

УДК 330.341.1

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

APPLICATION OF THE METHOD OF HIERARCHY ANALYSIS FOR ADOPTION OF ADMINISTRATIVE DECISIONS IN FOREIGN ECONOMIC ACTIVITY

Данілова І.С.

старший викладач кафедри менеджменту
зовнішньоекономічної діяльності та євроінтеграції,
Сумський національний аграрний університет

Букрєєв В.Ю.

студент факультету економіки і менеджменту,
Сумський національний аграрний університет

Оношко О.С.

студент факультету економіки і менеджменту,
Сумський національний аграрний університет

У статті проаналізовано сутність методу аналізу ієрархій, розглянуто особливості його застосування під час вибору проекту в управлінні промисловим підприємством ТОВ «Сумимостобуд» (м. Суми). Доведено, що використання методу аналізу ієрархій (МАІ) Т. Саати дасть змогу керівництву підприємства приймати більш виважені управлінські рішення.

Ключові слова: метод аналізу ієрархій, альтернатива, критерій, модель, прийняття рішень, управління.

В статье проанализирована сущность метода анализа иерархий, рассмотрены особенности его применения при выборе проекта в управлении промышленным предприятием ООО «Сумимостобуд» (г. Сумы). Доказано, что использование метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати позволит руководству предприятия принимать более взвешенные управленческие решения.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, альтернатива, критерий, модель, принятие решений, управление.

The article shows analyzed meaning of the analytic hierarchy method, reviewed process of its applying when choosing the project in managing manufacturing enterprise "Sumymostobud" LLC (Sumy). It was proven, that applying method of analytic hierarchy (MAH) by T. Saaty let chief executives make more balanced managerial decisions.

Key words: analytic hierarchy method, alternative, criteria, model, making decisions, management.

Постановка проблеми. В умовах глобалізації, економічних криз та швидкого розвитку інновацій ефективність діяльності підприємства визначається рівнем компетентності його керівництва, цілеспрямованістю управлінців та стилем їх роботи, а особливо під час здійснення зовнішньоторговельних операцій. З огляду на те, що для менеджера прийняття рішення – це постійна та відповідальна робота, науковці особливо увагу приділяють підвищенню ефективності управлінських рішень, що відобразиться на кінцевих результатах господарювання. Саме тому виникає необхідність подальшого розроблення моделей та рекомендацій, за допо-

могою яких управлінці зможуть робити більш виважений вибір окремих управлінських рішень, зокрема у сфері зовнішньоекономічної діяльності. Такий вибір завдяки використанню методу аналізу ієрархій буде обґрунтованим як математично, так і економічно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженню теоретичних аспектів процесів прийняття управлінських рішень на підприємстві присвячені роботи А. Асаула, Р. Балашова, Л. Балабанової, М. Виноградського, М. Верескун, А. Воронкової, Р. Квасницької, В. Колпакова, Н. Малої, О. Матузко, А. Павлова, В. Пономаренко, В. Приймак, Б. Раппопорт, І. Скітер,

С. Тарабан, А. Шегди, Р. Фатхутдинова, В. Юкаєва та інших вітчизняних та зарубіжних фахівців. Метод аналізу ієрархій (МАІ) проаналізовано та деталізовано Р. Беллманом, Б. Бруком та В. Бурковим, однак отримав він широкий спектр використання саме завдяки працям американського вченого Т. Сааті.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Враховуючи виключний внесок зазначених авторів та спираючись на імплементацію досліджень фахівців у сфері управління, вважаємо можливим подальший розвиток процесу прийняття управлінських рішень в системі управління підприємствами.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Мета статті полягає в адаптації наявних математичних методів до сучасної практики управління, обґрунтуванні та розробленні рекомендацій щодо вдосконалення процесу прийняття управлінських рішень з використанням методу аналізу ієрархій для підприємств, які провадять зовнішньоекономічну діяльність.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для прийняття ефективних управлінських рішень в динамічній ринковій ситуації керівництву потрібна своєчасна, оперативна й аналітична інформація про витрати, доходи та результати діяльності підприємства. Науковцями розроблена велика кількість методів та моделей, завдяки яким стає можливим об'єднання точних розрахунків із суб'єктивною оцінкою якісних критеріїв. Виходячи з необхідності впровадження у виробничу діяльність проектів, які будуть ефективними, менеджери мають прийняти оптимальне управлінське рішення щодо відбору з наявних альтернативних варіантів найбільш доцільного для реалізації.

