

УДК 658.1:330.322:519

## МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИЙНЯТТЯ ФІНАНСОВО-ІНВЕСТИЦІЙНИХ РІШЕНЬ

І. Паславська

Львівський національний університет імені Івана Франка  
79008, м. Львів, проспект Свободи, 18

*Розглянуто проблеми планування фінансової та інвестиційної діяльності. Здійснення інвестиційної діяльності відбувається через впровадження в дію портфеля інвестиційних проектів, реалізація якого повинна забезпечити максимальний економічний ефект для підприємства у межах прийняттого рівня ризику. Процес формування портфеля є складним та трудомістким. Запропонована у статті модель управління фінансово-інвестиційною діяльністю підприємства дає можливість оптимізувати процес планування господарської діяльності.*

*Ключові слова:* інвестиційний проект, інвестиційний портфель, фінансування, фінансово-інвестиційна програма, часова оптимізація.

Інвестування є важливим фактором економічного розвитку підприємства, однак здійснення інвестицій обмежується його фінансовими можливостями. Невідповідність потреб та можливостей призводить до необхідності проведення теоретичних досліджень щодо узгодження планування інвестиційної та фінансової програм діяльності підприємства та оптимізації процесу прийняття рішень.

Процеси планування фінансової та інвестиційної діяльності на підприємстві повинні бути узгодженими та аналізуватись комплексно. Тому слід особливу увагу приділити формуванню оптимальної інвестиційно-фінансової програми шляхом синхронного планування фінансової та інвестиційної діяльності підприємства.

Для оптимізації прийняття фінансово-інвестиційних рішень ми пропонуємо використовувати функцію управління інвестиційною діяльністю підприємства.

Змінними параметрами моделі є коефіцієнт концентрації позикового капіталу ( $x$ , область значень  $[0;0,5]$ ) та частка прибутку підприємства, що скеровується на реінвестування ( $z$ , область значень  $[0;1]$ ).

Результуючим показником є значення функції, що відображає сумарний економічний ефект від впровадження портфеля проектів підприємства:

$$F = \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^N NPV_i \cdot x_{it} \cdot d_{r_i^{ef},t},$$

де  $N$  – кількість реальних інвестиційних проектів у портфелі підприємства;

$T$  – тривалість впровадження портфеля проектів;

$NPV_i$  – чиста теперішня вартість  $i$ -го інвестиційного проекту;

$x_{it}$  – булева змінна, що приймає значення 1 у випадку, коли  $i$ -ий проект приймають до реалізації у  $t$ -му періоді, та 0, коли  $i$ -ий проект не впроваджують у  $t$ -му періоді;

$d_{r_i^{ef},t}$  – коефіцієнт дисконтування, що відображає зміну ефективності проекту, спричинену відтермінуванням його реалізації.

Елементи  $x_{it}$  отримуємо у результаті реалізації моделі часової оптимізації реалізації портфеля інвестиційних проектів підприємства.

Проміжними параметрами моделі є:

- обсяг інвестиційних ресурсів у кожному періоді планування  $t$ ;
- період впровадження проектів інвестиційного портфеля;

- середньозважена вартість капіталу;
- множина проектів, що приймаються до реалізації.

Припустимо, що підприємство планує реалізувати портфель, що містить  $N$  реальних інвестиційних проектів. Інвестиційні проекти є ефективними, незалежними та мають однакову важливість для особи, що приймає рішення.

Одночасно, підприємство аналізує різні можливі сценарії фінансування інвестиційної діяльності. Змінними параметрами для кожного сценарію є частка прибутку підприємства, що скеровується на реінвестування та коефіцієнт концентрації позикового капіталу.

Структуру інвестиційних ресурсів підприємства для кожного планового періоду  $t$  та відповідного сценарію фінансування  $s$  можна записати так:

$$B_t^s = V_t^s + Z_t^s, \quad (1)$$

де  $B_t^s$  – обсяг інвестиційних ресурсів у  $t$ -му періоді згідно  $s$ -го сценарію фінансування;

$V_t^s$  – обсяг власних інвестиційних ресурсів у  $t$ -му періоді, що сформовані за рахунок надходжень від функціонування виробничих та невиробничих проектів підприємства, згідно  $s$ -го сценарію фінансування;

$Z_t^s$  – обсяг позичених інвестиційних ресурсів у  $t$ -му періоді згідно  $s$ -го сценарію фінансування.

