



УДК 519.86+330.322

## ОЦІНКА ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ МЕТОДОМ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

**Нємкова Олена Анатоліївна,**  
доцент, кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Львівського навчально-наукового інституту  
ДВНЗ «Університет банківської справи»  
e-mail: cyberlbi12@gmail.com

**Русинко Моріка Костянтинівна,**  
кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри вищої математики і статистики  
Львівського навчально-наукового інституту  
ДВНЗ «Університет банківської справи»  
e-mail: morika-rusinko@rambler.ru

**Анотація.** Запропоновано застосування методу експертних оцінок для оцінки привабливості інвестиційних проектів. Розглянуто теоретичні аспекти використання методу експертних оцінок і продемонстровано застосування цих методів на конкретній задачі. У разі недостовірності або обмеженості інформації метод експертних оцінок дає хороші результати і подальші шляхи їх удосконалення. На конкретній задачі показано причини використання коефіцієнта конкордації.

**Ключові слова:** інвестиції, експертні оцінки, коефіцієнт рангової кореляції, коефіцієнт конкордації.  
Формул: 6; рис.: 1; табл.: 3; бібл.: 4.

## ESTIMATION OF INVESTMENT PROJECTS OF THE METHOD OF EXPERTE VALUATION

**Nyemkova Elena,**  
Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics  
of the Lviv Institute  
of SHEI «Banking University»  
e-mail: cyberlbi12@gmail.com

**Rusinko Morika,**  
Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Mathematics and Statistics  
of the Lviv Institute  
of SHEI «Banking University»  
e-mail: morika-rusinko@rambler.ru

**Abstract.** Proposed to application of the method of expert assessments to assess the attractiveness of investment projects. The theoretical aspects of the method of expert assessments and been demonstrated the use of these methods on a specific task. In the case of the limited information or authenticity the method of expert assessments gives good results and further ways of improving them. On the particular task are shown reasons for using the concordance coefficient. Note, however, that scientifically grounded results can be achieved only when is thought out folded a group of experts and implemented the fundamental principles of the expert survey.

**Keywords:** investment, Kendall's coefficient of concordance, rank correlation.  
Formulas: 6; fig.: 1; tabl.: 3; bibl.: 4.



## ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Немкова Елена Анатольевна,  
доцент, кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры экономической кибернетики  
Львовского образовательного-научного института  
ГВУЗ «Университет банковского дела»  
e-mail: cyberbi12@gmail.com

Русинко Морика Константиновна,  
доцент, кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры высшей математики и статистики  
Львовского образовательного-научного института  
ГВУЗ «Университет банковского дела»  
e-mail: morika-rusinko@rambler.ru

**Аннотация.** Предложено применение метода экспертных оценок для оценки привлекательности инвестиционных проектов. Рассмотрены теоретические аспекты использования метода экспертных оценок и продемонстрировано применение этих методов на конкретной задаче. В случае достоверности или ограниченности информации метод экспертных оценок дает хорошие результаты и дальнейшие пути их совершенствования. На конкретной задаче показаны причины использования коэффициента конкордации.

**Ключевые слова:** инвестиции, экспертные оценки, коэффициент ранговой корреляции, коэффициент конкордации.

Формул: 6; рис.: 1; табл.: 3; библи.: 4.

**Вступ.** Процес оцінки ефективності інвестиційного процесу – один із найважливіших етапів діяльності будь-якої компанії. Тому для ефективного використання залучених грошових коштів та отримання максимального ефекту від вкладення – отримання максимального прибутку – потрібно провести ретельний аналіз грошових потоків, пов'язаних із реалізацією проекту. Задача ускладнюється тим, що ухвалення рішень відбувається в умовах невизначеності та неповної інформації. Оцінка ефективності інвестиційного проекту передбачає побудову моделі, опис різноманітних альтернатив та огляд гіпотез стосовно взаємозв'язків критеріїв проекту з можливими зовнішніми умовами і результатами його реалізації.

Метод експертних оцінок використовують для розв'язання проблем прогнозування, планування і розроблення програм ефективного функціонування економічних систем. Цей метод полягає у використанні глибоких і системних знань спеціалістів та вмінні узагальнити свій і світовий досвід у процесі аналізу проекту.

