

## ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНЮВАНЬ

*Проведено аналіз сучасних математико-статистичних методів експертних оцінювань, обґрунтовано необхідність використання цих методів при проведенні експертиз. Наведено приклад застосування математико-статистичних методів шляхом використання рангової кореляції. Зроблено висновок про те, що незначні помилки отриманих результатів під час застосування експертного методу, використання методів математичної та комп'ютерної обробки даних, наявність строгих статистичних, математичних доказів оптимальності прийнятих рішень на основі методу експертиз, рангова кореляція роблять метод експертних оцінок одним із головних в ході прогнозування розвитку підприємств та застосування у підприємницькій діяльності загалом.*

*Ключові слова: математико-статистичні методи, експертні оцінювання, рангова кореляція.*

L.M. RADZICHOVSKA

Vinnitsia Institute of Trade and Economics, KNTEU

### APPLICATION OF MATHEMATICAL AND STATICAL METHODS IN EXPERT ASSESSMENTS

*Modern mathematical and statistical methods of expert assessments have been analyzed; the need for using these methods during expert examinations has been substantiated. We have shown an example of applying mathematical and statistical methods by using rank correlation. It has been concluded that minor errors of obtained results in the application of expert method, the use of methods for mathematical and computer data processing, the presence of rigorous statistical, mathematical proofs of optimality of the decisions taken on the basis of expert examination, rank correlation make the method of expert assessments one of the main in predicting of enterprise development and using in business in general.*

*Key words: mathematical and statistical methods, expert assessment, rank correlation.*

**Актуальність проблеми.** У процесі економічної діяльності будь-яке підприємство намагається розв'язати проблеми подальшого розвитку. При цьому досить часто для здійснення прогнозування не вистачає вихідних даних, інформаційний масив досить обмежений або зовсім відсутній. В окремих випадках статистичні дані неможливо отримати або для їх отримання потрібен значний час. Прийняття рішень в таких умовах, коли та чи інша дія породжує багато можливих наслідків, причому ймовірності таких наслідків невідомі, є досить ризикованим та викликає значні труднощі. Тому за недостатності чи взагалі відсутності інформації розв'язання проблеми та розробка прогнозу за участі експертів не тільки не виключається, а, навпаки, стає особливо актуальною і практично важливою. Таким чином, можна знизити рівень невизначеності та підвищити ймовірність правильності прийняття рішень щодо подальшого розвитку підприємства.

**Аналіз попередніх досліджень.** Велику увагу проблемі застосування експертних методів в економіці приділяли у своїх роботах В. Горбатенко, Т. Сааті, А. Денисова, Є. Зайцева, О. Орлова та ін. Зокрема, Н. Приходько, О. Кузнецова, О. Дугельна вивчали питання використання методу експертних оцінок в аналізі прибутку підприємства. М. Шапочка, О. Макарюк розглядали питання застосування експертних оцінок при прийнятті рішень за умов невизначеності.

**Метою статті** є аналіз сучасних математико-статистичних методів експертних оцінювань та обґрунтування необхідності використання цих методів при проведенні експертиз.

**Виклад основного матеріалу.** Метод експертних оцінок (метод експертиз) заснований на припущенні про те, що на базі думок спеціалістів в певній галузі знань можна побудувати адекватну картину майбутнього розвитку з урахуванням всіх можливих зсувів та стрибків.

У зв'язку з тим, що процес прийняття рішень щодо подальшої діяльності підприємства постійно ускладнюється (збільшується кількість факторів впливу на економічні процеси, зміст та важливість інформації), застосування статистичних методів є недостатнім, виникає необхідність поєднання математичних методів з методом експертних оцінок. Масштаб розширення сфери застосування експертних методів свідчить про його невідповідний характер. Зазвичай, не зважаючи на об'єктивність статистичних методів, для комплексної оцінки економічного явища чи процесу потрібні професійні знання експертів. В основі використання експертних методів лежать глибокі знання спеціалістів та вміння узагальнювати свій практичний досвід досліджень та розробок по певній проблемі, гіпотеза про наявність у експерта так званої «практичної мудрості», далекоглядності, що стосується певної області знань і практичної діяльності, вміння, що приходять в процесі певних видів діяльності, оцінити достовірно важливість і значення напрямів досліджень, терміни прояву тієї чи іншої події, важливість того чи іншого параметру, економічного процесу чи явища. Експертні методи, що ґрунтуються на оцінках залучених кваліфікованих фахівців, дозволяють дати досить точну та відтворювальну оцінку економічного явища [4].

Зауважимо, що «проведені експерименти свідчать, що при правильній методиці експертної оцінки помилка результатів складає 5–10% і може бути зіставлена з помилками вимірних методів» [2, с. 215].