Для кожного із можливих видів фінансування  $s \in S$  слід розрахувати середньозважену вартість капіталу  $r_{WACC}^s$ . Ставка  $r_{WACC}^s$  вказує на середню вартість використовуваного капіталу. Якщо при реалізації деякого інвестиційного проекту підприємство отримує доходність нижчу, ніж величина  $r_{WACC}^s$ , то такий проект можна вважати неефективним, оскільки плата за інвестиційний капітал є вищою ніж його доходність. Отже  $r_{WACC}^s$  можна вважати граничним рівнем доходності інвестиційного проекту.

Таким чином у інвестиційний портфель можуть бути включені проекти, для яких справджується нерівність:  $IRR_i > r_{WACC}^s$ . Всі решта проекти не можуть бути включені у портфель при умові використання  $s$ -го варіанту фінансування.

Якщо середньозважена вартість капіталу деякого варіанту фінансування перевищує внутрішні норми доходності всіх інвестиційних проектів, то такий сценарій слід відхилити, а відповідне значення функції управління  $F$  вважати рівним 0.

Наступним етапом є аналіз можливих сценаріїв фінансування  $S$ .

Будуємо вектор інвестиційних ресурсів  $B^s = (B_t^s)_{t=0, \overline{T^s}}$ :

$$B_t^s = V_t^s + Z_t^s, \quad t = \overline{(0, T^s)}, \quad \text{для } s \in S \quad (2)$$

де  $T^s$  – наближена (прогнозована) тривалість періоду реалізації портфеля проектів.

Далі для кожного виду фінансування  $s$  потрібно реалізувати модель часової оптимізації портфеля реальних інвестиційних проектів. Дана модель передбачає реалізацію таких етапів:

1. Визначаємо часовий проміжок  $(0, T)$ , протягом якого можуть бути реалізовані всі  $N$  проектів.

Нехай  $t$  – індекс часового періоду, тривалість якого становить, наприклад, один рік;  $i$  – індекс виду інвестиційного проекту  $i = \overline{(1, N)}$ ;  $b_i$  – необхідний обсяг коштів для реалізації  $i$ -го проекту;  $B_t^s$  – обсяг інвестиційних ресурсів у  $t$ -му періоді згідно  $s$ -го варіанту фінансування.

Згідно поданих позначень можна побудувати співвідношення для обчислення величини  $T$ :

$$\sum_{i=1}^N b_i \leq \sum_{t=0}^T B_t^s d_{r^B, t} \quad (3)$$

де  $d_{r^B,t}$  – коефіцієнт дисконтування майбутніх величин бюджетів інвестицій.

Коефіцієнт дисконтування  $d_{r^B,t}$  обчислюють за ставкою дисконтування  $r^B$ , яка повинна враховувати ризик зміни обсягів інвестиційних ресурсів підприємства у майбутні періоди часу. Такий ризик безпосередньо пов'язаний із рівнем фінансового ризику підприємства, оскільки прогнозовані величини інвестиційних ресурсів залежать від його фінансового стану у майбутньому.

2. Будуємо матрицю пріоритетів реалізації проектів. За критерій пріоритетності приймемо індекс можливих відносних втрат у випадку відтермінування реалізації  $i$ -го проекту на  $t$  періодів:

$$v_{it} = \frac{NPV_i - NPV_i d_{r_i^{eff},t}}{b_i}, \quad i = \overline{1, N}, \quad t = \overline{1, T+1} \quad (4)$$

де  $v_{it}$  – індекс можливих відносних втрат у випадку відтермінування реалізації  $i$ -го проекту на  $t$  періодів від теперішнього моменту часу;

$d_{r_i^{eff},t}$  – коефіцієнт дисконтування, розрахований за ставкою  $r_i^{eff}$ ;

$NPV_i$  – чиста теперішня вартість проекту.

Ставку  $r_i^{eff}$  розраховують шляхом врахування ймовірності зміни ефективності реалізації  $i$ -го проекту у часі. Для проектів, що пов'язані із впровадженням нових науково-технічних досягнень, значення  $r_i^{eff}$  буде високим, оскільки їх відтермінування супроводжується ризиком того, що схожі проекти можуть бути швидше реалізовані конкурентами, котрі й отримають переваги на ринку. Високе значення  $r_i^{eff}$  прогнозують і для проектів із великим значенням індивідуального ризику проекту  $r_i^{mp}$ . Пояснити це можна тим, що відтермінування проекту розширює горизонт прогнозування, а отже підвищує міру невизначеності умов реалізації проекту.

