

УДК 330.322:001.895

Р.Б.Тян, д.е.н.,

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,

І.М.Малиш,

Інститут безперервної фахової освіти

Придніпровської державної академії будівництва та архітектури,

м. Дніпропетровськ

## НАДІЙНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ

Стаття присвячена визначенню надійності показників ефективності інвестицій. Розглядається питання визначення впливу часу реалізації проекту на параметри надійності показників, що характеризують його ефективність. Особлива увага приділяється визначенню періоду достовірного прогнозу.

Статья посвящена определению надежности показателей эффективности инвестиций. Рассматривается вопрос определения влияния времени, в течение которого реализуется проект, на параметры надежности показателей, характеризующих его эффективность. Особенное внимание уделяется определению периода достоверного прогноза.

The article deals with determination of reliability of investment effectiveness indices. The problem of time influence of the project realization on the reliability parameters of the indices that characterize its effectiveness is considered. Special attention is paid to the determination of the period of faithful forecast.

*Ключові слова:* інвестиції, інновації, ризик, надійність, прогноз.

Аналіз сценаріїв розглядає чутливість реагування визначального параметра до змін ключових змінних величин в межах інтервалів їх можливих значень. Стандартно розглядаються три сценарії [1, 2]:

1. Песимістичний, коли аналізується результат, що має місце при найбільш несприятливих значеннях параметрів, що впливають на нього.

2. Оптимістичний відповідає ситуації, коли значення усіх параметрів впливу забезпечують зростання показника ефективності.

3. Базовий або найбільш вірогідний сценарій має місце, коли значення параметрів впливу відповідають їх математичному очікуванню або середньому.

Кожному варіанту привласнюється значення вірогідності, розраховується значення NPV, що відповідає цьому сценарію, і очікуване  $NPV_{ож}$ .

$$NPV_{ож} = P_o \cdot NPV_o + P_B \cdot NPV_B + P_{\Pi} \cdot NPV_{\Pi} \quad (1)$$

Значення вірогідності, що відповідає оптимістичному і песимістичному сценаріям, приймаються 0,25, а базового 0,5 [2, 3]. Звертається увага, що їх значення встановлюється шляхом експертного аналізу. Далі за стандартними формулами розраховується середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^3 p_i (NPV_i - NPV_{ож})^2}; \quad (2)$$

і коефіцієнт варіації

$$CV = \frac{\sigma}{NPV_{ож}}. \quad (3)$$

У цьому методі найбільш суб'єктивний момент – це призначення вірогідності кожного сценарію. Таким чином, невирішеним питанням є формалізація цього

процесу, спираючись на базові правила теорії вірогідності для нормального закону розподілу [4].

Мета статті: визначити надійність показників ефективності.

Песимістичний і оптимістичний сценарії обмежують можливий діапазон, а базовий варіант – відповідає математичному очікуванню. Застосовуючи традиційний підхід, неможливо визначити вірогідність появи  $NPV_{оч}$ . У той же час кінцевою метою використання методу сценаріїв є підвищення достовірності результату, а питання визначення рівня достовірності залишається невирішеним.

Розглянемо цей процес з позицій теорії організаційно-технічної надійності [5, 6]. Ризик – це вірогідність появи несприятливої події, зокрема відхилення показника ефективності (NPV), від прийнятного рівня на величину значень, що не компенсуються.

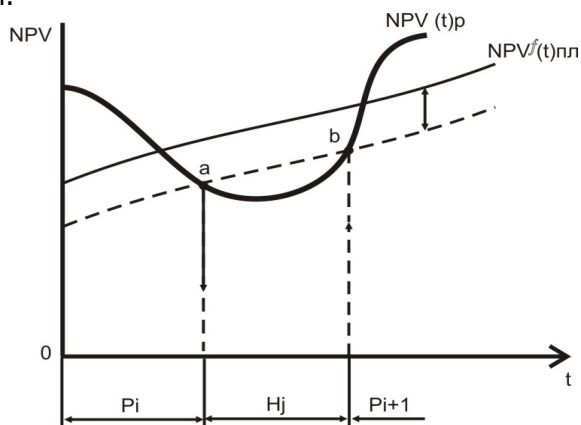


Рис. 1. Етапи робочого (P) і неробочого (H) стану параметричного процесу

Ризик – це також вірогідність знаходження системи в непрацездатному (неробочому) стані.

