

## ШЛЯХИ МІНІМІЗУВАННЯ РИЗИКІВ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ МЕТОДОМ КОРИГУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

*Досліджено особливості застосування методів дисконтування, методу еквівалента упевненості та методів операційних досліджень для оцінювання ефективності інвестиційних проектів із визначенням переваг й недоліків їх застосування. Проаналізовано та виокремлено порівняльну характеристику наукових підходів щодо формування алгоритму розрахунку критерію мінімаксу ефективності інвестиційних проектів. При визначенні концептуальних засад застосування стратегій максиміну і мінімаксу, сформовано матрицю можливих показників ефективності інвестиційних проектів, яка бере до уваги поєднання чинників ризику у вимірі формули максиміну.*

**Ключові слова:** дисконтування, еквівалент упевненості, максимін, мінімакс, інвестиційні проекти, ризики, ефективність.

*The author pointed out the features of the application of discount methods, method of equivalent assurance and operational research methods for evaluating the effectiveness of investment projects with distinguishing of the advantages and disadvantages of their use. The comparative characteristics of the scientific approaches to forming the algorithm for calculation criterion of efficiency minimax of the investment projects were analysed and singled out. In determining the conceptual foundations of the strategies of minimax and maximin use, matrix of possible indicators of effectiveness of the investment projects are formed, which takes into account a combination of risk factors in terms of the maximin formula.*

**Key words:** discounting, equivalent assurance, maximin, minimax, investment projects, risks, effectiveness.

*Исследованы особенности применения методов дисконтирования, метода эквивалента уверенности и методов операционных исследований для оценки*

*эффективности инвестиционных проектов с выделением преимуществ и недостатков их применения. Проанализированы и выделены сравнительная характеристика научных подходов по формированию алгоритма расчета критерия минимакса эффективности инвестиционных проектов. При определении концептуальных основ применения стратегий максимина и минимакса, сформировано матрицу возможных показателей эффективности инвестиционных проектов, которая принимает во внимание сочетание факторов риска в измерении формулы максимина.*

**Ключевые слова:** *дисконтирования, эквивалент уверенности, максимин, минимакс, инвестиционные проекты, риски, эффективность.*

**Вступ.** У науковій літературі базовий теоретично-методологічний інструментарій оцінювання ризиків інвестиційних проектів ґрунтується на аналізуванні чутливості та ймовірно-статистичних методах, що мають значне практичне застосування, а також відповідні переваги й недоліки. Проте, у практиці інвестиційного аналізу та ризикології належне місце застосування мають й інші методи, зокрема: коригування ефективності проекту, метод еквівалента упевненості, а також методи операційних досліджень, що узагальнено характеризуються достатньо високою точністю розрахунків, інтуїтивною простотою у застосуванні та наочністю, відсутністю додаткових теоретичних спрощень та припущень. Проте, імплементація наведених методів у практичне застосування інвестиційного аналізу потребує належного теоретично-методологічного обґрунтування та формування відповідного інструментарію.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженням питання оцінювання інвестиційних ризиків займається ціла низка провідних вітчизняних та зарубіжних науковців. Серед вітчизняних авторів слід виділити наукові праці: М. Вітюк, І. Бурденюк, А. В. Бондарчук, В. Г. Андрійчук, О. М. Сухіна, А. О. Єпіфанов, Т. А. Васильєва, С. М. Козьменко, В. С. Малишко, О. Л. Гура, М.В. Чорна, С.В. Глухова, Л. О. Примостко, С. Я. Салига, О. В. Яришко, Є. Ю. Ткаченко та ін. Слід відмітити, що методи оцінювання ризиків та їх практичне застосування висвітлено у вітчизняній науковій літературі досить фрагментарно та характеризуються недостатньою систематизованістю підходів. Аналізування наукових напрацювань щодо ідентифікації та оцінювання ризиків свідчить про невирішеність багатьох питань на практиці, що спонукає до продовження досліджень та наукового обґрунтування із визначенням переваг та недоліків інструментарію кількісного аналізу ризиків інвестиційних проектів.

