

УДК: 005:338.28:658.512.4

В.А. САДОВСЬКИЙ, к.е.н, проф., НТУ «ХП», Харків
П.В. НОТОВСЬКИЙ, ас., НТУ «ХП», Харків

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ ПІДПРИЄМСТВ НА БАЗІ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

В статті розглянуті методичні засади врахування ступеня ризику при оцінці ефективності інвестицій за допомогою показників дисконтування та апарату нечіткої логіки. Автори пропонують враховувати ризик інвестицій за допомогою введення нечітко логічних множників при визначенні показників ефективності інвестицій. У статті також розглянуто запропонований авторами методичний підхід порівняння декількох інвестицій, показники яких задані нечітко-логічними числами.

The article considers methodical approaches of risk consideration in assessing of effectiveness of investments with discounting parameters and apparatus of fuzzy logic. The authors propose to consider the risk of investments through the introduction of fuzzy logic factors in determining investment performance indicators. The article examined a methodical approach proposed by the authors compare several investment figures which are defined by fuzzy logic numbers.

Ключові слова: Інвестиції, ризики інвестицій, чистий-приведений дохід, оцінка ризику інвестицій, ефективність інвестицій.

Вступ

Формування інвестиційної моделі підприємства – складна процедура, що потребує використання надійних методів відбору та оцінки ефективності (зокрема, порівняльної оцінки) окремих інвестицій, врахування можливих ризиків.

Існує багато методик проведення кількісного та якісного аналізу ризикованості та ефективності інвестицій. В останні 10 років активно розвиваються аналітичні системи нового типу. Але основою більшості кількісних підходів оцінки ефективності в економічній теорії прийнята система показників:

- чистий приведений прибуток (*NPV*);
- внутрішня ставка прибутковості (*IRR*);
- період окупності (*DPP*);
- індекс прибутковості (*PI*). [11]

Основою усіх цих показників є формула чистого приведенного прибутку (*NPV*) при постановці її у граничні чи протилежні умови, а також використовують дисконтування як апарат врахування фактора часу та альтернативності витрат. До розглянутого набору показників часто додають індекс рентабельності [3, с73].

Методологія

Теоретичною і методологічною основою дослідження є положення сучасної економічної теорії, наукові праці провідних вітчизняних і зарубіжних учених стосовно розвитку інвестиційної діяльності, методів аналізу та оцінки інвестиційних ризиків.

У процесі дослідження використано діалектичний метод наукового пізнання та

загальнонаукові методи пізнання: методи системного аналізу, теоретичного узагальнення, методи нечіткої логіки (для побудови моделі оцінки ризиків та їх урахування при плануванні інвестиційної діяльності).

Постановка задачі

Якщо розглянути формулу NPV , то можна зробити висновок, що величина одержуваного в майбутньому результату, і величина потенційних майбутніх витрат, і тривалість терміну дії інвестицій, і майбутня ставка дисконтування є величинами які відомі, з огляду на статистичні методи, з так званою довірчою вірогідністю, яка ніяк може дорівнювати 100%. У загальному випадку NPV є функцією багатьох змінних ($x_j, j = 1, \dots, m$), більшість з яких можна трактувати як випадкову (нечітку) величину, тому і функція цих змінних (NPV) є випадковою (або нечіткою) величиною, тобто

$$NPV = f(x_1, \dots, x_m, t). \quad (1)$$

Розраховуючи NPV відповідно до (1.1), необхідно враховувати, що змінні та параметри $x_j, j = 1, \dots, m$ є випадковими величинами.

З'являється так звана «невизначеність», яку необхідно враховувати в розрахунках, інакше просто можна одержати неправильне рішення.

Результати

Економічна література, як правило, не дає визначення поняття «невизначеність» через велику абстрактність цього поняття. На наш погляд, поняття невизначеність та ризик нерозривно зв'язані між собою, але також мають достатньо істотну різницю. Невизначеність неможливо повністю виключити, особливо при плануванні та прогнозуванні.

У більш загальному розумінні можна дати таке визначення поняттю невизначеність – недостатність відомостей про умови, в яких протікатиме економічна діяльність, низька міра передбачення цих умов. Невизначеність пов'язана з ризиком планування, ухвалення рішень, здійснення дій на всіх рівнях економічної системи [14].

