УДК 330.341. 1

Економіка та управління підприємствами

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

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

Данілова І.С.,
ст.викладач кафедри менеджменту ЗЕД та євроінтеграції
Сумського національного аграрного університету
Букрєєв В.Ю.,
студент 2 курсу магістратури факультету економіки і менеджменту,
спеціальності «Менеджмент», ОП «Менеджмент ЗЕД»

АНОТАЦІЯ. У статті проаналізовано сутність методу аналізу ієрархій, розглянуто процес його застосування при виборі проекту в управлінні промисловим підприємством ТОВ «Сумимостобуд» (м. Суми). Доведено, використання Методу аналізу ієрархій (МАІ) Т. Сааті дозволить керівництву підприємства приймати більш виважені управлінські рішення.

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

АННОТАЦИЯ. В статье проанализирована сущность метода анализа иерархий, рассмотрен процесс его применения при выборе проекта в управление промышленным предприятием ООО «Сумимостобуд» (г. Сумы). Доказано, 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.

ANNOTATION. 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.

Keywords: Analytic hierarchy method, alternative, criteria, model, making decisions, management.

Постановка проблеми у її загальному вигляді. В умовах глобалізації, економічних криз та швидкого розвитку інновацій, ефективність діяльності підприємства значною мірою визначається рівнем компетентності його керівництва, цілеспрямованістю управлінців та стилем їх роботи, особливо при здійсненні зовнішньоторгівельних операцій. З огляду на те, що для менеджера прийняття рішення - це постійна та відповідальна робота, науковці особливу увагу приділяють підвищенню ефективності управлінських рішень, що відобразиться на кінцевих результатах господарювання. Саме тому виникає необхідність в подальшій розробці моделей і рекомендацій за допомогою яких управлінці зможуть зробити більш виважений вибір окремих управлінських рішень, в тому числі в сфері зовнішньоекономічної діяльності. Такий вибір завдяки використанню методу аналізу ієрархій буде обґрунтований як математично, так і економічно.

Аналіз останніх досліджень. Дослідженню теоретичних аспектів процесів прийняття управлінських рішень на підприємстві присвячені роботи таких вітчизняних та зарубіжних фахівців, як: 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. Метод аналізу ієрархій (МАІ) було проаналізовано та деталізовано Р. Беллманом, Б. Бруком та В. Бурковим, однак отримав він широкий спектр використання саме базуючись на працях американського вченого Т. Сааті. Враховуючи виключний внесок зазначених авторів та, спираючись на імплементацію досліджень фахівців в сфері управління, стає можливим подальший розвиток процесу прийняття управлінських рішень в системі управління підприємствами.

Формулювання цілей статті. Мета полягає в адаптації існуючих математичних методів до сучасної практики управління, обґрунтуванні та розробці рекомендацій щодо вдосконалення процесу прийняття управлінських

рішень з використанням методу аналізу ієрархій для підприємств, які провадять зовнішньоекономічну діяльність.

Виклад основного матеріалу. Для прийняття ефективних управлінських рішень в динамічній ринковій ситуації, керівництву потрібна своєчасна, оперативна і аналітична інформація про витрати, доходи і результати діяльності підприємства. Науковцями розроблена велика кількість методів та моделей, завдяки яким стає можливим об'єднання точних розрахунків з суб'єктивною оцінкою якісних критеріїв. Виходячи з необхідності впровадження у виробничу діяльність проектів, які будуть ефективними, перед менеджерами ставиться завдання прийняття оптимального управлінського рішення щодо відбору з існуючих альтернативних варіантів найбільш доцільного для реалізації.

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

Модель структури ієрархій складається із трьох рівнів. Перший рівень являє собою мету − вибір проекту для впровадження на підприємстві. Другий рівень складають критерії вибору (показник NPV (A), показник IRR (B), показник PI (C), показник ARR (D). Третій рівень − альтернативи (проект $П_1$ і $П_2$) [4, с.49].

