

УДК 65.011.2

Корхін А.С., Авдющенко А.С.

### ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА І УПРАВЛІННЯ НИМ НА ОСНОВІ АГРЕГОВАНОГО КРИТЕРІЮ

Запропоновано метод оцінки і оптимального управління підприємством. Метод засновано на ранжуванні показників розвитку підприємства за темпами їх росту. Визначається тіснота зв'язку між вказаними рангами за допомогою коефіцієнта рангової кореляції. Приведено приклад управління машинобудівним підприємством.

Method of evaluation and optimum management of enterprise is proposed. The method is based on ranging indices of enterprise according to their rates of growth. The connection closeness between the indicated ranks is determined by using the coefficient of rank correlation. The example of solving the task "how to manage the machine-building" enterprise" is given.

Проблема управління підприємством на основі багатьох критеріїв є важливим елементом процесу управління. Для визначення якості роботи підприємства, як економічної системи використовуються різноманітні показники і методики оцінки, котрі характеризують різні напрямки його діяльності. При оцінці роботи підприємства слід говорити про такі показники як рентабельність, продуктивність, фінансова стійкість тощо. Отже, оцінку результатів діяльності підприємства можливо проводити за різними напрямками та показниками, одним з таких напрямків може бути використання фінансових показників та формування оцінки виходячи саме з цих параметрів. Питаннями оцінки стану підприємства виходячи з фінансових показників приділили значну увагу такі науковці як І.О. Бланк, А.М. Поддєрьогін, Г.В. Савицька, В.Т. Савчук, А.Д. Шеремет, Бень Т.Г., Довбня С.Б. [1]-[3]. Оцінка, заснована на декількох критеріях дає можливість оцінювати роботу підприємства і приймати управлінські рішення. Але аналіз роботи підприємства за декількома критеріями є дещо трудомістким, і не дозволяє сформулювати єдину оцінку, і тому очевидно, що застосування агрегованого критерію оцінки має високу практичну значущість.

Метою статті є представлення способу зведення багатокритеріальної задачі управління підприємством до послідовного застосування двох однокритеріальних задач.

В якості критерію управління пропонується використання агрегованого показника, який динамічним нормативом і містить в собі оцінку роботи підприємства на основі декількох показників. [4]

Відбір показників здійснюється на основі застосування експертного опитування. Групою експертів обираються основні показники діяльності підприємства. Для  $i$ -го показника визначаються темпи росту:

$$K_{ti} = \frac{q_{ti}}{q_{t-1,i}}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

де значення  $i$ -го показника в  $t$ -й період часу,  $n$  - число показників, які достатньо повно характеризують роботу підприємства. Зазвичай  $n$  не перевищує 15.

Далі визначаються темпи росту темпу росту  $i$ -го показника, тобто його прискорення:

$$K_{ti} = \frac{K_{ti}}{K_{t-1,i}} = \frac{q_{ti}q_{t-2,i}}{q_{t-1,i}^2}, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

Шляхом проведення експертного опитування  $n$  показників ранжуються. Показнику, від якого очікується найбільший темп темпу росту, присвоюється ранг 1. Далі показники ранжуються у відповідності очікуваних співвідношень між темпами темпів росту. Отримується послідовність:

$$\{R_1, R_2, \dots, R_n\} \quad (3)$$

Назвемо послідовність (3) еталонною. Нехай в певний період часу, прийнятий за початок підрахунку,  $t = 0$  визначені темпи темпів росту згідно формули (2). Розташували ці величини у порядку зменшення, отримуємо послідовність  $\{K_{0i_1}, K_{0i_2}, \dots, K_{0i_n}\}$ , де  $K_{0i_1} > K_{0i_2} > \dots > K_{0i_n}$ . Відповідно отримуємо послідовність рангів показників для періоду часу  $t = 0$ .

$$\{r_{i_1}^*, r_{i_2}^*, \dots, r_{i_n}^*\} \quad (4)$$

де  $1 = r_{i_1}^* < r_{i_2}^* < \dots < r_{i_n}^*$ . При цьому,  $r_{i_j}^* = rank(K_{0i_j})$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Якщо послідовність (4) співпадає з послідовністю (3), то вважається, що підприємство в момент  $t = 0$  функціонує найліпшим чином. Для оцінки близькості послідовностей (3) і (4) у випадку їх неспівпадіння скористаємося критерієм рангової кореляції Спірмена. Його застосування базується на наступних припущеннях. Число показників  $n$ , по яким здійснюється оцінка – фактично мале число. Чим показників буде більше, тим точніше вони будуть характеризувати стан підприємства. Таким чином, показники роботи підприємства можна розглядати як вибірку із безкінечної генеральної сукупності (оскільки робота підприємства повністю характеризується безкінечною множиною  $n$  показників), із цього витікає, що оцінювати роботу підприємства можливо тільки за значенням нескінченної множини показників. Але у розпорядженні особи, що приймає рішення (ОПР) є обмежене число показників  $n$ , ранги яких відомі (див. (4)). На скільки вони є близькими до еталонних рангів (3) зручно оцінювати за ранговим коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена, який для поставленої задачі буде мати вигляд:

$$c_s = 1 - \frac{6 \sum_{k=1}^n (R_{i_k} - r_{i_k}^*)^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (5)$$

Даний вираз є вибірковою оцінкою коефіцієнта рангової кореляції, яке при  $n \rightarrow \infty$  прямує до свого значення  $C_s$ ,  $|C_s| < 1$ . Очевидно, що чим ближче  $C_s$  до 1, тим показники розглядаємого підприємства ближче до еталонних. Але у ОПР є лише  $n$  показників, по яким розраховується величина  $c_s$ , що трактується як вибіркоче значення  $C_s$ , ця величина випадково змінюється, і для іншої сукупності із  $n$  показників роботи

підприємства, значення будуть іншими. Так як  $|c_s < 1|$ , то  $c_s$  можна розглядати як агрегований показник функціонування підприємства, синтезований по  $n$  показникам (критеріям) його роботи. Але за величиною  $c_s$  не можна зі 100% надійністю робити висновки про близькість результативності роботи підприємства до еталонної. Можливо лише встановити межу, яка дозволить визначити за величиною  $c_s$  чи суттєво  $c_s$  відрізняється від 0. Якщо відмінність суттєва, то існує зв'язок між рангами всіх показників роботи підприємства та еталонними рангами. Перевірка нульової гіпотези  $H_0$  про залежність фактичних і еталонних рангів зводиться до перевірки нерівності:

$$c_s > c_s(p, n - 2) \quad (6)$$

де  $p$  - рівень суттєвості (як правило  $p \leq 0,05$ ). Величина  $c_s(p)$  визначається на основі того, що  $c_s$  має наближено розподіл Стюдента з  $n - 2$  ступенями свободи.

Якщо нерівність (6) виконується, то гіпотеза  $H_0$  приймається з рівнем суттєвості  $p$ . Це означає, що з ймовірністю  $1 - p$  можна стверджувати про наявність зв'язку між фактичними і еталонними рангами показниками роботи підприємства. Це є суто констатацією факту як функціонує підприємство в розглядаємий період часу. Очевидно, що при недотриманні (6) можна казати про погану динаміку роботи підприємства: воно розвивається неправильно.

Пропонується метод визначення оптимальних траєкторій розвитку заданих  $n$  показників підприємства, що забезпечать його перехід за час  $T$  із стану, якому відповідає невиконання нерівності (6) в стан, коли воно виконується. При цьому система квадратів різностей рангів для початкового стану для  $t = T$  повинна бути мінімальною (дана умова означає вимогу, по можливості, не змінювати різко показники роботи економічної системи). Окрім даної вимоги можливо оптимізувати функцію підприємства за період  $T$ , наприклад, максимізувати середню величину прибутку за еталонний період.

Розв'язок задачі оптимального управління підприємством, стан якого в поточний період часу не корелює з необхідним, як витікає зі сказаного, зводиться до послідовного розв'язку двох задач:

- 1) визначення рангів показників, корельованих з еталонними рангами;
- 2) визначення траєкторії показників на заданому відрізку часу довжиною  $T$ , які забезпечують в період часу  $t = T$  величини темпів росту показників, ранги яких дорівнюють отриманим в результаті розв'язку першої задачі.

Задача 1. Визначення рангів показників, корельованих з еталонними рангами.

Будемо далі нумерувати показники у відповідності з еталонними рангами, тобто номер показника:

$$i - z_i^0, \quad i = \overline{1, n} \quad (7)$$

Введемо матрицю шуканих змінних  $X = |x_{ij}|, \quad i, j = \overline{1, n}$ , де  $x_{ij}$  - бульова змінна:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо ранг } i\text{-го показника дорівнює } j \\ 0, \text{ в іншому випадку} \end{cases}$$

Визначимо ранг  $i$ -го показника в функції матриці:

$$r_i = r_i(X) = \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (8)$$

*Функція цілі.* Шукані ранги економічних показників повинні бути близькими до фактичних рангів, що є в початковий момент часу  $t = 0$ , в середьоквардратичному значенні:

$$F_1(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i^* - r_i(x))^2 \rightarrow \min$$

або так як  $n$  - фіксована величина:

$$F_1(X) = \sum_{i=1}^n (r_i^* - r_i(x))^2 \rightarrow \min \quad (9)$$

На елементи матриці  $X$  накладаються наступні обмеження:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (10)$$

ранг  $i$  присвоюється лише одному показнику:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (11)$$

$j$  - й показник може мати лише тільки один ранг.

