

ЕКСПЕРТНІ ОЦІНКИ У ПРИЙНЯТТІ ФІНАНСОВИХ РІШЕНЬ

*В. Д. Козенкова, асистент, Національна металургійна академія України,
13tanagua@gmail.com, orcid.org/0000-0003-4159-4610,*

*Н. П. Козенкова, ст. викладач, Національна металургійна академія України,
nkozenkova@gmail.com*

Методологія дослідження. Результати отримані за рахунок застосування методів: аналізу і синтезу – при висвітленні сутності управлінських рішень та інформації, що їх забезпечує; системного підходу – при визначенні засад експертного оцінювання; порівняння – для визначення переваг та недоліків шкал експертного оцінювання; абстрактно-логічного аналізу – для узагальнення та формулювання висновків.

Результати. Визначено завдання вибору управлінських рішень та вимоги до формування інформації, що їх забезпечують. Надано характеристику методів оцінки та вибору альтернатив рішень. Розглянуто методологію визначення узагальнюючих показників. Проаналізовано методи багатокритеріальної оптимізації та вибору оптимальних альтернатив за декількома критеріями ефективності. Проаналізовано основні етапи проведення процедур експертного оцінювання та ранжирування показників.

Встановлено склад та сутність показників, які використовуються для оцінки узгодженості ранжирування. Проаналізована сутність шкал, що використовуються в експертному оцінюванні, встановлено їх переваги та недоліки. Визначено, що у залежності від шкал, за якими отримані експертні оцінки, останнім можуть бути призначено різні ваги. Показано, що оцінка, яка надана у шкалі з більшою кількістю градацій, відповідно повинна мати й більшу вагу, оскільки має більшу інформаційну цінність, ніж оцінки, отримані за шкалою з меншою кількістю градацій.

Новизна. Надано характеристику зміни інформативності оцінок за різними шкалами оцінювання. Показано переваги використання ступеневих шкал для вирішення завдань експертного оцінювання, зокрема для оцінок, які можуть бути отримані на основі нечітко-лінгвістичних оцінок з подальшим визначенням функцій приналежності, де невірно визначені границі шкал оцінювання можуть спотворити кінцеву інформацію.

Практична значущість. Запропоновано визначати якість експертних оцінок на основі оцінки їх інформаційної цінності, зокрема на основі розрахунку кількості інформації в оцінці за допомогою формули Хартлі, що дає можливість обирати шкалу оцінювання відповідно до поставлених до експертного оцінювання завдань.

Ключові слова: оцінка, експертне оцінювання, методи багатокритеріальної оптимізації, шкали експертного оцінювання, вага оцінки, оцінка інформаційної цінності, коефіцієнт Хартлі.

Постановка проблеми. В основі забезпечення успішного функціонування виробничих систем є прийняття рішень, що адекватні до умов їх функціонування. Зазвичай умови функціонування залежні від впливу зовнішнього середовища, який характеризується значною невизначеністю.

В таких умовах якість управлінських рішень взагалі та фінансових рішень, зок-

рема, у багатьох випадках визначається досвідом та професіоналізмом осіб, що приймають рішення в умовах обмежених часових та матеріальних ресурсів, використовуючи великий обсяг даних, у тому числі – нечисельних за відсутності строго формалізованих математичних моделей, які дозволяють однозначно визначити механізм управління. Виходом з ситуації може бути використання

методів експертного оцінювання, які в даний час широко використовуються у багатьох областях людської діяльності, що вимагають прийняття складних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз та дослідження публікацій у сфері практики та теорії експертного оцінювання [1–23] дозволив виділити ряд проблем, які знижують ефективність використання та достовірність результатів експертних методів, зокрема таких як відсутність формалізації у побудові системи критеріїв оцінки альтернатив, особливо при визначенні відносної важливості критеріїв; недостатня узгодженість парних порівнянь альтернатив; необґрунтованість механізму вибору шкал оцінювання; недосконалість механізмів перевірки узгодженості думок груп експертів тощо. Тому актуальними є дослідження та розробка методів, моделей та алгоритмів, які забезпечують більш обґрунтоване та об'єктивне прийняття експертних оцінок в галузі прийняття управлінських рішень. Саме це обумовлює актуальність дослідження та його мету.