Зважаючи на те, що дослідження спрямоване на вирішення важливого наукового завдання стосовно підвищення ефективності управлінських рішень, автором змодельовано процедуру прийняття рішень щодо вибору та впровадження в господарську діяльність одного з двох запропонованих проектів в ефективно діючому на промисловому ринку підприємстві. Так, на даний час керівництву ТОВ «Сумимостобуд» (м. Суми) пропонується до впровадження два альтернативні проекти: перший по вдосконаленню

технологічних ліній виробництва бордюрних блоків ($П_1$), другий по оновленню асфальтозмішувальної установки, яку планується імпортувати з Білорусі ($П_2$). Кожен із вказаних проектів може бути оцінено за чотирма критеріями: 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, це сума грошових коштів, яка сформується в результаті перевищення дисконтованих грошових потоків за весь життєвий цикл проекту над інвестиціями в інноваційний проект [5]. Якщо NPV = 0 - 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, NPV < 0 – прогнозується 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:

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

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 граничнодопустимий відносний

рівень витрат, які можуть бути спрямовані на фінансування інноваційного проекту.

Сутність IRR представляє собою розрахункову відсоткову ставку, за якою одержані чисті грошові потоки від інноваційного проекту починають дорівнювати інвестиціям на його здійснення.

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

PI = 1 (NPV=0) вказує на те, що проект є не збитковим та не прибутковим, в разі прийняття позитивного рішення необхідно провести додаткові розрахунки за іншими методиками

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

Таким чином, експертна комісія, до складу якої, на нашу думку, мають ввійти керівники вищої ланки, які й оцінять 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. Експертну оцінку пропонуємо провести шляхом заповнення таблиць за методом парних порівнянь з використанням шкали порівняння об’єктів за Сааті (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала парних порівнянь Т. Сааті

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

Побудовано автором на основі [1]

Експертам пропонується порівняння альтернатив за кожним із критеріїв: «актуальність інноваційних процесів», прибутковість», «ризик», «термін окупності». Якщо експерт вважає, що обидва критерії у рівній мірі впливають на досягнення головної мети, він ставить позначку біля якісної оцінки «об’єкти рівноцінні». Якщо на думку експерта критерій «прибуток» важливіший ніж критерій «ризик», тобто для впровадження проекту є більш пріоритетним у порівнянні з його ризикованістю, то обирається лише одна з якісних оцінок із запропонованих. Ступінь значущості (помірковано, сильно, дуже сильно, абсолютно) залежить від зацікавленості особи, яка приймає рішення (табл. 2 та 3).

Таблиця 2

Ступінь важливості критеріїв по відношенню один до одного

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

Побудовано автором на основі [1]

Таблиця 3

Перевага проекту за кожним критерієм

За критерієм A		За критерієм B		За критерієм C		За критерієм D	
C	P	C	P	C	P	C	P
1>2	2	1<2	8	1>2	9	1<2	2

Побудовано автором на основі [1]

Далі здійснюємо порівняння альтернатив за кожним із критеріїв. На основі ступеня важливості того чи іншого критерію по відношенню до інших за результатами наших досліджень будуємо матрицю попарних порівнянь ***R*:**

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

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

$$\sum_{i=1}^{n} r_{ij} \ . \qquad (2)$$

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

Побудовано автором на основі [1]

Визначаємо локальні пріоритети $\boldsymbol{L_i}$, розрахунок яких будується на застосуванні матриць попарних порівнянь шляхом обчислення середнього геометричного рядків матриці попарних порівнянь *R* з наступною нормалізацією всіх складових отриманого вектора за формулою:

$$L_i = \sqrt[n]{\left(\prod_{j=1}^{n} r_{ij}\right)} \Big/ \sum_{i=1}^{n} \sqrt[n]{\left(\prod_{j=1}^{n} r_{ij}\right)}, \qquad (3)$$

де n − кількість критеріїв рівня ієрархії.

Розраховуємо чисельники формули (3) для визначення локальних пріоритетів наступним 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 складає:

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

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 таблиці 5.

Таблиця 5

Локальні пріоритети для другого рівня

Критерії	i	$\prod_{j=1}^{4} r_{ij}$	$\sqrt[4]{\prod_{j=1}^{4} r_{ij}}\ i$	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	

Побудовано автором на основі [1]

Матриці попарних порівнянь для третього рівня ієрархії мають розмірність n=2 за кількістю об'єктів ($П_1$ - реалізація проектів по вдосконаленню технологічних ліній виробництва тролейбусних опалювачів та $П_2$ - вдосконалення технологічної лінії по виробництву конвекторів). Кількість тверджень: 2 (2–1) / 2=1