**Методика досліджень.** Для даного дослідження були використанні загальнонаукові методи пізнання, зокрема теоретичного узагальнення, групування, аналізу та синтезу. В результаті застосування зазначених методів було отримано авторські підходи до визначення особливостей, переваг, недоліків

наведених методів, а також розробленні матриці можливих показників ефективності інвестиційних проектів, яка бере до уваги поєднання чинників ризику у вимірі формули максимуму.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження та наукове обґрунтування імплементації методів дисконтування (метод RADR), методу еквівалента упевненості (CE) та методів операційних досліджень для оцінювання ефективності інвестиційних проектів із виокремленням переваг й недоліків їх застосування.

**Результати досліджень.** Дослідження ризиків у вимірі коригування ефективності інвестиційних проектів полягає у впровадженні до розрахунку ефективності інвестицій певних змін, які повинні відображати потенційні фінансово-економічні та інвестиційні ризики. Верифікація, як правило, стосується тих параметрів рахунку ефективності, які обтяжені ризиком, а її метою є визначення величини змінних, які були б більш реальними у дійсних умовах реалізації інвестиційного проекту. Дані зміни впроваджуються за допомогою: ставки дисконтування, що бере до уваги ризик та еквівалента упевненості. Дані методи знаходять обґрунтування у теорії граничної корисності та схильності інвестора до ризику. Вони фактично використовуються для визначення певного, відповідно більш високого значення вартості ставки дисконтування, або нижчої вартості чистих грошових потоків, які мають таку ж користь для інвестора, як і їхня базова ризикована вартість. Слід відмітити, що метод ставки дисконтування, що включає ризик та еквівалент упевненості використовують властивості методу NPV. Чиста поточна вартість зменшується разом зі зростанням величини ставки дисконтування і зменшенням величини чистих грошових потоків.

Сутність методу коригування полягає у використанні ризикових поправок до екзогенних змінних. Найбільш поширеним на практиці є метод коригування ставки дисконтування (RAD). Основна ідея методу полягає у коригуванні деякої базової норми дисконту на величину необхідної премії за ризик, яка відображає ризики, що виникають при реалізації проекту. В якості базового значення норми дисконту можуть використовуватись безризикова, мінімально прийнятна ставка або вартість капіталу фірми. Якщо базова норма дисконту приймається рівною середньозваженій вартості капіталу, то для отримання скоригованої норми дисконту базове значення збільшують на величину премії у випадку, коли ризик проектів є вищим від середнього ризику діяльності підприємства, та зменшують у випадку, коли ризик запланованих вкладень є нижчим від середнього. Після цього здійснюють розрахунок критеріїв ефективності проекту з використанням скоригованої норми дисконту. В загальному випадку чим вищим є ризик проекту, тим більшою повинна бути величина премії, яка визначається експертним шляхом або за формальними методиками [1, с. 29].

Ставка дисконтування, що бере до уваги ризик (risk-adjusted discount rate, RADR) формується нормою прибутку, яка повинна компенсувати ризик,

пов'язаний з інвестиційним проектом. Корекція ставки дисконтування полягає у введенні певної норми безпеки, величина котрої залежить від інфляції і встановленої винагороди за ризик. Таким чином, ставка дисконтування, яка враховує ризик, охоплює вільну від ризику ставку, ставку інфляції, а також оцінену винагороду за ризик, що слід представити наступним чином:

$$r_r = (1 + r_f) * (1 + r_i) * (1 + r_{pr}) - 1 \quad (1)$$

де:  $r_r$  – ставка дисконтування, що бере до уваги ризик,  $r_f$  – ставка дисконтування, вільна від ризику,  $r_i$  – ставка інфляції,  $r_{pr}$  – винагорода за ризик.

У методах дисконтування для оцінювання ефективності інвестиційних проектів ставка дисконтування має дуже велике значення, саме тому, досить вагомим є правильне визначення винагороди за ризик.

Зокрема, А. В. Бондарчук зазначає, що під час визначення ставки дисконту необхідно: за обережного прогнозу щодо зміни основних показників прибуткової власності слід пропорційно зменшити премію за ризик, а якщо оцінювач спирається на оптимістичний прогноз показників бізнесу, варто врахувати це збільшенням рівня ризику в ставці дисконту [2].

