

УДК 338.24

*О.В. МАКАРА*, к.е.н., доц., докторант, ТНЕУ, Тернопіль

## **ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ РЕСУРСІВ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

У статті розглянута задача моделювання процесу оптимального розподілу використання інвестиційних ресурсів. Запропоновано використання сукупності параметрів для оптимального плану успішності інвестиційної політики держави за допомогою експоненціального закону розподілу випадкової величини.

The article deals with the task of designing of process of optimal distribution and the usage of investment resources. The use of aggregate of parameters for the optimal plan of success of investment policy of the state by means of exponential law of distribution of casual size is offered..

**Ключові слова:** моделювання процесу, оптимального розподілу, інвестиційні пропозиції.

**Вступ.** Виведення України з економічної кризи та перспективи подальшого зростання економіки пов'язані із залученням інвестиційних ресурсів. За умов обмеженості внутрішніх та зовнішніх інвестиційних джерел важливо мати відпрацьовану методику, за допомогою якої можна створювати єдиний підхід до підготовки інвестиційних пропозицій і прийняття відповідних рішень, а також враховувати особливості процесу оцінювання ефективності державних програм з врахуванням чинників ризику за умов ринкової невизначеності. Тому оцінка ризику державних програм залежить від здатності ідентифікації сфери і меж їх невизначеності.

**Постановка завдання.** Створення модельних розробок, методів, інструментарію для забезпечення ефективного вирішення інвестиційних проблем за нових умов.

**Методологія.** Проблема залучення інвестицій в економіку України присвячена велика кількість робіт сучасних науковців і практиків, в тому числі авторів С.Онікієнко, В.Герасимчука, А.Пересади, Л.Шинкарук та ін.

В умовах нестійкості та невизначеності, важливим аспектом дослідження проблем інвестування економіки є використання сучасного математичного апарату, що ґрунтується на економіко-математичних моделях. Різноманітні теоретичні та практичні аспекти моделювання економічних процесів розглядаються в наукових працях Д.Блекуела, М.Бугір, Н.Воробйова, А.Крушевського, А.Лотова, І.Ляшенка, Ю.Іванілова, Дж.Фон Неймана, В.Юринця та ін.

Незважаючи на значний науковий доробок, праці та розробки названих вчених не охоплюють всієї сукупності проблем розвитку інвестиційних

процесів і потребують подальшого вдосконалення. Внаслідок цього виникає необхідність поглиблення наукової розробки даної проблеми, використовуючи економіко-математичний інструментарій.

**Результати дослідження.** Сучасний стан національної економіки не викликає сумнівів щодо необхідності системних перетворень у напрямку інвестиційної політики. Питання вибору критеріїв ефективності інвестиційних програм є одним з важливих, що передбачає розроблення сценаріїв для найбільш можливих і найбільш небезпечних умов фінансової діяльності держави. У процесі ухвалення рішень використовуються методи, які мають основу складних математичних обчислень, що дозволяють вибрати оптимальний варіант. Розрахунок ефективності інвестицій надзвичайно багатогранний процес, який залежить від різних факторів, а тому необхідно за кожним сценарієм досліджувати, як працюватиме організаційно-економічний механізм реалізації програм, які будуть при цьому прибутки, втрати в окремих учасників цього процесу, держави та населення зокрема. Програма вважається ефективною, якщо несприятливі наслідки усуваються за рахунок створених запасів і резервів чи відшкодовуються страховими виплатами [1,2].

У роботі [3] автор зазначає, що у випадку вкладання коштів інвестор напевно не знає чи зможуть окупитися ті вклади, які він матиме за умов реалізації програми. У цьому процесі виникають ризики, які пов'язані з імовірністю виникнення непередбачуваних ситуацій під час реалізації програми, та невизначеність грошових потоків, пов'язана з невизначеністю їхнього недоотримання.

Нинішній стан процесу управління об'єктами потребує нового якісного підходу до розроблення стратегії розвитку, прогнозування та аналізу стану їхньої діяльності.

У науково-економічній літературі розглядаються задачі планування в умовах ризику. Найбільш перспективним у цьому напрямку є застосування методів економіко-математичного моделювання, зокрема задача стохастичного програмування, яка дає можливість максимально враховувати всі види невизначеності та нестабільності економіки [4].