Формулювання мети статті. Метою даної статті є дослідження експертного оцінювання та його методології та формування методичного підходу до обґрунтування вибору шкал оцінювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес функціонування будь-якого підприємства можна представити у вигляді потоків рішень щодо використання ресурсів (матеріальних, фінансових, трудових) з метою отримання прибутку. Система прийняття фінансових рішень призначена для підвищення ефективності керування ресурсами, вирішення фінансових проблем, які виникають у діяльності підприємств. Вибір технологій та методів прийняття рішень здійснює управлінська особа, яка відповідає за ці рішення. У цих умовах фінансове рішення – це вольова творча дія суб'єкта управління підприємством на основі знання об'єктивних закономірностей функціонування керованої фінансової системи. Особливої уваги у цьому процесі має при цьому має детальна інформація про предметну область, побудову моделі, визначення області альтернатив рішень, формулювання завдання прийняття рішень тощо.

Залежно від повноти вихідних даних завдання вибору рішень можуть бути добре структурованими, слабо структурованими, або неструктурованими [1]. Для добре структурованих задач інформація представляється в кількісному вигляді, для слабо структурованих задач вона містить кількісні описання з домінуванням якісних і невизначених факторів, для неструктурованих завдань дані можуть бути представлено у вигляді якісного опису вихідних факторів та взаємозалежностей між ними. Потрібно відзначити, що інформація про ці фактори може бути повною або частковою; фактори можуть бути незалежними, або залежними один від одного. Власне показники можуть бути кількісними або якісними, оцінюватися в різних шкалах тощо.

Для предметної області, яка має повну визначеність, та невеликого числа критеріїв, методи теорії прийняття рішень добре розвинені. Але при наявності значної кількості якісних і кількісних показників, які взаємодіють між собою, важливою стає розробка методів оцінювання складних багатокритеріальних об'єктів, що може істотно полегшити подальший вибір варіанту.

До основних завдань оцінки і вибору альтернатив рішень відносять: оцінку альтернатив; порівняльну оцінку і ранжування безлічі альтернатив; визначення стратегій оцінювання альтернатив; визначення значень приватних показників по заданих значеннях узагальненого показника; пошук значень приватних показників, що забезпечують необхідні значення узагальненого показника; пошук найкращих рішень (значень приватних показників), які б забезпечували необхідні значення узагальненого показника [2].

Можна виділити одно- і багатокритеріальні методи оцінки та вибору альтернатив рішень. У випадку однокритеріальних рішень вважаються відомими: безліч альтернатив (об'єктів, варіантів дій), оцінки альтернатив за обраним критерієм (показником), правило вибору найкращого варіанту. У випадку багатокритеріальних оцінок кожному варіанту можна поставити у відповідність вектор, який представляє собою оцінки варіанта за критеріями (показниками).

Далі підходи до порівняння і вибору варіантів рішень можуть бути розділені на дві

групи: методи зведення та незведення множини критеріїв до одного. Одним з перших розгляд багатокритеріальних оцінок почав В. Парето, який запропонував метод, який згодом отримав назву оптимізації по Парето [3]. Але систематичне вивчення проблем оптимізації багатокритеріальних завдань почалося в шістдесятих роках минулого століття. На сьогоднішній день, опубліковано велику кількість праць, присвячених пошуку рішень оптимальних по Парето для задач з кількома критеріями. Значне число способів оптимізації багатокритеріальних задач покладаються на ідею того, що система переваг експерта, описується за допомогою функцій корисності, тобто числової функції, яка встановлює взаємозв'язок переваг і прийняття рішення та співставляє кожному варіанту рішень деякого числа, що характеризує «корисність» альтернативи. Значний внесок у дослідження даного апарату було внесено Д. Ф. Нейманом та О. Моргенштерном, а пізніше й П. Фішберном [4,5].

У разі використання методів, заснованих на зведенні багатокритеріальних варіантів рішень до одного критерію, завдання вибору вирішується на основі побудови інтегрального, або узагальненого критерію. Для цього використовуються способи агрегування показників. Застосування методів згортки критеріїв таких як: мультиплікативні та адитивні функції, мінімізація максимального значення - все це потрібно для того, щоб скаляризувати векторні завдання.