Серед напрацьованих підходів особливе місце, на думку науковців, посідає метод аналізу ієрархій, започаткований відомим американським математиком Томасом Сааті (МАІ) [1]. За цього методу вибір пріоритетних рішень здійснюється за допомогою парних порівнянь, що дає змогу повноцінно враховувати всі критерії, які висуваються до вибору оптимального проекту. Відповіді на питання пріоритетності критеріїв під час їх попарного порівняння надаються експертами [2].

Модель структури ієрархій складається з трьох рівнів. Перший рівень є метою, тобто вибором проекту для впровадження на підприємстві. Другий рівень складають критерії вибору (показник NPV (A), показник IRR (B), показник PI (C), показник ARR (D)). Третій рівень – це альтернативи (проект Π_1 і Π_2) [4, с. 49].

З огляду на те, що дослідження спрямоване на вирішення важливого наукового завдання підвищення ефективності управлінських рішень, автори змоделивали процедуру прийняття рішень щодо вибору та впровадження в господарську діяльність одного з двох запропонованих проектів в ефективно діючому на промисло-

вому ринку підприємстві. Так, нині керівництву ТОВ «Сумимостобуд» (м. Суми) пропонується до впровадження два альтернативні проекти: перший стосується вдосконалення технологічних ліній виробництва бордюрних блоків (Π_1), другий – оновлення асфальтозмішувальної установки, яку планується імпортувати з Білорусі (Π_2). Кожен зі вказаних проектів може бути оцінений за чотирма критеріями, такими як показник NPV (A), показник IRR (B), показник PI (C), показник ARR (D). Задля вироблення ефективного управлінського рішення керівництву підприємства необхідно визначитись, які із запропонованих проектів є найкращим за всіма представленими критеріями.

Отже, для подальшого дослідження охарактеризуємо згадані показники.

NPV – чистий поточний ефект, сума грошових коштів, яка формується в результаті перевищення дисконтованих грошових потоків за весь життєвий цикл проекту над інвестиціями в інноваційний проект [5]. Якщо $NPV = 0$, то підприємство, впроваджуючи інноваційний проект, не отримає прибутку, проте й збитків у підприємства теж не буде. Підприємство може впроваджувати такий проект для нарощення обсягів виробництва та збільшення його масштабів. Якщо $NPV > 0$, очевидним є прогнозований позитивний ефект від впровадження інноваційного проекту. Крім того, реалізація досліджуваного проекту передбачає зростання вартості активів фірми. Останній можливий варіант, за якого $NPV < 0$, прогнозує збитковість досліджуваного проекту та його негативний вплив на діяльність підприємства за умови прийняття рішення про впровадження, тому його доцільно відхилити.

Формула для розрахунку NPV має вигляд:

$$NPV = PV - I = \sum_t \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I, \quad (1)$$

де PV (Present Value) – поточна вартість майбутніх грошових потоків; I (Investment) – одноразова інвестиція в інноваційний проект; CF_t (Cash Flow) – грошовий потік від здійснення інноваційного проекту в t-му році; r – ставка дисконту, частка від одиниці.

Показник внутрішньої норми рентабельності інвестицій (IRR) інноваційного проекту дає змогу визначити гранично допустимий відносний рівень витрат, які можуть бути спрямовані на фінансування інноваційного проекту.

Сутність IRR є розрахунковою відсотковою ставкою, за якою одержані чисті грошові потоки від інноваційного проекту починають дорівнювати інвестиціям на його здійснення.