Сучасними науковцями (зокрема, Л. Донець) зроблено наступні висновки щодо особливостей застосування експертних оцінок:

- експертна оцінка та експертний прогноз вимагають використання спеціальних методів;
- експертний метод оцінки економічних явищ і процесів так чи інакше пов'язаний з усередненням думок фахівців;

- у переважній більшості випадків погляд експертів-аналітиків відрізняється від погляду практиків. Ця розбіжність формалізується через так званий коефіцієнт розбіжності. Ефект коефіцієнта розбіжностей особливо сильно проявляється в переломні моменти розвитку;

- найсуттєвіша причина неточності експертних оцінок полягає у системному характері економічних процесів, що відбуваються [1].

Таким чином, загальною особливістю методу експертних оцінок є використання людини як «вимірального приладу» для одержання кількісних оцінок економічних процесів, що через неповноту і невірогідність наявної інформації не піддаються безпосередньому виміру. Однак, особливістю сучасного застосування методу експертних оцінок є наявність науково розроблених строгих математичних доказів оптимальності прийнятих рішень за вказаним методом. Обґрунтуємо це.

По-перше, говорячи про згаданий вище коефіцієнт розбіжності, задавши цьому коефіцієнту декілька практичних значень, можна одержати ряд можливих ймовірностей розробки точної оцінки.

По-друге, при використанні методів експертних оцінок найчастіше проводиться статистична обробка результатів групової відповіді, розраховуються статистичні показники (зокрема, мода, медіана вибірки та ін.). Наприклад, при застосуванні відомого різновиду методу експертних оцінок – методу Делфі, застосовується інтервал довіри і перевіряється, чи оцінка туру потрапила в цей інтервал. В методі Делфі розраховується діапазон квантілів. Процедура припиняється, якщо діапазон квантілів зменшується в 1,6 рази порівняно з попереднім.

Розроблено певні експертизи (процедури із застосуванням математичних формул з певними параметрами) для підвищення точності оцінювання за методом експертиз.

Вже на перших етапах експертиз при характеристиці груп експертів застосовують кількісні оцінки, наприклад, для розрахунку рівня компетентності експерта знаходять математичним шляхом коефіцієнт компетентності. Також розроблено алгоритм обчислення коефіцієнта компетентності експертів у вигляді рекурентної процедури.

Зауважимо, що сьогодні існують і означення експертних оцінок, в яких безпосередньо йдеться про необхідність застосування в них статистичних методів. Зокрема, в ризикології експертні методи оцінки ризиків – це встановлення логічного об'єктивно існуючого зв'язку між об'єктами ризику на основі думки незалежних експертів і наступною статистичною її обробкою [3].

По-третє, нині досить часто при використанні методу експертних оцінок застосовуються особливі прийоми опитування та математичної обробки отриманих результатів за допомогою комп'ютерів.

Четверте: сьогодні розробляються все нові і нові модифікації методів експертних оцінок, які усувають їх найістотніші недоліки та використовують математичний апарат. Зокрема, прикладом розвитку і удосконалення методу Делфі (розробленим у США співробітниками науково-дослідної корпорації «РЕНДкорпорейшен» О. Хелмером та Т. Гордоном в 1964 р.) є розробка SEER (System for Evaluation and Review), що усуває ряд недоліків методу Делфі.

П'яте: найпоширеніші методи експертних оцінок базуються на побудові функції корисності, формуванні твердження щодо виду цієї функції. В кінці відбувається математична перевірка висунутої гіпотези.

Шосте: при виникненні потреби в кількісній оцінці незмірних факторів застосовують сучасні нові розроблені методи – методи рангової кореляції, що засновані на експертних оцінках. Застосування рангової кореляції, яка базується на статистичних методах, дозволяє розраховувати коефіцієнти рангової кореляції чи конкордації, на основі яких зробити висновок про узгодженість думок експертів. Також рангова кореляція дозволяє за допомогою статистичних критеріїв (Пірсона, Стюдента та ін.) зробити висновок про значущість самих коефіцієнтів та перевірити, чи можна довіряти набутим значенням та результатам.

Наведемо приклад. Для практики важливе значення має вивчення думок багатьох експертів. Зазвичай, результати будуть тим точніше, чим більше експертів бере участь у дослідженні процесу. За допомогою системи балів (рангів) експерти оцінюють силу дії кожного фактора на вибраний показник. Найбільший ранг привласнюється самому значущому, на думку експерта, фактору. Кожний експерт висловлює своє суб'єктивне судження про значущість чинників, в результаті обробки великого числа суб'єктивних думок проявляється об'єктивна тенденція впливу чинників. Метод рангової кореляції реалізується в три етапи.

На першому етапі визначають системи рангів, привласнюють ранги факторам і для кожного фактору обчислюють суму рангів, потім фактори упорядковують по спаданню суми рангів. Для кожного фактору визначають середнє значення рангу (сума ділиться на кількість експертів), це число характеризує колективну думку про значущість факторів.

