживання та повоєнного відновлення підприємств аграрної галузі. Дослідження засвідчило, що використання традиційного фінансового апарату, обмеженого виключно розрахунком статичних дисконтних критеріїв (*NPV*, *IRR*, *DPP*), є недостатнім в умовах багатовимірної нестабільності, природно-кліматичних шоків, специфічних ризиків воєнного часу та необхідності забезпечення довгострокової екологічної стійкості.

Доведено високу практичну результативність конвергентного підходу, що передбачає:

– адаптацію динамічних показників дисконтування на базі ставки RADR з кумулятивним урахуванням кліматичних, інноваційних та воєнних премій за ризик;

– використання методу Fuzzy AHP із залученням трикутних нечітких чисел, що уможливлює формалізацію якісних думок експертів за технологічними, екологічними та безпековими критеріями;

– застосування симуляційного моделювання Монте-Карло, яке дозволяє перейти від точкових прогнозів урожайності та цін до достовірних імовірнісних профілів успішності проєкту;

– інтеграцію аналізу реальних опціонів (ROA) для кількісного вимірювання управлінської гнучкості під час фазового масштабування або консервації проєктних рішень.

Запропонований чотирирівневий алгоритм фільтрації та селекції, поєднаний із розв'язанням задачі лінійного булевого програмування, дає можливість менеджменту аграрних підприємств ухвалювати системні управлінські рішення в умовах жорстких бюджетних лімітів. Це забезпечує мінімізацію ризиків фінансових втрат, посилює ресурсоекологічну стійкість господарств і прискорює технологічну модернізацію вітчизняного агровиробництва відповідно до стандартів світового ринку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Kisil M. Macroeconomic investment process in agriculture of Ukraine. *Ekonomika APK*. 2021. No/ 28(9), pp. 19-30. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202109019

2. Лупенко Ю., Малік М., Шпикуляк О. та ін. Підприємницька діяльність в аграрній сфері економіки: монографія / за ред. М. Й. Маліка. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2023. 208 с. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.10026711/

3. Onegina V., Vitkovskyi Y. Інвестиції та земельна реформа в сільському господарстві України. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2020. No. 6(4), pp. 187–210. DOI: https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10

4. Калашникова Г. О. Інвестиційне забезпечення розвитку аграрного сектору України : дис. … д-ра філософії: 051 «Економіка» (05 «Соціальні та поведінкові науки»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023. 293 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_kalashnikova.pdf

5. Жихарцева О.О. Організаційно-економічний механізм управління ефективністю діяльності інтегрований корпоративних систем : дис. … канд. екон. наук: 08.00.03. Львів, 2018. 259 с.

URL: https://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdily/Aspirantura/Rady/Spec_vchena_rada/Dysertacii/2018_07/Zhykhartseva_Disert.pdf

6. Негода Ю. В., Конюхов Д. А. Фінансове забезпечення інвестиційної діяльності аграрних підприємств: теоретичний аспект. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 79. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-42

7. Сас О. О., Сас І. С. Оцінювання економічної ефективності інвестиційних проєктів в аграрному секторі. *Вчені записки : зб. наук. пр. КНЕУ*. 2026. Вип. 43. С. 306–317. DOI: https://doi.org/10.33111/vz_kneu.43.26.02.24.166.172

8. Mamchur V., & Studinska G. Effectiveness assessment of technical innovations in the implementation of the modern model of the agricultural sector of Ukraine. *Ekonomika APK*. 2024. No. 31(2), pp. 32-40. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202402032

9. Ensslin L., Dutra A., Ensslin S. R. MCDA: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. *Int. Trans. Oper.* 2000. Res.7, pp. 79–100. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2000.tb00186.x

10. Bołtryk P., Ogrodnik K. Purpose change of a selected area – multi-criteria analysis with formal and legal procedure. *Economics and Environment.* 2024. No. 3(90). Pp. 1-14. DOI: https://doi.org/10.34659/eis.2024.90.3.1037

11. Tuncel G., Gunturk B. A Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach for Agricultural Land Selection. *Sustainability*. 2024. No. 16. 10509. DOI: https://doi.org/10.3390/su162310509