Академік В. Г. Андрійчук під час визначення ЧПВ пропонує обчислювати дисконтну ставку, враховуючи альтернативну доходність інвестованого капіталу, якою є депозитний прибуток, тобто розрахунок доцільно здійснювати за дисконтною ставкою, нижньою межею якої є відсоткова ставка за депозит під час зберігання коштів терміном більше року [3].

Необхідно відмітити також розроблений методологічний підхід до визначення ставки дисконту Сухіної О. М., що ґрунтується на підставі аналізу наявних підходів до визначення ставки дисконтування (метод кумулятивної побудови (сумування), порівняння альтернативних інвестицій, виокремлення та ін.). Найприйнятнішим є розрахунок ставки дисконту за допомогою методу сумування безризикової ставки (чи відсоткової ставки з мінімальним ризиком) і ставки компенсації (кумулятивної надбавки) за ризик [4]. У ролі безризикової ставки дисконту (за норму прибутковості інвестиційного проекту) О. М. Сухіна пропонує брати ставку по державних цінних паперах (ОВДП або казначейських зобов'язаннях, наприклад, середньозважений рівень доходності облігацій), оскільки вони забезпечені фінансовими ресурсами країни (уряд є їх гарантом).

Для визначення розміру винагороди за підприємницький ризик дослідниця пропонує вибрати величину ймовірності виникнення ризику від 0 до 1,0, і перемножити її на розмір ставки по державних цінних паперах. Спираючись на теорію ризиків, О. М. Сухіна для «нормального» інвестиційного проекту пропонує брати розмір винагороди за підприємницький ризик на рівні 0,3–0,4 від розміру ставки по цінних паперах, при низькому ступені ризику – 0,2–0,3, при високому – 0,5 і більше. Одним з методологічних підходів О.М. Сухіної до коригування визначення розміру винагороди за підприємницький ризик є такий: вибрати величину ймовірності з емпіричної таблиці, яка показує ймовірність виникнення

ризиків від 0 до 1,0, і помножити її на розмір ставки по державних цінних паперах. Тоді ставка дисконту визначатиметься у такий спосіб:

$$E = E_{\text{дцп}} + r * E_{\text{дцп}} \quad (2)$$

де  $E$  – ставка дисконту (%);  $E_{\text{дцп}}$  – ставка по державних цінних паперах (%);  $r$  – коефіцієнт, який враховує ступінь підприємницького ризику (премію за ризик) [4].

Узагальнено у науковій літературі представлено чотири способи (методи) визначення цієї вартості: експертний метод; метод класифікації ризику; метод коефіцієнта змінності; метод, заснований на моделі оцінки фінансових активів [5-8].

Незалежно від способу встановлення винагороди за ризик, зростання ставки дисконтування призводить до загострення критеріїв оцінки ефективності, що опираються на методи дисконтування, зокрема, чисту поточну вартість. Втім, дане твердження є актуальним для класичних інвестиційних проектів. У випадку, якщо вигодою від проекту є не грошові надходження, а редукція витрат, врахування ризику відбувається через корекцію майбутніх видатків, а не грошових надходжень. Це коректування, як правило є зворотним, ніж у випадку з надходженнями. При застосуванні методу RADR варто зменшувати, а не збільшувати ставку дисконтування. Можливим є також застосування її від'ємної вартості. Однак, слід відмітити, що чиста поточна вартість є надчутливою до змін від'ємної ставки дисконтування. Показник NPV зазнає різких змін, коли навіть невелика від'ємна ставка дисконтування далі зменшується, наприклад, з метою пристосування до прогнозованого більшого ризику. Незначні помилки в оцінюванні ставки дисконтування, що бере до уваги ризик, можуть привести до надто неточних значень NPV.