Якщо розглянути деякий проміжок часу T реалізації випадкового процесу, то він складається з етапів часу  $t_i^{(P)}$  (i-тий період часу, коли система знаходилася в робочому стані) і  $t_j^{(H)}$  (j-тий період, коли система знаходилася в неробочому стані).

$$T = \sum_{i=1}^n t_i^{(P)} + \sum_{j=1}^m t_j^{(H)}. \quad (4)$$

Тоді вираз, що визначає ризик системи

$$R = \sum_{j=1}^m t_j^{(H)} \div T \quad (5)$$

і, відповідно, надійність

$$N = \sum_{i=1}^n t_i^{(P)} \div T. \quad (6)$$

Враховуючи, що усі економічні процеси за своєю природою є імовірнісними, необхідно при виконанні розрахунків з оцінки ефективності інвестицій для ухвалення об'єктивного рішення встановлювати і рівень вірогідності (надійності, ризику) досягнення цих показників.

Приймаючи закон розподілу параметрів випадкової величини як нормальний, можна розрахувати ці параметри, знаючи можливий діапазон розсіювання випадкової величини NPV ( $NPV_o$ ;  $NPV_n$ ).

Згідно з правилом «трьох сигм» для нормально розподіленої випадкової величини усе розсіювання (з точністю до доль відсотка) відкладається на ділянці  $m \pm 3\sigma$ , де  $m$  – математичне очікування, а  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення [7].

Оскільки нормальний закон розподілу є симетричним, то наближене значення параметрів розподілу можна визначити з наступних виразів:

✓ математичне очікування  $m^{(NPV)}$

$$m^{(NPV)} = \frac{1}{2}(NPV_o + NPV_n); \quad (7)$$

✓ середнє квадратичне відхилення  $\sigma$

$$\sigma = \frac{1}{6}(NPV_o - NPV_n). \quad (8)$$

Далі, використовуючи функцію нормального розподілу, розраховується вірогідність будь-якого випадкового значення NPV у виділеному діапазоні.

$$P_{(NPV)} = \Phi \left[ \frac{NPV - m_{(NPV)}}{\sigma} \right] \quad (9)$$

На рис. 2 приведений графік цієї функції. Визначення надійності досягнення заданого значення NPV

$$P_{NPV(P)} \geq NPV \geq NPV_o.$$

Надійність деякого значення  $NPV \in \{NPV_n - NPV_o\}$  відповідає вірогідності того, що випадкове значення NPV знаходиться в діапазоні більшому, або рівному  $NPV_o$  і меншому, або рівному  $NPV_n$ ; тобто відповідному вибраному рівню надійності.

Розрахунок надійності досягнення необхідного рівня NPV

$NPV_o$	300
$NPV_n$	200
$m_{(NPV)}$	250
$\sigma_{(NPV)}$	16,7
$(x - m)/\sigma$	$\Phi[(x - m)/\sigma]$

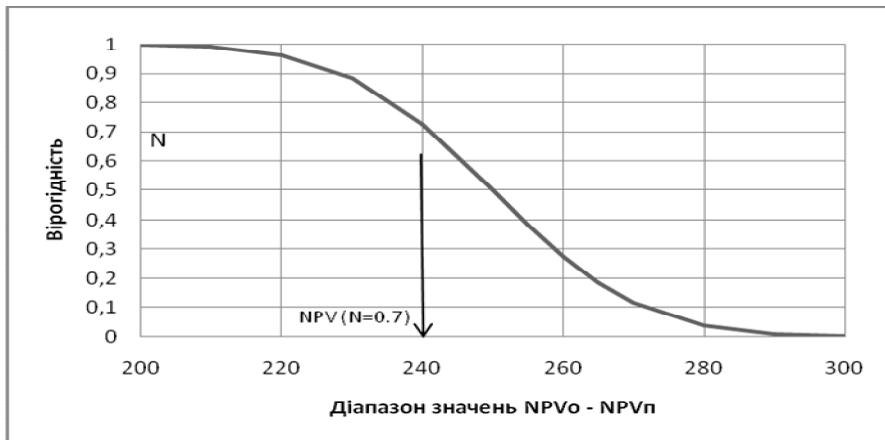


Рис. 2. Графік функції надійності  $NPV(p)$

Для інноваційного проекту, що є тривалішим, актуальним є визначення впливу часу реалізації проекту на параметри надійності показників, що характеризують його ефективність.

