

УДК 330.322.5

## ВИЗНАЧЕННЯ ГОРИЗОНТУ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКА ЧИСТОЇ ПОТОЧНОЇ ВАРТОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Мінка В.Ф., доцент (УкрДАЗТ)

Отримані вирази для оцінки тривалості горизонту розрахунків показника чистої поточної вартості в залежності від точності вихідної техніко – економічної інформації про інвестиційні проекти з невизначено великим терміном існування.

**Ключові слова:** інвестиційний проект, горизонт розрахунку, показники ефективності.

**Постановка проблеми.** В залізничній галузі доводиться порівнювати інвестиційні проекти не лише з обмеженим терміном життєвого циклу, але і з невизначено великим терміном служби об'єктів. Як правило, оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів на підприємствах залізничної галузі здійснюється за допомогою так званих дисконтних вартісних показників: чиста поточна вартість NPV, внутрішня норма окупності IRR та інші [1,2]. При визначенні економічної ефективності інвестицій в даному випадку дисконтування вартісних показників потрібно здійснювати за розрахунковий період  $T_{PP}$  [3, С.63]. Рациональне значення границь розрахункового періоду (горизонту розрахунку)  $T_{PP}$  обумовлено низкою чинників: термінами служби основних фондів, характером заходів поетапного підсилення потужності об'єктів, вимогами інвесторів, точністю техніко – економічної інформації на перспективу при прогнозуванні, тощо. Отже, вибір обгрунтованого значення  $T_{PP}$  при визначенні економічної ефективності інвестиційних проектів на підприємствах залізничної галузі є актуальною задачею.

**Аналіз останніх досліджень.** У проаналізованих джерелах рекомендуються періоди визначення дисконтних вартісних показників від  $1/g$ , де  $g$  – річна норма доходу на капітал, або річна норма дисконту, до 40 років [3, С.63]. Ю.Ф. Кулаєв рекомендує приймати горизонт розрахунків не більш 15-20 років [4, С.46]. Необгрунтовано мале значення  $T_{PP}$  при вельми тривалому терміну служби об'єктів веде до помилкових висновків про порівняльну ефективність варіантів інвестиційних проектів. Використання великих значень  $T_{PP}$  в реальних умовах наявності значної невизначеності веде до необгрунтовано оптимістичних висновків.

При обгрунтуванні горизонту розрахунків необхідно враховувати той

фактор, що інформація, яку використовують для розрахунків показників ефективності, має певну точність [3, С.63]. Це означає, що складати дисконтовані дані доцільно до того строку  $T_{PP}$ , коли сума наступних витрат і надходжень, з урахуванням їх дисконтування, буде дорівнювати точності визначення показників ефективності, яка забезпечується точністю вихідної інформації. Даний підхід використаний в роботі [3, С.63-65] на прикладі визначення суми модифікованих приведених витрат.

**Виділення невирішених частин проблеми.**

Проте даний показник є лише частковим випадком інтегрального ефекту інвестувань, визначення якого забезпечує показник чистої поточної вартості NPV. Тобто проведені дослідження дозволяють визначати обгрунтовані значення горизонтів розрахунків  $T_{PP}$  тоді, коли порівняльні варіанти інвестиційних проектів різняться тільки по складу експлуатаційних витрат.

Таким чином, існує необхідність визначення обгрунтованого значення горизонту розрахунків  $T_{PP}$  для такого показника як чиста поточна вартість NPV, який в комплексі з індексом, нормою рентабельності та строком окупності інвестицій використовується на підприємствах залізничної галузі для оцінки загальної (абсолютної) ефективності інвестиційних проектів [3, С.39].

**Мета статті:** визначення значення горизонту розрахунків  $T_{PP}$  для показника чистої поточної вартості NPV, в залежності від точності техніко – економічної інформації, яка використовується при розрахунках.

**Виклад основного матеріалу.** Для вирішення завдання припускаємо, що інформація, яка використовується для розрахунку показника чистої поточної вартості NPV, має відповідну точність. Тому складати дисконтні дані доцільно до того строку  $T_{PP}$ , коли сума наступних

доходів і витрат, з урахуванням їх дисконтування, буде рівною точності визначення показників ефективності інвестицій, з урахуванням точності вихідної інформації [3, С.63].