Метод згортки є операцією перетворення векторного критерію в скалярний. Для згортки необхідно у певний спосіб нормалізувати критерії для уможливлення їх співставності. Для цього, наприклад, можна перейти до абстрактних величин або до величин з однаковими одиницями вимірювання. Потім векторний критерій замінюють скалярним.

Недоліки застосування згорток полягають у необхідності визначення та обґрунтування вагових коефіцієнтів для часткових критеріїв та вибору типу згортки.

Дослідження свідчать, що найбільш розповсюдженим у практиці діяльності підприємств є випадок, коли існує певна кількість варіантів A_1, \dots, A_m (де кожному варіанту відповідає деякий певний результат a_i , (i

$= 1, m$) і необхідно знайти варіант з максимальним результатом, тобто метою вибору є максимізація результату від прийнятого рішення.

Адитивний узагальнюючий показник визначається як зважена сума оцінок за приватними показниками. При розрахунку адитивного показника відбувається взаємна компенсація приватних критеріїв. Це означає, що можливе значне, аж до нуля, зменшення одного з значень, що компенсується збільшенням іншого значення. Тому також використовують обмеження значень для частини критеріїв, призначення допусків на відхилення їх від оптимальних значень тощо [6].

Мультиплікативний критерій забезпечує відносні зміни критеріїв і допускає роботу з ненормованими значеннями критеріїв. Головний його недолік полягає в компенсації недостатньої величини одного приватного показника надлишковою величиною іншого і в тенденції згладжування рівнів приватних показників за рахунок нерівнозначних первинних значень приватних показників.

Взагалі, адитивний показник застосовують, коли істотні значення мають абсолютні значення приватних показників при обраному векторі X . Якщо ж істотну роль відіграє зміна абсолютних показників при варіації, то краще використовувати мультиплікативний показник. Якщо є критерії мають різномірні і нечіткі значення, то бажано для агрегування використовувати OWA оператор Ягера [7]. Суть даного підходу полягає в тому, що ваговий вектор оператора пов'язаний не з якимось конкретним значенням критерію b_i , а з позицією критерію в упорядкованому по спадаючій векторі таким чином, що w_i відповідає найбільшому значенню b_i , а w_n – найменшому

До методів багатокритеріальної оптимізації також відносяться наступні.

Найпростішим є метод головного часткового критерію, який полягає у тому, що серед усіх критеріїв вибирається головний, а для інших встановлюються мінімально допустимі рівні b_i , після чого задача зводиться до задачі на умовний екстремум головного часткового критерію.

Метод лексикографічної оптимізації застосовується тоді, коли критерії можна про-

ранжувати та впорядкувати за ступенем важливості. Тоді на першому етапі вибирають підмножину стратегій, що мають найкращі оцінки за першим критерієм. На другому кроці обирається підмножина альтернатив, що мають кращі оцінки за другим критерієм, і так далі.

У методі послідовних поступок для кожного з проранжированих критеріїв вибирається максимально допустиме відхилення його значення від найкращого. Цей метод відрізняється від попереднього тим, що на кожному кроці будують множину альтернатив з урахуванням допустимого відхилення критерію від найкращого значення («поступки»).

Результатом методу головного критерію є однокритеріальне завдання оптимізації, шляхом виділення одного головного критерію і перетворення його в обмеження. При використанні методу послідовного вирішення ряду завдань однокритеріальної оптимізації, отримані на ранніх етапах результати можуть бути використані для побудови нових обмежень.

Звуження безлічі альтернатив передбачає використання поняття ефективності рішення: за Слейтером (слабо ефективне) $S(X)$, за Парето (ефективне) $P(X)$, за Смейлом (суворо ефективне) $Sm(X)$.

Грунтуючись на визначеннях даних множин, буде вірним заключення: $Sm(X) \subset P(X) \subset S(X)$.

