

## МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ КАПІТАЛОВКЛАДЕНЬ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

В. Савчук

*На основі диференціальних рівнянь першого порядку розв'язана задача оптимального розподілу інвестиційних капіталовкладень для розвитку виробничих підприємств*

*Ключові слова:* модель, промисловість, капіталовкладення.

**Вступ.** Питання визначення, акумулювання й ефективного використання джерел формування інвестиційного потенціалу на сьогоднішній день є одним з найактуальніших, адже саме недостатністю, неповним виявленням та нераціональним спрямуванням ресурсів цих джерел зумовлена складна інвестиційна ситуація в переважній більшості галузей економіки України. Подібні твердження в повній мірі відносяться до вітчизняної нафтогазової промисловості, яка за браком інвестиційних капіталовкладень на розробку власних природних джерел енергії, оновлення застарілого обладнання тривалий час перебуває в стані стагнації.

Одною з важливіших задач забезпечення розвитку вітчизняного виробництва є задача оптимального розподілу наявних інвестиційних капіталовкладень на розвиток підприємств нафтогазової промисловості, виходячи з пріоритетності окремих з них [2, 3, 4].

**Мета статті** полягає в тому, щоб із загального фонду інвестиційних капіталовкладень знайти такий його розподіл на розвиток окремих підприємств галузі, щоб імовірність  $P$  досягнення поставлених цілей набувала би найбільшого значення, тобто:

$$P = \prod_{i=1}^n [P_i(V_i)]^{\beta_i} \rightarrow \max, \quad (1)$$
$$\sum_{i=1}^n V_i \leq V,$$
$$V_i \geq 0,$$

де  $V_i$  – інвестиційні капіталовкладення, виділені для розвитку  $i$ -о підприємства галузі;

$P_i(V_i)$  – ймовірність досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства, якщо при заданих інших умовах його роботи буде виділений розмір інвестиційних капіталовкладень  $V_i$ ;

$V$  – загальний розмір інвестиційних капіталовкладень, виділених на розвиток підприємств галузі;

$\beta_i$  – ступінь важливості  $i$ -о підприємства в структурі галузі;

$n$  – загальна кількість підприємств у заданій галузі.

**Результати дослідження.** Для адекватного розв'язування поставленої задачі важливе значення має вибір початкових умов розвитку окремих підприємств. Найбільш очевидними є умови:

$$P_i|_{V_i=0} = 0, \quad (2)$$

$$P_i|_{V_i=V_{i\max}} = 1, \quad (3)$$

тобто приймають:

1) якщо інвестиції на розвиток певного підприємства галузі відсутні ( $V = 0$ ), то ймовірність розвитку цього підприємства рівна нулеві;

2) якщо на розвиток певного підприємства галузі виділені максимальні інвестиції ( $V = V_{\max}$ ), то ймовірність розвитку цього підприємства буде найбільшою, тобто рівна одиниці.

На перший погляд очевидно, що такі припущення близькі до істини. Однак для різних підприємств (навіть одної і тої ж галузі) такі припущення можуть мати свої особливості. Наприклад, щодо умови (2) зауважимо:

◆ підприємства у процесі своєї господарської діяльності можуть створювати власні фінансові накопичення, які дають змогу підтримувати певний рівень розвитку;

◆ підприємства можуть раціональніше побудувати свою діяльність, використовуючи ефективніші форми організації, енергозберігаючі технології тощо, що уможлиблює перерозподіл фінансових ресурсів на розвиток більш перспективних ланок;

◆ підприємства внаслідок обміну, взаємодопомоги або меценатства можуть залучати додаткові ресурси для свого розвитку і т.д.

Подібні міркування можна привести і щодо умови (3), зокрема:

◆ методи, які використовують для визначення величини інвестиційних вкладень, не можуть врахувати всіх особливостей мінливого середовища, наприклад, інфляційних процесів;

◆ розмір інвестицій, необхідних для розвитку підприємства, визначають за допомогою бізнес-плану, неточності та похибки якого накладають певні обмеження на якість його кінцевого виконання;

◆ рівень менеджменту підприємства безпосередньо впливає на розмір та якість освоєння інвестицій і т.д.

