



УДК 330.322:622

Симоненко О.І., Бардась О.В.

## ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Стаття розглядає проблему оптимального розподілу інвестиційних ресурсів при розробці промисловими підприємствами родовищ корисних копалин. Авторкою пропонується поєднання методу експертних оцінок та методів оптимального програмування для прийняття управлінського рішення про доцільність та черговість інвестування процесів розширеного відтворення.

The article is dealt with a problem of optimal investment resources' distribution during the industrial development of mineral's deposits by mining enterprises. The author has proposed the combination of such methods as experts' estimation and optimization programming in order to make an optimal managerial decision considering investments in industrial growth.

Зростання національної економіки має одним з наслідків пожвавлення процесів інвестування розвитку комерційних організацій та фінансування проектів, тривалість реалізації та окупність яких становить від декількох років до десятиліть. Основою розвитку національної економіки залишається промисловість, однак на заваді її розвитку постають проблеми, пов'язані з дефіцитом дешевих фінансових ресурсів на внутрішніх ринках та нестачі або відсутності обігових засобів у самих підприємств. За таких умов зростає відповідальність управлінського персоналу за прийняття рішень, пов'язаних із визначенням пріоритетів інвестування потенційно привабливих проектів, зокрема й у сфері промислової розробки родовищ корисних копалин. Такі проекти характеризуються суттєвим впливом на стан довкілля, залежать від наявності фінансових та трудових ресурсів, а також від обсягів запасів корисної копалини та умов їх залягання. На жаль, в сучасних умовах не можливо абсолютно об'єктивно оцінити першу групу критеріїв, пов'язаних із впливом промислових проектів на стан природного середовища; проте у якості подібних оцінок можуть бути використані середньозважені думки експертів. Для досягнення оптимальності управлінського рішення найкраще застосовувати інструменти оптимального планування.

Питання пріоритетності інвестування та обрання оптимальних способів розподілу ресурсів представлені в роботах науковців Національного гірничого університету - доктора технічних наук, професора Саллі В.І. [1], доктора економічних наук, професора Галушко О.С [2], кандидата економічних наук, доцента Дробота Я.В.

Метою даної статті є визначення оптимального розподілу інвестицій керівництвом промислового підприємства при розробці родовищ корисних копалин (на прикладі родовищ фосфоритів).

Для досягнення визначеної мети необхідно виконати наступні завдання:

Визначити критерії та альтернативи проектів промислової розробки родовищ фосфоритів

Оцінити сумарний ефект розподілу інвестиційних ресурсів.

*Результати* Перевагою методу математичного моделювання є можливість застосування існуючих і широко вживаних розрахункових методик, використання наявного програмного забезпечення для вирішення управлінських задач. Перспективним є використання теорії вибору варіантів при прийнятті управлінських рішень менеджерів, але складність застосування економко-математичних методів полягає у необхідності розробки системи узгоджених показників (коефіцієнтів чи балів), які б дозволили оцінити одночасно часові, вартісні та технологічні особливості кожного проекту у взаємозв'язку та прийняти оптимальне рішення. Автоматизована процедура вибору оптимального варіанту рішення виконується двома етапами:

- побудова парето-оптимальної множини альтернатив;
- автоматичний вибір оптимального варіанту за використовуваними алгоритмами вибору, а також впорядкування за важливістю варіантів, які залишилися.

За допомогою моделей оптимального програмування може бути вирішена велика кількість різних задач, необхідних для прийняття управлінських рішень, зокрема таких, де не вистачає частини необхідної інформації. Відсутність необхідної інформації може бути компенсована за рахунок використання досвіду та інформації спеціалістів (експертів), а реалізована модель дозволяє багаторазово оперувати подібними неформальними даними. В пропонованому прикладі мова буде йти про розподіл залучених інвестицій між проектами з метою їх оптимального використання.

Менеджер дуже часто опиняється в ситуації, коли потрібно розподілити ресурси між певними проектами по певних стадіях освоєння для отримання максимального економічного ефекту. Що ж стосується потреби в інвестиційних ресурсах, то вона, як правило, завжди не відповідає виділеній сумі, тобто виконується умова:  $\sum a < \sum b$ , де  $b$  - потреба в інвестиційних ресурсах.

В початковому вигляді матриця альтернатив може бути представлена у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1.