На думку професора Салиги С.Я. та інших показник чистої теперішньої вартості використовується в багатьох інших методах оцінки інвестиційної діяльності. Водночас метод не дає змоги оцінити ефективність проекту з позиції «результати — витрати», внаслідок чого можна вибрати не найрентабельніший проект, а такий, що хоч і генерує значну в абсолютному виразі суму доходів, але потребує і значних початкових інвестицій. Метод чистої теперішньої вартості є найприйнятнішим тоді, коли величину інвестиційних ресурсів практично не обмежено, а економічна ситуація уможлиблює достатньо точне прогнозування ставки дохідності на тривалий період [9, с. 13].

У застосуванні методу RADR в абсолютному оцінюванні, якщо інвестиція проявляє ефективність при ставці дисконтування, яка бере до уваги ризик, це означає, що очікування інвестора, пов'язані з отриманням більшої вигоди, були здійснені. Іншими словами, критерій рішення є таким самим, як і при методі NPV, тобто при  $NPV > 0$  для ставки дисконтування, що бере до уваги ризик  $r$ , проект є рентабельним. У відносному оцінюванні застосування тієї ж ставки дисконтування, яка бере до уваги ризик, передбачає, що ризик, який супроводжує

порівнювані проекти, є еквівалентним, проте, на практиці це не так. Один проект може бути обтяжений суттєво різними рівнями ризику, порівняно з іншими альтернативними проектами. У відносній оцінці, яка бере до уваги ризик, через корекцію ставки дисконтування, необхідно було б встановити річні ставки дисконтування для наступних проектів, залежно від рівня ризику.

При цьому, додатне значення NPV вказує на доцільність інвестування коштів, оскільки проект є прибутковим. За від'ємного значення NPV проект слід відхилити. Якщо  $NPV = 0$ , то проект є ні прибутковим, ні збитковим, а відтак рішення треба приймати на основі інших критеріїв [9, с. 12].

Головною перевагою наведеного вище підходу є простота розрахунків, проте метод коригування має і суттєві недоліки. Перш за все результати, отримані при використанні даного методу, суттєво залежать від величини премії за ризик, визначення якої базується на неформальних, суб'єктивних методах оцінки. Головною проблемою таких оцінок є інформація, яка, як правило, має наближений характер, а її трактування не завжди є однозначним для різних проектів та змінюється з плином часу. Він також передбачає рівномірне зростання рівня ризику в часі, однак це часто не відповідає дійсності, оскільки для багатьох проектів характерною є наявність ризиків у початкові періоди експлуатації та поступове зниження міри певних груп ризиків у кінцеві періоди реалізації. Метод не дає ніякої інформації про міру ризику успішності реалізації проекту, тобто про можливі відхилення результатів, про імовірнісні розподіли майбутніх грошових потоків. В межах даного підходу аналізується залежність значень критеріїв ефективності від зміни лише одного параметра – норми дисконту [1, с. 29].

Отже, метод ставки дисконтування, яка бере до уваги ризик, є простим у застосуванні, при цьому слід враховувати основні його недоліки: труднощі в об'єктивному встановленні винагороди за ризик та у застосуванні даного методу для потреб відносної оцінки. Від так сучасні методи визначення розміру дисконтної ставки є не достатньо досконалими для вирішення проблеми довгострокового дисконтування інвестиційних проектів, хоча вони модифікуються, вдосконалюються й комбінуються.

Ще одним поширеним методом коригування входних параметрів є метод еквівалента певності. На відміну від попереднього методу в даному випадку здійснюють коригування не норми дисконту, а очікуваних грошових потоків проекту залежно від пов'язаної з ними міри невизначеності. З допомогою коефіцієнта конвертування, значення якого знаходяться між нулем та одиницею, грошовий потік поділяють на деяку безпечну (безризикову) та ризикову частини. Безпечні грошові потоки дисконтують за безризиковою нормою дисконту та визначають гарантовану величину NPV проекту. Якщо NPV невід'ємна, то проект вважають ефективним [1, с. 29].