Розрахований вище приклад відповідає фіксованому інтервалу часу, без урахування імовірнісних процесів, які забезпечили цей підсумковий результат. При розробці плану майбутнього процесу реалізації проекту необхідно знати, який вплив на кінцевий результат на кожному часовому інтервалі має невизначеність.

Очевидно, що з часом відбувається накопичення невизначеності, що позначається на збільшенні діапазону можливих значень показників ефективності.

Більшість економічних розрахунків базуються на детермінованій основі. В якості компромісу між імовірнісним і детермінованим підходом може бути застосований «метод сценаріїв», на базі якого був побудований розрахунок надійності досягнення заданого значення NPV в діапазоні його оптимістичного і песимістичного значень (рис. 2).

На базі цього методу розглянемо розрахунок періоду окупності. Значення цього показника має додатковий сенс при аналізі інноваційних проектів за умови, коли період морального зносу ( $T_{мз}$ ) перевищує період окупності ( $T_{ок}$ ).

Побудуємо розрахункову схему, яка покаже динаміку зміни показників впливу і визначить межі можливих значень періоду окупності (рис. 3).

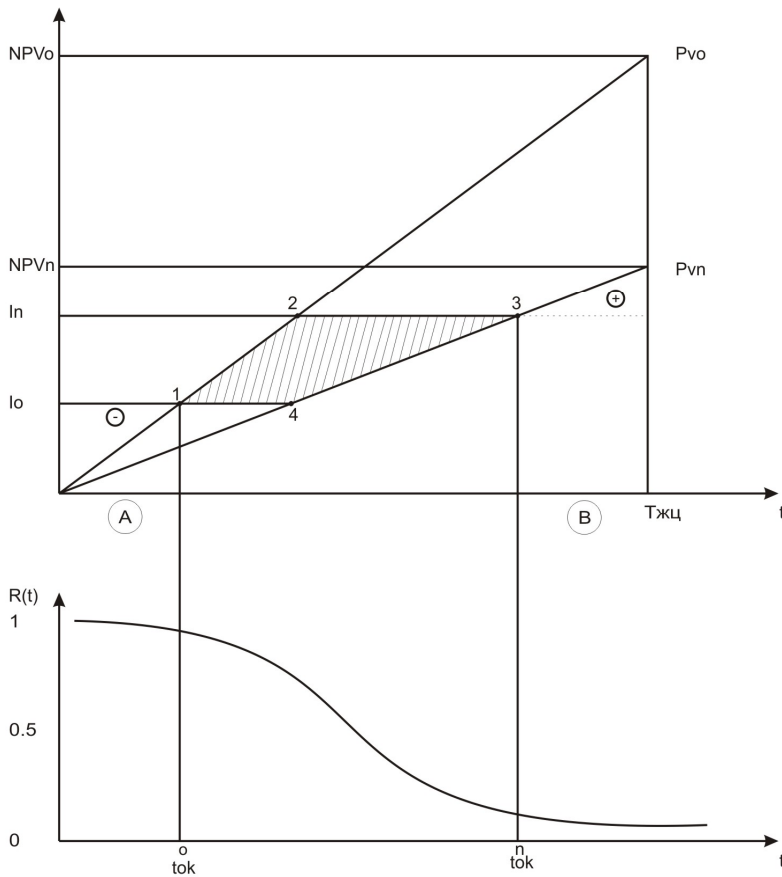


Рис. 3. Розрахунок параметрів розподілу зони окупності

При побудові розрахункової моделі враховані чинники невизначеності, обумовлені можливою зміною інвестиційних витрат  $I_0$ ;  $I_n$  і наростаючими сумами грошового потоку комерційного етапу проекту  $PV_0$ ;  $PV_n$ . Зі збільшенням прогнозного періоду надійність результату знижується, що проявляється у збільшенні значень дисперсії і, аналогічного початковим параметрам, термін окупності перетворюється з точки в перехідну зону.