В якості прикладу розглянемо визначення раціонального варіанту розбудови залізничної мережі для високошвидкісного руху пасажирських поїздів в Україні [5]. Як об'єкти інвестування приймаються визначені напрямки  $\omega_i$  високошвидкісного руху пасажирських поїздів. Наприклад,  $\omega_1$  – це напрямок Київ – Полтава – Харків. Дані об'єкти інвестування сформовані виходячи з мінімальної відстані між початковими і кінцевими пунктами напрямків мережі для високошвидкісного руху. Весь набір включає одинадцять напрямків  $\omega_1 \dots \omega_{11}$ .

При цьому приймаємо наступні припущення [5]:

1. Термін будівництва того чи іншого об'єкту  $\omega_i$  пропорційний його довжині  $l_i$ ;
2. Прибуток від впровадження об'єкту  $\omega_i$  пропорційний пасажиропотоку  $P_i$  та довжині напрямку  $l_i$ ;
3. Інвестиційні витрати пропорційні довжині напрямку  $l_i$ .

$$V_i = \frac{\alpha P_i l_i}{r} \int_{\tau_i}^{T_i + \tau_i} \exp(-\alpha t) dt - \frac{\alpha b l_i}{r} \int_0^{\tau_i} \exp(-\alpha t) dt, \quad (4)$$

де  $T_i$  – тривалість грошових надходжень. З використанням табличного інтегралу [8, С.324]:

$$\int_0^t \exp(-ax) dx = \frac{1}{a} [1 - \exp(-at)]$$

отримаємо вираз для показника чистої поточної вартості  $NPV_i$  для  $i$ -ого інвестиційного проекту:

$$NPV_i = r^{-1} \exp(-\alpha \tau_i) [1 - \exp(-\alpha T_i)] a P_i l_i - \frac{b l_i}{r} [1 - \exp(-\alpha \tau_i)] \quad (5)$$

Випадковими величинами в виразу (5) є параметри  $a$ ,  $b$ ,  $P_i$ ,  $l_i$ . Довжина напрямку  $l_i$  можливо визначити з нехтовно незначною похибкою в порівнянні з параметрами  $a$ ,  $b$ ,  $P_i$ .

Тому передбачаємо в (5) випадковими величинами лише  $a$ ,  $b$ ,  $P_i$ . Повний диференціал для  $NPV_i$  має вигляд:

$$dNPV_i = l_i (A_1 dP_i + A_2 da - A_3 db), \quad (6)$$

де  $A_1 = \frac{a}{r} \exp(-\alpha \tau_i) [1 - \exp(-\alpha T_i)]$ ,  $A_2 = \frac{P_i}{r} \exp(-\alpha \tau_i) [1 - \exp(-\alpha T_i)]$ ,  $A_3 = \frac{1 - \exp(-\alpha \tau_i)}{r}$ ,

тобто помилка визначення  $NPV_i$  дорівнює:

$$\Delta NPV_i = l_i (A_1 \Delta P_i + A_2 \Delta a - A_3 \Delta b). \quad (7)$$

Припускаємо, що усі похибки описуються нормальним законом розподілу з нульовим математичним сподіванням і середньоквадратичними похибками  $\sigma_{NPV_i}$ ,  $\sigma_{P_i}$ ,  $\sigma_a$ ,  $\sigma_b$ , а також слабо корельовано, тобто мають умовну границю модуля коефіцієнтів

кореляції не більш 0,7 [9, С.145]. З урахуванням властивостей дисперсії випадкових величин значення середньоквадратичної похибки  $\sigma_{NPV_i}$  чистої поточної вартості є:

В даному випадку інтенсивність доходу:

$$C_i = a P_i l_i, \quad (1)$$

інтенсивність витрат:

$$K_i = b_i l_i, \quad (2)$$

де  $a$ ,  $b$  – коефіцієнти пропорційності;  $P_i$  – пасажиропотік на напрямку  $\omega_i$ , млн. пас/рік.

Для вирішення завдання використаємо модифікований  $\alpha$  – метод [6], сутність якого в заміні множника дисконтування  $\frac{1}{1+r}$  на  $\exp(-\alpha)$ ,

тобто введення нового параметру

$$\alpha = \ln(1+r), \quad (3)$$

де  $r$  – річна відсоткова ставка (або норма дисконту). Така заміна означає перехід від дискретного до безперервного нарахування відсотків. Тому  $\alpha$  має назву ставки безперервних відсотків (force of interest) або сили зростання [7].