Метод еквівалента упевненості (certainty equivalent cash flow method, CE), що полягає у введенні до рахунку ефективності інвестицій, замість прогнозованих чистих грошових потоків, вартість яких обтяжена ризиком, таких потоків вартості, які гарантовано будуть досягнуті, тобто без ризику. Деякі потоки з нижчим значенням несуть інвестору таку ж користь, як і більші грошові потоки, обтяжені ризиком. Відтак, еквівалент упевненості є чистим грошовим потоком у поточному році, на який погодився б інвестор взамін на очікувану вартість NCF, обтяжену ризиком. Для перерахунку вартості прогнозованих чистих грошових потоків на нові «гарантійні» вартості застосовується еквівалент упевненості. Нові, нижчі значення слугують для розрахунку показника NPV без ризику на основі формули:

$$NPV_p = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t * CE_t}{(1 + r_f)^t} \quad (3)$$

де:  $NPV_p$  – чиста поточна вартість,  $NCF_t$  – чисті грошові потоки в році  $t$ ,  $CE_t$  – коефіцієнт еквівалента впевненості у році  $t$ ,  $t = 0, 1, 2, \dots, n$  – наступний рік обчислювального терміну,  $r_f$  – ставка дисконтування, вільна від ризику.

Еквівалент упевненості для непевних грошових потоків у році  $t$  дорівнює добутку цього потоку ( $NCF_t$ ) і коефіцієнта еквівалента впевненості ( $CE_t$ ). В межах методу еквівалента впевненості насамперед обчислюється ризик чистих грошових потоків, потім визначається вартість коефіцієнта еквівалента впевненості CE. Як правило, приймається, що даний коефіцієнт формується на рівні від 0 до 1, причому значення – дорівнює одиниці ( $CE_t = 1$ ), досягається лише деякими (безпечними) інвестиційними витратами у році  $t = 0$ . Значення коефіцієнта CE в межах від 0 до 1 передбачає: як еквівалент упевненості, так і грошовий потік повинні мати один і той самий знак. Проте, у більш загальному контексті ризику дані вартості становлять обмеження, й іноді є помилковими. Небажання ризикувати може спричинити до того, що для додатних очікуваних грошових потоків, обтяжених великим ризиком, є обґрунтованою від'ємна вартість коефіцієнта CE. А у випадку з очікуваними від'ємними грошовими потоками прийняття вартості  $CE < 1$  суперечило б небажанню ризикувати, оскільки тоді еквівалент упевненості показав би більше значення, ніж «ризикований» грошовий потік. Таким чином, коефіцієнт еквівалента упевненості може набувати меншого від нуля і більшого від одиниці значення. Його величину можна визначити за допомогою: експертного методу; статистичного методу; методу ставки дисконтування, що бере до уваги ризик. У процесі прийняття рішення в межах абсолютної і відносної оцінок, після застосування еквівалента упевненості, критерії рішення стосовно методу NPV не підлягають зміні.

Метод еквівалента упевненості є методологічно простим. По відношенню до методу ставки дисконтування, що бере до уваги ризик, метод еквівалента

упевненості більшою мірою передбачає складність і загальну структуру ризику. Він окремо трактує ризик і змінну фінансову вартість у часі, тому краще пристосований до часу і ризику, ніж метод ставки дисконтування, що бере до уваги ризик.

Головною складністю використання даного методу аналізу є визначення факторів еквівалента певності, адекватних ризику проекту на кожному етапі реалізації. Найчастіше для визначення таких коефіцієнтів звертаються до методу експертних оцінок. В цьому випадку фактори еквівалента певності відображають міру впевненості експертів у достовірності величини грошового потоку. Основним недоліком методів коригування є зведення ризику до певного детермінованого значення. Крім цього, пряме коригування ризикових змінних може призвести до неконтрольованого кумулятивного ефекту здійснюваних песимістичних коригувань окремих параметрів і, як наслідок, до неможливості трактування та контролю результатів, що зумовлює прийняття рішення в умовах невизначеності. Однак, не дивлячись на всі перелічені недоліки, метод коригування є досить поширеним інструментом проектного аналізу [1, с. 29].

Проте, нестача практичних рекомендацій для оцінки еквівалента упевненості у конкретних випадках вказує на головний недолік даного методу – суб'єктивне встановлення рівня ризику, а саме створення та інтерпретація коефіцієнта СЕ є більш необхідною.