Для інноваційного проекту доцільно, щоб термін морального зносу знаходився в зоні В, коли проект себе окупає ще в сприятливих умовах. Як видно з приведеної розрахункової схеми, граничні точки, що визначають діапазон вірогідних значень  $tok$ , визначаються в одному випадку (точка 1) оптимістичними значеннями вхідних параметрів, а в іншому – песимістичними (точка 3).

Ця ситуація типова при розрахунку прогнозних значень грошового потоку  $CF_i$  за роками реалізації проекту.

У роботі [8] досліджувалася динаміка наростання розузгодження деякого випадкового параметра в часі. Базою для досліджень служила так звана

«віялова» функція.

$$V(t) = v_0 + B_t; \quad (10)$$

де  $v_0$  – не випадкова величина, що відповідає поточному (відомому) значенню параметра;

$B_t$  – випадкова величина – характеризує швидкість розрегулювання.

Щільність розподілу цієї випадкової величини відображається альфа-розподілом.

$$f(t) = \frac{\theta_\alpha}{t^2 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\alpha^2}{2} \left( \frac{\theta}{t} - 1 \right)^2 \right]; \quad (11)$$

$$\text{де } \theta = \frac{|v - v_0|}{m_b};$$

$$\alpha = \frac{m_b}{\sigma_b}.$$

На підставі цього розподілу розраховується коефіцієнт готовності, як вірогідність того, що впродовж заданого часу параметри даного імовірнісного процесу при накопичуваному з часом регулюванні, не вийдуть за позначені допустимі межі їх значень.

$$\Gamma(t) = \frac{1}{1 + \rho} \left\{ 1 + \rho \cdot \exp[-\mu(1 + \rho)t] \right\}; \quad (12)$$

$$\text{де } \mu = \frac{1}{m_{тн}};$$

$$\rho = \frac{m_{тр}}{m_{тн}}.$$

де:  $m_{тр}$  і  $m_{тн}$  – математичні очікування часу знаходження процесу відповідно в робочому і неробочому стані.

Задаючись бажаним рівнем надійності і деяким відрізком часу  $t_n$ , можна визначити значення  $m_{тр} = t_n \cdot N$  і  $m_{тн} = t_n(1 - N)$ .

Аналіз залежності коефіцієнта готовності показує, що тривалість процесу визначається величиною  $\mu$  – чим вона більша, тим швидше настає стаціонарний стан. При збільшенні  $\rho$  – готовність системи знижується, але стаціонарний режим встановлюється швидше.

Залежність  $\Gamma(t)$  показує динаміку наростання розузгодження системи і в результаті надається можливість визначити відрізок часу, при якому готовність системи досягне певного граничного рівня.

Якщо в якості такої системи розглядати дискретний в часі грошовий потік як деяку послідовність елементів, то використовуючи функцію  $\Gamma(t)$  можна визначити проміжок часу достовірного прогнозу. Пропонований підхід конкретизує і формалізує цей процес, підвищуючи його об'єктивність.

На рис. 4 побудовані графіки, що показують інтенсивність зниження надійності за часовими періодами. Графіки побудовані на базі залежності (12) для п'ятирічного періоду. У загальному випадку цей часовий період визначається тривалістю життєвого циклу проекту.

