

УДК 330.46

В. М. Тимохин, д. е. н., професор, Донецький національний університет;
А. Г. Подольська, аспірант, Донецький національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ СААТІ В ЗАДАЧАХ ЕКОНОМІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

В роботі запропоновано використання Методу аналізу ієрархій (МАІ) Т. Сааті для вирішення проблеми багаторівневого оцінювання економічної системи за допомогою згортки системи показників. В роботі на основі МАІ розроблено систему ієрархічно пов'язаних показників кількісного інтегрального оцінювання фінансово-господарського стану підприємства.

Ключові слова: Метод аналізу ієрархій, оцінка фінансово-господарського стану, інтегральний показник, багатовимірне оцінювання.

Рис. 2, табл. 7, літ. 6.

В. Н. Тимохин, А. Г. Подольская

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СААТИ В ЗАДАЧАХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

В работе предлагается применение Метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати для решения проблемы многоуровневой оценки экономической системы с помощью свертки показателей. В работе на основе МАИ разработана система иерархически связанных показателей количественной интегральной оценки финансово-хозяйственного состояния предприятия.

Ключевые слова: Метод анализа иерархий, оценка финансово-хозяйственного состояния, интегральный показатель, многомерная оценка.

V. N. Timokhin, A. G. Podolska

SAATY METHOD IMPLEMENTATION FOR ECONOMIC EVALUATION

In the article the analytic hierarchy method is proposed as a solution for multi-level economic system's evaluation by index convolution. In the article by the method system of hierarchically bound index system for integral evaluation of enterprise's financial and economical state is developed.

Keywords: Analytic hierarchy method, evaluation of enterprise's financial and economical state, integral index, multi-level evaluation.

Постановка проблеми. Теорія економічного аналізу володіє добре розробленими системами показників, які розраховуються на даних публічної звітності. Однак, незважаючи на те, що практичне застосування цієї системи показників дозволяє отримати всебічну оцінку складових фінансово-господарського стану підприємства, велика розмірність різномірної інформації унеможливує її цілісне сприйняття та потребує проведення багатоступінних процедур експертного оцінювання, що, природно, призводить до утворення вад об'єктивності міркувань. Уникнення цих протиріч можливе, якщо у якості кількісного вимірювача скористатися загальновідомим методом Сааті — методом аналізу ієрархій.

Ідея методу полягає у тому, що експертам, обраним з кола працівників фінансово-економічної служби підприємства, незалежно від кваліфікації значно спрощується завдання оцінювання, якщо вони відповідають на прості запитання про переваги альтернатив — важливості показників для прийняття рішень, на відміну від спроб одразу ж вказати чисельні значення для вагових коефіцієнтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Метод Сааті є досить популярним засобом проведення багатовимірною оцінювання, використання якого для потреб рейтингового оцінювання або кількісного зіставлення ієрархічно організованих систем показників розглянуто в роботах закордонних вчених: Т. Сааті, К. Пеніваті [1], Н. Бхушана, Р. Канвала [2], Є. Х. Формана, І. Г. Сола [3], а також вітчизняних дослідників, наприклад, О.В. Філіпова [4], та інших. Універсальність методу дозволяє застосовувати його до аналізу систем будь-якої природи, що, саме й зумовлює його популярність.

Метою статті є застосування методу аналізу ієрархій Т. Сааті для розробки системи ієрархічно пов'язаних показників кількісного інтегрального оцінювання фінансово-господарського стану підприємства.

Виклад основного матеріалу. В роботах багатьох дослідників (наприклад О. П. Бєлий [4], О. С. Виханський [5]) наводяться системи показників, що використовуються для аналізу фінансово-господарського стану. З формальної точки зору запропоновані система показників являють собою багаторівневу ієрархію:

$$I_0 \subseteq \{I_{11}, I_{12}\},$$

де I_{11}, I_{12} — відповідні складові фінансово-господарського стану — ресурсі, можливості та резерви. В свою чергу,

$$I_{11} \subseteq \{I_{111}(K_1, \dots, K_7), I_{112}(K_8, \dots, K_{10}), I_{113}(K_{11}, \dots, K_{13})\},$$

де I_{111} — оцінка ліквідності та платоспроможності підприємства на основі коефіцієнтів абсолютної ліквідності (K_1), проміжної ліквідності (K_2), загального покриття (K_3), частки найбільш ліквідних активів у оборотних активах (K_4), маневрування активів (K_5), співвідношення дебіторської до кредиторської заборгованості (K_6), частки виробничих запасів у обігових активах (K_7), I_{112} — оцінка фінансової стійкості на основі коефіцієнтів фінансової незалежності (K_8), маневрування власних обігових коштів (K_9), забезпечення активів власними обіговими коштами (K_{10}), I_{113} — оцінка ефективності використання фінансових ресурсів на основі коефіцієнтів ефективності капітальних вкладень (K_{11}), рентабельності інвестицій (K_{12}), інтенсивності інвестицій (K_{13}).