Оскільки інтенсивність грошових надходжень  $C_i$  і витрат  $K_i$  постійні, маємо випадок грошових потоків типу анuitету постнумерандо [3, С.35]. Нехай тривалість інвестування дорівнює  $\tau_i$ . Вираз для чистої питомої вартості  $NPV_i$  в даному випадку має вигляд [6]:

$$\sigma_{NPV_i} = l_i \sqrt{A_1^2 \sigma_{P_i}^2 + A_2^2 \sigma_a^2 + A_3^2 \sigma_b^2} . \quad (8)$$

Оскільки  $P_i \gg a, P_i \gg b$ ,  $\exp(-\alpha\tau_i)[1 - \exp(-\alpha T_i)] \approx \exp(-\alpha\tau_i)$  при  $T_i \geq 10$ ,

$$aP_i \gg \exp\alpha\tau_i - 1, \text{ то } NPV_i \approx \frac{l_i a P_i}{r} \exp(-\alpha\tau_i),$$

а відносна похибка  $\beta_{\Pi} = \frac{\sigma_{NPV}}{NPV}$  чистої поточної вартості дорівнює:

$$\beta_{\Pi} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{P_i}}{P_i}\right)^2 + \left[\frac{\sigma_a}{a}\right]^2} = \sqrt{\delta_{P_i}^2 + \delta_a^2} , \quad (9)$$

де  $\delta_{P_i} = \frac{\sigma_{P_i}}{P_i}, \delta_a = \frac{\sigma_a}{a}$  - відносні похибки параметрів  $P_i, a$ .

Знання відносної похибки визначення чистої значення горизонту розрахунків  $T_{\Pi} = T_i + \tau_i$  з поточної вартості  $\beta_{\Pi}$  дозволяє визначити рівняння:

$$NPV_i = \frac{\alpha}{r} \int_0^{T_i + \tau_i} (aP_i l_i - b l_i) \exp(-\alpha t) dt + \frac{\alpha}{r} \int_{T_i + \tau_i}^{\infty} (aP_i l_i - b l_s) \exp(-\alpha t) dt = (1 - \beta_{\Pi}) NPV_i + \beta_{\Pi} NPV_i$$

,або:

$$\frac{\int_0^{T_i + \tau_i} (aP_i l_i - b l_i) \exp(-\alpha t) dt}{\int_{T_i + \tau_i}^{\infty} (aP_i l_i - b l_i) \exp(-\alpha t) dt} = \frac{r^{-1} (1 - e^{-\alpha(T_i + \tau_i)})}{r^{-1} \exp[-\alpha(T_i + \tau_i)]} = \exp[-\alpha(T_i + \tau_i)] - 1 = \frac{1 - \beta_{\Pi}}{\beta_{\Pi}} . \quad (10)$$

З виразу (10) отримуємо  $\exp[\alpha(T_i + \tau_i)] = \exp[\alpha T_{\Pi}] = \frac{1}{\beta_{\Pi}}$ , остаточно:

$$T_{\Pi} = T_i + \tau_i = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{1}{\beta_{\Pi}} , \quad (11)$$

де  $T_{\Pi}$  - горизонт розрахунків інвестиційних проектів, а  $\alpha$  визначається формулою (3).

Значення пасажиропотоку  $P_i$  і коефіцієнтів пропорційності  $a$  та  $b$  визначаються з результатів прогнозу. Аналіз результатів прогнозування параметрів, які на залізничному транспорті аналогічні параметрам  $a$  та  $P_i$ , показує можливість їх прогнозування з відносною похибкою (5...10)% [10].

Отже, відносна похибка визначення чистої поточної вартості складає  $\beta_{\Pi} \cong \sqrt{2} (5...10)\% = (7...14)\%$ . При  $r=0,15$  та  $\beta_{\Pi} = (7...14)\%$  горизонт розрахунків  $T_{\Pi}$  дорівнює:

$$T_{\Pi} = 14...19 \text{ років.}$$

В умовах підвищення ступеня невизначеності вихідної інформації при інфляційних процесах, які важко передбачати, та в умовах високої ступені ризику інвестицій, потрібно приймати збільшення значення відносної похибки визначення чистої поточної вартості  $\beta_{\Pi}$ .

Рекомендоване в офіційних методиках оцінки ефективності інвестувань на підприємствах залізничної галузі мінімальне значення  $r = 0,08$  [3, С.64]. На рис. 1 наведено графіки залежності  $T_{\Pi}$  в роках від відносної похибки визначення чистої поточної вартості  $\beta_{\Pi}$  безперервною лінією для значень параметра  $r = 0,08$ , штриховою -  $r = 0,15$ , штрих - пунктирною -  $r = 0,2$ , пунктирною -  $r = 0,3$ .

