

МЕТОД СААТІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

У статті розглянуто використання методу аналізу ієрархій Т. Сааті для оптимального вибору управлінського рішення. Наведено основні етапи, формули для розрахунків, вказано недоліки й переваги методу аналізу ієрархій. Проведено оцінювання постачальників на основі експертних оцінок за допомогою методу Сааті.

Ключові слова: прийняття рішень, метод аналізу ієрархій, метод Сааті, альтернатива, експертні оцінки.

I. Вступ

Незважаючи на достатнє висвітлення в наукових публікаціях проблем теорії прийняття рішень, недостатньо уваги, на нашу думку, приділено дослідженню застосування окремих методів системного аналізу при прийнятті управлінських рішень.

Вибір конкретного постачальника є складним, оптимізаційним завданням, яке значною мірою залежить від системи переваг особи або осіб, що здійснюють вибір [3, с. 24] та має багатокритеріальний (багатоцільовий) характер. Наявність декількох цілей, кількісна невизначеність критеріїв досягнення цілей, складність взаємозв'язків різних факторів, недостатній обсяг об'єктивної вихідної інформації не дають можливості побудувати визначені економіко-математичні моделі, які в простих завданнях дають змогу знайти оптимальне рішення. При виборі такого варіанта особливого значення набуває суб'єктивна інформація, одержана з будь-якого джерела або шляхом опитування експертів, від знання, професійного досвіду й здатностей яких залежить ступінь близькості прийнятого варіанта рішення до оптимального [2].

У контексті нашого дослідження особливий інтерес становлять праці таких учених, як: В. Ейтінгон, Л. Заде, М. Кендел, П. Кіні, А. Марюта, Н. Моїсеєв, А. Орлов, Х. Райфа, Т. Сааті та ін.

II. Постановка завдання

Метою статті є обґрунтування та дослідження використання методу аналізу ієрархій Т. Сааті при прийнятті управлінських рішень, а саме при виборі кращого постачальника.

III. Результати

Завдання прийняття рішень мають місце тоді, коли необхідно здійснити вибір кращого, оптимального варіанта, засобу дії серед заданої множини альтернатив для досягнення поставленої мети. Будь-який вибір пов'язаний із процесом обробки інформації про альтернативи, критерії якості, можливі

результати, систему переваг і способів відображення допустимих альтернатив у множині критеріальних оцінок можливих результатів. Завдання прийняття рішень можна розподілити на категорії:

- завдання в умовах визначеності, які характеризуються повною й точною інформацією, з адекватною математичною моделлю; для їх вирішення застосовують методи математичного програмування;
- завдання в умовах ризику, для вирішення яких необхідно мати статистичні дані та експертні оцінки, застосовувати методи теорії корисності;
- завдання в умовах невизначеності, для вирішення яких залучають експертів та застосовують математичні методи прикладної теорії прийняття рішень і штучного інтелекту.

На сьогодні для розв'язання завдань прийняття рішень з багатьма критеріями існує багато методів: методи зведення критеріїв до одного (методи головної компоненти, комплексного критерію, справедливого компромісу, аналізу Парето) та методи дослідження психологічних особливостей особи, що приймає рішення (ОПР) (багатокритеріальна теорія корисності, метод аналізу ієрархій, методи ранжування багатокритеріальних альтернатив).

Для розв'язання завдання вибору більш доцільним є використання методів, що ґрунтуються на дослідженні психологічних особливостей ОПР. Із цієї групи найпоширенішим і найпростішим для сприйняття є метод аналізу ієрархій. Загалом використання експертів дає можливість: одержати аналіз складних систем, що характеризують в основному якісними, неформалізованими процесами; підвищити динамічну якість управління за рахунок прогнозування тенденцій розвитку об'єкта; здійснити апріорне визначення й ранжування за заданим критерієм найбільш істотних факторів; підвищити ефективність математико-статистичних та інших формальних методів за рахунок більш

точного визначення й оцінювання деяких якісних параметрів.