Розв'язування цих задач забезпечується описом випадкової величини, який здійснюється за допомогою відомих законів розподілу [5, с.10 і 6, с.189].

Розглянемо задачу моделювання процесу оптимального планування використання ресурсів, використовуючи сукупність параметрів, які характеризують об'єкт управління і поставлену мету діяльності, яка забезпечує інвестору достатню фінансову вигоду [7]. Розрахунок оптимального плану успішності інвестиційної політики держави визначаємо за допомогою експоненціального закону розподілу випадкової величини.

Припустимо, випадкова величина  $y$  підпорядкована експоненціальному закону розподілу такого виду:

$$F(y) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

де  $\lambda$  – деякий параметр, який необхідно знайти.

Використаємо відоме твердження теорії ймовірності [8], що якщо неперервна випадкова величина  $y$  підпорядкована довільному закону розподілу з функцією розподілу  $F(y)$ , то ймовірність появи випадкової величини в інтервалі  $b \leq y \leq c$  буде рівна:

$$N(b \leq y \leq c) = F(c) - F(b). \quad (2)$$

На підставі співвідношення (2) для експоненціального закону розподілу запишемо

$$N(y \leq t) = F(t) - F(0). \quad (3)$$

Задача з імовірнісними обмеженнями може мати чотири варіанти постановки:

$$\begin{aligned} N(y \leq 0) &\geq \alpha, \\ N(y \leq 0) &\leq \alpha, \\ N(y \geq 0) &\geq \alpha, \\ N(y \geq 0) &\leq \alpha, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $0 \leq \alpha \leq 1$  – деякий заданий параметр.

Визначимо параметри експоненціального закону розподілу, при яких буде виконуватися перший варіант умови (2) для деякого заданого  $\alpha$ . На підставі (1)-(2) запишемо

$$\begin{aligned} N(y \geq 1) &\geq \alpha, \\ N(y \geq 1) &= N(1 \leq x \leq \infty) = F(\infty) - F(1), \\ F(\infty) &= 1, \quad F(1) = 1 - e^{-\lambda}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для експоненціального закону розподілу математичне сподівання буде

$$-\bar{y} = -\frac{1}{\lambda}, \quad (6)$$

тому 
$$F(y) = 1 - e^{-\frac{1}{\bar{y}}}. \quad (7)$$

Отже, 
$$N(y \geq 1) = e^{-\frac{1}{\bar{y}}}. \quad (8)$$

Використовуючи співвідношення (5), (8), запишемо

$$e^{-\frac{1}{\bar{y}}} \geq \alpha. \quad (9)$$

Якщо взяти логарифм цього виразу, отримуємо нерівність для визначення математичного сподівання експоненціального закону розподілу:

$$\bar{y} \leq \frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha}}. \quad (10)$$

Умова (5) буде виконуватись при довільному математичному сподіванні  $\bar{y}$ , яке визначають зі співвідношення (10).

Для розв'язування поставленої задачі розглянемо стохастичне формулювання цільової функції та обмежень. У випадку задачі лінійного програмування співвідношення цільової функції  $E$  має вигляд:

$$E = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max(\min). \quad (11)$$

Якщо  $c_j$  випадкові величини, тоді приймається максимізація (чи мінімізація) математичного сподівання цільової функції

$$E = \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j \rightarrow \max(\min), \quad (12)$$

де  $\bar{c}_j$  – математичне сподівання випадкової величини  $c_j$ .

У задачі стохастичного програмування можливі такі варіанти обмежень:

$$N \left[ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + 1 \leq b_i \right] \geq \alpha_i, \quad (13)$$

$$N \left[ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + 1 \leq b_i \right] \leq \alpha_i, \quad (14)$$

$$N \left[ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + 1 \geq b_i \right] \geq \alpha_i, \quad (15)$$

$$N \left[ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + 1 \geq b_i \right] \leq \alpha_i, \quad (16)$$

де  $\alpha_i$  – задані рівні ймовірності.

Позначимо через 
$$y_i = b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + 1 \quad (17)$$

де  $y_i, a_{ij}, b_j$  – випадкові величини, що підпорядковуються експоненціальному закону розподілу.