**Початкова матриця альтернатив промислових проектів**

Альтернативи (проекти)	Критерії						Рейтинг
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	...	K <sub>m</sub>	
x <sub>1</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	...	A <sub>1m</sub>	a <sub>1</sub>
x <sub>2</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	...	A <sub>2m</sub>	a <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...
x <sub>n</sub>	A <sub>n1</sub>	A <sub>n2</sub>	A <sub>n3</sub>	A <sub>n4</sub>	...	A <sub>n5</sub>	a <sub>n</sub>

де  $x_1$  - це альтернатива, якою може бути розробка родовища фосфоритів №1 ( $x_1$ ), розробка родовища фосфоритів №2 ( $x_2$ ) чи розробка родовища зернистих фосфоритів №3 ( $x_3$ );

а  $K_j$  - критерій, яким може бути:

$K_1$  - витрати на реалізацію проекту;

$K_2$  - вартісна оцінка запасів корисних копалин;

$K_3$  - ціна кредиту за певний проміжок часу;

$K_4$  - витрати на рекультивацию і на заходи по охороні навколишнього природного середовища;

$K_5$  - вплив проекту на стан земельних ресурсів;

$K_6$  - вплив проекту на стан водних ресурсів;

$K_7$  - вплив проекту на стан лісових ресурсів;

K<sub>8</sub> - вплив проекту на стан атмосферного повітря;

K<sub>9</sub> - вплив проекту на соціально-економічну ситуацію в регіоні;

K<sub>10</sub> - вплив проекту на стан трудових ресурсів.

Критерії оцінюються у вартісній формі на основі експертних оцінок. У ролі експертів виступають органи державної влади, на які покладено обов'язки у сфері охорони та збереження природних ресурсів, підприємства, установи і організації усіх форм власності і підпорядкування, у тому числі громадські організації та об'єднання.

Згідно до «гіпотези стабільності» оцінки кожного критерію чи результати парних порівнянь критеріїв є незмінними, у якому б наборі вони не надавалися для вибору. В даному випадку використовується правило оцінки варіантів за рейтинговим принципом, на основі сумування значень критеріїв кожного проекту. Критерії оцінюються від'ємними значеннями в разі погіршення ситуації в разі реалізації проекту і додатними, якщо реалізація *i*-того проекту призведе до покращення ситуації.

Слід відзначити, що існує тісна залежність між витратами на рекультивацию й на заходи по охороні навколишнього природного середовища, а також вартісною оцінкою впливу проекту на стан природних ресурсів.

Згідно зі специфікою проектів розробки родовищ фосфоритів зі 100% суми витрат на рекультивацию, 68% буде спрямовано на відновлення родючості земель; 14% - на захист водних ресурсів від шкідливих впливів; 9,72% - на відновлення лісів; 8,28% - на захист атмосферного повітря.

Проекти промислової розробки фосфоритів включають наступні стадії реалізації проектів:

- перша стадія - початкова, це може бути проведення дослідного видобутку з метою уточнення даних розвідки запасів корисних копалин на родовищі і проведення ряду експертиз та досліджень для більш детального вивчення корисних копалин;

- друга стадія - дослідно-промисловий видобуток - паралельно з вивченням родовища корисних копалин розпочинається їх видобуток у обмеженій кількості з метою подальшої реалізації, оцінки ефективності видобутку даного виду корисних копалин та комерційних перспектив проекту.

- третя стадія чи промисловий видобуток - проводиться видобування корисних копалин у обсягах, достатніх для покриття витрат на проведення робіт по їх розробці, з метою одержання прибутку.

Розглянемо початкову матрицю альтернатив для кожної зі стадій реалізацій альтернатив (проектів). Прийmemo умову, при якій існують проекти №1 та №2, пов'язані з розробкою родовищ фосфоритів на території Рівненської області.

Отже, розглянемо в таблицях 2 та 3 початкові матриці альтернатив для першої та другої стадій проектів відповідно (наведені дані представлені у тисячах умовних одиниць).

Таблиця 2

### Початкова матриця альтернатив першої стадії проектів

Проекти	Критерії										Рейтинг
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	
Проект1	300	900	-180	30	-20,4	-4,2	-2,92	-2,48	97,5	78	1195,5
Проект2	120	360	-72	12	-8,16	-1,7	-1,17	-0,994	39	31,2	478,2

Таблиця 3.

**Початкова матриця другої стадії реалізації проектів**

Проекти	Критерії										Рейтинг
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	
Проект1	450	900	-270	45	-30,6	-6,3	-4,37	-3,73	146, 3	117	1343,25
Проект2	180	360	-108	18	-12,2	-2,5	-1,75	-1,49	58,5	46,8	537,3

Для третьої стадії реалізації проекту матриця альтернатив виглядатиме, як це представлено у таблиці 4.

Таблиця 4.