Загально прийняті два основні підходи до визначення поняття ризику:

- класичний, представниками якого є Дж. Мілль [1], Сеніор Н.У. [5], Райзберг Б.А.[15], Бланк І.О. [3, с.244], Воропаєв Ю.Н.[6], Фільчагіна І. [16], Чумаченко Н.Г.[18], Грбовой П.Г., Петрова С.Н., Полтавцев С.І. [8], Чалий А.Д., Прилуцький В.А. [17]. Представники цього підходу розглядають ризик як можливість виникнення у процесі реалізації інвестицій несприятливих обставин, які можуть зумовити зниження його розрахункового ефекту;

- неокласичний підхід, засновники Маршалл А. та Пігу А.[12], представниками є Бочкан Т., Мессен Д.[4], Баканов М.І., Чернов В.А. [2], Гітман Л. Дж., Джонк М. Д. [7, с.230], Костін Ю.Д., Кузьменко С.В., [10]. Ризик вони розглядають як можливість відхилення величини фактичного інвестиційного доходу (або конкретного умовно-грошового потоку) від величини очікуваного;

чим мінливіше і ширше шкала коливань можливих доходів (потоків), тим вище ризик, і навпаки.

На нашу думку більш обґрунтованим є неокласичний підхід до визначення ризику, хоч і наслідки ризику найчастіше виявляються у вигляді фінансових втрат. Ризик втрат – це альтернатива одержання додаткового доходу.

Проблемою методичних підходів врахування економічних ризиків нам уявляється той факт, що якими б різноманітними і численними не були чинники ризику конкретних інвестицій (наприклад, стрибок цін на сировину, збільшення термінів будівництва нового цеху, порушення технології виробництва, поява на ринку серйозного конкурента, втрата групи ключових фахівців, зміна політичного режиму, погодні катаклізми і ін.), всі вони зрештою виявляються лише в двох аспектах:

- фактичні позитивні умовно-грошові потоки (грошові потоки, доходи) виявляються менше очікуваних;

- фактичні негативні умовно-грошові потоки (грошові потоки, витрати) виявляються більше очікуваних (за абсолютною величиною).

Таке трактування настільки складного і багатогранного поняття, як ризик, акцентує увагу на суті питання. Ризик — це не абстрактна «невизначеність» або «вірогідність невдачі».

Проблема врахування невизначеності і ризику виникає в інвестиційних розрахунках при визначенні ефективності інвестицій, коли інвестор змушений визначити для себе, на який ризик він готовий піти, щоб одержати бажаний результат. При цьому рішення цієї двокритеріальної задачі ускладнюється тим, що толерантність інвесторів до ризику індивідуальна.

Традиційно для оцінювання інтервалів змін випадкових величин, вироблення гіпотез щодо законів їх розподілу, а також урахування та оцінювання кореляційних зв'язків між цими змінними використовується статистична інформація, експертні оцінки, методи імітаційного моделювання, а також аналогові методи. При використанні статистичних і аналітичних методів спеціалісти стикаються з тим фактом, що ринкова невизначеність не має статистичної природи [13, с.45]. Використання ж аналогових методів не дає потрібної чіткості отриманих даних, а при аналізі унікальних інноваційних проектів взагалі стає неможливим.

Для того, щоб досліджувати імовірну зміну ефективності інвестицій, необхідно належним чином описати існуючу інвестиційну невизначеність у частині майбутнього фінансового стану проекту, як у частині витрат, так і в частині перспективних витрат.

На думку авторів, при оцінці ефективності інвестицій найбільш прийнятним є використання показників дисконтування та методології нечіткої математики.

Вперше модель інвестицій як руху грошових коштів, де показниками виступають нечітко-лінгвістичні змінні, запропонував Баклі Дж. [20]. Надалі цю ідею узагальнювали й розвивали багато авторів, у тому числі Кофман А. і Хіл Алуха Х. [9], Кухта Д. [25], Севастьянов П. і Димова Л. [23], Чен С. [21], Чу Ч. і Парк Ч. [22], Лаї Я.

й Чинг-Лаї Х.[26], Лянг П. і Сонг Ф.[27], Сміт Д. [28], Караман С., Руан Д., Тольга Е. [24] та ін.

Основою використання нечіткої моделі визначення показників ефективності інвестицій є подання і показників, і вхідних параметрів у вигляді нечітко-лінгвістичних змінних. Досягнення такого найбільш оптимального результату може бути отримано при корегуванні статистично або аналітично отриманих вхідних даних на величину ризику коливання цього параметра, яка задана нечіткою змінною.