Вибір оптимальної альтернативи виробляється з цієї множини тільки після звуження безлічі альтернатив. Пошук рішення за методом вибору альтернативи із заданими властивостями, передбачає використання раніше встановлених властивостей рішення. Якщо у процесі прийняття рішення кожна альтернатива характеризується кількома варіантами реалізації то її можна навести у вигляді n – вимірного вектору. Вибір оптимального варіанту здійснюється за допомогою критерію максимізації. При цьому, вибір оптимального варіанту не є однозначним, оскільки максимальний результат може бути досягнуто у декількох варіантах вибору. У наведеному випадку кожному варіанту відповідає єдиний зовнішній стан, тобто однозначно визначається єдиний (оптимальний)

результат. Цей випадок є достатньо простим та найбільш розповсюдженим.

У більш складних ситуаціях прийняття рішень, кожному допустимому варіанту прийняття рішення A_i , внаслідок впливу різноманітних факторів внутрішнього та, найголовніше, зовнішнього середовища Y_j , $j = 1, n$ відповідають різні результати рішень a_{ij} . Враховуючи ці обставини, множина рішень може бути викладена у матричному вигляді

$$P_{ог}(a_j) = \begin{matrix} A = |a_{ij}|_{j=1, n} \\ j = 1, \dots, m \end{matrix} \quad (1)$$

Кожний рядок матриці показує цінність певної альтернативи у кожному стані системи, а кожний стовпчик - цінність усіх альтернатив, якщо система опиниться саме в цьому стані. Характерною особливістю при цьому є те, що в момент прийняття рішення щодо вибору певної альтернативи, конкретний стан, у якому опиниться система, невідомий. Зважаючи на це, необхідно брати до уваги усю сукупність можливих станів системи. Тобто, для того, щоб перейти до однозначного та найбільш придатного (вигідного) варіанту, необхідно ввести оціночні (цільові) функції, тоді матриця рішень зводиться до одного стовпчика. У такому випадку проблема вибору альтернативи зводиться до вибору рядка матриці. Для цього можуть застосовуватися різні критерії: Бернуллі-Лапласа, Вальда, Байєса, Севіджа, ЕХТ, Байєса-Севіджа, Гурвіца, Гурвіца-Севіджа, компромісу за Гурвіцем для виграшу, компромісу за Гурвіцем для ризику, Ходжеса-Лемана, Гермера, крайнього оптимізму, крайньої обережності, добутку.

Зауважимо, що вибір критерію для прийняття фінансових рішень в умовах невизначеності, а також визначення параметрів відібраного критерію належить до найскладніших проблем у діяльності особи, що приймає рішення.

Враховуючи той факт, що у сучасній економічній науці існують близько 20 класичних критеріїв (принципів) вибору рішень, доцільно розділити їх на дві групи:

1) критерії вибору альтернативи за умов невизначеності – коли немає певної достовірної інформації щодо імовірності впливу факторів на систему та виникнення кожного з її

можливих станів; 2) критерії вибору альтернативи за умов ризику - коли особа, що приймає управлінське рішення може дати певну об'єктивну або суб'єктивну оцінку кожного зі станів системи, або імовірності їх виникнення.

Підхід, заснований на згортці багатьох критеріїв в один, використовується в багатьох методах теорії прийняття рішень, серед яких можна виділити наступні: методи, засновані на теорії цінності, корисності [5], методи аналізу ієрархій [8], методи нелінійної згортки [9], методи теорії нечітких множин [10] та ін. Підхід зведення багатьох критеріїв до одного знижує трудомісткість процедур порівняння, ранжування, класифікації та вибору альтернатив. Але він потребує пошуку ефективних методів оцінювання, підвищення вимог до знань експерта тощо.

Методи, засновані на незведенні багатокритеріальних показників до одного критерію, ставлять своїм завданням порівняння варіантів на основі векторів оцінки за всіма критеріями. Серед важливих факторів цього підходу можна вказати вагу критеріїв, інформацію про переваги експертів. Застосування цих методів обумовлено незалежністю критеріїв та їх повною визначеністю. Серед методів цієї групи можна виділити: метод домінування [11], метод на основі глобальних критеріїв [12], лексикографічне упорядкування [2], методи математичного програмування [13], методи порогів [14], методи теорії мультимножин [15] та ін.

Потрібно відзначити, що оцінки базуються на інформації суб'єктивного характеру; вони можуть бути недостатньо адекватними, що криється в недостовірності та неповноті наявних даних, певному незнанні інформації про об'єкти оцінки тощо.