Досліджені та проаналізовані переваги й недоліки наведених вище методів значно відрізняються від методів операційних досліджень, які є найкращим (оптимальним) поєднанням змінних таким чином, що мета максимізується (наприклад, доходи) або мінімізується (наприклад, ризику, витрати) при певних обмеженнях (наприклад, фінансових ресурсів). Дані методи служать для прийняття оптимального рішення в даних умовах прийняття рішень, або у випадку інвестиційних проектів вони допомагають зробити вибір найоптимальнішого з усіх можливих варіантів. Це особливо важливо в екстремальних ситуаціях, коли від одного інвестиційного рішення може залежати утримання інвестора на плаву, або ж проект є важливим для усього ринку. В екстремальному випадку, в межах оптимальних методів наводяться усі можливі сценарії, що гарантує оптимальне рішення, за умови, що дана модель побудована правильно. Кожна оптимальна модель має єдину мету, що виражається математично за допомогою вирішальних змінних, які досягаються шляхом відбору і поліпшення різних значень вирішальних змінних.

Основним методом операційних досліджень є стратегія ігор, яка найчастіше застосовується у ситуаціях, коли неможливо визначити ймовірність отримання даного результату, що бере свій початок, наприклад, від не повторюваності інвестиції. Хід дій при застосуванні принципів і методів стратегічних ігор вимагає обчислення показників ефективності для усіх можливих конфігурацій факторів, які обтяжені ризиком (усіх сценаріїв) для кожного можливого варіанту



прийняття інвестиційного рішення, причому кожен варіант має два або більше сценаріїв, котрі характеризуються визначеною ефективністю. Дані сценарії не визначаються як оптимістичні чи песимістичні, оскільки оптимістичний сценарій, з точки зору одного з варіантів, може бути песимістичним у вимірі іншого. У межах стратегічних ігор стосовно аналізу інвестиційних проектів найчастіше пропонується застосовувати принципи (стратегії) максимуму і мінімуму.

Малишко В. С. [6] зазначає, що критерій Вальда Максими́на вважається фундаментальним критерієм (критерієм песиміста), оскільки він орієнтується на кращий з гірших результатів. За цим критерієм обирається стратегія, що гарантує максимальне значення найгіршого виграшу (стратегія фаталізму). Для цього, у кожному рядку матриці фіксують альтернативи з мінімальним значенням вартості капіталу і з відзначених мінімальних вибирають максимальне. Альтернативі  $a^*$  з максимальним значенням із усіх мінімальних надається пріоритет.

Правило максимуму (критерій оптимізму) - відповідає оптимістичній наступальній стратегії. При цьому не береться до уваги ніякий можливий результат, крім найкращого. Відповідно до цього правила, вибирається альтернатива з найвищим досяжним значенням вартості капіталу.

Критерій Севіджа Мінімакс орієнтований на мінімізацію втрати з приводу неотриманого прибутку і допускає розумний ризик заради отримання додаткового прибутку. Порівняльна характеристика наукових підходів до алгоритму розрахунку критерію мінімуму ефективності інвестиційних проектів сформовано у табл. 1. Правило мінімуму гарантує вибір варіанту, який у випадку дійсної реалізації нетипового сценарію спровокує мінімальні втрати, порівняно з найкориснішим варіантом, при даному сценарії.

На нашу думку, інвестиційні рішення слід реалізовувати за принципом максимуму наступним чином:

1. Для кожного інвестиційного варіанту, що розглядається ( $W_1, W_2, \dots, W_n$ ) обирається сценарій ( $S_1, S_2, \dots, S_m$ ), який характеризується найменшою ефективністю.

2. Вибір варіанту з найвищим показником ефективності з-поміж найнижчих, що були обрані на першому етапі.

Формулу максимуму можна розглядати також як матрицю результатів ризикованих інвестиційних рішень (табл. 2).

Серед найменш корисних оцінок ефективності інвестиційних варіантів обирається найкорисніша, тобто максимум становить  $\max[\min(S_{11}; S_{m1}); \min \min(S_{1n}; S_{mn})]$ .

