

УДК 65.012.16:303.823.3

М.К. Шапочка, О.В. Макарюк

Застосування експертних оцінок при прийнятті рішень за умов невизначеності

У даній статті зроблено спробу проаналізувати процес прийняття рішень за допомогою застосування експертних оцінок. Обґрунтовано та запропоновано методику прийняття рішень в умовах невизначеності із застосуванням експертних оцінок. Запропоновані шляхи зниження рівня суб'єктивізму експертів.

Існуючі об'єктивні методи визначення оптимального варіанта розвитку суб'єкта в умовах невизначеності не здатні з достатньою точністю відобразити в кількісних показниках якісний зміст соціальних та економічних процесів і не дають комплексної оцінки, яка, власне, і становить інтерес для потенційного інвестора.

Альтернативою об'єктивним методам є метод експертних оцінок, але механізм його застосування для прийняття ефективних рішень за умов невизначеності ще достатньо не розроблений.

Даній проблемі була приділена увага багатьох вчених, таких, як Т. Сааті, А.Л. Денисова, Є.В. Зайцева, О.І. Орлова та інших.

У даній статті нами буде зроблено спробу розробити процедуру прийняття управлінських рішень за умов невизначеності із застосуванням методу експертних оцінок. Для цього нам необхідно вирішити ряд задач, а саме:

- розкрити зміст даного методу та особливості його застосування;
- розробити процедуру процесу прийняття рішень із застосуванням даного методу;
- висвітлити особливості та способи обробки даних експертів;
- розглянути можливі шляхи зниження ступеня суб'єктивізму при застосуванні експертних оцінок.

У зв'язку з тим, що процес прийняття рішень постійно ускладнюється (збільшується кількість факторів впливу, кількість, зміст та важливість інформації тощо), застосування математичних методів є недостатнім. Їх необхідно поєднувати із застосуванням експертних оцінок. Сам масштаб розширення сфери застосування експертних методів свідчить про його невідповідний характер. Тому, незважаючи на об'єктивність математичних показників, для комплексної оцінки потрібні професійні знання експерта. Перевагою даного методу є те, що він дозволяє приймати рішення, коли об'єктивні методи не можуть дати потрібний результат.

Експертні методи, що ґрунтуються на оцінках залучених кваліфікованих фахівців, дозволяють дати більш точну та відтворювальну оцінку. Проведені експерименти свідчать, що при правильній методиці експертної оцінки помилка результатів складає 5-10% і може бути зіставлена з помилками вимірвальних методів. До недоліків експертних методів належать суб'єктивізм, обмеженість використання, високі витрати на їх проведення [1].

Шапочка Микола Костянтинович, кандидат економічних наук, професор кафедри економіки Сумського державного університету; Макарюк Олексій Васильович, асистент кафедри економіки Сумського державного університету.

© М.К. Шапочка, О.В. Макарюк, 2006

Разом з тим роль даного методу стає більш значущою, коли вибір та прийняття рішення необхідно здійснювати в умовах ризику та невизначеності, оскільки не завжди є достовірною інформація про стан системи, що досліджується, та не завжди можна сформулювати у математичному вигляді поставлену задачу. Це призводить до необхідності використання експертних оцінок у процесі формування та вибору оптимального рішення визначеного кола економічних задач [7].

Слід відмітити, що перші наукові дослідження щодо використання експертних оцінок були розпочаті декілька десятиріч назад. Проаналізувавши проведені раніше дослідження, можна зробити висновок, що проблема розроблення теоретичної та методичної основ використання експертних оцінок для прийняття рішення в умовах ризику та невизначеності ще досить актуальна. Огляд сучасного стану в галузі експертних оцінок наведений у огляді [6]. Використання даного методу у процесі прийняття рішення здійснюється за допомогою матриць парних порівнянь (матричного методу). Він ґрунтується на попарному оцінюванні об'єктів із встановленням найбільш важливого об'єкта у парі. При цьому у процесі парних порівнянь експерт не лише вибирає у кожній парі найбільш пріоритетний об'єкт, але й може вказати, у скільки разів цей об'єкт має перевагу над іншим. При визначенні пріоритетності об'єкта доцільно застосовувати шкалу, запропоновану Т.Сааті [3, 4, 5] (таблиця 1).