На другому етапі, вже маючи розподіл факторів за їх значущістю, перевіряють міру узгодженості думок експертів (чи досить вона висока). Для цієї мети служать різні коефіцієнти рангової кореляції (парної або множинної). Якщо коефіцієнт кореляції свідчить про високу міру узгодженості, то дослідження закінчене, робиться висновок про те, які фактори найбільше впливають на процес, приймаються організаційні рішення по посиленню позитивного впливу факторів і усуненню негативних дій. Якщо ж коефіцієнт рангової кореляції свідчить про низьку міру узгодженості думок експертів, то слід знову вивчити фактори, збільшити число експертів.

На третьому етапі встановлюють значущість самих коефіцієнтів рангової кореляції, тобто, перевіряють, чи можна довіряти набутим значенням і висновкам. Для цього використовують статистичні критерії, наприклад, критерій Пірсона.

У разі багатьох експертів складається таблиця 1:

Ранги експертів позначають  $x_{ij}$ , де  $i$  – номер експерту;  $j$  – номер фактору. Фактори впорядковують за значеннями суми рангів, визначають також середнє значення для кожного фактору.

Ранги оцінки факторів									
Експерти / Фактори	1	2	3	4	5	6	7	...	n
1									
2									
...									
m									

Оцінка узгодженості думок експертів проводиться за допомогою коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12}{m^2 \cdot (n^3 - n)} \cdot \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^m x_{ij} - \frac{m \cdot (n+1)}{2} \right]^2,$$

де  $m$  – кількість експертів;  $n$  – кількість факторів.

Для перевірки значущості коефіцієнту конкордації обчислюють значення критичної точки за формулою:

$$\chi^2_{\phi} = m \cdot (n-1) \cdot W.$$

За рівнем значущості  $\alpha$  і числом ступенів вільності  $q=n-1$  в таблицях Пірсона знаходять критичне значення  $\chi^2_{кр}$ .

Якщо  $\chi^2_{\phi} > \chi^2_{кр}$ , то коефіцієнту конкордації можна довіряти і отримані на його основі висновки достовірні.

Коефіцієнт конкордації може приймати значення від 0 до 1. Якщо  $W = 1$ , то думки експертів співпадають, якщо  $W = 0$ , то думки неузгоджені. Для коефіцієнту конкордації можна використовувати границі для оцінки, що представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Шкала для коефіцієнтів рангової кореляції (конкордації)	
Величина коефіцієнту	Градація рівня узгодженості
(0;0,2)	думки практично не узгоджені
(0,2;0,4)	слабка узгодженість думок
(0,4;0,6)	помітна узгодженість думок
(0,6;0,8)	хороша узгодженість думок
(0,8;0,9)	сильна узгодженість думок
(0,9;1)	дуже висока узгодженість, думки практично співпадають

**Висновки.** Нині роль експертних методів постійно підвищується, оскільки економічні ситуації досить часто змінюються, причому кардинально. Незначні помилки отриманих результатів при застосуванні експертного методу, використання методів математичної та комп'ютерної обробки даних, наявність строгих статистичних, математичних доказів оптимальності прийнятих рішень на основі методу експертиз, рангова кореляція роблять метод експертних оцінок одним із головних при прогнозуванні розвитку підприємств та застосуванні у підприємницькій діяльності загалом.

### Література

1. Донець Л.І. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків / Л.І. Донець. – К. : «Центр учбової літератури», 2012. – 472 с.
2. Кожанова Є.П. Економічний аналіз : навч. посібник / Є.П. Кожанова, І.П. Отенко. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 344 с.
3. Никешин С.Н. Внешняя среда экономических систем / С.Н. Никешин. – СПб. : Два-три, 1994. – 466 с.
4. Радзіховська Л.М. Роль експертних методів в прогнозуванні розвитку підприємства / Л.М. Радзіховська, Ю.О. Березюк // Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Achievement of high school-2013». – Софія : «Бял ГРАД-БГ» ООД. – Том 8. – С. 96–99.

### References

1. Donets L.I. Obgruntuvannya gospodarskikh rishen ta othinuvannya rizikiv. / L.I. Donets L.I. – K.: Tsentr uchbovoi literaturi, 2012. – 472 s.
2. Kojanova E.P. Ekonomichnyi analiz: navch. posibn. / E.P. Kojanova, I.P. Otenko. – Ch.: BD «INJEK», 2005. – 344 s.
3. Nikeshe S.N. Vneshnaya sreda ekonomicheskikh sistem. / S.N. Nikeshe. – SPb.: Dva-tri, 1994. – 466 s.
4. Radzhivovska L.M. Rol ekspertnih metodiv v prognozuvanni rozvitku pidpriemstva. / L. M. Radzhivovska, U.O. Berezuk. // Materiali IX Mijnarodnoi naukovopraktichnoi konferencii «Achievement of high school-2013». – Sofia «Byal GRAD-BG» OOD. – Tom 8. – S. 96-99.

Рецензія/Peer review : 24.3.2015 р.

Надрукована/Printed : 12.5.2015 р.

Рецензент: д.е.н., проф. Денисюк О.М.