Важливим етапом у застосуванні цього методу є підбір експертів, при цьому велику увагу приділяють узгодженості їхніх поглядів. За міру узгодженості висновків експертів приймають коефіцієнт конкордації Кендалла [5].

Коефіцієнт конкордації Кендалла, або коефіцієнт множинної рангової кореляції, необхідний для визначення узгодженості висновків експертів за кількома факторами, обчислюється за формулою:

$$W = \frac{12D}{m^2(n^3 - n)}, \quad (1)$$

де  $W$  – коефіцієнт конкордації;  
 $D$  – сума квадратів рангів;

$n$  – кількість об'єктів ранжованої ознаки або кількість експертів;

$m$  – кількість порядкових змінних, які підлягають аналізу.

Сума рангів обчислюють за формулою:

$$D = \sum_{i=1}^n r_{ij}^2 \frac{i-1}{n}, \quad (2)$$

де  $r_{ij}$  – ранг  $i$ -го показника  $j$ -го експерта.

Розрахунок за методом рангової конкордації проходить за такою схемою:

а) індивідуальні експертні оцінки відносно важливості оцінюваних параметрів записують у формі вагових коефіцієнтів, які приймають значення від 0 до 1, а сума коефіцієнтів, даних одним експертом, дорівнює одиниці;

б) ранжування оцінок експертів;  $r_{ij}$  – це ранг, даний  $j$ -м експертом  $i$ -му проекту: якщо  $r_{ij} = 1$ , то  $j$ -й експерт присвоїв  $i$ -му проекту максимальну оцінку,  $n$  – мінімальну.

Коефіцієнт конкордації Кендалла не показує міру узгодженості експертів за кожною змінною, а лише корельованість висновків експертів без урахування збігів.

Універсальність коефіцієнта Кендалла полягає в тому, що його можна застосовувати до довільних даних, які мають кількісний вимір.

Як уже було зазначено, однією з проблем методу експертних оцінок є підбір експертної групи. Групу експертів набирає особа, що ухвалює рішення. Залежно від поставленої задачі і визначають кількість членів групи. Витрати ресурсів на проведення експертизи пропорційні кількості експертів. Таким чином,



підвищення достовірності експертизи пов'язано зі збільшенням витрат. Кожному експертові в ідеалі мають бути притаманні такі риси, як компетентність, креативність, конструктивність мислення, колективізм і самокритичність.

**Аналіз досліджень і постановка завдання.** Методи, що ґрунтуються на використанні експертних оцінок, поділяють на дві групи: індивідуальні (персональні) та групові (колективні) експертні оцінки.

Поділ на методи індивідуальних і колективних експертних оцінок проводиться залежно від того, розробляється прогноз на основі висновків окремих ізольованих один від одного експертів або групи експертів, які певним чином пов'язані між собою. Зокрема, індивідуальність опитування полягає в тому, що експерти не збираються разом, незнайомі з оцінками інших експертів. Виділяють два методи індивідуальних експертних оцінок: інтерв'ю та аналітичні записки.

Так, метод інтерв'ю передбачає бесіду особи, що ухвалює рішення (ОУР), із спеціалістом-експертом у певній галузі знань, що проводиться відповідно за заздалегідь розробленою програмою. ОУР ставить перед експертом питання відносно перспектив розвитку об'єкта прогнозування. У процесі проведення індивідуального опитування програма дослідження може неодноразово корегуватися внаслідок отримання нової інформації на проміжних етапах дослідження. Проте суттєвий недолік зазначеного методу – брак часу для експерта на підготовку відповідей.

Метод аналітичних записок проводять у письмовій формі шляхом надсилання експертові питань із зазначеної тематики, на які мають бути отримані однозначні відповіді. На відміну від методу інтерв'ю, метод аналітичних записок дає можливість експертові на проведення тривалої і ретельної роботи над аналізом тенденцій, оцінкою стану і шляхів розвитку прогнозованого об'єкта.

Отже, основними перевагами розглянутих методів є можливість максимального використання потенційних можливостей експертів, а суттєвим недоліком цих методів є те, що не кожен спеціаліст візьме на себе відповідальність самостійно давати оцінку складним явищам без урахування думок інших експертів [2].

