

## Оптимізація обсягів фінансування реновації основного капіталу підприємств з використанням економіко-математичних моделей

### Анотація

У статті обґрунтовано доцільність застосування економіко-математичних моделей для розв'язання проблем визначення оптимального обсягу фінансування реновації основного капіталу підприємств реального сектора економіки за умови дефіциту власних та позикових ресурсів.

### Ключові слова

Основний капітал, реновація основного капіталу, джерела відтворення основного капіталу, власні та залучені джерела фінансування відтворення основного капіталу.

### Аннотация

В статье обоснованно целесообразность применения экономико-математических моделей для решения проблем определения оптимального объема финансирования реновации основного капитала предприятий реального сектора экономики при условии дефицита собственных и заемных средств.

### Ключевые слова

Основной капитал, реновация основного капитала, **источники воспроизводства** основного капитала, собственные и привлеченные **источники** финансирования **воспроизводства** основного капитала.

### Annotation

In the article **grounded** expedience of application **economico**-mathematical models for the decision of problems of **determination** of optimum volume of financing of **renovation** of the fixed assets of enterprises of the real sector of economy on condition of deficit of own and loan resources.

### Keywords

Fixed assets, **renovation** of the fixed assets, **source** of **recreation** of the fixed assets, own and attracted **sources** of financing of **recreation** of the fixed assets.

**Постановка проблеми.** В умовах глобалізації ринкової економіки оптимізація обсягів фінансового забезпечення відтворення основного капіталу є головною проблемою підприємств реального сектора економіки. Таку ситуацію посилює фінансова криза, яка негативно вплинула на

формування власних ресурсів та звузила можливості щодо залучення позичкового капіталу. Відповідно, недостатність власних і залучених коштів призводить до пошуку альтернативних джерел і програм фінансування реновації основного капіталу підприємств, від раціональної структури та оптимального обсягу яких залежать кінцеві результати господарювання.

Передумовою ефективного фінансування відтворення основного капіталу є прогнозування оптимального обсягу та співвідношення джерел фінансування реновації виробничого потенціалу. Вихідною базою такого прогнозування є розробка економіко-математичної моделі оптимального фінансового забезпечення відтворення основного капіталу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню фінансового забезпечення відтворення основного капіталу підприємств приділяється значна увага з боку теоретиків і практиків. Сукупність різних поглядів, теорій, концепцій у даному напрямку настільки масштабна, що переважає наукові розробки з інших проблем у сфері фінансів. Так, питанням теорії і практики відтворення основного капіталу та його фінансового забезпечення в Україні присвячені праці І. Бланка, М. Білик, О. Болховітінової, О. Василика, А. Загороднього, І. Зятковського, В. Ключко, М. Олексієнка, С. Онишко, В. Панченка, А. Фукса. Значну увагу вивченню даної проблеми приділено також у роботах російських економістів – І. Балабанова, В. Белоліпецкого, В. Будаєва, А. Гінзбурга, Є. Кантора, А. Кайгородова, С. Ленської. Помітне місце у розробці цих проблем займають дослідження західних вчених Є. Бріггема, Р. Брейлі, О. Ланге, М. Міллера, В. Солтера, Р. Дж. Хікса, У. Шарпа та ін. В свою чергу, дослідженню економіко-математичних методів і моделей у сфері фінансового забезпечення відтворення основного капіталу приділялась увага таких науковців як Іващука О., Кулаїчева О., Замкова О., Черняка О., Ящука Д. та ін. Однак, попри актуальність згаданої проблематики наявні публікації недостатньо висвітлюють дані питання, що зумовлює подальше вдосконалення наукових підходів у цій площині.

Враховуючи зазначене, **метою статті** є комплексне дослідження економіко-математичного моделювання оптимальних обсягів фінансового забезпечення

відтворення основного капіталу підприємств меблевої галузі в сучасних умовах.