Показник індексу рентабельності інноваційного проекту (PI) характеризує рівень грошового потоку на одиницю інноваційних витрат. Порядок розрахунку цього показника залежить від періоду, протягом якого здійснюється інвестування.

$PI = 1$ ($NPV=0$) вказує на те, що проект є незбитковим та неприбутковим, в разі прийняття позитивного рішення необхідно провести додаткові розрахунки за іншими методиками.

ARR – показник облікової норми рентабельності, який є відношенням усередненої величини чистого прибутку до усередненої величини інвестицій з урахуванням чи без нього ліквідаційної вартості основних засобів, а також величини амортизаційних відрахувань.

Таким чином, до складу експертної комісії, на нашу думку, мають увійти керівники вищої ланки, які будуть оцінювати запропоновані проекти за визначеними критеріями та ступенем важливості по відношенню один до одного, тобто управлінцям треба визначитись, який з проектів є більш важливим, а який не є суттєвим для впровадження у виробничий процес, або таким, що може бути відтермінованим на деякий час. Експертне оцінювання пропонуємо провести шляхом заповнення таблиць за методом парних порівнянь з використанням шкали порівняння об'єктів Т. Сааті (табл. 1).

Експертам пропонується порівнювати альтернативи за кожним з таких критеріїв, як актуальність інноваційних процесів, прибутковість, ризик, термін окупності. Якщо експерт вважає, що обидва критерії рівною мірою впливають на досягнення головної мети, він ставить позначку біля якісної оцінки «об'єкти рівноцінні». Якщо експерт вважає, що критерій «прибуток» важливіший, ніж критерій «ризик», тобто для впро-

вадження проекту є більш пріоритетним порівняно з його ризикованістю, то вибирає лише одну з якісних оцінок із запропонованих. Ступінь значущості («помірковано», «сильно», «дуже сильно», «абсолютно») залежить від зацікавленості особи, яка приймає рішення (табл. 2, 3).

Далі здійснюємо порівняння альтернатив за кожним критерієм. На основі ступеня важливості того чи іншого критерія по відношенню до інших за результатами наших досліджень будемо матрицю попарних порівнянь R :

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 1/4 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/2 & 6 \\ 4 & 2 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 1/6 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Матриця R трансформується в табл. 4 для визначення суми елементів матриці по стовпцях:

$$\sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (2)$$

Визначаємо локальні пріоритети L_i , розрахунок яких будується на застосуванні матриць попарних порівнянь шляхом обчислення середнього геометричного рядків матриці попарних порівнянь R з подальшою нормалізацією всіх складових отриманого вектору за формулою:

$$L_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n r_{ij}} / \sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n r_{ij}} \quad (3)$$

де n – кількість критеріїв рівня ієрархії.

Таблиця 1

Шкала парних порівнянь Т. Сааті

Визначення	Ступінь важливості
Рівнозначні альтернативи	1
Слабка перевага	3
Суттєва перевага	5
Сильна перевага (один елемент настільки важливіший за інший, що є практично значимим)	7
Абсолютна перевага одного елемента над іншим	9
Проміжні судження про об'єкти	2, 4, 6, 8

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 2

Ступінь важливості критеріїв по відношенню один до одного

A i B		A i C		A i D		B i C		B i D		C i D	
C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
>	7	<	4	>	5	<	2	>	6	<	3

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 3

Перевага проекту за кожним критерієм

За критерієм А		За критерієм В		За критерієм С		За критерієм D	
C	P	C	P	C	P	C	P
1>2	2	1<2	8	1>2	9	1<2	2

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 4

Шкала попарних порівнянь

Критерії	A	B	C	D
NPV (A)	1	7	0,25	5
IRR(B)	0,143	1	0,50	6
PI (C)	4	2	1	0,333
ARR (D)	0,2	0,167	3	1
Сума	5,343	10,167	4,75	12,333