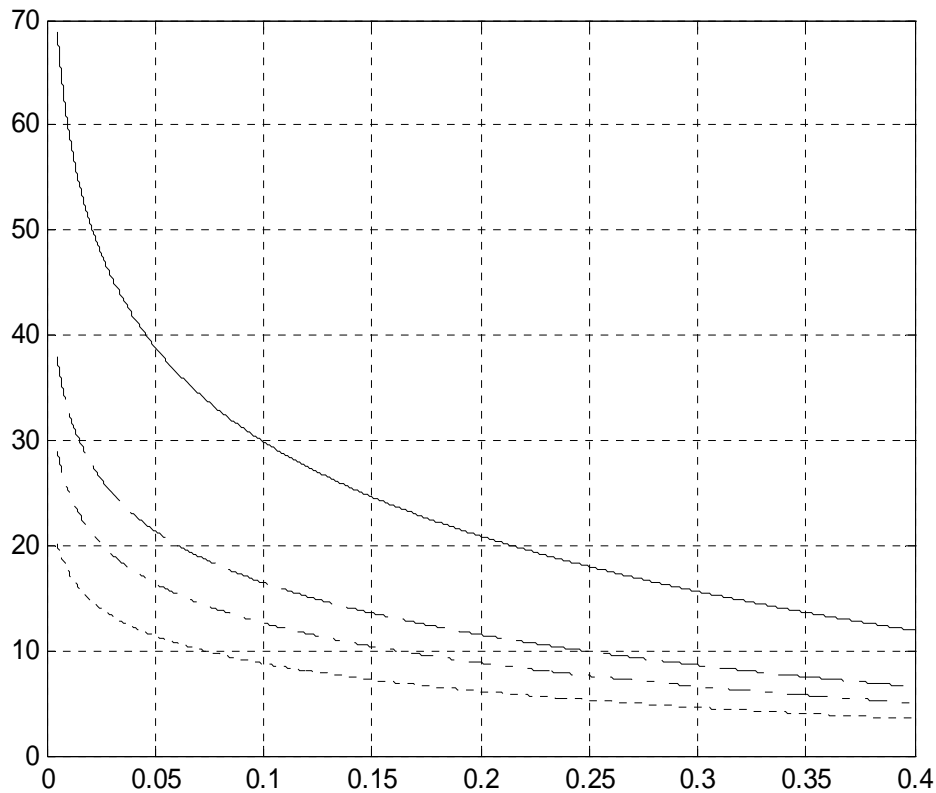


Рисунок 1 - Залежність горизонту розрахунків  $T_{PP}$  від відносної похибки  $\beta_{PI}$  визначення  $NPV_i$ .

Використання великих значень  $T_{PP}$  справедливе при можливості забезпечення високої точності визначення  $NPV_i$ . В таблиці 1 наведені такі значення горизонту розрахунків  $T_{PP}$  в залежності від відносної похибки визначення

чистої поточної вартості  $\beta_{PI} \leq 3\%$  для тих самих значень параметра  $\gamma = 0,08; 0,15; 0,2; 0,3$ , що на рис.1.

Таблиця 1

Залежність горизонту розрахунків  $T_{PP}$  при малих значеннях відносної похибки  $\beta_{PI}$

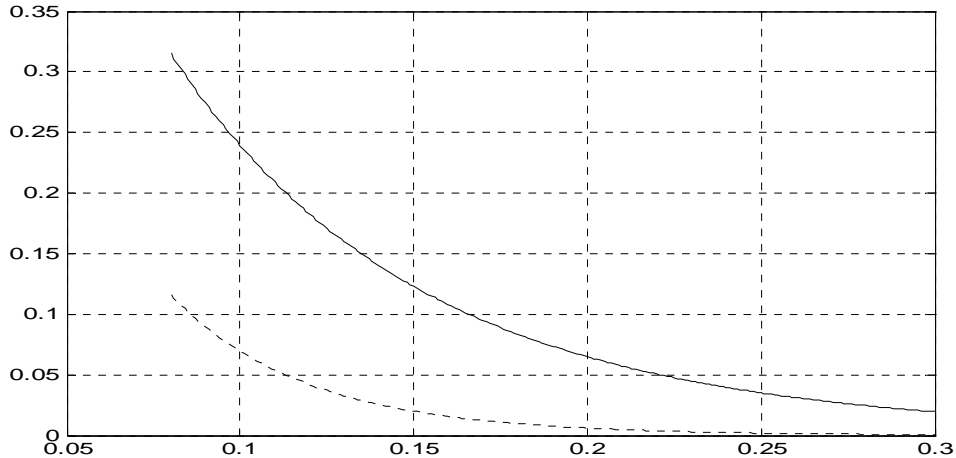
$\beta_{PI}$	0,00064	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03
$\gamma=0,08$	95,5	68,8	59,8	54,6	50,8	47,9	45,6
$\gamma=0,15$	52,6	37,9	32,9	30	28	26,4	25,1
$\gamma=0,2$	40,3	29	25,3	23	21,5	20,2	19,2
$\gamma=0,3$	28	20,2	17,5	16	14,9	14	13,4