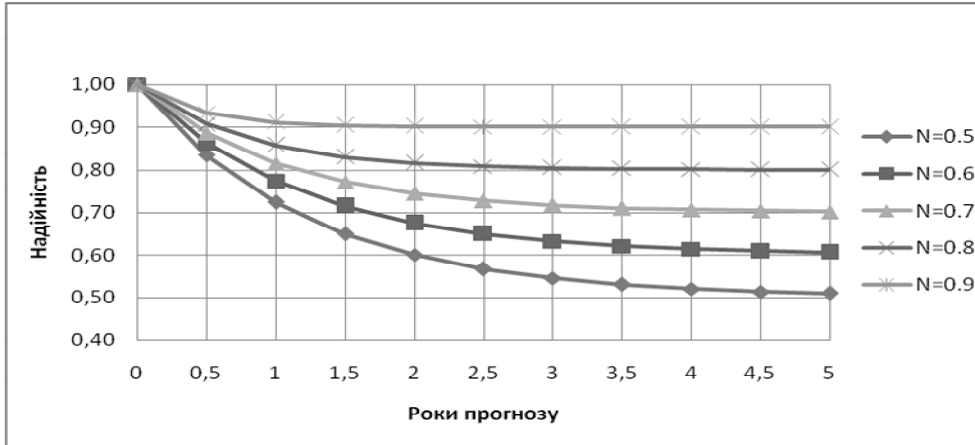


Рис. 4. Функція наростання невизначеності при різних значеннях надійності

Розрахунок параметрів функції наростання невизначеності:

$$\Gamma(1/(1+q)) \cdot (1+q \cdot \exp^{(-m(1+q) \cdot t)})$$

$$mt(q) = T \cdot N$$

$$mt(H) = T \cdot (1 - N)$$

$$q = mt/mt(H)$$

$$m = 1/mt(H)$$

На підставі аналізу отриманих залежностей можна зробити висновок, що для  $N = 0,9$  період достовірного прогнозу складає близько року; для  $N = 0,8$  – близько 2х років; для  $N = 0,7$  – близько 3х років; для  $N = 0,6$  – близько 4-4,5 років; для  $N = 0,5$  – п'ять років.

Отже, при розробці і обґрунтуванні параметрів грошового потоку за роками реалізації проекту точності розрахунків мають бути пропорційні надійності. Немає необхідності та реальної можливості точно прогнозувати параметри грошового потоку віддаленої перспективи. Як видно з проведеного аналізу, після третього, четвертого років різко знижується достовірність прогнозу. Відповідно до цього можна вважати за доцільне проводити детальні маркетингові дослідження ринку і прогноз майбутніх внутрішніх витрат підприємства, необхідних для формування грошового потоку на перспективу до чотирьох років.

Загальна закономірність полягає в тому, що чим менш стабільною є економічна ситуація в межах часового етапу прогнозу, тим нижче надійність і відповідно інтенсивніше в часі відбувається зниження надійності прогнозу, і коротше достовірний період прогнозу.

**Список використаних джерел:**

1. Антипенко Е.Ю. Совершенствование методов и моделей анализа эффективности и риска реализации инвестиционных проектов: дис. ... кандидата техн. наук 05.13.22 / Евгений Юрьевич Антипенко. – Днепропетровск, 2004. – 186 с.
2. Организационно-технологическая надежность строительных процессов / С.М.Кузнецов, О.А.Легостаев, О.Ю.Михальченко и др. // Изв. вузов Строительство. — 2008. — №6. — С.57-65.
3. Савчук В.П. Практическая энциклопедия. Финансовый менеджмент / В.П.Савчук. – К.: Максимум, 2006. — 884 с.
4. Гордеева Н.В. Актуальные аспекты обоснования ставки дисконтирования при расчете стоимости компании // Весник ТИСБИ. — 2003. — Вып. 1 — с. 72-80.
5. Гордеев І.О. Формування комплектарної команди управління ризиками інноваційних проєктів: автореф. дис. ... кандидата техн. наук 05.13.22 / Гордеев Ігор Олександрович. – Київ, 2009. – 19с.
6. Залунин В.Ф. Стратегия и тактика строительной фирмы в условиях рынка / В.Ф.Залунин. — Днепропетровск: Придніпровський науковий вісник. 1998. — 240 с.
7. Вентуель Е.С. Теория вероятностей / Е.С.Вентуель. — М.: Наука, 1964 — 576 с.
8. Байхельт Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход / Ф.Байхельт, П.Франкен / Пер. с нем. М.Коновалова. — М.: Радио и связь, 1988. — 392 с.