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 5

Локальні пріоритети для другого рівня

Критерії	i	$\prod_{j=1}^4 r_{ij}$	$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{ij} \cdot i}$	L_i
NPV (A)	1	8,750	1,72	0,394
IRR(B)	2	0,429	0,809	0,185
PI (C)	3	2,664	1,278	0,292
ARR (D)	4	0,100	0,563	0,129
Сума			4,370	

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 6

Матриці попарних порівнянь за альтернативами (Π_1, Π_2)

За критерієм А	Π_1	Π_2	За критерієм В	Π_1	Π_2
Π_1	1	2	Π_1	1	1/8
Π_2	1/2	1	Π_2	8	1
За критерієм С	K_1	K_2	За критерієм D	K_1	K_2
Π_1	1	9	Π_1	1	1/2
Π_2	1/9	1	Π_2	2	1

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Розраховуємо чисельники формули (3) для визначення локальних пріоритетів таким чином:

$$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{1j}} = \sqrt[4]{(r_{11} \times r_{12} \times r_{13} \times r_{14})} = \sqrt[4]{(1 \times 7 \times 0,25 \times 5)} = 1,720;$$

$$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{2j}} = \sqrt[4]{(r_{21} \times r_{22} \times r_{23} \times r_{24})} = \sqrt[4]{(0,143 \times 1 \times 0,5 \times 6)} = 0,809;$$

$$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{3j}} = \sqrt[4]{(r_{31} \times r_{32} \times r_{33} \times r_{34})} = \sqrt[4]{(4 \times 2 \times 1 \times 0,333)} = 1,278;$$

$$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{4j}} = \sqrt[4]{(r_{41} \times r_{42} \times r_{43} \times r_{44})} = \sqrt[4]{(0,2 \times 0,167 \times 3 \times 1)} = 0,563.$$

Знаменник формули (3) має однакове значення для всіх елементів вектору, і в нашому випадку він складає:

$$\sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 r_{ij}} = 1,720 + 0,809 + 1,278 + 0,563 = 4,370.$$

Таким чином, пріоритети для чотирьох критеріїв другого рівня ієрархії становлять:

$$L_1 = \frac{1,72}{4,370} = 0,394;$$

$$L_2 = \frac{0,809}{4,370} = 0,185;$$

$$L_3 = \frac{1,278}{4,370} = 0,292;$$

$$L_4 = \frac{0,563}{4,370} = 0,129.$$

Локальні пріоритети другого рівня представимо в табл. 5.

Матриці попарних порівнянь для третього рівня ієрархії мають розмірність $n=2$ за кількістю об'єктів (Π_1 – реалізація проектів зі вдосконалення технологічних ліній виробництва тролейбусних опалювачів, Π_2 – вдосконалення технологічної лінії з виробництва конвекторів). Кількість тверджень: $2(2-1)/2=1$.

Наступним етапом буде розрахунок локальних пріоритетів третього рівня. Отримані результати представимо в табл. 7.

Наступний крок процесу полягає у встановленні глобальних пріоритетів для визначення кращого проекту за всіма критеріями. Його можемо розрахувати за формулами:

Таблиця 7

Локальні пріоритети альтернатив П1 і П2

Критерії	П ₁		П ₂		L _{n1}	L _{n2}
NPV (A)	2	1,414	0,5	0,707	0,258	0,134
IRR(B)	0,125	0,354	8	2,828	0,065	0,535
PI (C)	9	3	0,111	0,333	0,548	0,063
ARR (D)	0,5	0,707	2	1,414	0,129	0,268
	SUM	5,475	SUM	5,282		

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

Таблиця 8

Глобальні пріоритети обґрунтування управлінського рішення щодо визначення проекту до впровадження

Критерії	L _i	L _{n1}	L _{n2}	L _i L _{n1}	L _i L _{n2}
NPV (A)	0,394	0,258	0,134	0,102	0,053
IRR(B)	0,185	0,065	0,535	0,012	0,099
PI (C)	0,292	0,548	0,063	0,160	0,018
ARR (D)	0,129	0,129	0,268	0,017	0,035
Узагальнений пріоритет G				0,290	0,205

Джерело: побудовано авторами на основі джерела [1]

$$\text{для проекту } P_1: G_{n1} = \sum_{i=1}^n (L_i L_{n1}); \quad (4)$$

$$\text{для кандидата } P_2: G_{n2} = \sum_{i=1}^n (L_i L_{n2}). \quad (5)$$

Підсумкові розрахунки пріоритетів проектів П₁ та П₂ представимо в табл. 8.