Таблиця 1 – Шкала вимірювання ваги об'єктів

Значення	Визначення	Пояснення
1	Об'єкти однаково важливі	Обидва об'єкти вносять однаковий вклад у досягнення цілі
3	Слабка перевага	Експерт віддає деяку перевагу першому об'єкту із пари
5	Сильна перевага	Експерт певно вважає перший об'єкт більш значущим, ніж другий
7	Явна перевага	Перший об'єкт явно переважає інший
9	Абсолютна перевага	Перевага першого об'єкта не викликає ніяких сумнівів
2, 4, 6, 8	Значення, супутні проміжним думкам	Для випадків, коли вибір між сусідніми значеннями основної шкали скрутний

Якщо при оцінюванні об'єкта a_i з об'єктом a_j перший об'єкт отримав оцінку a_{ij} , то для іншого об'єкта встановлюється оцінка $1/a_{ij}$.

При виборі альтернативного рішення матриці парних порівнянь будуються для оцінювання:

- факторів, що впливають на вибір альтернативи на кожній стадії економічного циклу;

- критеріїв прийняття рішень з точки зору зазначених факторів.

Основними факторами, що можуть впливати на вибір рішення, є такі:

- сума отриманого прибутку або економія витрат при виборі певного варіанта;
- точність прогнозу при виборі рішення;
- рівень ризику при прийнятті рішення.

Пріоритетність зазначених факторів необхідно аналізувати з урахуванням

циклічності розвитку суб'єкта. Важливість усіх зазначених факторів аналізується за наступною схемою для кожної з чотирьох стадій економічного циклу: кризи, депресії, відновлення, зростання (таблиця 2).

Таблиця 2 – Матриця парних порівнянь для визначення рівня пріоритетності факторів, що впливають на прийняття рішення на кожній стадії розвитку

Фактори, що впливають на прийняття рішення	Сума отриманого прибутку	Точність прогнозу	Рівень ризику
Стадія кризи			
Сума отриманого прибутку			
Точність прогнозу			
Рівень ризику			
Стадія депресії			
Сума отриманого прибутку			
Точність прогнозу			
Рівень ризику			
Стадія відновлення			
Сума отриманого прибутку			
Точність прогнозу			
Рівень ризику			
Стадія зростання			
Сума отриманого прибутку			
Точність прогнозу			
Рівень ризику			

Для проведення аналізу критеріїв прийняття рішень за умов невизначеності та ризику нами пропонується обрати такі:

- мінімакський;
- азартного гравця;
- севіджа;
- нейтрального гравця;
- Гурвіца;
- Байєса-Лапласа;
- Ходжеса-Лемана.

Оціночні функції зазначених критеріїв відповідають різноманіттю альтернатив прийняття рішень за умов невизначеності.

Пріоритетність критеріїв з точки зору зазначених факторів визначається шляхом побудови та обробки відповідної матриці (таблиця 3).

При заповненні матриць з метою виключення впливу суб'єктивізму пропонується використовувати такі вдосконалені показники:

- з точки зору суми отриманого прибутку – відношення значень, обраних за допомогою того чи іншого критерію;
- з точки зору рівня ризику – відношення максимального абсолютного ризику за обраними критеріями:

$$R_{MA} = A_{i_0}^* - \min_i \min_j a_{ij}, \quad (1)$$

де R_{MA} – максимальний абсолютний ризик; $A_{i_0}^*$ – значення, отримане з платіжної матриці за допомогою того чи іншого критерію; $\min_i \min_j a_{ij}$ – базовий показник (мінімальне значення платіжної матриці).

Якщо, як елементи платіжної матриці використовуються від’ємні величини (наприклад, витрати), то формула для розрахунку максимального абсолютного ризику набуває такого вигляду:

$$R_{MA} = A_{i_0}^* - \max_i \max_j a_{ij}, \quad (2)$$

де $\max_i \max_j a_{ij}$ – базовий показник (максимальний елемент платіжної матриці).

- з точки зору точності прогнозування – відношення показників якості критеріїв:

$$Q_Z = 1 - \sqrt[T]{\prod_{t=1}^T \frac{|Y_Z - Y_\phi|}{R}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де Q_Z – показник якості критерію; Y_Z – значення ознаки у період t , отримане за допомогою певного критерію; Y_ϕ – фактичне або згладжене значення ознаки у період t ; T – кількість періодів спостереження.