3. Будуємо матрицю  $V = (v_{it})_{i=\overline{1, N}; t=\overline{1, T+1}}$  за принципом: кожному періоду реалізації інвестиційних проектів  $t$  відповідає  $(t+1)$  стовпець матриці  $V$ , оскільки в кожен  $t$ -ий період впроваджуватимуться саме ті проекти, відтермінування реалізації яких до  $(t+1)$ -го періоду

приносить найбільші втрати.  $V = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1t} & \dots & v_{1T+1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{i1} & v_{i2} & \dots & v_{it} & \dots & v_{iT+1} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ v_{N1} & v_{N2} & \dots & v_{Nt} & \dots & v_{NT+1} \end{pmatrix}$

Елементи стовпців матриці пріоритетів необхідно впорядкувати по спаданні значень  $v_{it}$ .

4. У кожному періоді часу  $t$  підприємство приймає до реалізації певну кількість проектів  $n_t$  із множини нереалізованих, пріоритети яких є найвищими. Відповідні елементи  $t$ -го стовпця матриці розподілу реалізації проектів  $X^s = (x_{it})_{i=\overline{1, N}, t=\overline{0, T}}$  приймають ненульові значення, а відповідні елементи матриці  $V$  приймають від'ємні значення для інтервалу  $(t+2, T+1)$ . Оскільки елементи матриці  $V$ , розраховані за формулою (4), є невід'ємними, то присвоєння  $v_{it}$  деякого від'ємного значення дозволить виключити  $i$ -ий проект із подальших розрахунків і, таким чином, кожен проект реалізовуватиметься лише один раз. Кількість проектів  $n_t$ , що приймаються до реалізації обмежується умовою на наявні інвестиційні ресурси у  $t$ -му періоді:

$$\sum_{i=1}^N x_{it} b_i \leq B_t^s d_{r^B, t} \quad (5)$$

Значення змінних  $x_{it}$  можна розглядати для випадків:

1. Проекти неподільні:

$$x_{it} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-тий проект реалізується у } t\text{-му підперіоді;} \\ 0, & \text{якщо } i\text{-тий проект не реалізується у } t\text{-му підперіоді.} \end{cases}$$

При умові неподільності проектів може виникнути ситуація, коли залишок недовикористаних коштів у деякому  $t$ -му періоді реалізації буде менший від необхідного обсягу коштів для реалізації  $(n_t + 1)$  проекту, але достатній для реалізації деякого проекту, індекс якого є більшим ніж  $(n_t + 1)$  у відповідному впорядкованому по спаданні стовпці матриці пріоритетів. У цьому випадку слід перевірити таку умову:

$$B_t^s d_{r^B, t} - \sum_{i=1}^N b_i x_{it} \geq b_j, \quad j \in N', \quad (6)$$

де  $N'$  - множина індексів проектів, ще не прийнятих до реалізації.

Якщо умова (6) справджується для деякого проекту із множини  $N'$ , то даний проект повинен бути реалізований у даному періоді та відповідне  $x_{jt} = 1$ , а  $v_{jt}$  приймають від'ємні значення для інтервалу  $(t+2, T+1)$ .

2. Проекти підлягають поділу:

$$x_{it} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-тий проект повністю реалізується у } t\text{-му підперіоді;} \\ 0 < x_{it} < 1, & \text{якщо } i\text{-тий проект частково реалізується у } t\text{-му підперіоді;} \\ 0, & \text{якщо } i\text{-тий проект не реалізується у } t\text{-му підперіоді.} \end{cases}$$

Мінімальна частка поділу для кожного проекту є індивідуальною та відповідає технологічно допустимому мінімальному обсягу реалізації проекту. Якщо  $i$ -ий проект був реалізований частково у  $t$ -му періоді, то величина  $v_{it+2}$  приймає значення більше від  $\max_i v_{it+2}$ . Це дозволить продовжити у  $(t+1)$ -му періоді реалізацію незавершених проектів, оскільки їх пріоритети будуть найвищими.