Отже, умови (2)-(3) доцільніше було б записати так:

$$P_i|_{V_i=0} = \theta_1, \quad (4)$$

$$P_i|_{V_i=V_{i\max}} = 1 - \theta_2, \quad (5)$$

де  $\theta_1, \theta_2$  – величини, які враховують відхилення від граничних значень імовірностей освоєння виділених інвестицій, причому  $0 \leq \theta_1 \leq 1, 0 \leq \theta_2 \leq 1$ . Для спрощення викладок приймемо, що  $\theta_1, \theta_2$  малі величини, тому будемо вважати, що справедливі умови (2)-(3).

Виявимо один з можливих видів залежності  $P_i$  як функції інвестиційних капіталовкладень  $V_i$ , виділених на розвиток підприємства. Очевидно, що функція  $P_i$  буде зростати зі збільшенням величини  $V_i$  і ця зміна буде пропорційною кількості використаного ресурсу  $V_i$ , тобто

$$dP_i(V_i) = \Psi \cdot dV_i, \quad (6)$$

де  $\Psi$  – деякий коефіцієнт, залежність і значення якого потрібно визначити.

Розглянемо окремі випадки зміни коефіцієнта  $\Psi$ .

1. Припустимо, що коефіцієнт  $\Psi$  є лінійною функцією від величини інвестиційних капіталовкладень  $V_i$  і ймовірності  $P_i$  такого виду:

$$\Psi = k \cdot V_i \cdot P_i, \quad (7)$$

де  $k$  – довільна константа.

Підставляючи вираз (7) у співвідношення (6), отримуємо диференціальне рівняння першого порядку [1]:

$$\frac{dP_i}{dV_i} = k \cdot V_i \cdot P_i. \quad (8)$$

Розв'язок цього рівняння подамо у вигляді:

$$P_i = C \exp\left(\frac{k}{2} V_i^2\right), \quad (9)$$

де  $C$  – константа інтегрування, яку визначають з крайових умов (2)-(3).

Беручи до уваги умову (3), із співвідношення (9) знаходимо

$$C = \exp\left(-\frac{k}{2}V_{i\max}^2\right). \quad (10)$$

Підставляючи вираз (10) у співвідношення (9), для  $P_i$  одержуємо:

$$P_i = \exp\left[-\frac{k}{2}(V_{i\max}^2 - V_i^2)\right]. \quad (11)$$

Графічна залежність  $P_i(V_i)$  для залежності (11), коли  $k = 1, 2, 3$  (відповідно криві 1, 2, 3) і  $V_{i\max} = 1$ , приведена на рисунку 1.

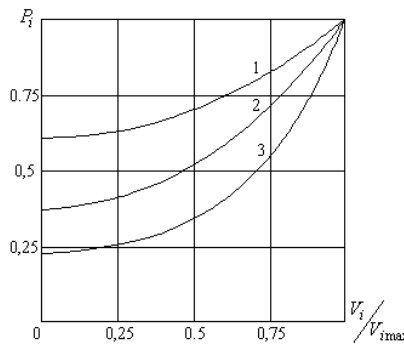


Рис.1. Залежність ймовірності досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства залежно від величини інвестиційних капіталовкладень, коли коефіцієнт  $\Psi$  змінюється за формулою (7) при умові (3)

Як видно з виразу (11) і рисунка 1, із збільшенням інвестиційних капіталовкладень, виділених на розвиток  $i$ -о підприємства, ймовірність досягнення цілей зростає і буде дорівнювати одиниці у випадку  $V_i = V_{i\max}$ . Проте, коли  $V_i = 0$ , значення  $P_i \neq 0$ , чого слід було очікувати згідно умови (2), а буде певне значення  $\theta_1$ , як відзначено в умові (4), водночас це значення буде зменшуватися з ростом величини  $V_{i\max}$ . На підставі цього можна зробити припущення, що у разі відсутності інвестиційних капіталовкладень розвиток  $i$ -о підприємства не може бути нульовим.