Аналогічним чином визначаються можливості I_{12} , як виробничі I_{121} на основі коефіцієнтів ритмічності виробничого процесу (K_{14}), коефіцієнт матеріаловіддачі (K_{15}), фондівіддачі (K_{16}), оновлення, вибуття, зносу, природності та рентабельності ОВФ (K_{17} – K_{21}), наукомісткості продукції (K_{22}), технологічної інтенсивності (K_{23}), змінності (K_{24}), так і ринкові I_{122} на основі коефіцієнтів приросту ринкової частки (K_{25}) та відносної ринкової частки (K_{26}).

На кожному етапі експерти визначають відносну важливість критеріїв $I = \{x_i\}$. Для цього будується таблиця наступного виду (табл. 1).

Оператор $R(x_{i_1} \succ x_{i_2})$ повертає чисельні значення відносної важливості відповідно до шкали методу Сааті (табл. 2). Якщо навпаки $x_{i_2} \succ x_{i_1}$, використовуються обернені значення.

Для згортки кількісних оцінок для парних порівнянь у оцінку важливості компоненти вектору I метод пропонує низку підходів, з яких найбільш розповсюдженими є адитивна та мультиплікативна згортки:

$$A_i^a = \sum_{i_2=1}^M a_{i i_2}, \quad A_i^m = \prod_{i_2=1}^M a_{i i_2},$$

які після нормалізації дають вектор вагових коефіцієнтів $w = \{w_i\}$.

Таблиця 1

Матриця K парних порівнянь відносної важливості компонент вектору I

	x_1	x_2	...	x_{i_2}	...	x_M
x_1	1	$a_{12} = R(x_1 \succ x_2)$	...	$a_{1i_2} = R(x_1 \succ x_{i_2})$	...	$a_{1M} = R(x_1 \succ x_M)$
x_2	$a_{21} = 1/a_{12}$	1	...	$a_{2i_2} = R(x_2 \succ x_{i_2})$	...	$a_{2M} = R(x_2 \succ x_M)$
...
x_{i_1}	$a_{i_11} = 1/a_{1i_1}$	$a_{i_12} = 1/a_{2i_1}$	...	$a_{i_1i_2} = R(x_{i_1} \succ x_{i_2})$	...	$a_{i_1M} = R(x_{i_1} \succ x_M)$
...
x_M	$a_{M1} = 1/a_{1M}$	$a_{M2} = 1/a_{2M}$	...	$a_{Mi_2} = 1/a_{i_2M}$	...	1

Таблиця 2

Шкала порівняння для Методу аналізу ієрархій Саати

Значення	Означення
1	Рівнозначні альтернативи
3	Слабка перевага
5	Істотна перевага
7	Сильна перевага
9	Абсолютна перевага
2, 4, 6, 8	Проміжні значення

При заповненні матриці K експертами, обраними з числа фінансових менеджерів, їм пропонується відповісти на запитання виду: «Наскільки, на Вашу думку, коефіцієнт i_1 спричиняє більш важливий вплив на прийняття управлінських рішень в сфері K ніж коефіцієнт i_2 ?», або «Наскільки, на Вашу думку, зміни коефіцієнта i_1 більш впливові при прийнятті управлінських рішень в сфері K ніж зміни коефіцієнта i_2 ?»

Використання експертного оцінювання потребує додаткового дослідження узгодженості оцінок методу. Для цього необхідно знайти відповідні суми за всіма стовбцями матриці оцінювання:

$$B = \{b_{i_2}\}, \quad i_2 = \overline{1, M}, \quad b_{i_2} = \sum_{i_1=1}^M a_{i_1i_2},$$

та визначити величину λ_{\max} :

$$\lambda_{\max} = (b_1, b_2, \dots, b_{i_2}, \dots, b_M) \times \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_i \\ \dots \\ w_M \end{pmatrix}.$$

Результуюча оцінка узгодженості має бути якнайменшою для забезпечення якісного оцінювання:

$$\frac{\lambda_{\max} - M}{M - 1} \rightarrow 0.$$

Залучення декількох експертів або експертних груп потребує додаткових заходів щодо проведення експертизи і залежить від прагнення організаторів оцінювання до підвищення об'єктивності оцінки. Асортимент заходів зокрема може передбачати:

1. Проведення «мозкового штурму» щодо значення певної оцінки $a_{i_1 i_2}$.
2. Відкрите обговорення значення певної оцінки $a_{i_1 i_2}$.
3. Проведення експертизи щодо значення певної оцінки $a_{i_1 i_2}$ з оцінюванням важливості експертів, або без такого, обов'язковою оцінкою узгодженості групової оцінки коефіцієнтів $a_{i_1 i_2}$, наявністю або відсутністю зворотного зв'язку (анонімного або відкритого).

