DOI: [10.32702/2307-2105-2021.4.2](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.4.2)

УДК 330.322.5

*В. В. Бобиль,
д. е. н, професор, Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
ORCID ID:0000-0002-7306-3905*

*О. М. Гненний,
д. е. н., доцент, Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
ORCID ID:0000-0002-2944-5105*

*Г. Б. Пивоварова,
аспірант, Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
ORCID ID:0000-0001-5125-7680*

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В УМОВАХ РИЗИКУ

*V. Bobyl,
Doctor of Economic Sciences, Professor,
Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan
O. Hnennyi,
Doctor of Economic Sciences, Associate Professor,
Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan
H. Pyvovarova,
Postgraduate student,
Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan*

ON THE QUESTION OF INVESTMENT EFFICIENCY IN RISK CONDITIONS

Ефективність роботи підприємства в сучасних умовах залежить від можливостей компанії гнучко використовувати різні інструменти та механізми у процесі фінансування своєї господарської діяльності.

Розвиток ринку боргових інструментів має важливе макроекономічне значення для створення умов оновлення потенціалу підприємства.

Сьогодні підприємства оцінили переваги залучення коштів на ринку довгострокового капіталу та почали активно використовувати боргові інструменти для фінансового забезпечення своєї діяльності.

Інвестиційна діяльність нерозривно пов'язана з оцінкою стану та прогнозуванням розвитку інвестиційного ринку. Важливе значення при цьому має вміння вигідно розмістити кошти, правильно оцінити інвестиційну привабливість об'єктів інвестування. Адже показником ефективної економіки є не обсяги залучення інвестицій, а раціональність їх використання з метою забезпечення процесу розширеного відтворення.

В роботі розглянуті відмінності критеріїв економічної ефективності в умовах ризику боргових фінансових інструментів з одного боку та пайових інструментів і реальних

інвестиційних проектів з іншого, а також встановлення зв'язку ставки дисконту з урахуванням премії за ризик та закону розподілу грошових потоків для боргових фінансових інструментів за допомогою економіко-математичного моделювання та математичної статистики. За результатами було доведено, що для боргових фінансових інструментів може бути встановлений однозначний зв'язок між рівнем ризику та інвестиційною вартістю, а отже, і доходністю. Це дозволяє у для обох названих підходів звести двокритеріальну задачу прийняття рішення щодо інвестування до однокритеріальної. Досліджено зв'язок ставки дисконту з урахуванням премії за ризик та закону розподілу грошового потоку для боргових фінансових інструментів.. Задача прийняття рішення у випадку пайових інструментів та реальних інвестиційних проектів залишається щонайменше двокритеріальною і однозначні співвідношення між ставкою дисконту з урахуванням премії за ризик і законом розподілу грошового потоку, подібні тим, які були визначені для боргових фінансових інструментів, для пайових інструментів та реальних інвестиційних проектів не можуть бути встановлені. Розроблено економіко-математичні моделі ставки дисконту з урахуванням премії за ризик для основних видів облігацій та типових дискретних і безперервних законів розподілу, що характерні для зворотних грошових потоків облігацій, що дозволяє встановити однозначний зв'язок ставки дисконту та закону розподілу грошового потоку, а, відповідно, і рівня ризику. Отримані результати дозволяють вірогідно визначати інвестиційну вартість фінансових інструментів залежно від рівня ризику.

The efficiency of the enterprise in modern conditions depends on the company's ability to flexibly use various tools and mechanisms in the process of financing its business activities.

The development of the debt instruments market is of great macroeconomic importance for creating conditions for renewing the potential of the enterprise.

Today, companies have appreciated the benefits of raising funds in the long-term capital market and began to actively use debt instruments to finance their activities.

Investment activity is inextricably linked with the assessment of the state and forecasting of the investment market. Important in this case is the ability to profitably place funds, correctly assess the investment attractiveness of investment objects. After all, the indicator of an efficient economy is not the volume of investment, but the rationality of their use in order to ensure the process of expanded reproduction.

The paper presents studies of the differences between the criteria of economic efficiency in terms of risk of debt financial instruments on the one hand and equity instruments and real investment projects on the other, as well as establishing a discount rate taking into account the risk premium and cash flow distribution law for debt financial instruments using economic and mathematical modeling and mathematical statistics. According to the results, it was proved that for debt financial instruments a clear relationship can be established between the level of risk and investment value, and hence return. This allows for both of these approaches to reduce the two-criteria task of investment decision-making to one-criteria. The relationship between the discount rate taking into account the risk premium and the law of cash flow distribution for debt financial instruments is investigated cash flows similar to those identified for debt financial instruments, for equity instruments and real investment projects cannot be established. Economic and mathematical models of the discount rate taking into account the risk premium for the main types of bonds and typical discrete and continuous distribution laws, which are characteristic of the reverse cash flows of bonds, which allows to establish a clear relationship between the discount rate and cash flow distribution law, and, accordingly, and the level of risk. The obtained results allow to reliably determine the investment value of financial instruments depending on the level of risk.