Тобто для визначення NPV пропонується використовувати загальновідому формулу, але при визначенні складових перемножити їх статистично чи аналітично отримані величини на коефіцієнт ризику їх відхилення від очікуваних величин, який би задавався нечітко-лінгвістичною змінною у вигляді трикутних нечітких чисел [13, с.71].

$$NPV' = -I'_{t_0} + \sum_{t=1}^{N'} \frac{CF'_t}{(1+r')^{t-1}}, \quad (2)$$

де інтервальні потоки коштів визначаються за формулою

$$CF'_t = PP'_t + A'_t, \quad t = 1, \dots, N', \quad (3)$$

де PP'_t – скорегований валовий прибуток за t -й інтервал планування;

A'_t – скореговані амортизаційні відрахування;

I'_{t_0} – скореговані дисконтовані інвестиційні витрати;

r' – скорегована ставка дисконтування.

для $t = 0$, $NPV_0 = -I'_0$, I'_0 – початкові інвестиції.

Якщо інвестиційні витрати проводяться протягом декількох нормативних інтервалів, то вони визначаються за 4.

$$I'_{t_0} = \sum_{t=1}^{N'} \frac{I'_t}{(1+r')^{t-1}}, \quad (4)$$

де I'_t – скореговані дисконтовані інвестиційні витрати за t -й інтервал планування.

При цьому моделюють вираз такого вигляду: параметр A' приблизно дорівнює \bar{a} та однозначно знаходиться у діапазоні $[a_{\max}, a_{\min}]$.

Корегування параметра при цьому визначається за формулою

$$A' = A \times k_A, \quad (5)$$

де A – параметр, визначений з допомогою статистичних чи аналітичних методів;

k_A – коефіцієнт корегування параметра A на величину ризику, заданий у вигляді нечіткої величини, що характеризує можливість ризику змінення параметра A .

$$k_A = [k_{A\min}, \bar{k}_A, k_{A\max}]. \quad (6)$$

Використовуючи правила операцій над позитивними нечіткими числами [19, с25], можна записати значення для скорегованого NPV' , приведеного до трикутної форми:

$$NPV' = [NPV'_{\max}, NPV'_{av}, NPV'_{\min}], \quad (7)$$

де NPV'_{\min} – нижня границя;

NPV'_{\max} – верхня границя;

NPV_{av} – найбільш можливе значення NPV' .

Значення параметрів чистого приведеного доходу, вираженого нечітким числом, визначаються за (8)-(10).

$$NPV_{\min} = -I_{to\max} + \sum_1^{N_{\min}} \frac{CF_{\min t}}{(1+r_{\max})^{t-1}}, \quad (8)$$

$$NPV_{av} = -I_{toav} + \sum_1^{\bar{N}} \frac{\overline{CF}_{avt}}{(1+\bar{r})^{t-1}}, \quad (9)$$

$$NPV_{\max} = -I_{to\min} + \sum_1^{N_{\max}} \frac{CF_{\max t}}{(1+r_{\min})^{t-1}}. \quad (10)$$

При цьому скорегований чистий приведений дохід буде характеризуватися функцією приналежності

$$\mu(NPV') \left\{ \begin{array}{l} 0, NPV_{\min} \leq NPV' \\ \frac{NPV' - NPV_{\min}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}; NPV_{\min} < NPV' \leq NPV_{av} \\ \frac{NPV_{\max} - NPV'}{NPV_{\max} - NPV_{av}}; NPV_{av} < NPV' < NPV_{\max} \\ 0; NPV' \geq NPV_{\max} \end{array} \right. \quad (11)$$

і матиме графічне відображення, показане на рис. 1.