Наведемо практичні розрахунки за методом аналізу ієрархій. Сірим затінено сегменти таблиці, що потребують вводу — інші розраховуються автоматично.

Матрицю оцінювання інтегрального показника ресурсної забезпеченості $I11$ наведено у табл. 3.

Таблиця 3

**Оцінка складових інтегрального показника ресурсів $I11$
за методом аналізу ієрархій**

$I11$	$I111$	$I112$	$I113$	Сума	Вага
$I111$	1	1/2	1/2	2	0,1765
$I112$	2	1	3	6	0,5294
$I113$	2	1/3	1	3,3333	0,2941
Сума	5	1,8333	4,5	11,333	1
Міра узгодженості					0,088

Міра узгодженості 0,088, тобто міркування експертів співпадають на $1 - 0,088 = 91,2\%$. Оскільки оцінювання інтегрального показника можливостей $I12$ проводиться матрицею 2×2 , ця оцінка, природно є тривіальною та узгодженою. Матрицю оцінювання інтегрального показника оцінки ліквідності та платоспроможності $I111$ наведено у табл. 4.

Таблиця 4

**Оцінка складових інтегрального показника оцінки ліквідності
та платоспроможності $I111$ за методом аналізу ієрархій**

$I111$	$K1$	$K2$	$K3$	$K4$	$K5$	$K6$	$K7$	Сума	Вага
$K1$	1	2	1/2	1	1	1/3	1/3	6 1/6	0,1019
$K2$	1/2	1	1/3	1	1	1/3	1/3	4 1/2	0,0744
$K3$	2	3	1	2	1	1	2	12	0,1983
$K4$	1	1	1/2	1	3	2	1	9 1/2	0,157
$K5$	1	1	1	1/3	1	1/2	1/2	5 1/3	0,0882
$K6$	3	3	1	1/2	2	1	1	11 1/2	0,1901
$K7$	3	3	1/2	1	2	1	1	11 1/2	0,1901
Сума	11 1/2	14	4 5/6	6 5/6	11	6 1/6	6 1/6	60 1/2	1
Міра узгодженості									0,093

Оцінки є узгодженими з імовірністю 90,7%. Задля підвищення наочності результату наведемо діаграму Парето (рис. 1).

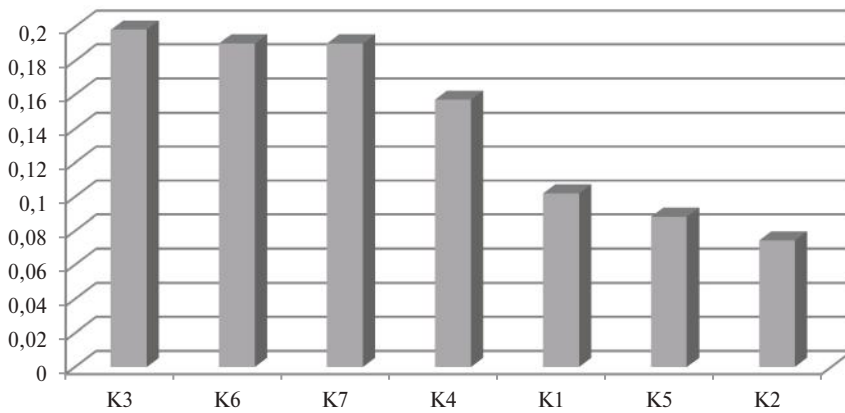


Рис. 1. Парето-діаграма впливу складових інтегрального показника оцінки ліквідності та платоспроможності

Матриці оцінювання інтегральних показників оцінки фінансової стійкості *I112* та ефективності використання фінансових ресурсів *I113* наведено у табл. 5-6.