Ключові слова: ризик; невизначеність; ставка дисконту; закон розподілу грошового потоку; очікувана ефективність; премія за ризик.

Key words: risk; uncertainty; discount rate; cash flow distribution law; expected efficiency; risk

premium.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Господарська діяльність підприємства як складної економічної системи завжди характеризується певним ступенем невизначеності. Залежно від виду діяльності підприємства, тривалості прогнозованого періоду, стану зовнішнього середовища та інших факторів, цей рівень може змінюватися, хоча існування невизначеності об'єктивно визначається і неможливо повністю її усунути тим чи іншим чином. Особливо високий рівень невизначеності притаманний інвестиційній діяльності, яка в основному характеризується тривалістю інвестиційних проектів, наявністю великої кількості факторів, що визначають кінцеві результати цих проектів, мінливістю цих результатів у часі, частковою незворотною інвестиційного процесу тощо. Як результат, більшість підприємств постійно піддаються інвестиційному ризику у своїй інвестиційній діяльності, що розглядається насамперед як його негативна, але іманентна властивість.

Ефективне використання обмежених ресурсів вимагає прийняття інвестиційних рішень на базі певних критеріїв, як в умовах невизначеності та ризику суттєво відрізняються від критеріїв для детермінованих умов. Тому, визначення ефективності вкладання капіталу у інвестиційні проекти або фінансові інструменти інвестування в сучасних умовах економічної турбулентності з урахуванням ризику та невизначеності є актуальною проблемою, що потребує подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Даній проблематиці присвячено низку наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених, які розкривають важливі аспекти прийняття, у тому числі інвестиційних, рішень в умовах невизначеності та ризику. Зокрема у роботах [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12] досліджуються категорії ризик та невизначеність, класифікація ризиків, методи їх оцінювання, вплив ризиків на ефективність інноваційно-інвестиційних проектів, принципи та методи ризик менеджменту і антикризового управління. Роботи [0, 2, 4, 11, 13] присвячені підходу врахування ризиків шляхом коригування ставки дисконту, а також дослідженням щодо визначення величини ставки дисконту у різних умовах. У роботі [14] досліджується підхід до врахування рівня ризику інноваційно-інвестиційних проектів шляхом коригування прогнозних грошових потоків на ризикову складову. На нашу думку, потребують подальших досліджень методи прийняття рішень, у тому числі інвестиційних, в умовах ризику на базі множини можливих сценаріїв.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є дослідження відмінності критеріїв економічної ефективності в умовах ризику боргових фінансових інструментів з одного боку та пайових інструментів і реальних інвестиційних проектів з іншого, а також встановлення зв'язку ставки дисконту з урахуванням премії за ризик та закону розподілу грошових потоків для боргових фінансових інструментів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Прийняття рішень щодо використання ресурсів в умовах невизначеності або ризику може ґрунтуватися на критеріях економічної ефективності. У сучасній теорії оцінки економічної ефективності існує два можливі шляхи врахування невизначеності або ризику. Перший – це визначення показників ефективності та застосування відповідних критеріїв для певного базового сценарію інвестиційного проекту з врахуванням ризику шляхом коригування ставки дисконту на премію за ризик або (та) грошових потоків на ризикову складову. Другий – оцінка ефективності по всій множині можливих сценаріїв з визначення очікуваних показників ефективності і застосуванні відповідних критеріїв.

Проте застосування названих підходів оцінки ефективності боргових та пайових фінансових інструментів, а також реальних інвестиційних проектів, має принципову відмінність. Так, для боргових фінансових інструментів може бути встановлений однозначний зв'язок між рівнем ризику (вимірним, наприклад, як сума добутків можливих втрат зворотного грошового потоку та їх ймовірностей) та інвестиційною вартістю, а отже, і дохідністю (оскільки ринкова вартість інструмента відома). І це дозволяє у для обох названих підходів звести двокритеріальну (рівень дохідності, рівень ризику) задачу прийняття рішення щодо інвестування у борговий фінансовий інструмент до однокритеріальної (рівень дохідності з урахуванням ризику) без введення додаткового інтегрального критерію (наприклад, функції корисності). І, окрім іншого, дозволяє забезпечити певну однозначність оцінки економічної ефективності боргового фінансового інструменту за обома підходами.