Описана модель розподілу реалізації інвестиційних проектів у часі дає можливість мінімізувати величину можливих втрат, зумовлених відтермінуванням реалізації проектів. Цільову функцію такої моделі можна записати у такому вигляді:

$$\min L = \sum_{i=1}^N (NPV_i - \sum_{t=0}^T NPV_i x_{it} d_{r_i^{\text{ef}}, t}). \quad (7)$$

Дана модель будується за принципом співставлення обсягів необхідних коштів на реалізацію інвестиційних проектів та наявних обсягів інвестиційних ресурсів у визначені періоди часу. Точність отриманих результатів розв'язку моделі, звичайно ж, залежить від точності прогнозування значень вхідних даних  $(b_i (i = \overline{1, N}); B_t^s (t = \overline{0, T}); r^B, r_i^{\text{mp}} (i = \overline{1, N}); r_i^{\text{ef}} (i = \overline{1, N}))$ .

Дослідимо детальніше умови формування величин  $B_t^s$  із (1). Оцінити значення  $V_t^s$  на момент розрахунку вхідних даних моделі є неможливо, оскільки на нього впливає не лише ефективність функціонування проектів, що уже реалізуються підприємством, а й сукупність інвестиційних проектів портфеля, що будуть реалізовані від даного моменту часу 0 до майбутнього моменту часу  $t$ . Оскільки розподіл процесу реалізації портфеля інвестицій є завданням самої моделі, то виникає ситуація, коли значення вхідних даних моделі залежать від її розв'язку. Вирішити таку проблему ми пропонуємо за допомогою методу послідовних наближень.

В якості нульового наближення приймемо вектор  $\overline{B}^0 = (B_t^0)_{t=0, \overline{T}}$ , елементами якого є бюджети інвестицій для кожного розрахункового періоду  $t$ , котрі складаються з суми прогнозованих величин позичених ресурсів, а також відповідної частини реінвестованих власних ресурсів, утворених із коштів, що надходять від функціонування лише тих проектів, реалізація яких була розпочата до початку реалізації інвестиційного портфеля (до моменту часу 0).

Реалізуючи модель розподілу у часі процесу реалізації портфеля інвестиційних проектів ми отримуємо матрицю розподілу  $X^0 = (x_{it}^0)_{i=1, N; t=0, \overline{T}^0}$ . Дана матриця відповідає нульовому наближенню моделі.

Вектор наступного наближення  $\overline{B}^1$  будемо із врахуванням розподілу реалізації інвестиційних проектів, котрий задається матрицею  $X^0$ .

На кожній ітерації в процесі реалізації моделі розраховується величина  $T$ . Найбільше значення  $T$  прийматиме при нульовому наближенні, адже відповідні елементи вектора  $\overline{B}^0$  будуть найменшими, і розраховане із співвідношення (3) значення  $T$  буде найбільшим. З кожною наступною ітерацією вплив реалізації інвестиційних проектів із портфеля запланованих враховуватиметься все повніше, відповідно зростатимуть величини бюджетів інвестицій і, як наслідок, зменшуватиметься тривалість періоду реалізації всього портфеля інвестиційних проектів.

Послідовні ітерації наближення слід здійснювати до того моменту, доки тривалість періоду реалізації портфеля інвестиційних проектів, розрахована на наступній ітерації не відрізнятиметься або відрізнятиметься на допустиму величину від тривалості періоду реалізації, розрахованої на попередній ітерації, тобто справджуватиметься нерівність:

$$T^{l-1} - T^l \leq \varepsilon, \tag{8}$$

де  $\varepsilon$  – допустима похибка.

Результатом обчислень буде матриця розподілу реалізації інвестиційних проектів, розрахована на останній  $l$ -ій ітерації наближення  $X_s^{omn} = (x_{it}^l)_{i=1, N; t=0, \overline{T}^l}$ .

Здійснивши розрахунки моделі часової оптимізації для кожного із сценаріїв фінансування отримаємо матриці  $X_s^{omn}$  для  $s \in S$  та відповідні значення  $L_s^{omn}$ .

Наступним етапом аналізу є розрахунок значень функції управління  $F$  для кожного сценарію фінансування.

Дана модель була реалізована на прогнозних даних інвестиційної діяльності ТзОВ „Альтанка”. Підприємство планує впровадити у дію чотири інвестиційні проекти, використовуючи в якості інвестиційних ресурсів власні та позичені кошти. У результаті реалізації моделі часової оптимізації для різних сценаріїв фінансування ми отримали відповідні матриці  $X_s^{omn}$ . На основі отриманих даних ми обчислили значення функції управління  $F$  та сформувавши матрицю ефективності реалізації інвестиційної діяльності для різних сценаріїв фінансування (див. табл 1).