12. Wolfart S. B., Elejalde D.A.G., Bortoluzzi S. C., de Lima J. D. A model for selection and evaluation of investment alternatives in dairy cattle. *Front. Sustain. Food Syst*. 2025. No. 9, 1486272. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1486272

13. Поліщук Н. В., Каськова І. Г. Кредитування як важливе джерело інноваційно-інвестиційної діяльності аграрних підприємств. *БІЗНЕСІНФОРМ* 2024. № 11. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-11-246-253

14. Dankevych V., Dankevych A., Bolshakova Y. Управління інноваційно-інвестиційною складовою сільськогосподарського землекористування підприємств в умовах циркулярної економіки. *Journal of Innovations and Sustainability*. 2024. Vol. 8(1), 08. DOI: https://doi.org/10.51599/is.2024.08.01.08

15. FAO. The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems. Rome : FAO, 2023. 210 p. URL: https://www.donorplatform.org/wp-content/uploads/2023/11/The-State-of-Food-and-Agriculture-2023.pdf

REFERENCES:

1. Kisil, M. (2021). Macroeconomic investment process in agriculture of Ukraine. *Ekonomika APK*, no. 28(9), pp. 19-30. https://doi.org/10.32317/2221-1055.202109019.

2. Lupenko, Yu., Malik, M., & Shpykuliak, O. et al. (2023). *Pidpryiemnytska diialnist v ahrarnii sferi ekonomiky* [Entrepreneurial activity in the agricultural sector of the economy] (M. Y. Malik, Ed.). NNTs «IAE». https://doi.org/10.5281/zenodo.10026711/.

3. Onegina, V., & Vitkovskyi, Y. (2020). Investytsii ta zemelna reforma v silskomu hospodarstvi v Ukraini [Investments and land reform in agriculture in Ukraine]. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, no. 6(4), pp. 187–210. https://doi.org/10.51599/are.2020.06.04.10.

4. Kalashnykova, H. O. (2023). *Investytsiine zabezpechennia rozvytku ahrarnoho sektoru Ukrainy* [Investment support for the development of the agricultural sector of Ukraine] (Doctoral dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine). Available at: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_kalashnikova.pdf

5. Zhykhartseva, O. O. (2018). *Orhanizatsiino-ekonomichnyi mekhanizm upravlinnia efektyvnistiu diialnosti intehrovanykh korporatyvnykh system* [Organizational and economic mechanism for managing the operational efficiency of integrated corporate systems] (Doctoral dissertation, Lviv, Ukraine). Available at: https://www.lute.lviv.ua/fileadmin/www.lac.lviv.ua/data/pidrozdily/Aspirantura/Rady/Spec_vchena_rada/Dysertacii/2018_07/Zhykhartseva_Disert.pdf

6. Nehoda, Yu. V., & Koniukhov, D. A. (2025). Finansove zabezpechennia investytsiinoi diialnosti ahrarnykh pidpryiemstv: teoretychnyi aspekt [Financial support of investment activity of agricultural enterprises: theoretical aspect]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 79. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-79-42

7. Sas, O. O., & Sas, I. S. (2026). Otsiniuvannia ekonomichnoi efektyvnosti investytsiinykh proiektiv v ahrarnomu sektori [Assessment of economic efficiency of investment projects in the agricultural sector]. *Vcheni zapysky: zb. nauk. pr. KNEU*, no. 43, pp. 306–317. https://doi.org/10.33111/vz_kneu.43.26.02.24.166.172

8. Mamchur, V., & Studinska, G. (2024). Effectiveness assessment of technical innovations in the implementation of the modern model of the agricultural sector of Ukraine. *Ekonomika APK*, no. 31(2), pp. 32-40. https://doi.org/10.32317/2221-1055.202402032

9. Ensslin, L., Dutra, A., & Ensslin, S. R. (2000). MCDA: a constructivist approach to the management of human resources at a governmental agency. *International Transactions in Operational Research*, vol. 7, pp. 79–100. https://doi.org/10.1111/j.1475-3995.2000.tb00186.x