Цілком очевидно, що при будь-яких капіталовкладеннях ймовірність досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства ніколи не буде рівною одиниці. Тому замість крайової умови (3) для визначення сталої інтегрування  $C$  доцільніше використати крайову умову (5). Підставляючи крайову умову (5) у співвідношення (9), знайдемо

$$C = (1 - \theta_2) \exp\left(-\frac{k}{2}V_{i\max}^2\right). \quad (12)$$

На підставі співвідношень (9) і (12) запишемо

$$P_i = (1 - \theta_2) \exp\left[-\frac{k}{2}V_{i\max}^2 \left(1 - \frac{V_i^2}{V_{i\max}^2}\right)\right]. \quad (13)$$

Графічна залежність  $P_i(V_i)$  для залежності (13), коли  $k = 1, 2, 3$  (відповідно криві 1, 2, 3) і  $V_{i\max} = 1$ , приведена на рисунку 2.

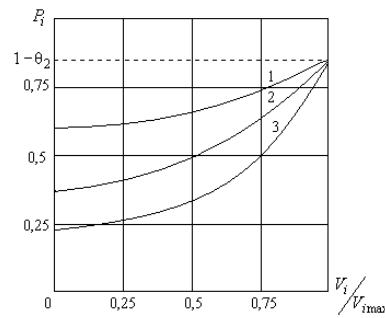


Рис.2. Залежність імовірності досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства залежно від величини інвестиційних капіталовкладень, коли коефіцієнт  $\Psi$  змінюється за формулою (7) при умові (5)

2. Розглянемо випадок, коли коефіцієнт  $\Psi$  прямо пропорційно залежить від виділеного ресурсу часу  $V_i$  і ступеня близькості забезпечення цим ресурсом імовірності до деякого максимально можливого рівня  $P_{i\max}$ , бо природно припустити, що для кожного підприємства існує деяке значення використовуваних інвестиційних капіталовкладень, у разі досягнення якого не відбувається помітного збільшення ймовірності  $P_i$ . Отже, припустимо, що

$$\Psi = a \cdot V_i [P_{i\max} - P_i(V_i)]. \tag{14}$$

Підставляючи вираз (14) у співвідношення (6), одержуємо неоднорідне диференціальне рівняння першого порядку:

$$\frac{dP_i}{dV_i} + a \cdot V_i \cdot P_i = a \cdot P_{i\max} \cdot V_i. \tag{15}$$

Загальний розв'язок цього рівняння подамо у вигляді:

$$P_i = P_{i\max} + C \exp\left(-\frac{a}{2} V_i^2\right). \tag{16}$$

На підставі цього співвідношення і крайових умов (3) знаходимо:

$$C = -P_{i\max}. \tag{17}$$

Підставляючи вираз (17) у співвідношення (16), запишемо:

$$P_i = P_{i\max} \left[1 - \exp\left(-\frac{a}{2} V_i^2\right)\right]. \tag{18}$$

Якщо взяти до уваги, що в реальних системах  $P_{i\max} = 1$ , то співвідношення (18) матиме вигляд:

$$P_i = 1 - \exp\left(-\frac{a}{2} V_i^2\right). \tag{19}$$

Графічна залежність функції  $P_i(V_i)$  для залежності (19), коли  $a = 1, 2, 3, 4$  (відповідно криві 4, 3, 2, 1) і  $V_{i\max} = 1$ , приведена на рисунку 3.

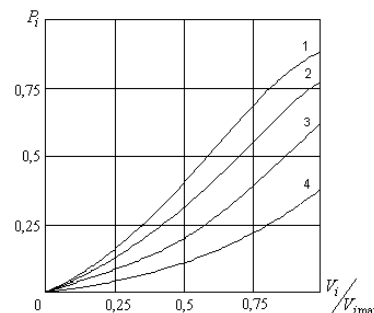


Рис.3. Залежність імовірності досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства залежно від величини інвестиційних капіталовкладень, коли коефіцієнт  $\Psi$  змінюється за формулою (17) при умові (2)

На підставі виразу (19) і рисунка 2 зазначимо, що, як і слід очікувати, зі збільшенням інвестиційних вкладень, виділеного на розвиток  $i$ -о підприємства, ймовірність досягнення цілей зростає. Проте, коли  $V_i = V_{i\max}$ , значення  $P_i \neq 1$ , що передбачено умовою (3), а буде певне значення  $\theta_2$ , як відзначено в умові (5). Збільшення параметра  $a$  призводить до зменшення ймовірності досягнення цілей розвитку підприємства  $P_i$ . На підставі цього можна зробити припущення, що навіть у разі наявності максимальних інвестиційних капіталовкладень розвиток  $i$ -о підприємства не може бути стовідсотковим (немає ідеальних проектів).