**Виклад основного матеріалу.** Опираючись у своєму дослідженні на теоретичні концепції, висвітлені у науково-економічній літературі, а також на власні розробки у цій сфері, проведемо економіко-математичне моделювання, що базуватиметься на виборі такого поєднання власних і запозичених джерел фінансового забезпечення, яке оптимізує відтворення виробничого потенціалу та функціонування підприємства в цілому. Це вирішує завдання щодо джерел і розмірів фінансових ресурсів, необхідних для відтворення основного капіталу, обсягів самого відтворення та отримання чистого прибутку в поточному періоді у результаті реалізації оптимальної відтворювальної стратегії.

Поточний процес фінансування відтворення основного капіталу у багатьох випадках залежить від стратегії розвитку та управління виробництвом. Крім того, на етапі формування оптимального розміру фінансового забезпечення відтворення основного капіталу в певних межах можлива варіація показників щодо джерел та обсягів можливого фінансування. Тому, побудова оптимізаційної моделі фінансового забезпечення відтворення основного капіталу полягає у визначенні обсягів поточних джерел фінансування – як власних, так і запозичених, спрямованих на відтворення виробничого потенціалу, та враховує спрогнозовану динаміку основного капіталу, склад і структуру засобів праці (об'єктів основного капіталу), період фінансування, з метою забезпечення ефективного функціонування підприємства у ринкових умовах.

При оптимальному розмірі фінансового забезпечення відтворення основного капіталу для кожного об'єкта основного капіталу і кожного періоду фінансування задаються не конкретні значення, а нижня та верхня граничні умови, тобто інтервали, в яких повинні знаходитися шукані невідомі величини. У цих інтервалах здійснюється фінансування

відтворювального процесу з метою максимізації ефективного відтворення об'єктів основного капіталу, яке визначається за допомогою цільової функції.

Для побудови оптимізаційної моделі введемо позначення. Припустимо, що виробнича система складається із  $n$  об'єктів основного капіталу (засобів праці), функціонування яких проходить в  $T$  часових періодах.  $I$  – індекс об'єкту фінансування,  $i=1, n$ ;  $t$  – індекс періоду фінансування,  $t=1, T$ ;  $a_i$  – задана величина власних фінансових ресурсів (джерел фінансування), виділених на відтворення  $i$ -го об'єкта основного капіталу;  $b_t$  – задана величина джерел фінансування, потрібних в  $t$ -му періоді;  $A$  – загальний обсяг виділених фінансових ресурсів на відтворення основного капіталу;  $C_{it}$  – величина кількісної оцінки ефективності розподілу джерел фінансового забезпечення відтворення  $i$ -го об'єкта основного капіталу в період  $t$ ;  $x_{it}$  – невідома величина, яка визначає оптимальний обсяг фінансування відтворення  $i$ -го об'єкта основного капіталу в періоді  $t$ ;  $\alpha_{it}$ ,  $\beta_{it}$ , – відповідно, нижня та верхня границі фінансування відтворення  $i$ -го об'єкта в періоді  $t$ .

Розглянемо можливі варіанти кількісної оцінки величини ефективності розподілу джерел фінансового забезпечення відтворення основного капіталу.

- 1) За допомогою величини  $C_{it}$  можна встановити пріоритет фінансування відтворення  $i$ -го об'єкта основного капіталу в періоді  $t$ . У такому випадку чим важливіше фінансування, тим більше значення  $C_{it}$ . Наприклад, його можна оцінювати в бальній системі в інтервалі від 0 до 10.
- 2) Якщо  $C_{it}$  є мірою кількісної оцінки результату фінансування, то цільова функція максимізується. Наприклад,  $C_{it}$  означає величину отриманого прибутку від одиниці вкладених коштів у відтворення  $i$ -го об'єкта в періоді  $t$ .
- 3) Якщо  $C_{it}$  характеризує витрати, то цільова функція мінімізується.

Враховуючи введені позначення, математична модель оптимального фінансового забезпечення відтворення основного капіталу може бути сформульована наступним чином.