**Матриця реалізації альтернатив – третя стадія проекту**

Проекти	Критерії										Рейтинг
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	K <sub>8</sub>	K <sub>9</sub>	K <sub>10</sub>	
Проект1	150	900	-90	15	-10,2	-2,1	-1,46	-1,24	48,75	39	1047,75
Проект2	90	360	-54	9	-6,12	-1,26	-0,88	-0,75	29,25	23,63	448,875

де:

$$K_1 = \frac{1}{3} K_2 \text{ - для першої стадії проекту;} \quad (1)$$

$$K_1 = (K_2 - \frac{1}{3} K_2) \times 0,75 \text{ - для другої стадії проекту;} \quad (2)$$

$$K_1 = (K_2 - \frac{1}{3} K_2) \times 0,25 \text{ - для третьої стадії проекту.} \quad (3)$$

$$K_4 = 0,1 \times K_1 \quad (4)$$

$$K_5 = 0,68 \times K_4 \quad (5)$$

$$K_6 = 0,14 \times K_4 \quad (6)$$

$$K_7 = 0,0972 \times K_4 \quad (7)$$

$$K_8 = 0,0828 \times K_4 \quad (8)$$

$$K_{10} = 0,1 \times K_4 + 0,25 \times K_1 \quad (9)$$

$$\sum_{s=1}^N q^{(s)}_{ij} = Q_{ij}, \text{ де } j \text{ - стадії } (\overline{1, n}), \text{ } i \text{ - проекти } (\overline{1, m}), \text{ а } s \text{ - критерії оцінки альтернатив (проектів).} \quad (10)$$

$$Q^{(j)} = \sum_{i=1}^m Q_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{s=1}^N q^{(s)}_{ij} \quad (11)$$

$$\alpha_{ij} = \frac{Q_{ij}}{Q} = \frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij}} \quad (12)$$

$$\text{де } Q = \sum_{j=1}^n Q^{(j)} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij} \quad (13)$$

$$\sum_{i,j=1}^m \alpha_{ij} I_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{Q_{ij} I_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij} I_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{ij}} \quad (14)$$

Для обчислення ефекту від реалізації проектів Q використаємо формулу (13):

$\sum = 1195,5 + 478,2 + 1343,25 + 537,3 + 1047,75 + 448,875 = 5050,875$  або 100% ефект від реалізації проектів №1 та №2.

Згідно формулі (12) значення  $\alpha_{ij}$  будуть дорівнювати:

$$\alpha_{11} = \frac{1195,5}{5050,875} \times 100\% = 23,67\%$$

$$\alpha_{21} = \frac{478,2}{5050,875} \times 100\% = 9,47\%$$

$$\alpha_{12} = \frac{1343,25}{5050,875} \times 100\% = 26,59\%$$

$$\alpha_{22} = \frac{537,3}{5050,875} \times 100\% = 10,64\%$$

$$\alpha_{13} = \frac{1047,75}{5050,875} \times 100\% = 20,74\%$$

$$\alpha_{23} = \frac{448,875}{5050,875} \times 100\% = 8,89\%$$

Отже, на основі отриманих даних ми можемо заповнити матрицю оптимального розподілу інвестиційних ресурсів, що має такий вигляд (Таблиця 6).

Таблиця 5.

**Загальний вигляд матриці оптимального розподілу інвестиційних ресурсів**

Проекти	Стадії проектів			a
	1	2	3	
ПРОЕКТ 1	$\alpha_{11}$	$\alpha_{12}$	$\alpha_{13}$	a1
ПРОЕКТ 2	$\alpha_{21}$	$\alpha_{22}$	$\alpha_{23}$	a2
b	b1	b2	b3	

Таблиця 6

**Матриця оптимального розподілу інвестиційних ресурсів**

Проекти	Стадії проектів			a
	1	2	3	
ПРОЕКТ 1	-23,67	-26,59	-20,74	630 000
ПРОЕКТ 2	-9,47	-10,64	-8,89	252 000
ПРОЕКТ 3	0	0	0	408 000
b	420 000	630 000	240 000	1 290 000

З формальної точки зору, отримана модель співпадає з транспортною задачею [1]. При такому підході елементи початкової матриці альтернатив будуть умовно трактуватися як вартості («тарифи перевезень»). З умовою обмеженості обсягів інвестицій у проекти ( $\sum a < \sum b$ ) в задачу вводиться фіктивний проект, виділені кошти на реалізацію якого будуть дорівнювати розміру дефіциту інвестиційних ресурсів:  $\sum a - \sum b = 408\ 000$  у.о.