Таблиця 1

Матриця сценаріїв здійснення фінансово-інвестиційної програми підприємства

X	Частка прибутку підприємства, що використовується на реінвестування										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	5409850	6245690	6589230	7012560	7805690	9056870	14569870	15897560	19865780	25698740	36985320
0,2	6100580	6405690	6742130	7185890	7925460	9862350	15698230	16598710	22569870	29987560	39568710
0,3	6253410	6589240	6867920	7369850	8695480	12590340	16023510	17569800	24569870	36589710	45896120
0,4	6315620	6614500	6985630	7654310	8805690	12708920	17598620	18965420	26897450	38965770	48965650
0,5	6323840	6748590	7025680	7902560	8895460	13005680	18965420	19025610	29658740	35698560	52369850

Графічно отримані результати можна зобразити так, як це показано на рис. 1.

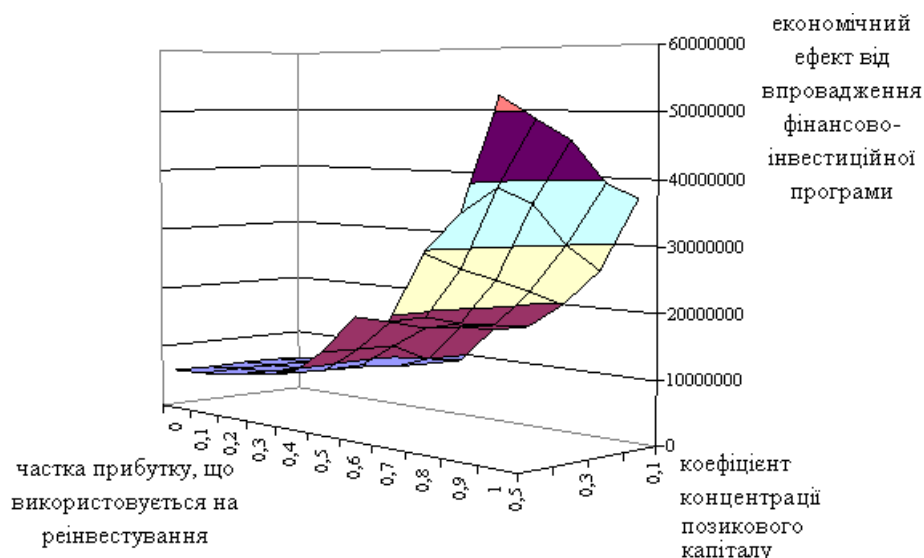


Рис. 1. Функція управління фінансово-інвестиційною програмою підприємства

Як бачимо із отриманих результатів, найбільшого економічного ефекту при здійсненні інвестиційної діяльності підприємство досягне при умові використання достатньо великої частки позиченого капіталу у структурі інвестованого капіталу. Це дасть можливість у мінімально можливих термінах впровадити усі інвестиційні проекти та уникнути значних втрат, спричинених їх відтермінуванням. Однак така фінансова стратегія має і певні недоліки, оскільки використання великої частки позиченого капіталу суттєво підвищує фінансовий ризик діяльності підприємства.

Застосування функції управління фінансово-інвестиційною програмою підприємства дає можливість проаналізувати можливі сценарії фінансування діяльності та оцінити загальний економічний ефект від здійснення інвестиційної діяльності. Така інформація є цінною при прийнятті інвестиційних рішень та оцінці ризику діяльності.

1. Фіщенко О.М. Планування інвестиційної програми розвитку промислового підприємства // *Фінанси України*. –2002. –№5. –С. 20-30.
2. Бланк І.А. Основы финансового менеджмента. В 2-х т. –К.: Ника-Центр: Эльга, 1999. –С.201-203.
3. Ковалёв В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. –М.: Финансы и статистика, 1998. –С.135-137.

## MODEL OF FINANCIAL - INVESTMENT DECISIONS MAKING OPTIMIZATION

I. Paslavska

*Ivan Franko National University of Lviv  
Svobody St 18. UA-70001Lviv, Ukraine*

The article is devoted to the problem of planning of financial and investment activity. Realization of investment activity takes place through introduction in action of portfolio of investment projects, realization of which must provide a maximal economic effect for an enterprise within bounds of acceptable level of risk. The process of portfolio construction is difficult and labour intensive. The model of coordination of the enterprise financial investment activity offered in the article enable to optimize the process of planning of investment activity.

*Key words:* investment project, investment portfolio, financing, financial investment program, time optimization.