Експертна інформація потребує як різних методів отримання, так і різних методів обробки. До основних проблем у цьому процесі відносять проблему наочності експертної інформації, проблема єдності вимірювань, проблема адекватності тощо.

Експертний має ту перевагу, що може бути застосований навіть в умовах дефіциту інформації. Головна умова експертної оцінки - виключення взаємного впливу експертів один на одного. До основних типів експертних оцінок відносять кількісну оцінку (на

скільки або у скільки разів одна оцінка різниться від іншої), бальну оцінку (розбудовують порядкову або рангову шкалу) та ранжування (упорядкування множини об'єктів відповідно до зменшення їх значимості). Для аналізу кількісними методами якісної експертної інформації використовують спеціальні так звані вербально-числові шкали. Поширеною є вербально-числова шкала Харінгтона, тобто шкала відповідностей словесних оцінок числовим [16].

У сучасній літературі широко пропагандується метод Дельфі. Для цього методу характерні три особливості: анонімність, регульований зворотній зв'язок, групові оцінки. Метод Дельфі має реєстр рекомендацій і вимог щодо проведення експертиз. Деякі з вимог очевидні: експертами можуть бути лише крупні фахівці у відповідній галузі; оскільки кожний експерт може припускатися помилок, то лише міркування досить значного числа експертів можуть визначити задовільно досліджуване питання; питання до експертів мають бути відносно простими та чітко сформульованими, щоб зробити неможливою неоднозначність їх тлумачення; для проведення експертиз необхідно мати у складі відповідних керівних органів стабільні групи організаторів експертиз, бо лише добре організована і якісно проведена експертиза може гарантувати важливі рекомендації для прийняття керівних рішень [17].

Із застосування експертних оцінок будується більшість рейтингових методик. Але їх розширене застосування створює багато проблем, пов'язаних з перевіркою достовірності отриманих результатів. Експертні методи, що ґрунтуються на оцінках залучених кваліфікованих фахівців, дозволяють дати більш точну та відтворювальну оцінку. До недоліків експертних методів відносяться суб'єктивізм, обмеженість використання, високі витрати на їх проведення. Разом з тим, їх роль стає більш значимою, 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.

Методикам експертиз присвячено багато наукових робіт [18–20]. Відповідно до

цих робіт виділяють такі основні етапи: 1) підготовчий етап, на якому визначається мета експертизи; проводиться відбір експертів та розробляється програма проведення та методика експертного оцінювання; 2) етап проведення, на якому формується система критеріїв та проводиться опитування експертів; 3) етап обробки результатів опитування, який має за мету аналіз експертної інформації та агрегування експертних оцінок; 4) заключний етап, на якому проводиться аналіз результатів експертизи, розробка рекомендацій та прийняття рішень про задовільність отриманих результатів.

Одним з важливих завдань є формування експертної групи, оскільки експерт повинен мати певну компетентність в предметній області, мати навички аналізу отриманої інформації, тощо. Компетентність експерта складається з об'єктивності, контактності і зацікавленості в експертизі. Компетентність слід оцінювати за трьома групами показників: об'єктивні показники, пов'язані з досвідом професійної діяльності; показники, які характеризують рівень інформованості експерта про об'єкт експертизи; показники, що характеризують уміння експерта працювати в колективі.

Методи оцінки експертної компетентності поділяються на: апіорні (методи самооцінки, взаємної оцінки, тестові і документальні методи); апостеріорні методи, засновані на аксіомі незсуненості (компетентність експерта визначається на основі аналізу «близкості» експертних оцінок окремих експертів до загальної оцінки). Більш обґрунтованим деякі автори вважають такий підхід до оцінки компетентності, який дозволяє визначити ступінь внутрішньої суперечливості безпосередньо з відповідей експерта. У цьому випадку шукають протиріччя у відповідях одного експерта на одне й те саме запитання, але сформульоване по-різному. Суттєвою рисою цього методу є те, що він не визначає ступінь близькості думок експерта до об'єктивної дійсності.

Загалом алгоритм розрахунку оцінки i -го експерта за j -ми показниками має такі етапи.

Крок 1. Побудова матриці балів

Крок 2. Визначення суми балів, по кожному експерту по всім показникам.