Таблиця 5

Оцінка складових інтегрального показника оцінки фінансової стійкості *I112* за методом аналізу ієрархій

<i>I112</i>	<i>K8</i>	<i>K9</i>	<i>K10</i>	Сума	Вага
<i>K8</i>	1	1/2	1	2,5	0,2632
<i>K9</i>	2	1	1	4	0,4211
<i>K10</i>	1	1	1	3	0,3158
Сума	4	2,5	3	9,5	1
Міра узгодженості					0,026

Таблиця 6

Оцінка складових інтегрального показника оцінки ефективності використання фінансових ресурсів *I113* за методом аналізу ієрархій

<i>I113</i>	<i>K11</i>	<i>K12</i>	<i>K13</i>	Сума	Вага
<i>K11</i>	1	1/3	2	3,3333	0,274
<i>K12</i>	3	1	3	7	0,5753
<i>K13</i>	1/2	1/3	1	1,8333	0,1507
Сума	4,5	1,6667	6	12,167	1
Міра узгодженості					0,048

Відповідні міри узгодженості складають 97,4% та 95,2%, тобто оцінки є узгодженими. Матрицю оцінювання інтегрального показника виробничих можливостей $I121$ наведено у табл. 7. Завдяки розмірності та неоднорідності міркувань ця матриця має найгіршу оцінку узгодженості — 80,5%. Покращення цього результату можливе, насамперед, за умови вдосконалення структури цього показника на основі виділення окремих складових, що поєднують використані коефіцієнти у групи. Парето-діаграму наведено на рис. 2.

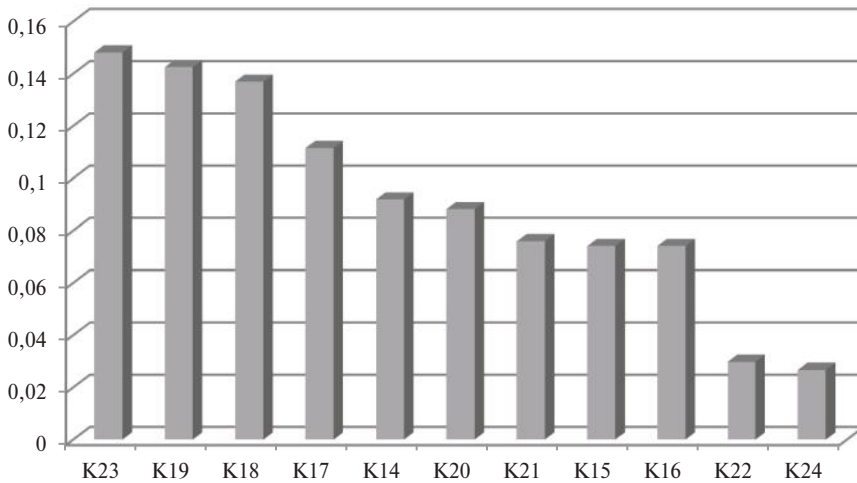


Рис. 2. Парето-діаграма впливу складових інтегрального показника оцінки виробничих можливостей

Матриця оцінювання інтегрального показника оцінки ринкового потенціалу $I122$ є тривіальною.

За допомогою визначених вагових коефіцієнтів стає можливим розрахунок інтегрального показника фінансово-господарського стану $I0$ за наступною методикою:

$$I0 = \lambda_{11} \times I11 + \lambda_{12} \times I12.$$

тобто

$$I0 = 0,66 \times I11 + 0,33 \times I12.$$

Відповідно запропонованій методиці:

$$I11 = \lambda_{111} \times I111 + \lambda_{112} \times I112 + \lambda_{113} \times I113,$$

тобто

$$I11 = 0,1765 \times I111 + 0,5294 \times I112 + 0,2941 \times I113.$$

Аналогічним чином визначається $I12$:

$$I12 = \lambda_{121} \times I121 + \lambda_{122} \times I122,$$

або

$$I12 = 0,6667 \times I121 + 0,333 \times I122.$$

Таблиця 7

Оцінка складових інтегрального показника оцінки виробничих можливостей за методом аналізу ієрархії

<i>I121</i>	<i>K14</i>	<i>K15</i>	<i>K16</i>	<i>K17</i>	<i>K18</i>	<i>K19</i>	<i>K20</i>	<i>K21</i>	<i>K22</i>	<i>K23</i>	<i>K24</i>	Сума	Вага
<i>K14</i>	1	2	2	1/3	1/4	1/4	1/2	1	4	1	4	16 1/3	0,09192
<i>K15</i>	1/2	1	1	1/2	1/3	1/3	1	2	3	1/2	3	13 1/6	0,07409
<i>K16</i>	1/2	1	1	1/2	1/3	1/3	1	2	3	1/2	3	13 1/6	0,07409
<i>K17</i>	3	2	2	1	1	1/2	2	3	2	1/3	3	19 5/6	0,11161
<i>K18</i>	4	3	3	1	1	1	3	3	2	1/3	3	24 1/3	0,13693
<i>K19</i>	4	3	3	2	1	1	3	3	2	1/3	3	25 1/3	0,14256
<i>K20</i>	2	1	1	1/2	1/3	1/3	1	2	3	1/2	4	15 2/3	0,08816
<i>K21</i>	1	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/2	1	3	3	3	13 1/2	0,07597
<i>K22</i>	1/4	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1	1/5	1	5 2/7	0,02973
<i>K23</i>	1	2	2	3	3	3	2	1/3	5	1	4	26 1/3	0,14819
<i>K24</i>	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/4	1/3	1	1/4	1	4 3/4	0,02673
Сума	17 1/2	16 1/6	16 1/6	10	8 2/5	8	14 3/5	18	29	8	32	177 2/3	1
Мірі узгодженості													0,195