**Наукові підходи до послідовності розрахунків критерію мінімаксу ефективності інвестиційних проектів**

<i>Автор</i>	<i>Етапи розрахунку критерію</i>
Малишко В.С., Гура О.Л. [6]	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знаходимо кращий результат кожної граfi (максимум <math>a_{ij}</math>).</li> <li>2. Визначаємо відхилення від кращого результату кожної окремої граfi, тобто <math>\max_i a_{ij} - a_{ij}</math>. Отримані результати утворюють матрицю ризику тому, що її елементи – це недоотриманий прибуток від невдало прийнятих рішень.</li> <li>3. Для кожного рядка матриці ризиків знаходимо максимальне значення.</li> <li>4. Обираємо рішення, за якого максимальний ризик буде менше, ніж за інших рішень.</li> <li>5. Критерій використовується тоді, коли необхідно обрати стратегію захисту об'єкта від занадто великих утрат.</li> </ol>
Дингес Э. В., Тхай Ба Чунг [10, с. 38]	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поставлена задача вирішується методами лінійного програмування за кожним критерієм оптимальності окремо з метою знаходження їх екстремальних значень <math>F_{jext}</math> (<math>J = 1,2,3</math>) (максимального для критеріїв <math>F_1</math> і <math>F_2</math> і мінімального для критерію <math>F_3</math>) і визначення шуканих значень змінних <math>x_i</math> (<math>i = 1,2</math>).</li> <li>2. Для пошуку компромісного рішення <math>x_i^*</math> вводиться додаткова змінна <math>Y_j</math>, що характеризує величину відносного відхилення кожного критерію оптимальності <math>F_j^*</math> (в компромісному рішенні) від його відповідного екстремального значення: <math>Y_i = \frac{ F_j^* - F_{jext} }{F_{jext}}</math></li> <li>3. На підставі пошуку мінімального значення серед максимальних відносних відхилень критеріїв оптимальності від їх оптимальних значень встановлюється компромісне рішення. Для його визначення формується нова економіко-математична модель задачі, яка містить вимогу мінімізації змінної <math>Y</math> (<math>Y = \max\{Y_1, Y_2, Y_3\}</math>). Ця модель записується в спосіб: цільова функція: <math>Y \rightarrow \max</math>, а також вводяться нові обмеження.</li> </ol>
<i>Авторський підхід</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для кожного сценарію визначається, варіант із найоптимальнішими показниками ефективності.</li> <li>2. Розраховується різниця (<math>\Delta</math>) між показником ефективності найоптимальнішого варіанту і показником, розрахованим для окремих сценаріїв.</li> <li>3. Для кожного варіанту обирається такий сценарій, який характеризується найбільшою різницею (<math>\Delta</math>) показників ефективності з-поміж усіх обчислених різниць.</li> <li>4. Для реалізування обирається варіант, котрий має найменшу з раніше аналізованих найбільших різниць.</li> </ol>

**Матриця можливих показників ефективності інвестиційних проектів, яка бере до уваги поєднання чинників ризику у вимірі формули максимуму**

Інвестиційні варіанти	Можливі сценарії інвестиційних варіантів				Мінімальний рівень показника у даному варіанті
	$S_1$	$S_2$	....	$S_m$	
$W_1$	$S_{11}$	$S_{21}$	....	$S_{m1}$	$\min(S_{11}; S_{m1})$
$W_2$	$S_{12}$	$S_{22}$	....	$S_{m2}$	$\min(S_{12}; S_{m2})$
....	....	....	....	....	....
$W_n$	$S_{1n}$	$S_{2n}$	....	$S_{mn}$	$\min(S_{tn}; S_{mn})$

Отже, формула максимуму дозволяє прийняти рішення, яке буде давати максимальні результати, навіть при екстремально не вигідній конфігурації факторів, обтяжених ризиком, тоді як прийняте за правилом мінімаксу рішення гарантує найменшу серед найбільших втрату, котра ймовірно може проявитись при невизначених умовах реалізації інвестиційного проекту.