Особливий інтерес при прийнятті управлінських рішень становить застосування методу "аналізу ієрархій" (MAI), який ґрунтується на побудові ієрархії критеріїв та застосуванні парних порівняннях альтернативних варіантів за різними критеріями й подальшим ранжуванням набору альтернатив за всіма критеріями та цілями.

Традиційний метод аналізу ієрархій був запропонований Т. Сааті [4]. Суть методу в кількісному вираженні якісних суджень. Проблема структурується у вигляді ієрархії. Вершиною ієрархії зазвичай є глобальна мета, на наступному рівні присутні цілі, нижче – підцілі, потім критерії, підкритерії; на нижньому рівні – альтернативи. Спочатку експерти генерують безліч припустимих альтернатив, серед яких необхідно провести вибір кращої альтернативи або упорядкувати всі елементи. Зазвичай на цьому етапі проводять розумне скорочення множини всіх можливих альтернатив або його кластеризацію у зв'язку з обмеженням методу на число одночасно порівнюваних об'єктів [1].

Альтернативи також порівнюють за окремими критеріями. Засобом визначення коефіцієнтів значущості критеріїв та альтернатив є попарне порівняння. Результат порівняння оцінюють за бальною шкалою. На основі таких порівнянь обчислюють коефіцієнти значущості критеріїв, оцінки альтернатив і знаходять спільну оцінку як зважену суму оцінок критеріїв.

На якість порівнянь можуть впливати: 1) кваліфікація осіб, що приймають рішення та (або) 2) характерні особливості елементів ієрархії.

Основні переваги методу попарних порівнянь полягають у тому, що:

- має місце порівняння кожної альтернативи за більшим числом факторів пріоритетності, завдяки чому підвищується точність оцінки і відкривається можливість вивчати якість об'єкта дослідження, ніж при використанні інших методів;
- експерт зосереджує свою увагу не на всіх альтернативах одночасно, а тільки на двох, порівнюваних у певний момент, – це полегшує роботу;
- метод дає змогу одержати не тільки середню оцінку, надану кожним експертом, а й дисперсію цієї оцінки, що дає можливість провести більш глибокий економіко-математичний аналіз;
- метод відрізняється простотою й відповідністю інтуїтивним поданням.

Основними недоліками методу є:

- велика кількість інформації;
- обмеження на кількість одночасно порівнюваних альтернатив (бажано не більше 9; це пов'язане із фактом, що звичайній людині важко здійснювати раціональний вибір, якщо число об'єктів вибору перевищує 7 ± 2 [4]);
- неможливість повного опису невизначеності системи переваг осіб, що приймають рішення;
- неможливість використання у випадку декількох осіб, що приймають рішення, і наявності конфлікуючих систем переваг.

Метод аналізу ієрархій містить такі етапи:

1. Структурування задачі у вигляді ієрархічної структури (цілі; критерії (N); альтернативи (M)).
2. Побудова матриці попарних порівнянь критеріїв A за шкалою відносної важливості (табл. 1) та визначення її нормованого власного вектора A_i . Матриця попарних порівнянь має властивість зворотної симетрії.

Таблиця 1

Шкала відносної важливості

Ступінь	Визначення
1	Однакова значущість
3	Незначна перевага значущості одного елемента над іншим
5	Суттєва або сильна перевага одного елемента над іншим
7	Сильна перевага одного елемента над іншим
9	Абсолютна перевага одного елемента над іншим
2, 4, 6, 8	Проміжні значення між сусідніми

3. Визначення найбільшого власного числа λ_{max} , індексу узгодженості I_y та відношення узгодженості B_y матриці порівнянь.

4. Якщо $B_y \leq 0,1$ (10%), переходимо до етапу 5, інакше – повертаємося на 3 етап.

5. Побудова матриці попарних порівнянь B_k кожної альтернативи та визначення їх власних нормованих векторів.