Проведемо розрахунки оптимального плану розподілу інвестиційних ресурсів за двома проектами методом потенціалів. Початковий опорний план може бути знайдений методом подвійної переваги.

Таблиця 7

**Формування рішень по стадіях проектів**

Проекти	Стадії проектів			а
	1	2	3	
ПРОЕКТ 1	-23,67	-26,59	-20,74	630 000
ПРОЕКТ 2	-9,47	-10,64	-8,89	252 000
ПРОЕКТ 3	0	0	0	408 000
б	420 000	630 000	240 000	1 290 000

Таблиця 8

**Визначення оптимальних стадій проектів**

Проекти	Стадії проектів						а
	1(v <sub>1</sub> )		2(v <sub>2</sub> )		3(v <sub>3</sub> )		
ПРОЕКТ 1 (u <sub>1</sub> )	0	-23,67	630000	-26,59	0	-20,74	630 000
ПРОЕКТ 2 (u <sub>2</sub> )	252000	-9,47	0	-10,64	0	-8,89	252 000
ПРОЕКТ 3 (u <sub>3</sub> )	168000	0	0	0	240000	0	408 000
б	420 000		630 000		240 000		1 290 000

Складемо систему потенціалів:

$$\begin{cases} u_1 + v_2 = -26,59 \\ u_2 + v_1 = -9,47 \\ u_3 + v_1 = 0 & v_1 = 0, \text{ тоді } u_2 = -9,47 \\ u_3 + v_3 = 0 \\ u_2 + v_2 = -10,64 \end{cases}$$

Знаючи  $v_1$  та  $u_2$  можемо знайти інші значення, зокрема:

$$v_3 = 0 \quad u_3 = 0;$$

$$v_2 = -1,17 \quad u_1 = -25,42.$$

Перевіряємо умови оптимальності:  $u_i + v_j = C_{ij}$

$$\begin{cases} u_1 + v_1 = -25,42 < 23,67 \\ u_1 + v_3 = -25,42 < -20,74 \\ u_2 + v_3 = -9,47 < -8,89 \\ u_3 + v_2 = -1,17 < 0 \end{cases}$$

Таким чином, можна зробити висновок про дотримання умов оптимальності, відповідно з цим оптимальним є план, наведений нижче.

$$X = \begin{matrix} & 0 & 630000 & 0 \\ 252000 & 0 & 0 & \\ 168000 & 0 & 240000 & \end{matrix}$$

Оптимальним згідно розробленої моделі є інвестування коштів у другу стадію першого проекту (дослідно-промисловий видобуток фосфоритів у Рівненській області та дослідний видобуток фосфоритів у Рівненській області (перша стадія другого проекту).

При цьому сумарний ефект розподілу інвестиційних ресурсів буде дорівнювати:

$$\frac{630000 \times 26,59 + 252000 \times 9,47}{100\%} = 191381,4 \text{ у. о.}$$

### Висновки:

1. Використання методів оптимального програмування в процесі вирішення задач розподілу інвестиційних ресурсів дозволяє мінімізувати імовірність управлінських помилок та обрати оптимальний варіант серед кращих.
2. У якості критеріїв оцінки альтернатив (проектів розробки родовищ промисловим підприємством) розглядаються параметри, які найбільш значимо впливають на реалізацію промислових проектів засвоєння фосфоритів: витрати на рекультивацию земель, вплив промислової діяльності на стан водних, земельних та лісових ресурсів, а також вплив проекту на соціально-економічну ситуацію в регіоні.
3. Суму 191381,4 умовних одиниць слід розуміти як величину умовного прибутку від реалізації окремих стадій вибраних проектів. Вкладення коштів в реалізацію інших стадій проектів даватиме прибуток менший від обчисленого. В наслідок реалізації обраних стадій проектів ми зможемо виконати по проекту видобування фосфоритів у Рівненській області роботи загальною вартістю 450 000 умовних одиниць, при цьому очікуваний соціально-економічний ефект від впровадження цього варіанту проекту буде дорівнювати 146,3 тисячам умовних одиниць, а витрати на рекультивацию і на заходи по охороні природного навколишнього середовища будуть дорівнювати, згідно формулі 45 тисячам умовних одиниць.

### Література

1. Кухарев В.Н., Салли В.И., Эрперт А.М. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении. - Киев: Высшая школа, 1991. - 302с.
2. Галушко О.С. Доходность инвестиций в экономике Украины. //Академічний огляд №1, - Дніпропетровськ. 1999. – С.14

Рекомендовано до публікації  
д.е.н., проф. Вагановою О.Г.11.05.06

Надійшла до редакції  
27.04.06