Представлені в табл. 8 результати вказують на те, що як перший, так і другий проекти мають приблизно рівну глобальну пріоритетність. Однак найбільш оптимальним є проект вдосконалення технологічної лінії виробництва бордюрних блоків (П₁), оскільки з проведених розрахунків можемо констатувати, що 0,290 > 0,205 порівняно з проектом оновлення асфальтозмішувальної установки (П₂).

Таким чином, застосування методу аналізу ієрархій для прийняття рішення щодо оптимальності проекту (з використанням оцінок за дев'ятибальною шкалою в матрицях попарних порівнянь) дає змогу серед запропонованих варіантів вибрати оптимальний. З огляду на те, що найбільш важливим критерієм для прийняття управлінського рішення є значення показника NPV (max (L_i) = 0,394), керівництву ТОВ «Сумимостобуд» варто прийняти позитивне рішення про впровадження у виробництво першого проекту, а оновлення

асфальтозмішувальної установки слід відтермінувати. Можна також зробити висновок про доцільність зовнішньоторговельної операції за наявності додаткових фінансових ресурсів.

Висновки. Отже, від якості розроблення, прийняття та впровадження управлінських рішень залежить ефективність використання людських, матеріальних, фінансових, енергетичних та інформаційних ресурсів підприємства. В сучасній економічній ситуації перед впровадженням будь-якого проекту виникає питання вибору однієї з альтернатив. Отже, керівництву промислових підприємств пропонуємо використовувати математичний інструмент системного підходу до вирішення складних проблем, пов'язаних з прийняттям рішень, яким є метод аналізу ієрархій. Це дасть змогу в інтерактивному режимі знайти такий варіант (альтернативу), що найкращим чином узгоджується з розумінням сутності проблеми та вимогами до її вирішення. Застосування методу аналізу ієрархій в управлінні промисловими підприємствами дає можливість виявити найбільш значні фактори реалізації проектів та виокремити критерії, які дають змогу керівництву приймати більш виважені управлінські рішення на своїх підприємствах.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р. Вачнадзе. Москва: Радио и связь, 1993. 315 с.
2. Асаул А., Коваль О. Основні напрями підвищення якості та ефективності розробки і прийняття управлінських рішень у підприємницьких структурах. Економіка України. 2013. № 11. С. 29.
3. Волобуєв М. Обґрунтування технології прийняття управлінських рішень. Управління розвитком. 2013. № 1 (141). С. 72–73.

4. Павлов А., Лищук Е., Кут В. Многокритериальный выбор в задаче обработки данных матрицы парных сравнений. Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. 2007. № 46. С. 48–52.
5. Скітер І., Ткаленко Н., Трунова О. Математичні методи прийняття управлінських рішень: навч. пос. Чернігів: ЧДІЕУ, 2011. 250 с.
6. Филиппов А. Модели управления жизнеспособными вертикально интегрированными структурами в экономике: монография. Донецк: Юго-Восток, 2012. 196 с.
7. Белый А., Лысенко Ю., Мадых А., Макаров К. Комплексные оценки в системе рейтингового управления предприятием: монография. Донецк: Юго-Восток, 2003. 120 с.
8. Іщук С., Созанський Л. Промисловість України та Польщі: порівняльна оцінка конкурентних переваг. Регіональна економіка. 2017. № 1. С. 72–81.
9. Трунова О. Застосування методу Сааті при прийнятті управлінських рішень. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки. 2013. Вип. 108.1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_1_108_34.