6. Визначення найбільших власних чисел, індексів узгодженості I_y^k та відношень узгодженості B_d^k матриць порівнянь.

7. Якщо $B_d^k \leq 0,1$ (10%), переходимо до етапу 9, інакше – до 5 етапу.

8. Визначення глобальних пріоритетів G_n для кожної альтернативи як сума добутків нормованого вектора пріоритету серед критеріїв та нормованих векторів альтернатив.

9. Визначення найкращої альтернативи за максимальним значенням G_n .

Формули для розрахунків подано в табл. 2. Завдання передбачає вибір постачальника, з яким найкраще укласти договір поставки на рік. Для вибору кращого постачальника характерна велика кількість критеріїв, які зазвичай конфлікують між собою (наприклад, ціна – строки поставок).

Першим етапом є побудова ієрархії (рис. 1). Маємо вихідні дані (табл. 4).

Формули для розрахунків

Елемент	Вираз для розрахунку
Матриця попарних порівнянь (A)	$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & \dots & & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$
Нормований власний вектор матриці A (A_i)	$A_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} / \sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$
Індекс узгодженості (I_y)	$I_y = \frac{ \lambda_{\max} - n }{(n-1)}$
Відношення узгодженості (B_y) матриці A	$B_y = \frac{I_y}{T_{I_y}}, \text{ де } T_{I_y} - \text{табличне значення індексу (табл. 3)}$
Найбільше власне число матриці A (λ_{\max})	$\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} \times A_i$
Матриця попарних порівнянь альтернатив за встановленими критеріями (B_k)	$B_n = \begin{pmatrix} b_{11}^k & b_{12}^k & \dots & b_{1m}^k \\ b_{21}^k & \dots & & b_{2m}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}^k & b_{m2}^k & \dots & b_{mm}^k \end{pmatrix}$
Нормовані власні вектори матриць B_k (B_i^k)	$B_i^k = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m b_{ij}^k} / \sum_{i=1}^m \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m b_{ij}^k}$
Глобальні пріоритети (G_n)	$G_n = \sum_{i=1}^n A_i \times B_n^i$

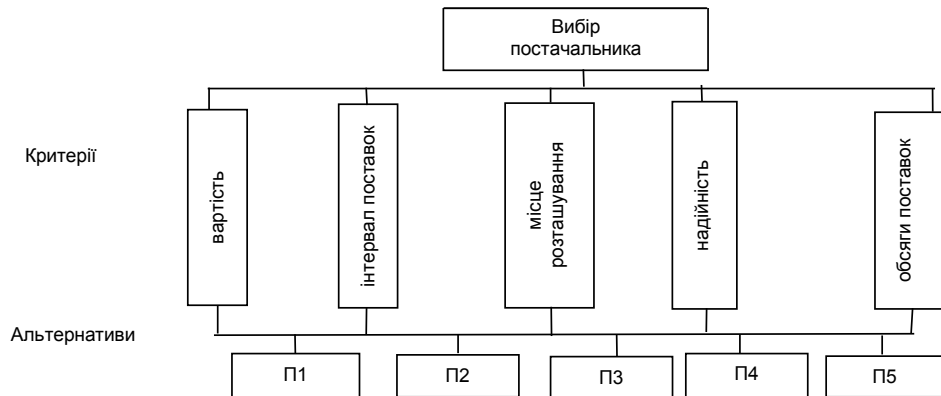


Рис. 1. Ієрархія проблеми вибору постачальника

Таблиця 3

Індекси узгодження

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T_{I_y}	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Таблиця 4

Вихідні дані

	Інтервал поставок, дні	Обсяги поставок, т	Вартість, тис. грн	Місце розташування, км	Надійність, %
Постачальник 1	20	15	233,09	75	99,892
Постачальник 2	20	20	240,00	90	100,000
Постачальник 3	20	90	294,00	60	99,407
Постачальник 4	20	30	270,00	100	98,929
Постачальник 5	40	необмежено	96,66	55	100,000

Побудова матриці попарних порівнянь критеріїв A та визначення її нормованого

власного вектора A_i наведено в табл. 5.