Таблиця 3 – Матриця парних порівнянь для аналізу пріоритетності критеріїв з точки зору факторів, що впливають на прийняття рішення

Критерій	Мінімаксний	Азартного гравця	Севіджа	Нейтрального гравця	Гурвіца	Байеса-Лапласа	Ходжеса-Лемана
Мінімаксний							
Азартного гравця							
Севіджа							
Нейтрального гравця							
Гурвіца							
Байеса-Лапласа							
Ходжеса-Лемана							

У науковій літературі як базовий показник пропонується використовувати значення платіжної матриці, обране за допомогою мінімаксного критерію. Цей підхід не завжди себе виправдовує, оскільки на практиці може скластися ситуація, коли суб’єкт взагалі не зможе розпочати новий виробничий цикл та буде визнаний банкрутом. Нами пропонується використовувати як базовий показник значення платіжної матриці, обране за допомогою критерію «граничного песимізму»:

$$A_o = \left\{ A_{i_0} \mid A_{i_0} \in A \wedge a_{i_0} = \min_i \min_j a_{ij} \right\}. \quad (4)$$

Отримане значення характеризує найгіршу альтернативу з усієї сукупності. Використання даного базового показника дасть змогу більш точно визначити показники якості критеріїв (1)-(2) та провести їх ретельний аналіз.

На підставі отриманих матриць парних порівнянь шляхом їх обробки і аналізу отримують оцінки відносної ваги об'єктів, що порівнювались.

Для обробки даних з матриць парних порівнянь та проведення подальшого аналізу необхідно знайти власне число λ^* отриманої матриці. Це число за модулем більше усіх інших власних чисел матриці і має кратність, яка дорівнює 1 (теорема Перрона-Фробеніуса). Саме цьому числу відповідає позитивний сукупний вектор f^* , компоненти якого і будуть відносними вагами об'єктів, що порівнювались.

Одним із способів обчислення компонент нормованого вектора є метод, що ґрунтується на використанні середнього геометричного елементів кожного з рядків матриці A :

$$x_{g,i} = \frac{\sqrt[m]{a_{i1} \cdot \dots \cdot a_{ij} \cdot \dots \cdot a_{im}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{a_{i1} \cdot \dots \cdot a_{ij} \cdot \dots \cdot a_{im}}}. \quad (5)$$

Знайшовши компоненти нормованого вектора f^* (відносну вагу об'єктів), необхідно знайти добуток матриці A , щодо якої проводиться аналіз, та даного вектора f^* для оцінювання значення власного числа λ^* цього вектора:

$$A \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \cdot f^* \begin{pmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_i \\ \vdots \\ f_m \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Для того щоб оцінити значення власного числа λ^* матриці A , необхідно поділити компоненти обчисленого добутку на компоненти вектора відносної ваги об'єктів. Середнє арифметичне значення компонент отриманого нормованого вектора і буде найбільшим власним числом λ^* матриці A .

Очевидно, що навіть найбільш кваліфікований експерт не може дати ідеальну експертну оцінку певного об'єкта. Тобто, матриця парних порівнянь буде завжди відрізнятися від оптимальної. Також можуть траплятися випадки, коли експерти непослідовні у своїх висновках. Більше того, якщо експерт непослідовний у своїх висновках, то властивість транзитивності елементів матриці A може не завжди виконуватися, тобто $a_{ij} \cdot a_{jk} \neq a_{ik}$ при деяких i, j, k . Для виявлення такого явища використовується так званий індекс узгодженості (індекс послідовності)

$$\rho = \frac{\lambda^* - n}{n}. \quad (7)$$

Т. Сааті запропонував еталонні значення даного показника залежно від кількості об'єктів, що порівнюються (таблиця 4).

Таблиця 4 – Еталонні значення показника узгодженості залежно від кількості об'єктів, що порівнюються

Кількість об'єктів	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Еталонне значення	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Якщо експерти послідовні у своїх висновках, то значення цього показника будуть коливатися в межах 0-10% від еталонного. При більших значеннях відхилень необхідно вказати експерту на непослідовність і вимагати проведення повторної експертизи або залучити іншого експерта.

У випадку, коли визначення відносної ваги об'єктів є задачею не одного, а групи експертів, оцінювання, як правило, проходить у два етапи. На першому етапі експерти індивідуально оцінюють об'єкти, а на другому – використовується процедура отримання групових оцінок. Найчастіше це процедура зваженого усереднення, яка враховує ступінь компетентності експертів.

Згідно з [1] більшість існуючих методів оцінки якості (кваліфікованості) експерта можна поділити на п'ять груп:

- евристичні – оцінки, що визначаються людиною та ґрунтуються на припущенні правильності відображення якості експерта через оцінку оточуючих або самооцінку;
- статистичні – оцінки, отримані в результаті обробки висновків експертів про об'єкт оцінювання;
- тестові – оцінки, що ґрунтуються на аналізі документальних даних про експерта;
- комбіновані – оцінки, отримані з допомогою будь-якої сукупності перелічених методів.