Для пайових фінансових інструментів та реальних інвестиційних проектів такий однозначний зв'язок встановити не вдається. Хоча з математичної точки зору прийняття рішення на основі математичного сподівання є найбільш раціональним, а оцінка на базі врахування всієї множини можливих сценаріїв значно краще, ніж на базі одного сценарію, враховує наявну інформацію, відповідна оптимізаційна задача є, щонайменше, двокритеріальною. І у випадку застосування підходу, заснованого на врахуванні множини всіх можливих сценаріїв, не зводиться до однокритеріальної. І в цьому випадку рішення, прийняті на основі першого та другого підходів можуть бути принципово неоднозначні і не порівнянні. А це призводить до того, що рішення залежить не лише від суті наявної інформації, а, в значній мірі, визначається методом її обробки. Тобто, при виборі різних методів в одних і тих самих умовах можуть бути прийняті різні рішення.

І причина цього вбачається у тому, що для боргових та пайових фінансових інструментів, а також реальних інвестиційних проектів, принципово відрізняються прогнозні зворотні грошові потоки.

Для боргового фінансового інструменту в точно відомий граничний (максимально можливий) зворотній грошовий потік, який відповідає умовам емісії. В умовах визначеності різниця між поточною

вартістю саме цього потоку і ринковою вартістю інструменту відповідає NPV інвестицій в такий інструмент. В умовах ризику NPV може бути визначено або за відповідним грошовим потоком та ставкою дисконту з премією за ризик, або як математичне сподівання NPV з урахуванням ймовірності отримання за ставкою дисконту без премії за ризик, тобто такою, що відповідає детермінованому випадку. При цьому результат однозначно задається законом розподілу зворотних грошових потоків і не залежить від методу врахування ризику, якщо ставка дисконту визначається зі співвідношення:

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+R)^t} = \sum_{i=1}^n \left(\left(\sum_{t=0}^T \frac{CF_{i,t}}{(1+R_d)^t} \right) \cdot p_i \right), \quad (1)$$

де CF_t – граничний зворотний грошовий потік у t-му році періоду обігу боргового інструмента;

R – ставка дисконту з урахуванням премії за ризик;

T – загальна тривалість періоду обігу боргового інструмента;

n – кількість значень випадкової величини можливих грошових потоків;

$CF_{i,t}$ – можливе значення випадкової величини зворотного грошового потоку (i-та можлива реалізація);

p_i – ймовірність i-го значення випадкової величини зворотного грошового потоку;

R_d – ставка дисконту без урахування премії за ризик (ставка дисконту для детерміновано випадку).

Розглянемо взаємозв'язок ставки дисконту та закону розподілу грошових потоків, який в умовах ризику є відомим особі, що приймає рішення, для окремих видів боргових фінансових інструментів та типів законів розподілу.

У найпростішому випадку можливими є лише два сценарії. За першим емітент боргового фінансово інструменту виконує свої зобов'язання у повному обсязі, а за другим не виконує взагалі. Якщо ймовірність першого сценарію дорівнює (p) , то ймовірність другого дорівнює $(1 - p)$. У такому випадку співвідношення (1) приймає вигляд.

Для дисконтної облигації.

$$\frac{PB}{(1+R)^T} = \frac{PB}{(1+R_d)^T} \cdot p + 0 \cdot (1 - p), \quad (2)$$

де PB – номінал облигації.

З формули (2) випливає залежність ставки дисконту з урахуванням премії за ризик для дисконтної облигації для розглянутої випадкової величини грошового потоку:

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[p]{p}} - 1, \quad (3)$$

Для процентної облигації (виплата всієї суми процентів при погашенні облигації).

$$\frac{PB + SI}{(1+R)^T} = \frac{PB + SI}{(1+R_d)^T} \cdot p + 0 \cdot (1 - p), \quad (4)$$

де SI – сума процентів за облигацією.

З формули (4) випливає, що залежність ставки дисконту з урахуванням премії за ризик для процентної облигації для розглянутої випадкової величини грошового потоку також буде визначатись формулою (3).

Для купонної облигації (щорічна виплата купонів).

$$\frac{PB}{(1+R)^T} + SI \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} = \left(\frac{PB}{(1+R_d)^T} + SI \cdot \frac{1-(1+R_d)^{-T}}{R_d} \right) \cdot p, \quad (5)$$

Відношення (SI/PB) являє собою номінальну процентну ставку купонної облигації. Якщо її позначити як (r) , формула (5) приймає вигляд:

$$\frac{1}{(1+R)^T} + r \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} = \left(\frac{1}{(1+R_d)^T} + r \cdot \frac{1-(1+R_d)^{-T}}{R_d} \right) \cdot p. \quad (6)$$

Шляхом вирішення рівняння (6) можна визначити ставку дисконту з урахуванням премії за ризик для купонної облигації для розглянутої випадкової величини грошового потоку.