Разом з тим зазначимо, що функція (19) добре описує процес ймовірності досягнення цілі, якщо  $i$ -е підприємство почне розвиватися з “чистого листка”, тобто, коли створюють нові підприємства або повністю їх перепрофільовують. Якщо ж підприємство вже володіє певним виробничим (фінансовим) потенціалом, то для визначення сталої інтегрування  $C$  замість крайової умови (2) потрібно використати умову (4). Підставляючи співвідношення (16) у крайову умову (4), знайдемо:

$$C = \theta_1 - P_{i\max}. \quad (20)$$

На підставі співвідношень (16) і (20) запишемо

$$P_i = (\theta_1 - P_{i\max}) \exp\left(-\frac{a}{2} V_i^2\right) + P_{i\max}, \quad (21)$$

або, зважаючи на те, що в реальних системах  $P_{i\max} = 1$ , то співвідношення (21) матиме вигляд:

$$P_i = 1 + (\theta_1 - 1) \exp\left(-\frac{a}{2} V_i^2\right).$$

(22)

Графічна залежність функції  $P_i(V_i)$  для залежності (22), коли  $a = 1, 2, 3, 4$  (відповідно криві 4, 3, 2, 1) і  $V_{i\max} = 1$ , приведена на рисунку 4.

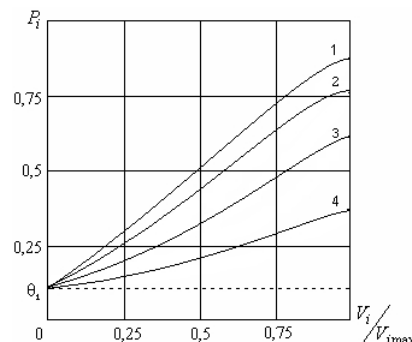


Рис.4. Залежність ймовірності досягнення цілей розвитку  $i$ -о підприємства залежно від величини інвестиційних капіталовкладень, коли коефіцієнт  $\Psi$  змінюється за формулою (17) при умові (4)

**Висновки.** На підставі вище викладеного можна зробити такі висновки:

Залежно від типу підприємства, виду його діяльності і фінансово-господарського стану ймовірність досягнення цілі розвитку внаслідок інвестиційних капіталовкладень може бути описана одною із функціональних залежностей (11), (13), (19), (22) або їх комбінацією.

Формула (11) описує ймовірність досягнення цілі розвитку  $i$ -о підприємства внаслідок інвестиційних капіталовкладень для випадків, коли підприємство володіє певними засобами і внаслідок інвестиційних капіталовкладень добивається повного досягнення поставленої цілі свого розвитку.

Формула (19) описує ймовірність досягнення цілі розвитку  $i$ -о підприємства внаслідок інвестиційних капіталовкладень для випадків, коли підприємство зовсім не має ніяких засобів для свого розвитку.

Функціональні залежності (13) і (22) дають можливість моделювати обидва попередні випадки одночасно

1. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Наука, 1971. – 576 с.
2. Пересада А.А. Інвестиційний процес в Україні. – К.: Лібра, 2001. – 248 с.
3. Юринець В.Є., Савчук В.Б. Модель прийняття управлінських рішень в інвестиційній діяльності // Вісник Львівської державної фінансової академії – Львів: ЛДФА, 2007. – №12. – С. 306-312.
4. Юринець В., Савчук В. Модель прогнозування прийняття управлінських рішень в інвестиційній діяльності підприємств // Вісник Львівського університету. Серія економічна. – 2007. – Вип. 37(1). – С.73-77.

## MODEL OF OPTIMUM DISTRIBUTING OF CAPITAL INVESTMENTS FOR DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

V. Savchuk

*On the basis of the differential evening of the first order the task of the optimum distributing of investment capital investments for development of production enterprises is untied*

*Keywords: model, industry, capital investment.*