Вироблення складних управлінських рішень в умовах невизначеності потребує участі групи ерудованих спеціалістів, добре обізнаних у багатьох галузях. Тому за потреби прогнозованої оцінки складних проблем, особливо тих, що є на стику різних сфер знань, застосовують групові (колективні) методи експертних оцінок. Методи колективних експертних оцінок ґрунтуються на принципах виявлення колективної думки експертів про перспективи розвитку об'єкта прогнозування [2; 3].

У порівнянні з індивідуальними, колективні методи, окрім іншого, мають переваги щодо надійності експертизи. До колективних методів експертних оцінок відносять, насамперед, метод комісій і метод Дельфі. Ці методи мають як свої недоліки, так і переваги. Перевагами, за методом комісій, є те, що узгодження думок експертів досягається у відкритій дискусії, що дозволяє значно знизити вплив таких психологічних факторів, як необхідність приєднання до думок авторитетних спеціалістів, небажання відмовлятися від раніше висловлених думок, дотримання суджень більшості. Питання, за методом Дельфі, мають бути поставлені таким чином, щоб відповіді на них обов'язково мали кількісну характеристику (оцінку) [3; 4]. При цьому зазначимо, що єдино можливий спосіб одержання науково обґрунтованих результатів при дослідженні об'єктів (явищ, процесів) і особливо складних – це суворе дотримання основних постулатів методів експертного опитування, глибокий кількісний і особливо якісний аналіз усіх етапів проведення експертизи і, найголовніше, результатів дослідження [1].

Метою статті є побудова моделі оцінки інвестиційних проектів за допомогою методу експертних оцінок.

**Результати дослідження.** На конкурсі інвестиційних проектів шість учасників від експертної групи отримали такі оцінки (табл. 1). У склад експертної групи увійшли чотири спеціалісти – фахівці в галузі інвестицій. Вони оцінювали екологічну безпеку, економічне обґрунтування отриманих розрахунків і міру ризику кожного проекту. Завдання полягає у визначенні проектів, найбільш привабливих для інвестора.

Таблиця 1

Матриця рангів

№ проекту	Експерти			
	1	2	3	4
1	3	4	5	4
2	5	6	3	4
3	4	3	1	3
4	1	1	3	1
5	6	5	6	6
6	2	2	2	2

Оцінка значимості проекту експертами відбувається шляхом присвоєння їм рангового номера. Проектів, якому експерт надає найвищу оцінку, присвоюється ранг 1. Якщо декілька проектів визначено експертами як рівносильні, то їм присвоюються однакові рангові номери. Оскільки в табл. 1 є зв'язані ранги, в оцінках 3 і 4-го експертів, то проводимо переформатування рангів без зміни висновків експертів. На основі переформатованих рангів будемо нову матрицю рангів (табл. 2).

Таблиця 2

Матриця рангів

Проекти \ Експерти	1	2	3	4	Сума рангів	$\Delta$	$\Delta^2$
$x_1$	3	4	5	4,5	16,5	2,5	6,25
$x_2$	5	6	3,5	4,5	19	5	25
$x_3$	4	3	1	3	11	-3	9
$x_4$	1	1	3,5	1	6,5	-7,5	56,25



Закінчення табл. 2

Проекти \ Експерти	1	2	3	4	Сума рангів	$\Delta$	$\Delta^2$
$x_5$	6	5	6	6	23	9	81
$x_6$	2	2	2	2	8	-6	36
$\Sigma$	21	21	21	21	84	$S = 213,5$	

$$\Delta_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} \frac{\sum_j x_{ij}}{n}, j = \overline{1, 6}. \quad (3)$$

Перевірка правильності складеної матриці здійснюється за формулою:

$$\sum_{j=1}^6 x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+6) \cdot 6}{2} = 21. \quad (4)$$

Суми по стовпцях матриці дорівнюють між собою і контрольному числу 21, отже, матрицю складено правильно.

З останньої таблиці проекти за значимістю розподілені так, як це показано в табл. 3.

Таблиця 3

Розташування проектів за значимістю

Проекти	$x_4$	$x_6$	$x_3$	$x_1$	$x_2$	$x_5$
Сума рангів	6,5	8	11	16,5	19	23

Для наочності отриманих результатів оцінок проектів побудуємо полігон розподілу суми рангів за степенями їхньої значимості (рис.).