Доцільно розглянути модель, що складається з трьох можливих сценаріїв. За першим емітент виконує зобов'язання повністю з ймовірністю (p_1) , за другим сценарієм виконує зобов'язання лише у частині основного боргу з ймовірністю (p_2) , за третім – зобов'язання не виконуються. Відповідно ймовірність третього

сценарію становитиме $(1 - p_1 - p_2)$. У такому випадку співвідношення (1) приймає вигляд.
Для дисконтної облигації.

$$\frac{PB}{(1+R)^T} = \frac{PB}{(1+R_d)^T} \cdot p_1 + \frac{MB}{(1+R_d)^T} \cdot p_2, \quad (7)$$

де MB – ціна придбання облигації (ринкова ціна дисконтної облигації).

З формули (7) випливає залежність ставки дисконту з урахуванням премії за ризик для дисконтної облигації для описаної вище випадкової величини грошового потоку:

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[p_1 + \frac{MB}{PB} \cdot p_2]{T}} - 1. \quad (8)$$

Для процентної облигації (виплата всієї суми процентів при погашенні облигації).

$$\frac{PB+SI}{(1+R)^T} = \frac{PB+SI}{(1+R_d)^T} \cdot p_1 + \frac{PB}{(1+R_d)^T} \cdot p_2. \quad (9)$$

З формули (9) випливає залежність ставки дисконту з урахуванням премії за ризик для процентної облигації для описаної вище випадкової величини грошового потоку:

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[p_1 + \frac{PB}{PB+SI} \cdot p_2]{T}} - 1. \quad (10)$$

Для купонної облигації (щорічна виплата купонів).

$$\frac{PB}{(1+R)^T} + SI \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} = \left(\frac{PB}{(1+R_d)^T} + SI \cdot \frac{1-(1+R_d)^{-T}}{R_d} \right) \cdot p_1 + \frac{PB}{(1+R_d)^T} \cdot p_2, \quad (11)$$

Враховуючи позначення відношення (SI/PB) як (r) , формула (11) приймає вигляд.

$$\frac{1}{(1+R)^T} + r \cdot \frac{1-(1+R)^{-T}}{R} = \left(\frac{1}{(1+R_d)^T} + r \cdot \frac{1-(1+R_d)^{-T}}{R_d} \right) \cdot p_1 + \frac{1}{(1+R_d)^T} \cdot p_2, \quad (12)$$

Шляхом вирішення рівняння (12) можна визначити ставку дисконту з урахуванням премії за ризик для купонної облигації для розглянутої випадкової величини грошового потоку.

Аналогічно можуть бути побудовані моделі, що відповідають іншим дискретним законам розподілу зворотного грошового потоку боргових фінансових інструментів.

Необхідно дослідити також випадки безперервного розподілу зворотного грошового потоку. Найпростішим є модель з рівномірно розподіленим грошовим потоком. При цьому грошовий потік буде розподілений від певного мінімального обсягу виконання (у граничному випадку це повне невиконання) до максимального, який відповідає виконанню зобов'язань у повному обсязі.

У такому випадку співвідношення (1) приймає вигляд.

Для дисконтної облигації.

$$\frac{PB}{(1+R)^T} = \frac{CF_{min} + PB}{2 \cdot (1+R_d)^T}, \quad (13)$$

де CF_{min} – мінімальний обсяг виконання зобов'язань емітентом (виплата в кінці терміну обігу облигації).

З формули (13) випливає, що ставка дисконту для дисконтної облигації з урахуванням ризику дорівнює.

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[p_1 + \frac{CF_{min} + PB}{2 \cdot PB} \cdot p_2]{T}} - 1. \quad (14)$$

Для процентної облигації.

$$\frac{PB+SI}{(1+R)^T} = \frac{CF_{min} + PB + SI}{2 \cdot (1+R_d)^T}, \quad (15)$$

З формули (15) випливає, що ставка дисконту для процентної облигації з урахуванням ризику дорівнює.

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[T]{\frac{CF_{min}}{PB+SI} + \frac{1}{2}}}} - 1. \quad (16)$$

Для купонної облігації (щорічна виплата купонів).

$$\begin{aligned} & \frac{PB}{(1+R)^T} + SI \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} = \\ & = \frac{PB_{min} + PB}{2 \cdot (1+R_d)^T} + \frac{SI_{min} + SI}{2} \cdot \frac{1 - (1+R_d)^{-T}}{R_d}, \end{aligned} \quad (17)$$

де PB_{min} – мінімальне виконання зобов'язань з погашення номіналу;

SI_{min} – мінімальне виконання зобов'язань з виплати купонів.