Таблиця 6

Матриці попарних порівнянь за альтернативами ($П_1$, $П_2$)

За критерієм А	$П_1$	$П_2$	За критерієм В	$П_1$	$П_2$
$П_1$	1	2	$П_1$	1	1/8
$П_2$	1/2	1	$П_2$	8	1
За критерієм С	$К_1$	$К_2$	За критерієм D	$К_1$	$К_2$
$П_1$	1	9	$П_1$	1	1/2
$П_2$	1/9	1	$П_2$	2	1

Побудовано автором на основі [1]

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

Таблиця 7

Локальні пріоритети альтернатив $П_1$ і $П_2$

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		

Побудовано автором на основі [1]

Слідуючий крок процесу заключається у встановленні глобальних пріоритетів для визначення кращого проекту за всіма критеріями. Його можемо розраховуємо за формулами:

для проекту $П_1$: $G_{П1} = \sum_{i=1}^{n} (L_i L_{n1})$; (4)

для кандидата $П_2$: $G_{П2} = \sum_{i=1}^{n} (L_i L_{n2})$. (5)

Підсумкові розрахунки пріоритетів проектів $П_1$ та $П_2$ представимо в таблиці 8.

Таблиця 8

Глобальні пріоритети обґрунтування управлінського рішення щодо визначення проекту до впровадження

Критерії	L_i	L_{n1}	L_{n2}	$L_i L_{П1}$	$L_i L_{П2}$
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

Побудовано автором на основі [1]

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, що стосується вдосконалення технологічної

лінії виробництва бордюрних блоків ($П_1$) так як з проведених розрахунків можемо констатувати, що: (0,290>0,205) в порівнянні із проектом по оновлення асфальтозмішувальної установки ($П_2$).

Таким чином, застосування методу аналізу ієрархій для прийняття рішення щодо оптимальності проекту (з використанням оцінок за дев'ятибальною шкалою в матрицях попарних порівнянь) дозволяє серед запропонованих варіантів, обрати оптимальний. Зважаючи 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 зовнішньоторгівельної операції при наявності додаткових фінансових ресурсів.

Висновки. Отже, від якості розробки, 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. Відтак, керівництву промислових підприємств пропонуємо використовувати математичний інструмент системного підходу до вирішення складних проблем пов'язаних з прийняттям рішень, яким і є Метод аналізу ієрархій. Це дозволить 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 дозволяє виявити найбільш значні фактори реалізації проектів і виокремити критерії, які дозволять керівництву підприємства приймати більш виважені управлінські рішення на своїх підприємствах.

Бібліографічний список:

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Tomas Saaty. The Analytic Hierarchy Process. - Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. - М.: Радио и связь, 1993. - 315 с.

2. Асаул А. М. Основні напрями підвищення якості та ефективності розробки і прийняття управлінських рішень у підприємницьких структурах / А. М. Асаул, О. С. Коваль // Економіка України. - 2013. - № 11. - С. 29.

3. Волобуєв М. О. Обґрунтування технології прийняття управлінських рішень / М. О. Волобуєв // Управління розвитком. - 2013. - № 1(141). - С. 72-73.

4. Павлов А.А. Многокритериальный выбор в задаче обработки данных матрицы парных сравнений [Текст] / А.А. Павлов, Е.И. Лищук, В.Н. Кут // Вісник НТУУ "КПІ" Інформатика, управління та обчислювальна техніка. - 2007. - №46. - С. 48-52.

5. Скітер І.С., Ткаленко Н.В., Трунова О.В. Математичні методи прийняття управлінських рішень: Навч. пос. - Чернігів: ЧДІЕУ, 2011. - 250 с.

6. Филиппов А. В. Модели управления жизнеспособными вертикально-интегрированными структурами в экономике : [монография] / А. В. Филиппов. - Донецк: Юго-Восток, 2012. - 196 с.

7. 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.

8. Іщук С. О. Промисловість України та Польщі: порівняльна оцінка конкурентних переваг / С. О. Іщук, Л. Й.Созанський // Регіональна економіка. – 2017, № 1. – С. 72–81.

9. Трунова О. В. Застосування методу Сааті при прийнятті управлінських рішень [Електронний ресурс] / О. В. Трунова // Вісник Чернігівського національного педагогічного універ- ситету. Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 108.1. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ VchdpuP_2013_1_108_34