Знайти такий невід'ємний розв'язок  $\{x_{it} \geq 0, i=1, n, t=1, T\}$ , який забезпечить

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T C_{it} x_{it} \rightarrow \max(\min) \quad (1.1)$$

при виконанні наступних умов:

- 1) за розміром виділених власних коштів на відтворення відповідних об'єктів основного капіталу:

$$\sum_{t=1}^T x_{it} \leq a_i, \quad i = \overline{1, n} \quad (1.2)$$

- 2) за розміром потреби джерел фінансування у відповідних періодах:

$$\sum_{i=1}^n x_{it} \leq b_t, \quad t = \overline{1, T} \quad (1.3)$$

- 3) за загальним обсягом фінансування відтворювальних процесів:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T x_{it} \leq A \quad (1.4)$$

- 4) за граничними обсягами розподілу фінансових ресурсів, спрямованих на відтворення основного капіталу:

$$\alpha_{it} \leq x_{it} \leq \beta_{it}, \quad i \in M_i, t \in M_t \quad (1.5)$$

де  $M_i$  – множина об'єктів основного капіталу, а  $M_t$  – множина тих періодів, для яких встановлюються відповідні граничні рівні.

Доречно зауважити, що у практичній діяльності зустрічаються випадки, коли потреби перевищують наявні фінансові ресурси, акумульовані для відтворення основного капіталу, тобто виникає дефіцит власних коштів. Нехай для нашої виробничої системи дефіцит власних джерел фінансування відтворювальних процесів складає:

$$d = \sum_{t=1}^T b_t - \sum_{i=1}^n a_i \quad (1.6)$$

Тоді об'єктивно виникає необхідність у залученні додаткових фінансових ресурсів на відтворення основного капіталу шляхом використання банківських кредитів. Припустимо, що для забезпечення фінансування в повному обсязі планується взяти  $m$  кредитів у відповідних банках обсягом не більше  $Q$  під  $P\%$ , відповідно  $j$  – індекс банку,  $j=1, m$ .

Введемо додаткову невідому величину  $y_{ij}$ , яка означає обсяг залучених кредитів в  $j$ -му банку для фінансування відтворення  $i$ -го об'єкта. Прийmemo в якості критерію оптимальності величину отриманого прибутку виробничою системою. Тоді економіко-математична модель матиме наступний вид.

Знайти оптимальний розв'язок  $\{x_{it} \geq 0, y_{ij} \geq 0, i=1, n, j=1, m, t=1, T\}$ , задачі повного забезпечення джерелами фінансування відтворювального процесу та їх розподілу, який забезпечить максимум чистого прибутку:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T C_{it} x_{it} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{100 + P_j}{100} y_{ij} \rightarrow \max, \quad (1.7)$$

при виконанні наступних умов:

1) за повним забезпеченням відтворювальних процесів фінансовими ресурсами:

$$\sum_{t=1}^T x_{it} = a_i + \sum_{j=1}^m y_{ij}, i = \overline{1, n}, \quad (1.8)$$

2) за розміром потреби джерел фінансування у відповідних періодах:

$$\sum_{i=1}^n x_{it} = b_t, \quad t = \overline{1, T}, \quad (1.9)$$

3) за граничними розмірами кредитів, виділених банками:

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} \leq Q_j, \quad j = \overline{1, m}, \quad (1.10)$$

4) за граничними обсягами розподілу джерел фінансування:

$$\alpha_{it} \leq x_{it} \leq \beta_{it}, \quad i \in M_i, t \in M_t, \quad (1.11)$$

5) за розміром покриття дефіциту власних джерел фінансового забезпечення відтворення основного капіталу:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m y_{ij} = d \quad (1.12)$$

Отже, використовуючи розроблену економіко-математичну модель лінійної регресії апробуємо її результати у ТзОВ „Киянка-Штайнгофф”. Дане підприємство обране нами для дослідження, зважаючи на тривале функціонування на ринку, ефективні результати діяльності та використання у практиці фінансування відтворення основного капіталу довготермінових банківських кредитів.