Рівняння (17) може бути зведено до відносної форми щодо PB , враховуючи позначення відношення (SI/PB) як (r) :

$$\begin{aligned} & \frac{1}{(1+R)^T} + r \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} = \\ & = \frac{PB_{min}/PB + 1}{2 \cdot (1+R_d)^T} + \frac{SI_{min}/PB + r}{2} \cdot \frac{1 - (1+R_d)^{-T}}{R_d}. \end{aligned} \quad (18)$$

Шляхом вирішення рівняння (18) можна визначити ставку дисконту з урахуванням премії за ризик для купонної облігації для рівномірно розподілених випадкових величин грошового потоку.

На наш погляд, доцільно розглянути безперервний випадок, коли розподіл не є рівномірним, мода розподілу відповідає виконанню зобов'язань у повному обсязі. Такий закон розподілу може бути заданий функцією трикутного розподілу, у якому максимум щільності розподілу (мода) досягається на правій межі розподілу. Для такого розподілу функція щільності має вигляд:

$$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)^2}, \quad (19)$$

де a, b – нижня та верхня межі розподілу.

Функція розподілу має вигляд:

$$F(x) = \int_a^x \frac{2(t-a)}{(b-a)^2} dt = \frac{(x-a)^2}{(b-a)^2}. \quad (20)$$

Математичне сподівання такої випадкової величини дорівнює:

$$M(x) = \int_a^b \frac{2(x-a)x}{(b-a)^2} dx = \frac{2b+a}{3}. \quad (21)$$

Для таким чином розподілених зворотних грошових потоків мають місце такі залежності.
Для дисконтної облігації.

$$\frac{PB}{(1+R)^T} = \frac{CF_{min} + 2 \cdot PB}{3 \cdot (1+R_d)^T}. \quad (22)$$

З рівняння (22) можна визначити ставку дисконту, яка дорівнює:

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[T]{\frac{CF_{min}}{PB} + \frac{2}{3}}}} - 1. \quad (23)$$

Аналогічно для процентної облігації отримаємо залежність:

$$R = \frac{1+R_d}{\sqrt[T]{\frac{CF_{min}}{PB+SI} + \frac{1}{2}}}} - 1. \quad (24)$$

Для купонної облігації залежність (1) прийме вигляд.

$$\frac{PB}{(1+R)^T} + SI \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} = \frac{PB_{min} + 2 \cdot PB}{3 \cdot (1+R_d)^T} + \frac{SI_{min} + 2 \cdot SI}{3} \cdot \frac{1 - (1+R_d)^{-T}}{R_d} \quad (25)$$

Рівняння (25) може бути зведено до відносної форми щодо PB , враховуючи позначення відношення (SI/PB) як (r) :

$$\frac{1}{(1+R)^T} + r \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} = \frac{PB_{min}/PB + 2}{3 \cdot (1+R_d)^T} + \frac{SI_{min}/PB + 2 \cdot r}{3} \cdot \frac{1 - (1+R_d)^{-T}}{R_d} \quad (26)$$

У загальному випадку зручно розглядати не випадкову величину безпосередньо грошових потоків, а випадкові величини втрати елементів грошового потоку, тобто такі величини, на які елементи грошового потоку будуть відрізнятися від величини зобов'язань емітента. Зрозуміло, що такі величини розподілені на відрізках від нуля до величини зобов'язань емітента і співвідношення (1) приймає вигляд.

Для дисконтної облігації (випадкову величину втрати грошового потоку позначимо як X).

$$\frac{PB}{(1+R)^T} = \int_0^{PB} \frac{PB-x}{(1+R_d)^T} f(x) dx, \quad (27)$$

де $f(x)$ – щільність розподілу випадкової величини X .

Для процентної облігації.

$$\frac{PB + SI}{(1+R)^T} = \int_0^{PB+SI} \frac{PB + SI - x}{(1+R_d)^T} f(x) dx, \quad (28)$$

Для купонної облігації (випадкову величину втрати грошового потоку позначимо в частині номіналу позначимо як X , в частині купонів – як Y).

$$\frac{PB}{(1+R)^T} + SI \cdot \frac{1 - (1+R)^{-T}}{R} = \frac{\int_0^{PB} (PB-x) f(x) dx}{(1+R_d)^T} + \frac{1 - (1+R_d)^{-T}}{R_d} \int_0^{SI} (SI-y) f(y) dy. \quad (29)$$

Вирішення рівнянь (27 – 29) дозволяє однозначно встановити ставку дисконту з урахуванням премії за ризик для конкретних законів розподілу зворотного грошового потоку боргового фінансового інструменту.