10. Bołtryk, P., & Ogrodnik, K. (2024). Purpose change of a selected area – multi-criteria analysis with formal and legal procedure. *Economics and Environment*, no. 3(90), pp. 1-14. https://doi.org/10.34659/eis.2024.90.3.1037

11. Tuncel, G., & Gunturk, B. (2024). A Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach for Agricultural Land Selection. *Sustainability*, no. 16, art. no. 10509. https://doi.org/10.3390/su162310509

12. Wolfart, S. B., Elejalde, D. A. G., Bortoluzzi, S. C., & de Lima, J. D. (2025). A model for selection and evaluation of investment alternatives in dairy cattle. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, no. 9, art. no. 1486272. https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1486272

13. Polishchuk, N. V., & Kaskova, I. H. (2024). Kredytuvannia yak vazhlyve dzherelo innovatsiino-investytsiinoi diialnosti ahrarnykh pidpryiemstv [Lending as an important source of innovation and investment activity of agricultural enterprises]. *Biznes Inform*, no. 11, pp. 246-253. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-11-246-253

14. Dankevych, V., Dankevych, A., & Bolshakova, Y. (2024). Upravlinnia innovatsiino-investytsiinoiu skladovoiu silskohospodarskoho zemlekorystuvannia pidpryiemstv v umovakh tsyrkuliarnoi ekonomiky [Managing the innovation and investment component of agricultural land use of enterprises in a circular economy]. *Journal of Innovations and Sustainability*, vol. 8, no. 1, art. no. 08. https://doi.org/10.51599/is.2024.08.01.08

15. FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*. FAO. Available at: https://www.donorplatform.org/wp-content/uploads/2023/11/The-State-of-Food-and-Agriculture-2023.pdf

TOOLKIT FOR THE EVALUATION AND SELECTION OF INNOVATION AND INVESTMENT PROJECTS FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES

TUMANIAN Vadym, SENCHUK Ihor, POTYSHNIAK Olena
Livestock Farming Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

The article theoretically substantiates, develops, and empirically validates a comprehensive methodological toolkit designed for evaluating and selecting innovative investment projects of agricultural enterprises under conditions of macroeconomic instability, severe wartime disruption, and the strategic imperatives of the European Green Deal. The research demonstrates that traditional deterministic decision-making approaches fail to accommodate the complex operational realities of modern agribusiness. In particular, conventional models ignore the stochastic nature of agricultural production, seasonal cash flow asymmetries, high capital intensity, and critical non-financial parameters such as climate resilience and soil preservation. Consequently, the study demonstrates the necessity of transitioning from rigid financial metrics to a multi-dimensional, adaptive evaluation model that integrates qualitative expert judgments and risk profiles.

To address these limitations, a convergent analytical framework is conceptualized. The proposed methodology synthesizes risk-adjusted discount rates that incorporate sector-specific, technological, and military risk premiums, thereby replacing standard weighted-average cost-of-capital calculations. Qualitative and strategic criteria – spanning financial sustainability, technological innovation, eco-circular impact, and operational security – are operationalized through the Fuzzy Analytic Hierarchy Process, using triangular fuzzy numbers to mitigate cognitive bias. Furthermore, the framework integrates Monte Carlo Simulation to generate empirical probability distributions for project viability, alongside Real Options Analysis to capture managerial flexibility regarding project deferral, expansion, or abandonment under dynamic market conditions.

The analytical architecture is structured into a four-stage project selection algorithm known as the Gate System. This workflow incorporates initial fatal flaw screening, multi-criteria evaluation across four fundamental viewpoints, probabilistic risk simulation, and binary zero-one linear programming for capital budget optimization under strict financial constraints. The practical implementation and empirical verification of the toolkit were conducted on a representative agricultural enterprise operating a six-thousand-hectare land bank, evaluating four distinct project alternatives ranging from precision farming technologies to bioenergy and processing facilities. The findings confirm that combining stochastic simulation with fuzzy decision-making significantly enhances the precision of capital allocation, minimizes financial risk, and accelerates technological modernization in alignment with international standards.

Keywords: innovative investment project, agricultural enterprise, Fuzzy AHP, Monte Carlo simulation, real options, risk-adjusted discount rate, portfolio optimization, decision-making toolkit.