Якість експерта пропонується визначати за допомогою коефіцієнта компетентності. У загальному випадку цей коефіцієнт складається з двох складових: самооцінки експерта та взаємної оцінки експерта іншими експертами. Головною проблемою при його розрахунку є визначення відносної ваги кожної зі складових. Згідно з [1] апробованим на практиці є відношення самооцінки до взаємооцінки як 2:3. Але ж на оцінювання дуже часто впливає суб'єктивізм експертів: кожен експерт певною мірою переоцінює (недооцінює) себе та недооцінює (переоцінює) інших експертів. Тому нами пропонується ввести коригувальний параметр – питому вагу правильних оцінок, що підтвердилися на практиці. Даний параметр є найважливішим, і тому йому присвоюється найбільша питома вага. Виходячи з цього, коефіцієнт компетентності експерта пропонується визначати за такою формулою:

$$K_k = 0.02X_1 + 0.03X_2 + 0.05X_3, \quad (8)$$

де K_k – коефіцієнт компетентності експерта; X_1 – коефіцієнт самооцінки експерта у певній галузі знань; X_2 – коефіцієнт взаємооцінки експерта у певній галузі знань іншими експертами; X_3 – питома вага надання правильних оцінок, що підтвердилися на практиці. Значення параметрів X_i даної формули визначаються за шкалою від 0 до 10.

Враховуючи даний показник, оцінка відносної важливості об'єктів матриці парних порівнянь визначається за формулою

$$a_k = K_k \cdot a_{ij}, \quad (9)$$

де a_k – експертна оцінка відносної важливості об'єктів з урахуванням компетентності експерта; a_{ij} – надана експертом оцінка відносної важливості об'єктів

при побудові матриці парних порівнянь.

У разі проведення групової оцінки узагальнена оцінка групи експертів щодо відносної важливості об'єктів визначається за формулою

$$a_g = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m a_k}, \quad (10)$$

де a_g – групова оцінка відносної важливості певного об'єкта; m – кількість експертів.

Після заповнення експертами матриць парних порівнянь проводяться аналіз їх компетентності згідно з формулою (8) та розрахунок і синтез даних з урахуванням компетентності кожного експерта (10). Результатом буде отримання узагальненої матриці парних порівнянь.

Наступним кроком є обробка отриманих узагальнених матриць за допомогою середнього геометричного та визначення відносної ваги кожного фактора залежно від стадії розвитку підприємства і відносної оцінки критеріїв вибору рішення з точки зору цих факторів (шляхом знаходження добутку векторів важливості факторів пріоритету та векторів важливості критеріїв з точки зору цих факторів). Остаточним етапом є обчислення суми отриманих векторів і отримання відносної важливості кожного критерію залежно від пріоритету, що був визначений особою, яка приймає рішення, або за допомогою (1)-(3). Той критерій, що отримав найбільшу відносну вагу, і буде найбільш ефективним для прийняття рішення у конкретній ситуації.

Безпосереднє використання запропонованої методики дасть змогу суб'єктам підприємницької діяльності приймати високоєфективні управлінські рішення з урахуванням стадії розвитку та пріоритетів у діяльності. Звичайно, дана методика не є панацеєю від неефективних рішень та їх наслідків, оскільки на прийняття рішень в умовах невизначеності впливає дуже велика кількість факторів. Деякі з них можна оцінити кількісно (з певною достовірністю), деякі можна оцінити лише якісно. Аналіз цих факторів та розроблення методики їх врахування є предметом подальших досліджень.

1. *Денисова А.Л., Зайцев Е.В. Теория и практика экспертной оценки товаров и услуг: Учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 72 с.*
2. *Камалян А.К., Яновский Л.П. Принятие управленческих решений в условиях риска и неопределенности: теория, методология, практика: Монография. – Воронеж: ВГАУ, 2000. – 193с.*
3. *Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.*
4. *Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.*
5. *Саати Т. Математические модели конфликтных ситуаций. – М.: Сов. радио, 1977. – 304 с.*
6. *Орлов А.И. Экспертные оценки. // Заводская лаборатория. – 1996. – Т. 62, №1. – С.54-60.*
7. *Орлов А.И. Учебник по менеджменту. – М.: 1998. – 78 с.*

Отримано 15.12.2006 р.

Н.К. Шапочка, А.В. Макарюк

Применение экспертных оценок при принятии решений в условиях неопределенности

В данной статье сделана попытка проанализировать процесс принятия решений с помощью применения экспертных оценок. Обоснована и предложена методика принятия решений в условиях неопределенности с использованием экспертных оценок. Предложены пути снижения уровня субъективизма экспертов.