Інтегральні показники ресурсів ($I11$) та можливостей ($I12$) визначаються за допомогою визначених коефіцієнтів наступним чином:

$$I11 = w_1 \times K1 + w_2 \times K2 + w_3 \times K3 + w_4 \times K4 + \\ + w_5 \times K5 + w_6 \times K6 + w_7 \times K7.$$

тобто

$$I11 = 0,1019 \times K1 + 0,0744 \times K2 + 0,1983 \times K3 + 0,1570 \times K4 + \\ + 0,0882 \times K5 + 0,1901 \times K6 + 0,1901 \times K7.$$

Аналогічним чином:

$$I112 = w_8 \times K8 + w_9 \times K9 + w_{10} \times K10,$$

або

$$I112 = 0,2632 \times K8 + 0,4211 \times K9 + 0,3158 \times K10,$$

$$I113 = w_{11} \times K11 + w_{12} \times K12 + w_{13} \times K13,$$

або

$$I113 = 0,2740 \times K11 + 0,5753 \times K12 + 0,1507 \times K13.$$

Інтегральна оцінка виробничих можливостей $I121$:

$$I121 = w_{14} \times K14 + w_{15} \times K15 + w_{16} \times K16 + w_{17} \times K17 + \\ + w_{18} \times K18 + w_{19} \times K19 + w_{20} \times K20 + w_{21} \times K21 + \\ + w_{22} \times K22 + w_{23} \times K23 + w_{24} \times K24,$$

тобто

$$I121 = 0,0919 \times K14 + 0,0741 \times K15 + 0,0741 \times K16 + 0,1116 \times K17 + \\ + 0,1369 \times K18 + 0,1426 \times K19 + 0,0882 \times K20 + 0,0760 \times K21 + \\ + 0,0297 \times K22 + 0,1452 \times K23 + 0,0267 \times K24.$$

Інтегральна оцінка ринкових можливостей визначається наступним чином:

$$I122 = w_{25} \times K25 + w_{26} \times K26,$$

або

$$I122 = 0,7500 \times K25 + 0,2500 \times K26.$$

Висновки. Запропонований підхід до інтегральної оцінки фінансово-господарського стану дозволяє в автоматизованому режимі отримувати зведену оцінку фінансово-господарського стану суб'єкту реального сектору економіки, проте застосування цього інструменту потребує актуальної інформації, зокрема про операційну діяльність, задля вироблення ефективних управлінських рішень. Однак, необхідно зауважити, що на переважній більшості підприємств отримати таку інформацію в реальному часі є цілком неможливо. Найбільш повно ця інформація зводиться на момент складання балансу, але, враховуючи інтервал часу, на якому ця робота проводиться підприємствами, ці дані стають неактуальними. Тому для використання цього інструменту потрібно використовувати інші джерела економічної інформації, наприклад, математичні моделі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Saaty T.L. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences / T. L. Saaty, K. Peniwati. — Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications, 2008. — 385 p.

2. Bhushan N. Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process / N. Bhushan, R. Kanwal. — London: Springer-Verlag, 2004. — 172 p.
3. Forman E. H. The Analytical Hierarchy Process — An Exposition / E. H. Forman, I. G. Saul // Operations Research. — 2001. — Vol. 49 (4). — Pp. 469-487.
4. Филиппов А. В. Модели управления жизнеспособными вертикально-интегрированными структурами в экономике : [монография] / А. В. Филиппов. — Донецк: Юго-Восток, 2012. — 196 с.
5. Комплексные оценки в системе рейтингового управления предприятием : [монография] / [А. П. Белый, Ю. Г. Лысенко, А. А. Мадых, К. Г. Макаров]. — Донецк: Юго-Восток, 2003. — 120 с.
6. Виханский О. С. Стратегическое управление / О. С. Виханский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Экономист, 2010. — 296 с.

Представлено в редакцію 18.02.2013 р.