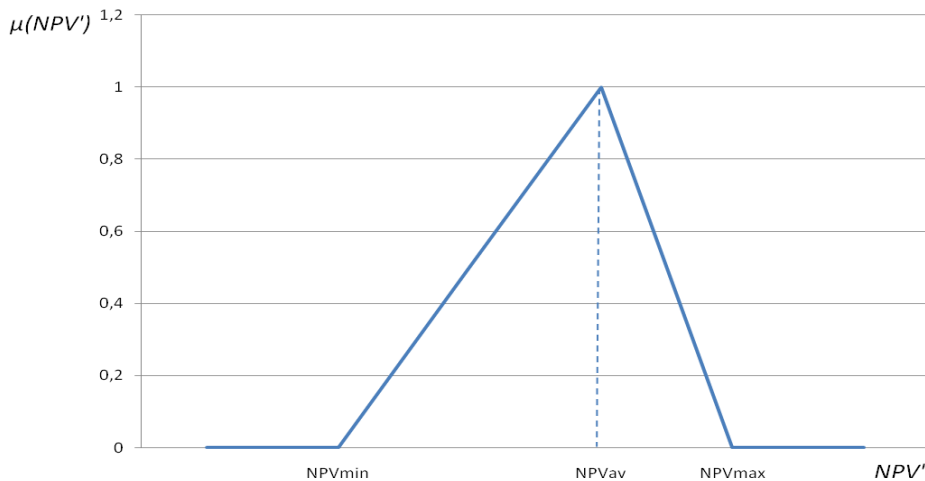


Рис. 1. Функція приналежності трикутного числа

Отже, NPV' приймає вигляд функції, залежної від ступеня ризику, однак при такому вигляді запису цього параметра виникає проблема порівняння декількох NPV' при прийнятті рішення щодо вибору інвестицій для реалізації. Проте напрямок рішення цього питання можна знайти у роботі Недосекіна О.О., трансформувавши метод порівняння відносно критерію [13, с.75-85]. Якщо зобразити функції приналежності NPV'_1 та NPV'_2 , то графічно їх можна зобразити таким чином (рис. 2).

При цьому критерієм оцінки інвестицій є показник стійкості бізнес-плану.

$$\lambda \rightarrow \max, \quad (12)$$

де

$$\lambda = \frac{NPV_{av}}{\Delta}, \quad (13)$$

де Δ – розкид.

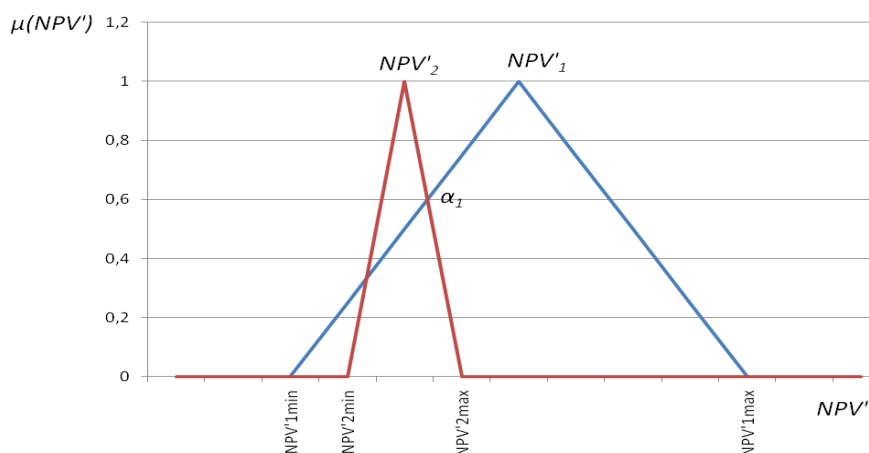


Рис. 2. Графік співвідношення функцій приналежності двох трикутних чисел

Якщо число симетричне, то

$$\Delta = NPV_{av} - NPV_{min} = NPV_{max} - NPV_{av}. \quad (14)$$

Якщо ж число не симетричне відносно NPV_{av} , то, керуючись положенням, що значення NPV' по праву та ліву сторону відносно NPV_{av} рівно можливі,

$$\Delta = \frac{(NPV_{av} - NPV_{min}) + (NPV_{max} - NPV_{av})}{2}. \quad (15)$$

Висновки

Отже, використовуючи розглянутий інструмент оцінки інвестицій, можна ефективно та просто врахувати дію ризику на загальну ефективність інвестицій. При цьому дуже важливо визначити нечітко-лінгвістичні коефіцієнти корегування складових NPV на ступінь ризику з максимальною достовірністю. При визначенні нечітко-лінгвістичних коефіцієнтів корегування чистого приведенного доходу важливу роль відіграють критерії оцінки ризику та загальний підхід до їх визначення.