При провадженні виробничого процесу у ТзОВ „Киянка-Штайнгофф” впродовж півріччя виникає потреба у джерелах фінансування відтворення основного капіталу. Їх місячна потреба становить відповідно 10, 20, 30, 40, 40 та 50 млн. грн. Обсяг власних коштів, які можна витрати на фінансування відтворення основного капіталу, складає 30, 15, 18 та 28 млн. грн. Найвний дефіцит власних джерел фінансування можна покрити за рахунок залучення банківських кредитів у двох банках під відповідні проценти: 15%, 20% . Банки можуть надати фактичні кредити на суму 50 і 60 млн. грн. Обсяг отриманого прибутку  $i$ -м підприємством від одиниці вкладених коштів у періоді  $t$  у відтворення основного капіталу задаються за допомогою матриці  $(C_{it})$  ( $i=1,4; t=1,6$ ):

$$(C_{it}) = \begin{Bmatrix} 0,4 & 0,6 & 0,5 & 0,45 & 0,55 & 0,4 \\ 0,34 & 0,5 & 0,45 & 0,35 & 0,5 & 0,55 \\ 0,35 & 0,45 & 0,6 & 0,8 & 0,4 & 0,3 \\ 0,3 & 0,36 & 0,45 & 0,4 & 0,55 & 0,6 \end{Bmatrix}$$

Нижні та верхні обсяги можливого фінансування відтворення основного капіталу протягом півріччя задаються за допомогою матриць  $(\alpha_{it})$  та  $(\beta_{it})$ , відповідно:

$$\alpha_{it} = \begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad \beta_{it} = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

Визначаємо оптимальний варіант фінансового забезпечення відтворення основного капіталу, який забезпечить максимум прибутку досліджуваному підприємству.

Для побудови числової математичної моделі позначимо через  $x_{it}$  ( $i=1,4$ ;  $t=1,6$ ) - обсяг фінансування відтворення  $i$ -го об'єкта основного капіталу в періоді  $t$ . Оскільки величина дефіциту фінансових ресурсів

$$d = \sum_{t=1}^6 b_t - \sum_{i=1}^4 a_i = 190 - 91 = 99 \text{ млн. грн.}, \text{ нам необхідно взяти кредити } y_{it}$$

( $i=1,4$ ;  $j=1,2$ ) в двох банках.

Математична модель буде мати вигляд:

Знайти:

$$Z = 0,4x_{11} + 0,6x_{12} + 0,5x_{13} + 0,45x_{14} + 0,55x_{15} + 0,4x_{16} + 0,34x_{21} + 0,5x_{22} + 0,45x_{23} + 0,35x_{24} + 0,5x_{25} + 0,55x_{26} + 0,35x_{31} + 0,45x_{32} + 0,6x_{33} + 0,8x_{34} + 0,4x_{35} + 0,3x_{36} + 0,3x_{41} + 0,36x_{42} + 0,45x_{43} + 0,4x_{44} + 0,55x_{45} + 0,6x_{46} - 1,15y_1 - 1,2y_2 \rightarrow \max$$

при виконанні наступних умов:

1) за розмірами виділених власних коштів та кредитів на відтворення відповідних об'єктів основного капіталу:

- першому  $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} = 30 + y_{11} + y_{12}$ , або

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} - y_{11} - y_{12} = 30$$

- другому  $x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} = 15 + y_{21} + y_{22}$ , або

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} - y_{21} - y_{22} = 15$$

- третьому  $x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} = 18 + y_{31} + y_{32}$ , або

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} - y_{31} - y_{32} = 18$$

- четвертому  $x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} = 28 + y_{41} + y_{42}$ , або

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} - y_{41} - y_{42} = 28$$



2) за розміром потреби джерел фінансування у відповідних періодах:

- першому  $x_{11}+x_{21}+x_{31}+x_{41}=10$

- другому  $x_{12}+x_{22}+x_{32}+x_{42}=20$

- третьому  $x_{13}+x_{23}+x_{33}+x_{43}=30$

- четвертому  $x_{14}+x_{24}+x_{34}+x_{44}=40$

- п'ятому  $x_{15}+x_{25}+x_{35}+x_{45}=40$

- шостому  $x_{16}+x_{26}+x_{36}+x_{46}=30$

3) за граничними розмірами кредитів, виділених банками:

- першим  $y_{11}+y_{21}+y_{31}+y_{41}\leq 50$

- другим  $y_{12}+y_{22}+y_{32}+y_{42}\leq 60$

4) за граничними обсягами розподілу джерел фінансування між об'єктами основного капіталу:

- першому  $x_{12} \geq 4$

$$x_{11} \leq 6$$

- другому  $x_{21} \geq 2$

$$x_{23} \leq 4$$

- третьому  $x_{24} \geq 2$

$$x_{31} \leq 5$$

- четвертому  $x_{33} \geq 3$

$$x_{45} \leq 6$$

$$x_{44} \geq 3$$

$$x_{35} \geq 1$$

$$x_{46} \leq 6.$$

Враховуючи проведені розрахунки, апробуємо економіко-математичну модель для визначення оптимального розміру фінансового забезпечення відтворення основного капіталу у ТзОВ „Киянка-Штайнгофф” (табл.1.1).

На основі проведеного моделювання ми отримали оптимальну динамічну схему фінансового забезпечення відтворення основного капіталу ТзОВ „Киянка-Штайнгофф”.

Таблиця 1.1

**Моделювання оптимального розміру фінансового забезпечення  
відтворення основного капіталу для ТзОВ „Киянка-Штайнгофф”**

Об'єкти основного капіталу	Відтворення об'єктів основного капіталу за рахунок власних коштів у відповідні періоди, млн. грн.						Обсяг власних коштів на відтворення основного капіталу, млн. грн.	Кредити відповідних банків, отримані на відтворення основного капіталу млн. грн.	
	1	2	3	4	5	6		1	2
<b>1</b>	0	20	0	0	33	0	30	23	0
<b>2</b>	2	0	0	2	0	24	15	13	0
<b>3</b>	0	0	25	35	1	0	18	14	29
<b>4</b>	8	0	5	3	6	6	28	0	0
<b>Потреби в коштах</b>	10	20	30	40	40	50	-	50	29

Як свідчить таблиця 1.1, дефіцит фінансових ресурсів, спрямованих на ефективне провадження відтворювальних процесів, буде покритий за рахунок залучення відповідних довготермінових банківських кредитів на суму 79 млн. грн. Завдяки одержаному оптимальному сценарію фінансування відтворення основного капіталу досліджуване підприємство отримає чистий прибуток у розмірі 8,58 млн. грн. Дефіцит на суму 20 млн. грн. можна покрити альтернативними, більш економічно вигіднішими та дешевшими джерелами фінансування, зокрема лізинговим кредитом. Адже, як ілюструють розрахунки, залучення довготермінового кредиту, наданого другим банком під 20% річних є фінансово не вигідним, тому із запропонованих 60 млн. грн. кредитних коштів підприємству потрібно використовувати тільки 29 млн. грн.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Таким чином, враховуючи результати економіко-математичного моделювання можна зробити висновок, що практичне застосування розробленої моделі дає змогу визначити оптимальний обсяг фінансового забезпечення відтворення виробничого потенціалу, джерел фінансування і розмір чистого прибутку в поточному періоді у результаті реалізації програми відтворення основного капіталу. Проте модель, яку ми запропонували для використання на практиці, не є універсальною. Її можна вдосконалювати та модифікувати,

адаптовуючи до конкретного виду виробництва. Однак, на наш погляд, вона є тією основою, яка дозволить моделювати дані процеси, підвищуючи не тільки ефективність фінансового забезпечення відтворення основного капіталу підприємств, а й ефективність господарювання в цілому.

### **Список використаних джерел**

1. *Замков О. О.* Экономические методы в макроэкономическом анализе. Курс лекций. – М.: ГУ ВШЭ. – 2001. – 120 с.
2. *Іващук О. Т.* Кількісні методи та моделі фінансового прогнозування. Навч. посіб. – Тернопіль: ТАНГ, „Економічна думка”. – 2004. – 261 с.
3. *Методи дослідження операцій в економіці: Навчальний посібник / О. Т. Іващук.* – Т.: ТАНГ, „Економічна думка”. – 2003. – 332 с.
4. *Черняк О. І., Яцук Д. В.* Використання розподілених лагів для побудови адекватної моделі зв'язку між інвестиціями та введенням в дію основних виробничих фондів на прикладі України// Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка; серія „Економіка”. – 2003. – № 66-67. – С.99-102.