Прийняття рішень щодо інвестування у пайові фінансові інструменти або реальні інвестиційні проекти з точки зору врахування ризику принципово відрізняються від боргових цінних паперів тим, що прогнозний грошовий потік при оцінці ефективності за базовим сценарієм відповідає не максимально можливому рівню, а будується як математичне сподівання або грошовий потік певного конкретного сценарію, як правило, помірно песимістичного. При цьому поточна вартість визначається за ставкою дисконту, яка враховує премію за ризик. За підходом очікуваної ефективності показник, наприклад NPV, визначається як математичне сподівання відповідних показників за сценаріями. При цьому ставка дисконту не повинна враховувати премію за ризик, оскільки ризик враховується ймовірностями сценаріїв. Тобто результат буде таким, як був би при визначенні показника за базовим сценарієм, який сформовано з математичних сподівань грошових потоків, але ставка дисконту взята без премії за ризик. При цьому для двох інструментів (або проектів), які мають однакове математичне сподівання грошових потоків, але різний рівень їх варіації (що є певною мірою рівня ризику), результат визначення NPV за підходом очікуваних показників ефективності буде однаковий (це впливає з властивостей математичного сподівання). Звідси випливає, що рішення щодо інвестування у цьому випадку не може бути прийнято лише на підставі критерію ефективності за показником NPV. Тобто задача прийняття рішення залишається щонайменше двокритеріальною і однозначні співвідношення між ставкою дисконту з урахуванням премії за ризик і законом розподілу грошового потоку, подібні тим, які були визначені вище для боргових фінансових інструментів, для пайових інструментів та реальних інвестиційних проектів не можуть бути встановлені.

Для ілюстрації розглянемо це на числовому прикладі:

Інвестиційний проект може бути реалізований двома варіантами. Кожен з них описано трьома сценаріями. Ймовірності сценаріїв однакові: 0,3; 0,5; 0,2. Відомості щодо прогнозних грошових потоків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.
Прогнозні грошові потоки (приклад), гр. од.

Років від початку	Сценарій 1	Сценарій 2	Сценарій 3	Математичне сподівання
Варіант 1				
0	-1500	-1200	-1000	-1250
1	400	500	600	490
2	500	600	750	600
3	500	700	900	680
4	500	700	1000	700
5	500	700	1000	700
Варіант 2				
0	-1500	-1200	-1000	-1250
1	400	500	600	490
2	400	600	900	600
3	400	700	1050	680
4	400	700	1150	700
5	400	700	1150	700

Джерело [Розроблено автором]

При ставці дисконту 10%. Як бачимо, математичне сподівання грошового потоку за варіантами однакове. Чиста приведена вартість за сценаріями для варіанта 1 становить: 304,5; 1189,1; 2145,4, а для варіанту 2: 16,3; 1189,1; 2577,7. Математичне сподівання NPV дорівнює 1115 гр. од як для першого, так і для другого варіантів. При цьому стандарт відхилення для першого варіанту дорівнює 642,0, а для другого 890,4 гр. од. Очевидно, що перший варіант є більш привабливим, але цього не можна встановити лише за критерієм NPV, якщо використовувати підхід очікуваних показників ефективності.

Таким чином, для пайових фінансових інструментів та реальних інвестиційних проектів оптимізаційна задача вибору ефективного варіанта інвестування в умовах ризику як однокритеріальна може бути вирішена лише шляхом врахування рівня ризику у складі ставки дисконту для конкретного базового сценарію. При цьому доцільно, щоб цей сценарій відповідав саме математичному сподіванню грошового потоку (за умови його відповідності взаємозв'язкам елементів грошового потоку) або був якомога ближчий до математичного сподівання, оскільки, у загальному випадку, розмір премії за ризик залежить від вибору конкретного сценарію.

Певні здобутки у встановленні взаємозв'язку рівня ризику та ставки дисконту на базі ймовірнісної моделі фінансового ринку отримані, наприклад, у роботі [2]. Проте вирішення названої задачі як двокритеріальної потребує подальших досліджень.

Висновки з цього дослідження. За результатами досліджень можна зробити такі висновки.

1. У сучасній теорії оцінки економічної ефективності існує два можливі шляхи врахування невизначеності або ризику – це застосування критеріїв ефективності для певного базового сценарію з врахуванням ризику шляхом коригування ставки дисконту на премію за ризик або (та) грошових потоків на ризикову складову, або оцінка ефективності по всій множині можливих сценаріїв з визначення очікуваних показників ефективності і застосуванні відповідних критеріїв.