Таблиця 5

Оцінка значущості критеріїв

Критерії	Інтервал поставок	Обсяги поставок	Вартість поставок	Місце розташування	Надійність	$\sqrt[5]{\prod_{j=1}^5 a_{ij}}$	Нормовані оцінки вектора пріоритету, A_i
Інтервал поставок	1	3	1/5	1/6	1/8	0,4162	0,0519
Обсяги поставок	1/3	1	1/6	1/8	1/9	0,2384	0,0297
Вартість поставок	5	6	1	1/3	1/5	1,1487	0,1433
Місце розташування	6	8	3	1	1/3	2,1689	0,2706
Надійність	8	9	5	3	1	4,0428	0,5044
Сума	20,333	27	9,3667	4,6250	1,7694		

Оцінка узгодженості експертів:

$$\lambda_{\max} = (20,33 \times 0,0519) + (27 \times 0,0297) + (9,3667 \times 0,1433) + (4,6250 \times 0,2706) + (1,7694 \times 0,5044) = 5,3458;$$

$$I_y = \frac{|5,3458 - 5|}{(5-1)} = 0,08645;$$

$$V_y = 0,08645 / 1,12 = 0,0772 (7,72\%).$$

Показник відношення узгодженості в межах норми (не більше ніж 10%), тому продовжуємо дослідження.

Виявляємо вектори пріоритету за критерієм "Інтервал поставок" (табл. 6).

Таблиця 6

Критерій "Інтервал поставок"

Інтервал поставок	Постачальник_1	Постачальник_2	Постачальник_3	Постачальник_4	Постачальник_5	$\sqrt[5]{\prod_{j=1}^5 a_{ij}}$	Нормовані оцінки вектора пріоритету, A_i
Постачальник_1	1	1	1	1	1/9	0,6443	0,0769
Постачальник_2	1	1	1	1	1/9	0,6443	0,0769
Постачальник_3	1	1	1	1	1/9	0,6443	0,0769
Постачальник_4	1	1	1	1	1/9	0,6443	0,0769
Постачальник_5	9	9	9	9	1	5,7995	0,6923
Сума	13,000	13,000	13,000	13,000	1,444	8,3771	

Аналогічно проводимо розрахунки за іншими критеріями для визначення глобаль-

них пріоритетів (табл. 7). Для розрахунків використовували можливості MS Excel.

Таблиця 7

Розрахунок глобального пріоритету

Альтернативи	Критерії					Глобальні пріоритети
	Інтервал поставок	Обсяги поставок	Вартість поставок	Місце розташування	Надійність	
	Числові значення вектора пріоритету					
	0,0519	0,0297	0,1433	0,2706	0,5044	
Постачальник_1	0,0769	0,0389	0,1212	0,2441	0,1588	0,1687
Постачальник_2	0,0769	0,0537	0,1212	0,0876	0,3637	0,2301
Постачальник_3	0,0769	0,1961	0,0451	0,2304	0,0753	0,1166
Постачальник_4	0,0769	0,0957	0,0718	0,0308	0,0383	0,0448
Постачальник_5	0,6923	0,6153	0,6405	0,4068	0,3637	0,4396

Отже, провівши дослідження, можемо визначити, що постачальник 5 (пріоритетність 0,4396) є найвигіднішим для укладання договору. Надалі варто зауважити на укладання договору з постачальником 2.