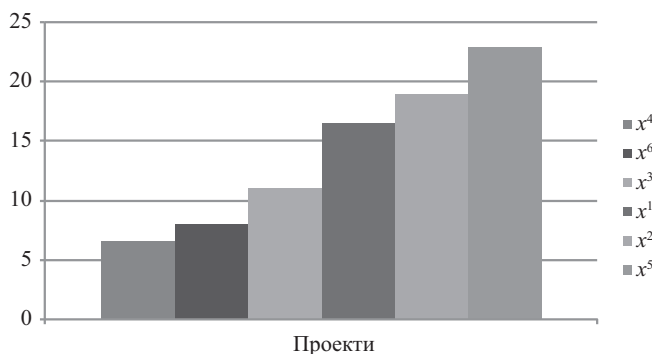


Рис. Гістограма розподілу суми рангів

Оцінимо середній ступінь узгодженості висновків експертів. Для цього використовуємо коефіцієнт конкордації. Оскільки в задачі є зв'язані ранги, то використовуємо формулу:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{2} m^2 (n^3 - n) - m \sum_i T_i}, \quad (5)$$

де  $T_i = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{L_i} (t_i^3 - t_i)$ ,  $L_i$  – кількість зв'язок в оцінках

$i$ -го експерта;

$t_i$  – кількість елементів в  $i$ -тій зв'язці в  $i$ -го експерта;

$S = 213,5$ ;  $n = 6$ ;  $m = 4$ .

Отже, отримуємо такі дані:

$T_3 = 0,5$ ;  $T_4 = 0,5$ ;  $W = 0,774$ , що говорить про високий ступінь узгодженості думок експертів.

Оцінимо значимість коефіцієнта конкордації за критерієм узгодженості Пірсона:

$$\chi_e^2 = \frac{S}{\frac{1}{2} mn(n+1) + \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} = 15,471. \quad (6)$$

**Список використаної літератури**

1. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія / Б. Є. Грабовецький. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.

Обчислене значення  $\chi_e^2 = 15,471$  порівнюємо з табличним значенням  $\chi^2$ , за умови що кількість ступенів вільності  $k = n - 1 = 5$  і рівень значущості  $\alpha = 0,05$ . Оскільки  $\chi_e^2 > \chi^2 = 11,0$ , то величина  $W = 0,77$  є невідповідною і її можна використовувати для подальших досліджень.

Отже, найбільш привабливими проектами для інвестора є проекти  $x_4$  і  $x_6$ .

Метод експертних оцінок дає можливість лише вказати привабливі проекти, але, на жаль, не дає можливість обчислити, наприклад, суму прибутку за кожним проектом. Для цього потрібно застосовувати інші математичні методи. Але в умовах обмеженої або недостовірної інформації цей метод дає непогані результати і вказує вектор, за яким будуть проводитись подальші дослідження.

**Висновки.** Таким чином, за результатами проведеного дослідження можна запропонувати використовувати метод експертних оцінок для оцінки привабливості інвестиційних проектів в умовах повної або часткової невизначеності. Однак слід зазначити, що науково обґрунтованих результатів можна досягнути лише за продумано складеної групи експертів і дотримання основних постулатів експертного опитування.



2. Ямпольский С. М. Прогнозирование НТП / С. М. Ямпольский, В. А. Лисичкин. – Москва : Экономика, 1974. – 207 с.
3. Литвак Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – Москва : Радио и связь, 1982. – 184 с.
4. Китаев Н. Н. Групповые экспертные оценки / Н. Н. Китаев. – Москва : Знание, 1975. – 64 с.

#### References

1. Hrabovetskyi, B. Ie. (2010). *Metody ekspertnykh otsinok: teoriia, metodolohiia, napriamky vykorystannia* [Methods of expert estimations, theory, methodology, directions of use]. Vinnytsia : VNTU [in Ukrainian].
2. Yampol'skij, S. M., & Lisichkin, V. A. (1974). *Prognozirovanie NTP* [Forecasting of scientific and technical progress]. Moscow : Ehkonomika [in Russian].
3. Litvak B. G. (1982). *Ehkspertnaya informaciya: metody polucheniy aianaliza* [Expert information: get methods and analysis]. Moscow : Radioisvyaz' [in Russian].
4. Kitaev, N. N. (1975). *Grupповые ehkspertnye ocenki* [Group Expert Assessments]. Moscow : Znanie [in Russian].