2. Для боргових фінансових інструментів може бути встановлений однозначний зв'язок між рівнем ризику та інвестиційною вартістю, а отже, і доходністю. Це дозволяє у для обох названих підходів звести двокритеріальну задачу прийняття рішення щодо інвестування до однокритеріальної.

3. Для пайових фінансових інструментів та реальних інвестиційних проектів такий однозначний зв'язок встановити не вдається. Причина цього полягає у тому, що для боргових та пайових фінансових інструментів, а також реальних інвестиційних проектів, принципово відрізняються прогнозні зворотні грошові потоки. Для боргового фінансового інструменту в точно відомий граничний (максимально можливий) зворотній грошовий потік, який відповідає умовам емісії. Для пайових інструментів і інвестиційних проектів прогнозний грошовий потік за базовим сценарієм відповідає не максимально можливому рівню, а будується як математичне сподівання або грошовий потік певного конкретного сценарію, як правило, помірно песимістичного.

4. У роботі досліджено зв'язок ставки дисконту з урахуванням премії за ризик та закону розподілу грошового потоку для боргових фінансових інструментів. Розроблено відповідні економіко-математичні моделі для основних видів облігацій та типових дискретних і безперервних законів розподілу, що характерні для зворотних грошових потоків облігацій.

5. Доведено, що задача прийняття рішення у випадку пайових інструментів та реальних інвестиційних проектів залишається щонайменше двокритеріальною і однозначні співвідношення між ставкою дисконту з урахуванням премії за ризик і законом розподілу грошового потоку, подібні тим, які були визначені для боргових фінансових інструментів, для пайових інструментів та реальних інвестиційних проектів не можуть бути встановлені. Вирішення названої задачі як двокритеріальної потребує подальших досліджень.

Список літератури.

1. Богдан С.В., Пернарівський О.В. Методи врахування ризику при визначенні ставки дисконтування в

інвестиційному аналізі / С. В. Богдан, О. В. Пернарівський // Молодий вчений. – 2015. – № 11.2 (26). – С. 18 – 22.

2. Гненний О. М. Визначення ставки дисконту на базі імовірнісної моделі інвестиційного ринку / О. М. Гненний // Розвиток економічних методів управління національною економікою та економікою підприємства: зб. наук. праць ДонДУУ.–Донецьк: ДонДУУ. – 2012. – С. 72 – 83.

3. Гненний О. М. До питання оцінки економічної ефективності інвестиційних програм / О. М. Гненний, Н. С. Чернова // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Проблеми економіки транспорту». – 2014. – Вип. 7. – С. 37 – 46.

4. Гук О. В. Вітчизняний та зарубіжний досвід удосконалення методик визначення ставки дисконтування / О. В. Гук, А. О. Грищенко // Економічний простір. – 2012. – № 68. – С. 173 – 179.

5. Дашко І. М. Сутність інвестиційного ризику та його врахування при обґрунтуванні напрямів інвестиційної діяльності підприємства / І. М. Дашко, О. Ю. Ємельянов, І. З. Крет // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2011. – № 698 : Проблеми економіки та управління. – С. 28–34.

6. Зянько В. В. Економіко-математичні методи оцінювання ризиків та економічної ефективності інноваційних проектів / В. В. Зянько // Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. – 2012. – № 1 (8). – С. 268 – 273.

7. Криклива М.О. Методи оцінки ефективності інвестицій в сучасних умовах ведення бізнесу / М. О. Криклива // Молодий вчений. – 2019. – № 1 (65). – С. 216 – 218.

8. Matusevich O. Railway transport risk management and insurance / Matusevich O., Matusevych O., Bobyl V., Chornovil O. // Financial and credit activity: problems of theory and practice. – 2018. – vol. 2 (25). P. 128 – 138.

9. Мосієвич О. О. Класифікація та методи врахування ризиків в моделях оцінки венчурних проектів / О. О. Мосієвич // Інноваційна економіка. – 2016. – № 66. – С. 142 – 148.

10. Паранюк Я. Д. Особливості оцінки ризику та його вплив на ефективність інноваційних проектів / Я. Д. Паранюк // Економічний аналіз. – 2017. – Том 27. № 4. – С. 315 – 320.

11. Пернарівський О. В. Методи врахування ризиків в ставці дисконтування при аналізі ефективності інвестиційних проектів в Україні / О. В. Пернарівський // Збірник наукових праць Університету державної фіскальної служби України. – 2016. – №2. – С. 210 – 223.