Список літератури: 1. Абчук В.А. Теория риска. - Л.: Судостроение, 1983. - 148 с. 2. Баканов М.И. Анализ коммерческого риска /Баканов М.И., Чернов В.А. // Бух. учет. -1993.-№ 10. -С. 9-15 3. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент. / И.А. Бланк. – К. : «ИТЕМ» ЛТД, 1995. – 448с. ISBN 5-7707-6904-1 4. Бочкан Т. Хозяйственный риск и методы его измерения / Пер. с венг. / Т.Бочкан, Д.Мессен, Д.Мико и др. - М.: Экономика, 1979. - 224 с 5. Буханова С.М. Предпринимательские риски: Учеб. Пособие/Буханова С.М., Краснов М.Н. - Белгород: Изд-во БелГТАСМ. - 78 с. 6. Воропаев Ю.Н. Риски, присущие бизнесу// Бух.учет. - 1995. - № 4. - С. 29-30. 7. Гитман Л. Дж. Основы инвестирования. / Л.Дж. Гитман, М.Д. Джонк : пер. с англ. – М. : Дело, 1997. – 467 с. ISBN 5-7749-0011-8 8. Грбовой П.Г. Риски в современном бизнесе / П.Г. Грбовой, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев и др. - М.: Аланс, 1994. - 237 с. ISBN 5-87115-009-8 9. Кофман А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями. / А. Кофман, Х. Хил Алуха. - Минск : Высшая школа, 1992. – 178 с. 10. Кузьменко С.В. Управление экономическими рисками в корпоративном секторе электроэнергетики. [Монография] / С.В. Кузьменко, Ю.Д. Костин. – Харьков : ИПП Контраст, 2005. – 248 с. - ISBN 966-96447-7-1 11. Липсиц И.В. Инвестиционный проект. / И.В. Липсиц, В.В. Коссов. – М. : «БЕК», 1996. – 304 с. 12. Маршалл А. Принципы экономической науки / Пер. с англ.: - М.: Прогресс, 1993.-594с. ISBN: 5-01-

004203-7 **13.** Недосекін О.О. Методологічні основи моделювання фінансової діяльності з використанням нечітко-множинних описань: Дис. док. екон. наук: 08.00.13 / Санкт-Петербург 2003 с.302 **14.** Райзберг Б.А. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр./Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. - М.: ИНФРА-М, 1999. 479 с. ISBN 5-86225-758-6 **15.** Райзберг Б.А. Предпринимательство и риск. - М.: Знание, 1992. - 64 с. ISBN 5-07-002383-7 **16.** Фильчагина И. Мы возьмем на себя ваши риски// Бизнес для всех. - 1996,-№9.-С. 13 **17.** Хулей Г. Маркетинговая стратегия и конкурентное позиционирование [Текст] : учебное пособие / Грэм Хулей, Джон Сондерс, Найджел Пирси. - Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2005. - 800 с. ISBN 966-8644-16-6 **18.** Чумаченко Н.Г. Статистико-математические методы анализа в управлении производством США. - М.: Статистика, 1979. - 154 с. **19.** Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 288с., ISBN 5-93517-359-X **20.** Buckley, J. Solving fuzzy equations in economics and finance // personal Internet homepage : <http://www.math.uab.edu/buckley/> **21.** Chen S. An empirical examination of capital budgeting techniques: impact of investment types and firm characteristics // Eng. Economist, 40 (2), 1995 **22.** Chiu Ch.-Yu, Park Ch. S. Fuzzy cash flow analysis using present worth criterion // Eng. Economist, 39 (2), 1994 **23.** Dimova L., Sevastjanov P., Sevastianov D. Fuzzy Capital Budgeting: Investment Project Valuation and Optimization // Chenstohova Tech. Univercity Proceedings, 2001 . – Also on site: http://sedok.narod.ru/s_files/poland/DimSevSev2003.doc **24.** Kahraman C., Ruan D., Tolga E.. Capital budgeting techniques using discountedfuzzy versus probabilistic cash fows // Information Sciences, 142, 2002 **25.** Kuchta D. Fuzzy Capital Budgeting // Fuzzy Sets and Systems, 111, 2000 **26.** Lai Y.-J., Ching – Lai H. Possibilistic Linear Programming for Managing Interest Rate Risk // Fuzzy Sets & Systems, 54, 1993 **27.** Liang P., Song F. Computer-Aided Risk Evaluation System for Capital Investment // Omega 22, 4, 1994 **28.**Smith D.J. Incorporating Risk into Capital Budgeting Decisions Using Simulation // Management Decision, 32 (9), 1994

Подано до редакції 18.03.2011