IV. Висновки

Метод аналізу ієрархій Т. Саати являє собою універсальний інструмент арсеналу системного аналізу. В його основі – компромісне дослідження й вибір найбільш імовірних сценаріїв розв'язання проблем, на які впливають різноманітні фактори, і при цьому відсутні безпосередні аналітичні залежності. Проведені дослідження показали, що МАІ є досить простим та ефективним методом при вирішенні задач, у яких параметри мають лише якісну оцінку, наприклад: задача оцінювання нерухомості, задача вибору керівника, транспорту, провайдера, типу реклами тощо. Метод аналізу ієрархій не відхиляє методи інших наук, посилюючи увагу цих наук стосовно конкретизації, підвищення чіткості, доказовості, аргументованості й зрозумілості результатів.

Принципова оригінальність і доцільність підходу Т. Саати для аналізу задач управління полягає в тому, що на основі МАІ мо-

жливо побудувати ієрархічну структуру факторів (формальних і неформальних), діючих сил та їх цільових настанов, що різною мірою впливають на теперішній і майбутній перебіг подій (як на рівні діагностики й аналізу, тобто дослідження, так і на рівні формування доцільних шляхів розв'язання виявлених проблем).

Список використаної літератури

1. Кини Р. Принятие решений при многих критериях: замещения и предпочтения / Р. Кини, Х. Райфа. – Москва : Радио и связь, 1981. – 560 с.
2. Марюта А. Н. Эффективность многокритериальных задач экономики : монография / А.Н. Марюта, И.В. Новицкий. – Днепропетровск : Наука и образование, 2005. – 277 с.
3. Методы организации экспертизы и обработки экспертных оценок в менеджменте : учеб.-метод. пособ. / В. Н. Эйтингон, М. А. Кравец, Н. П. Панкратова, В. В. Давнис. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2004. – 44 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – Москва : Радио и связь. – 1993. – 316 с.

Стаття надійшла до редакції 15.06.2015.

Ткачева О. К. Метод Саати при принятии управленческих решений

В статье рассмотрено использование метода анализа иерархий Т. Саати для оптимального выбора управленческого решения при оценке поставщиков. Указаны основные этапы, формулы для расчетов, недостатки и преимущества метода. Проведена оценка поставщиков на основе экспертных оценок с использованием метода Саати.

Ключевые слова: принятие решений, метод анализа иерархий, метод Саати, альтернатива, экспертные оценки.

Tkachova O. Application of Saaty Method in Management Decisions

Supplier selection is the optimization problem, which largely depends on the system preferences persons exercising choice. With this choice is particularly important subjective information from the experts. Today there are many methods for decision-making on many criteria. Particular interest in management decisions is the use of the method of "analysis of hierarchies" (MAH) or Saaty method, which is based on the construction of a hierarchy of criteria and the application of pair-wise comparisons of alternatives according to different criteria and subsequent ranking of a set of alternatives in all criteria and objectives. The problem is structured as a hierarchy: goal, sub-goals, criteria, sub-criteria, alternatives. Initially, the experts generated the set of feasible alternatives, among which is necessary to choose the best alternative or the ordering of all elements. Means for determining the coefficients of importance of criteria and alternatives is a pairwise comparison. The result of the comparison is evaluated on a scale. The calculations used the possibility of MS Excel. The main advantages of the method of paired comparisons is that: improves the accuracy of estimates and offers the opportunity to study the quality of the research object, than when using other methods; expert focuses not on all of the alternatives at once, and only two; the method allows to obtain not only the average rating given by each expert, but the dispersion of the evaluation provides an opportunity to further deeper economic and mathematical analysis; the method is simple and intuitive representation of compliance.

The authors have offered to use a mathematical hierarchy analysis method as a tool for forming a list of configurations and their features that the best satisfy the user. This article examines to use a mathematical hierarchy analysis method as a tool for optimal selection of the management decisions in assessing suppliers. From a mathematical point of view, the set of alternatives, optimal for the user, is defined as the Pareto set. This paper presents the main stages, the formula for the calculation, the disadvantages and advantages of the analytic hierarchy process.

Key words: decision making, the method of analysis of hierarchies, T. Saaty method, alternative, expert evaluation.