12. Семенова Т. В., Протопопова О. С. Порівняльна оцінка інвестиційних проектів з урахуванням їх ефективності і рівня ризику / Т. В. Семенова, О. С. Протопопова // Молодий вчений. – 2016. – № 12.1 (40). – С. 962 – 965.

13. Терещенко О. О. Прагматика розрахунку ставки дисконтування в період фінансової кризи / О. О. Терещенко // Фінанси України. – 2015. – № 6. – С. 58 – 71.

14. Шахов А. В., Пітерська В. М. Оцінка ризиків в інноваційних проектах методом достовірних еквівалентів / А. В. Шахов, В. М. Пітерська // Вісник НТУ «ХП». – 2017. – № 2 (1224). – С. 35 – 40.

15. Bobyl V.V., Dron' M. A., Taranenko A. S. Operational risks: assessment and ways of mitigation / V. V. Bobyl, M. A. Dron', A. S. Taranenko A. S. // Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Проблеми економіки транспорту». – 2018. – вип. 16. – С.25-33

References.

1. Bogdan, S.V. and Pernarivs'kyj, O.V. (2015), "Methods of taking into account the risk in determining the discount rate in the investment analysis", *Naukovyi zhurnal Molodyi vchenyi*, vol. 11.2 (26), pp. 18-22.

2. Hnennyj, O.M. (2012), "Determining the discount rate based on the probabilistic model of the investment market", *Rozvytok ekonomichnykh metodiv upravlinnia natsional'noi ekonomikoju ta ekonomikoju pidpryemstva zbirnyk naukovykh prats' Donets'koho derzhynoho universytetu upravlinnia*, pp. 72-83.

3. Hnennyj, O.M. (2014), "On the issue of assessing the economic efficiency of investment programs", *Zbirnyk naukovykh prats' Dnipropetrovs'koho natsional'noho universytetu zaliznychnoho transport imeni akademika V.Lazariana "Problemy ekonomiky transport"*, vol. 7, pp. 37-46.

4. Huk, O.V. (2012), "Domestic and foreign experience in improving the methods of determining the discount rate", *Ekonomichnyj prostir*, vol. 68, pp. 173-179.

5. Dashko, I.V. (2011), "The essence of investment risk and its consideration in substantiating the areas of investment activity of the enterprise", *Visnyk Natsional'noho universytetu "Lvivs'ka politekhniky" Problemy ekonomiky ta upravlinnia*, vol. 698, pp. 28-34.

6. Zian'ko, V. V. (2012), "Economic and mathematical methods for assessing the risks and economic efficiency of innovative projects", *Aktual'ni problemy rozvytku ekonomiky rehionu*, vol. 1 (8), pp. 268-273.

7. Kryklyva, M.O. (2019), "Methods for assessing the effectiveness of investment modern business conditions", *Naukovyi zhurnal Molodyi vchenyi*, vol. 1(65), pp. 216-218.

8. Matusevich, O. O. (2018), "Railway transport risk management and insurance", *Financial and credit activity: problems of theory and practice*, vol. 2 (25), pp. 128-138.

9. Mosiievych, O. O. (2016), "Classification and methods of risk accounting in models of evaluation of venture projects", *Innovatsijna ekonomika*, vol. 66, pp. 142-148.

10. Paraniuk, Ya. D (2017), "Features of risk assessment and its impact on the effectiveness of innovative projects", *Ekonomichnyj analiz*, vol. 4, pp. 315-320.
11. Pernarivs'kyj, O. V. (2016), "Methods of taking into account risk in the discount rate when analyzing the effectiveness of investment projects in Ukraine", *Zbirnyk naukovykh prats' Universytetu derzhavnoi fiskal'noi sluzhby Ukrainy*, vol. 2, pp. 210-223.
12. Semenova, T. V. and Protopopova, O. S. (2016), "Comparative evaluation of investment projects taking into account their effectiveness and level of risk", *Naukovyi zhurnal Molodyi vchenyi*, vol. 12.1(40), pp. 962-965.
13. Tereschenko, O. O. (2015), "Pragmatics of calculating the discount rate during the financial crisis", *Finansy Ukrainy*, vol. 6, pp. 58-71.
14. Shakhov, A. V. and Piters'ka, V. M. (2017), "Risk assessment in innovative projects by the methods of reliable equivalents", *Visnyk NTU «KhPI»*, vol. 2 (1224), pp. 35-40.
15. Bobyl V.V., Dron' M. A., Taranenko A. S. (2018), "Operational risks: assessment and ways of mitigation", *Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana «Problemy ekonomiky transportu»*, vol. 16, pp. 25-33.

Стаття надійшла до редакції 06.04.2021 р.