Окрім того, повинна виконуватись нерівність (6), із якої с урахуванням виразу (5) отримуємо обмеження на  $X$  :

$$c_s = c_s(x) = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (i - r_i(x))^2}{n(n^2 - 1)} > c_s(p, n - 2) \quad (12)$$

Після перетворень отримаємо із (12):

$$S(x) = \sum_{i=1}^n (i - r_i(x))^2 \leq S_o = \frac{n(n^2 - 1)(1 - c_p)}{6} \quad (13)$$

Задача 2. Визначення траєкторії показників.

Задача полягає у визначенні траєкторії зміни в часі  $n$  показників на відрізьку  $[1, T]$ , де  $T$  задано. При цьому співвідношення між темпами темпів росту показників повинно визначатися в результаті розв'язку попередньої задачі 1. Позначимо її розв'язок  $X = X^0$ . Тоді ранги, знайдені в результаті розв'язку задачі 1, позначмо так:

$$r_i^0 = r_i(X^0), i = \overline{1, n} \quad (14)$$

Пусть соотношения между рангами следующие:

$$1 = r_{i_1}^0 < r_{i_2}^0 < \dots < r_{i_n}^0 \quad (15)$$

Шукані траєкторії задамо у вигляді матриці  $Q = [q_{ti}]$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $i = \overline{1, n}$ . Згідно (15) між темпами темпів повинні виконуватись співвідношення:

$$K_{Ti_1} > K_{Ti_2} > \dots > K_{Ti_n} \quad (16)$$

де згідно виразу (2):

$$K_{Ti_e} = K_{Ti_e}(Q) = \frac{q_{T, i_e} q_{T-1, i_e}}{q_{t-1, i_e}^2}, e = \overline{1, n}. \quad (17)$$

Для використання співвідношень (16) як обмежень в задачі оптимізації необхідно їх перетворити у обмеження вигляду « $\geq$ ». З цією метою перетворимо (16) так:

$$aK_{Ti_1} \geq K_{Ti_2}; aK_{Ti_2} \geq K_{Ti_3}, \dots, aK_{Ti_{n-1}} \geq K_{Ti_n} \quad (18)$$

де  $a > 1$ . Неважко помітити, що із (18) витікає (16). Так, наприклад, якщо в результаті розв'язку перша нерівність обернулася в рівність  $aK_{Ti_1} = K_{Ti_2}$ , то  $K_{Ti_1} > K_{Ti_2}$ . В (18) величина  $a$  може дорівнювати 1,02; 1,05.

Таким чином отримуємо наступну систему обмежень

$$aK_{Ti_1}(Q) > K_{Ti_2}(Q) \geq 0, \dots, aK_{Ti_{n-1}}(Q) - K_{Ti_n}(Q) \quad (19)$$

Щоб врахувати обмежену величину приросту чи зменшення показника, обумовлену особливостями економічної системи, введемо наступні обмеження:

$$(q_{ti} - q_{t-1, i})^2 \leq b_i, t = \overline{1, T}, \quad i = \overline{1, n} \quad (20)$$

де  $b_i$ - відомі величини. Варіанти  $q_{0i}$ ,  $i = \overline{1, n}$  також вважаються відомими (вони задають поточний стан підприємства).

Існує безкінечна множина траєкторій (матриць  $Q$ ), які задовольняють нерівностям (19) і (20). Для визначення траєкторії спробуємо, щоб який-небудь показник, нехай його індекс  $i$ , є найбільш важливим з точки зору ОПП, наприклад, чистий прибуток, валовий випуск продукції. Тоді функції цілі другої задачі буде мати вигляд:

$$F_2(Q) = \sum_{t=1}^T e^{-\eta t} y_{ti_0} \rightarrow \max \quad (21)$$

де  $\eta > 0$  – коефіцієнт дисконтування, який вводиться для приведення до періоду часу  $t = 1$  величини показника з індексом  $i_0$ .