**Висновки.** Таким чином, управлінське рішення потенційного інвестора ґрунтуватиметься швидше на максимізації результатів, ніж зниженням витрат, тоді з двох репрезентованих оптимальних методів більш обґрунтованим теоретично є формула максимуму. Втім, варто зауважити, що представлені методи слугують швидше для мінімізації ризику, а не для його оцінки, і саме тому застосування оптимальних методів, зокрема й стратегії ігор, є обґрунтованим лише після проведення аналізу чутливості та оцінки ризику, наприклад, за допомогою сценаріїв. Розроблені методологічні підходи до оцінювання ефективності та мінімізування ризиків інвестиційних проектів сприятимуть можливості прийняття науково обґрунтованих рішень. Запропоновані методологічні підходи до коригування визначення розміру премії інвестора за підприємницький ризик дозволять економічно обґрунтувати повний розмір ставки дисконту – норми прибутковості інвестора, яка показує, який процент повернення вкладень він може отримати.

### Список використаних джерел

1. Вітюк М., Бурденюк І. Порівняльний аналіз основних математичних методів оцінки ефективності інвестицій / М. Вітюк, І. Бурденюк // Формування ринкової економіки в Україні. – 2015. – Вип. 34. – С. 28-32.
2. Бондарчук А. В. Сучасні проблеми визначення ставки дисконтування капіталу [Електронний ресурс] / А. В. Бондарчук // Наук. вісник ЛНАУ : Екон. науки. – 2012. – № 39. – С. 30–35. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem\\_biol/nvlnau/Ekon/2012\\_39/](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/nvlnau/Ekon/2012_39/).
3. Андрійчук В. Г. Методологічні та методичні підходи до інтерпретації критерію залучення позичкового капіталу і вибору дисконтної ставки при обґрунтуванні інвестиційних проектів / В. Г. Андрійчук // Формування ринкової

економіки : зб. наук. пр. : спецвип. : Удоскон. екон. роботи на с.-г. підприємствах в умовах перехідної економіки. – К. : КНЕУ, 2003. – С. 49–57.

4. Сухіна О. М. Визначення розміру винагороди у нормі прибутковості за підприємницький ризик при оцінці економічної ефективності інвестиційних проектів у гірничодобувній промисловості / О. М. Сухіна // Економіка природокористування і охорони довкілля : зб. наук. пр. – 2010. – С. 254–260.

5. Управління ризиками банків : монографія у 2 томах. Т. 2: Управління ринковими ризиками та ризиками системних характеристик / [А. О. Єпіфанов, Т. А. Васильєва, С. М. Козьменко та ін.] / за ред. д-ра екон. наук, проф. А. О. Єпіфанова і д-ра екон. наук, проф. Т. А. Васильєвої. – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2012. – 299 с.

6. Малишко В. С. Обґрунтування інвестиційних рішень за допомогою статичних моделей / В. С. Малишко, О. Л. Гура // Вісник соціально-економічних досліджень. - 2013. - Вип. 1. - С. 240-247. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed\\_2013\\_1\\_39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2013_1_39).

7. Чорна М.В., Глухова С.В. Формування ефективної інвестиційної політики підприємства : монографія. – Харків: ФО-П Шейніна О.В., 2010. – 210 с.

8. Прогнозування та хеджування фінансових ризиків : монографія / За ред. проф. Л. О. Примостки. — К. : КНЕУ, 2014. — 424 с.

9. Салига С. Я. Теоретичні аспекти аналізу інвестиційних проектів / С. Я. Салига, О. В. Яришко, Є. Ю. Ткаченко // Інвестиції: практика та досвід. - 2009. - № 5. - С. 12-14. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2009\\_5\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2009_5_4).

10. Дингес Э. В. Предпосылки и методы многокритериальной оценки эффективности деятельности дорожных организаций/ Э. В. Дингес, Тхай Ба Чунг // Дороги и мосты. - 2014. - Вып. 30. - С.31-42. - Режим доступу: <http://www.rosdornii.ru/files/10-01-14/02.pdf>.