Підставивши вираз (17) у співвідношення (13)-(16) одержимо такі варіанти:

$$N \left[ y_i \geq 1 \right] \geq \alpha_i, \quad (18)$$

$$N \left[ y_i \geq 1 \right] \leq \alpha_i, \quad (19)$$

$$N \left[ y_i \leq 1 \right] \geq \alpha_i, \quad (20)$$

$$N \lfloor_i \leq 1 \rfloor \leq \alpha_i. \quad (21)$$

З теорії ймовірності відомо, що випадкова величина (17) при незалежних  $a_{ij}, b_j$  буде мати таке математичне сподівання

$$\bar{y}_i = \bar{b}_i - \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j + 1. \quad (22)$$

Для варіанту (16) на підставі виразу (8) видно, що

$$\bar{y}_i \leq \frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha_i}}. \quad (23)$$

Підставляючи вираз (22) у співвідношення (23), отримуємо

$$\bar{b}_i - \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j + 1 \leq \frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha_i}}. \quad (24)$$

Після перетворень співвідношення (24) запишемо у вигляді

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j + \frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha_i}} - 1 \geq \bar{b}_i. \quad (25)$$

Гранично допустимі значення  $x_j$  встановлюються детермінованими параметрами  $d_j$  і  $e_j$ :

$$d_j \leq x_j \leq e_j, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (26)$$

У нерівність (25) уведемо додаткову змінну  $\delta_i$  і обмеження запишемо так:

$$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j + \frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha_i}} - 1 + \delta_i \geq \bar{b}_i. \quad (27)$$

$\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} x_j - 1$  – споживана кількість ресурсу, яка розрахована за

математичним сподіванням норм витрат;

$\frac{1}{\ln \frac{1}{\alpha_i}}$  – додаткова кількість ресурсу, викликана ймовірнісним характером

норм витрат і ресурсу;

$\delta_i$  – залишковий ресурс.

Застосування методів стохастичного програмування дасть змогу одержати такий план, який буде враховувати появу можливих відхилень від заданих умов.

**Висновок.** Для вирішення головних стратегічних задач при розробці відповідної державної інвестиційної політики необхідно в першу чергу зосередити увагу на пошуку і розробці ефективних моделей фінансування та реалізації довгострокових інвестиційних програм.

Все це вимагає створення відповідних економіко-математичних моделей, які змогли б враховувати вплив багатьох факторів економіки. Розв'язання цих проблем та використання модельного обґрунтування як складової управління інвестиційними процесами, дало б змогу прогнозувати тенденції її розвитку, отримувати множину альтернативних варіантів управлінських рішень, в яких враховувати гнучкі стратегії розвитку і сценарії поведінки економічного середовища, що взаємодіє із інвестиційним середовищем.

**Список літератури:** 1.Скоромник М.О. Невизначеність і ризики в інвестиційних процесах // Фінанси України. – 2003. – №5. – с. 5. 2. Пересада А.А. Управління інвестиційним процесом. – К.: Лібра, 2002. – 472 с. 3. Щербак А.В. Інвестиційний аналіз в умовах невизначеності грошових потоків // Фінанси України. – 2005. – №11. – с. 61. 4. Юринець Р., Мицишин О. Математичне програмування в економіці: Навч. посібник. – Львів: 2001. – 134 с. 5. Моляка О.І. Оптимізація портфеля інвестиційних проектів з врахуванням ризиків // Формування ринкових відносин в Україні. – 2003. – №5(24). – с.10. 6. Мазаракі А., Толбатов Ю. Математичне програмування в Excel: Навч. посібник. – К.: 1998. – 208 с. 7. Юринець В.С., Майовець Є.Й., Демецкі А. Оптимізація планування в умовах невизначеності // Наук.зб.: "Доходи та заощадження в умовах трансформації економіки України", Львів, Інтереко, 2002, спецвипуск 10. – С.200-203. 8. Бугір М.К. Теорія ймовірності та математична статистика: Навч. посібник. – Тернопіль, 1998. – 176 с.

Подано до редакції 05.03.2010