Якщо задача 2 не має розв'язку для заданого  $T$ , то причинами можуть бути вимоги такого виміру показників від одного періоду до іншого, яке або не можна реалізувати або воно є небажаним, а також неможливість забезпечити необхідне співвідношення темпів темпів росту показників. В такому випадку необхідно розв'язати задачу 2 для періоду планування  $T + 1$ . Якщо знову виявиться, допустима область є пустою, то розглядати період  $T + 2$  і т.д.

Розглянутий метод управління оптимальним розвитком підприємством був використаний для планування розвитку одного з машинобудівних підприємств України. Було прийнято рішення про використання 11 показників для знаходження оцінки ефективності роботи підприємства. Показники було ранжовано за 2005-2007 рік (див. табл.1)

Таблиця 1

**Показники роботи машинобудівного підприємства України за 2005-2007 роки**

i	$R_i$ (еталонний ранг показника)	Найменування показника	2005	2006	2007
1	1	Чистий прибуток, тис. грив.	3414,00	3498,00	3523,00
2	2	Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.	5887,00	6222,40	6321,80
3	3	Інші операційні доходи, тис. грив.	26,56	28,65	23,41
4	4	Основні засоби, тис. грив.	4313,90	4326,10	4385,50
5	5	Нематеріальні активи, тис. грив.	26,00	27,00	28,50
6	6	Витрати на оплату праці, тис. грив.	785,00	785,00	790,00
7	7	Матеріальні витрати, тис. грив.	1322,00	1289,00	1301,00
8	8	Виробничі запаси, тис. грив.	775,00	786,00	770,00
9	9	Інші операційні витрати, тис. грив.	5,30	6,40	6,80
10	10	Адміністративні витрати, тис. грив.	98,00	87,60	83,20
11	11	Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.	1489,00	1495,00	1663,00

За нульовий період часу ( $t = 0$ ) було прийнято 2007 рік. Для нього було розраховано темпи темпів зміни показників, проведені розрахунки показали фактичне положення показників. На основі приведених даних розраховувалися темпи темпів зміни показників по формулам (1) і (2), проведені розрахунки показали фактичне розташування показників по рангам, які наведено у табл. 2

Таблиця 2

**Фактичні ранги показників роботи машинобудівного підприємства на основі темпів росту**

$i$	$r_i^*$ (фактичні ранги показників)	Найменування показників
1	7	Чистий прибуток, тис. грив.
2	9	Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.
3	11	Інші операційні доходи, тис. грив.
4	5	Основні засоби, тис. грив.
5	4	Нематеріальні активи, тис. грив.
6	6	Затрати на оплату праці, тис. грив.
7	3	Матеріальні витрати, тис. грив.
8	8	Виробничі запаси, тис. грив.
9	10	Інші операційні витрати, тис. грив.
10	2	Адміністративні витрати, тис. грив.
11	1	Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.

Для розглянутого випадку ( $n = 11$ ) пірогового значення в нерівності (6) для рівня суттєвості  $p = 0,05$ . Для  $c_s(0,05;9) = 0,6$  нерівність (6) не виконується, тобто, нульова гіпотеза про наявність зв'язку між рангами, приведеними у таблиці 1 і фактичними рангами таблиці 2 – відхиляється з рівнем суттєвості  $p$ . Цей результат свідчить про незадовільну роботу підприємства. Для виходу підприємства із цього стану було застосовано метод, який полягає у послідовному розв'язанні двох задач оптимізації.

*Задача 1.* Для знаходження рангів показників при яких підприємство нормально розвивається буде мати місце дотримання нерівності (6). Так було розв'язано задачу 1. 3 функцією цілі, що задано виразом (9) і обмеженнями (10), (11) і (13). Результат розв'язку задачі приведено в табл.3. Було отримано розв'язок, при якому коефіцієнт кореляції Спірмена дорівнює 0,609, при якому обмеження (6) виконується.

Таблиця 3

**Еталонні і знайдені ранги показників роботи машинобудівного підприємства**

$R_i$ (еталонний ранг показника)	$r_i$ (знайдені ранги показників)	Найменування показників
1	3	Чистий прибуток, тис. грив.
2	4	Доход (виручка) від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.
3	8	Інші операційні доходи, тис. грив.
4	1	Основні засоби, тис. грив.
5	5	Нематеріальні активи, тис. грив.
6	7	Затрати на оплату праці, тис. грив.
7	2	Матеріальні витрати, тис. грив.
8	9	Виробничі запаси, тис. грив.
9	10	Інші операційні витрати, тис. грив.
10	6	Адміністративні витрати, тис. грив.
11	11	Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг), тис. грив.