Наприклад, якщо термін служби об'єкту інвестування, для якого інтенсивність надходжень та витрат мають мультиплікативні форми (1) і (2), дорівнює  $T_{PP} = 28$  років, а значення параметру  $\gamma=0,15$ , то потрібна точність визначення  $NPV_i$  дорівнює  $\beta_{PI} = 2\%$ . З даних таблиці 1 бачимо, що при  $T_{PP} = \text{const}$  існує суттєва залежність

потрібного значення  $\beta_{PI}$  від параметра  $\gamma$ . Характер цієї залежності визначається функцією:

$$\beta_{PI} = \exp[-T_{PP} \ln(1+r)] \quad (12)$$

На рис. 2 приведений графік цієї функції для  $T_{PP} = 15$  років безперервною лінією, а для  $T_{PP} = 28$  років - пунктирною, коли аргумент  $\gamma$  змінюється від 0,08 до 0,3.



Наприкінці необхідно зазначити, що коректування значення  $T_{IP}$  відповідно зі значенням відносної похибки визначення чистої поточної вартості  $\beta_{II}$  – це також можливість урахування чинників невизначеності та ризику в сучасних економічних умовах.

**Висновки:** отримані вирази для оцінки тривалості горизонту розрахунків чистої поточної вартості NPV<sub>i</sub> в залежності від точності вихідної техніко – економічної інформації про інвестиційні проекти. Вони дозволяють здійснювати на підприємствах залізничної галузі обґрунтовану оцінку економічної ефективності інвестиційних проектів з невизначено великим терміном служби об'єктів.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент / Ковалев В.В.- М.: Финансы и статистика, 2001. – 768с.
2. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов / Ковалев В.В. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 144с.
3. Волков Б.А. Экономическая эффективность инвестиций на железнодорожном

транспорте в условиях рынка / Волков Б.А. – М.:Транспорт, 1996. – 191с.

4. Кулаев Ю.Ф. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте. Учебно-методическое пособие / Кулаев Ю.Ф. – К.: Транспорт України, 2001. – 182с.

5. Босов А.А. Рациональная последовательность инвестирования/ А. Босов, Ю. Бараш //Залізничний транспорт України. – 2005. - №3. – С. 76 – 82.

6. Чебанова Н.В. Оцінка ефективності інвестиційних проектів різної тривалості/ Н. Чебанова, В. Мінка // Вісник економіки транспорту і промисловості, УкрДАЗТ, 2008, № 24. – С.64-69.

7. Босов А.А. Математическая постановка задачи о рациональном инвестировании/А.Босов, А.Сидоренко // Транспорт . Математичне моделювання в інженерних та економічних задачах транспорту: Зб. Наукових праць. – Д. : Січ.– 1999. – С. 5 – 13.

8. Градштейн И.С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений/И. Градштейн, И. Рьжик- М. :Гос. изд. физико – математической литературы, 1962. – 1100с.

9. Уманець Т.В. Загальна теорія статистики, навч. Посібник / Уманець Т.В. – Київ: Знання, 2006.- 142с.

10. Пасечник В.І. Управління економікою експлуатаційної роботи залізниць України / Пасечник В.І. – Київ: «Основа». – 2005. – 371с.

**Аннотация.** Получены выражения для оценки продолжительности горизонта расчетов показателя чистой текущей стоимости в зависимости от точности исходной технико-экономической информации про инвестиционные проекты с неопределенно большим сроком существования.

**Ключевые слова:** инвестиционный проект, горизонт расчета, показатели эффективности.

**Summary.** Expressions are Received for estimation of length of the horizon calculation factor of the clean current cost depending on accuracy of source technical-econmic information about investment projects with indefinitely big period of existence.

**Keywords:** investment project, horizon of the calculation, factors to efficiency.

*Рецензент д.е.н., професор УкрДАЗТ Чебанова Н.В.  
Експерт редакційної колегії к.е.н., доцент УкрДАЗТ Токмакова І.В.*