Крок 3. Обчислення вагового коефіцієнта кожного експерта за всіма показниками.

Коефіцієнти компетентності експертів можна обчислити за апостеріорними даними, тобто за наслідками оцінки об'єктів. Основною ідеєю цього обчислення є припущення про те, що компетентність експерта повинна оцінюватися за мірою узгодженості його оцінок з груповою оцінкою об'єктів.

При проведенні оцінювання використовують також методи ранжирування показників. Існує два основні підходи до ранжирування. У першому випадку експерту пред'являють все безліч об'єктів експертизи, і він визначає кращий з них, після чого вибирає найкращий з решти невибраних об'єктів та ін. У другому випадку, експерту пред'являється лише деяка підмножина множини об'єктів, елементи якого він повинен проранжувати. Далі експерту надається ще один об'єкт, який не входить до вже упорядкованої підмножини, а він повинен вказати даному об'єкту місце серед раніше проранжованих. Процес триває, поки кожен об'єкт експертизи не матиме свій ранг.

Одним з важливіших завдань є оцінка узгодженості думки експертів, оскільки вважається, що агрегована думка експертів є достовірною тільки у тому випадку, якщо всі експертні думки мають високий рівень узгодженості [21]. Для оцінки узгодженості ранжирування традиційно використовують три групи показників [22]: коефіцієнти рангової кореляції, коефіцієнти варіації та коефіцієнти конкордації. Коефіцієнти рангової кореляції дозволяють встановити тісноту зв'язку між двома ранжируваннями, вимірюються в діапазоні $[-1; 1]$. Чим вище значення коефіцієнта, тим більш узгодженим є ранжирування. Найбільш відомими показниками цієї групи є коефіцієнт кореляції Спірмена та коефіцієнт кореляції Кендала. До недоліків показників кореляції можна віднести неможливість узгодження оцінок всієї експертної групи в цілому. Коефіцієнти варіації рангів використовують для виявлення об'єктів експертизи, сильно суперечать один одному, з метою їх подальшого детального аналізу.

Найбільш відомими з них є коефіцієнт варіації рангів j -того об'єкта (змінюється в діапазоні $[0; 1]$; чим менше значення для j -того

об'єкта, тим вище узгодженість думок експертів щодо цього об'єкта) та коефіцієнт варіації Беккера (коефіцієнт приймає значення в діапазоні $[0; n/2]$), який є більш чутливим до збільшення відстаней між рангами, ніж до розкиду експертних думок.

Коефіцієнти конкордації дозволяють оцінити узгодженість всіх експертних думок при ранжуванні об'єктів. Найбільш розповсюдженими є дисперсійний коефіцієнт конкордації (приймає значення в діапазоні $[0; 1]$; чим більше його значення, тим більш узгоджені і достовірні експертні думки) та ентропійний коефіцієнт конкордації (приймає значення в діапазоні $[0; 1]$; чим більше його значення, тим більш узгоджені і достовірні експертні думки).

Для оцінки узгодженості використовуються абсолютні та відносні показники. До абсолютних відносяться варіаційний розмах, середнє відхилення, дисперсія; до відносних - коефіцієнти осциляції і варіації [23].

При парному порівнянні експерт, порівнюючи пари об'єктів, вказує або більш кращий об'єкт, або їх рівність. Така процедура може застосовуватися навіть тоді, коли відмінність між об'єктами настільки незначний, що їх ранжування практично нездійсненно.

Процедура парних порівнянь об'єктів експертизи проводиться за шкалою інтервалів або переваг. При використанні шкали інтервалів, чисельна оцінка b_{ij} показує, наскільки i -й об'єкт перевершує j -й по заданій шкалі, а при використанні шкали відносин – у скільки разів i -й об'єкт перевершує j -й по заданій шкалі. Результати порівнянь – матриця парних порівнянь, для оцінки узгодженості яких визначається коефіцієнт узгодження. Даний коефіцієнт приймає значення в діапазоні $[(m-2)/(2m-2); 1]$, і в разі повної узгодженості думок експертів приймає значення, яке дорівнює 1.