Задача 2. Наступну задачу було розв'язано з метою визначення траєкторії показників на період планування  $T = 3$ . Це означає, що знаходилися величини  $q_{ti}$ ,  $i = 1, 2, 3$ ,  $n = 1, \dots, 11$  в результаті розв'язку задачі (18), (19) і (21). В обмеженні (20) було закладено  $b_i = 100000$  гривень, що відповідає економічним можливостям підприємства. В функції цілі (21) була застосована величина коефіцієнта дисконтування, щоб врахувати рівень інфляції  $\eta = 0,2$ . Розв'язок задачі представлено на рис. 1.

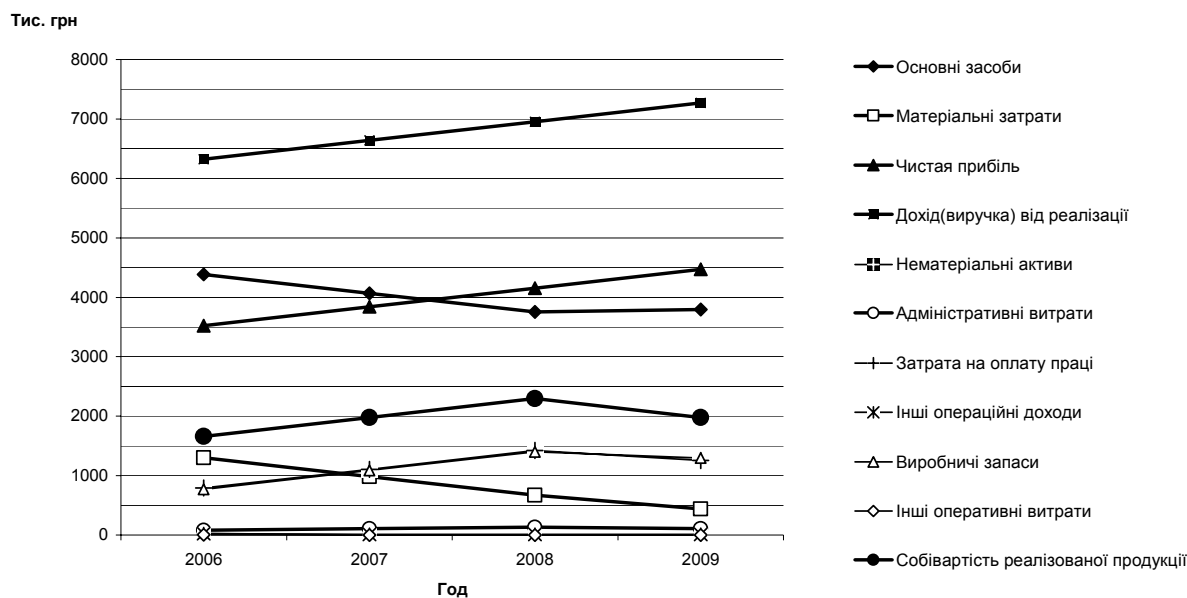


Рис.1 Прогноз зміни показників діяльності машинобудівного підприємства на 2008-2010 рік

Отриманий розв'язок дозволив визначити шляхи виходу підприємства із кризи, тобто намітило 3-х річний план розвитку підприємства, який виведе підприємство на рівень розвитку близький с статистичному сенсі до бажаного еталону.

Запропонований метод дозволяє розв'язати задачу управління підприємством, яка є багатокритеріальною, шляхом розв'язання двох однокритеріальних задач, при цьому забезпечується співвідношення між показниками, які гарантують необхідну динаміку розвитку підприємства, як гномічної системи, в майбутньому. Практичні розрахунки підтвердили можливість застосування методу для розв'язку реальних задач.

Розглянутий метод має практичну цінність, оскільки дозволяє послідовно здійснювати планування розвитку економічної системи у часі, і при цьому враховувати швидкість приросту показників, яка буде оптимальною для конкретно взятого підприємства.

### Література:

1. Бланк И.А. Управление прибылью. К.: «Ника-Центр», 2007,- 768с.
2. Савицкая В.Г. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учеб. Пособие/ В.Г. Савицкая. – 7-е изд., испр, - Мн.: Новое знание, 2002.- 407с.
3. Бень Т.Г., Довбня С.Б. Интегральная оцінка фінансового стану підприємства// Фінанси України. – 2002.- №6.- С.53-60
4. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества. – М.: Экономика, 1980. – 192с.

Рекомендовано до публікації  
д.е.н., професором Вагоною О.Г. 21.10. 08

Надійшла до редакції  
27.10.08