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 переважає інший. Ця процедура потребує використання певних оціночних шкал. Проблеми вибору та використання шкал експертного оцінювання досить широко висвітлені в літературі. Зазвичай

розглядаються три різновиди шкал – цілочислові, збалансовані та степеневі [24]. В основі цих шкал лежить перелік стандартних лінгвістичних фраз, що відповідають градаціям шкали від 1 до 9 (шкала Т. Сааті). Найбільш простою є цілочисельна шкала, основним недоліком якої є нерівномірний розподіл обчислених ваг, особливо по судженнях експертів, наближених до крайніх значень шкали.

У збалансованій шкалі ваги альтернатив є рівномірно розподіленими в залежності від парних порівнянь [25]. Така шкала найбільш актуальна для випадку наявності лише 2-х альтернатив. Певного поширення у цьому напрямі набула так звана шкала «9/9-9/1», або шкала Ма-Чженга [26]. Степенева шкала формує рівномірний розподіл ваг альтернатив при будь-якій кількості альтернатив. Такими ж властивостями володіє шкала Донеган-Додд-МакМастера, особливістю якої є визначення 8-кового або 7-кового горизонту, або діапазону [27].

Загальна характеристика цих шкал наведена у таблиці 1.

Потрібно визначити різновид шкали експертного оцінювання.

Оскільки завданням експертного оцінювання взагалі є отримання професійних оцінок відповідно до мети поставленої у дослідженні.

Похідним завданням експертного оцінювання є отримання інформації про вагу показників, які визначаються.

В залежності від шкал, за якими отримані експертні оцінки, їм можуть бути призначено різні ваги. Оцінка, яка надана у шкалі з більшою кількістю градацій, відповідно повинна мати й більшу вагу, оскільки має дещо більшу інформаційну цінність, ніж оцінки, отримана за шкалою з меншою кількістю градацій.

Визначити якість експертних оцінок можна за умови оцінки їх інформаційної цінності. Одним з варіантів такої оцінки можливо за умови визначення кількості інформації в оцінці за допомогою формули Хартлі [30]:

$$I = \log_2 N \quad (2)$$

де N – кількість поділок шкали експертного оцінювання

Числові еквіваленти для шкал оцінювання

Лінгвістична фраза	Число, поставлене у відповідність за шкалою				
	Цілочисловою	Збалансованою	Степеневою	Ма-Чженга	Донеган-Додд-Мак Мастера
Немає переваги, або альтернативи рівнозначні (Equally, <i>E</i>)	1	0.5/0.5 = 1	$\sqrt[3]{9^0} = 1$	9/9 = 1	1
Слабка або незначна перевага (Weakly or slightly preferred, <i>WSP</i>)	2	0.55/0.45 = 1.1/9	$\sqrt[3]{9^1} \approx 1,316$	9/8	1,132
Середня перевага (Moderately preferred, <i>MP</i>)	3	0.6/0.4 = 3/2	$\sqrt[3]{9^2} \approx 1,732$	9/7	1,287
Більше ніж середня перевага (Moderately plus preferred, <i>MPP</i>)	4	0.65/0.35 = 13/7	$\sqrt[3]{9^3} \approx 2,280$	9/6 = 3/2	1,477
Сильна перевага (Strongly preferred, <i>SP</i>)	5	0.7/0.3 = 7/3	$\sqrt[3]{9^4} = 3$	9/5	1,720
Більше ніж сильна перевага (Strongly plus preferred, <i>SPP</i>)	6	0.75/0.25 = 3	$\sqrt[3]{9^5} \approx 3,948$	9/4	2,060
Дуже сильна перевага (Very strongly preferred, <i>VSP</i>)	7	0.8/0.2 = 4	$\sqrt[3]{9^6} \approx 5,196$	9/3 = 3	2,600
Дуже, дуже сильна перевага (Very, very strongly preferred, <i>VVSP</i>)	8	0.85/0.15 = 17/3	$\sqrt[3]{9^7} \approx 6,839$	9/2	3,732
Надзвичайна перевага (Extremely preferred)	9	0.9/0.1 = 9	$\sqrt[3]{9^8} = 9$	9/1 = 9	9

Джерело: складено за: [28]

Згідно цієї формули, вагові коефіцієнти ставляться у відповідність шкалам, що використовуються. Так, наприклад, при оцінці за цілочисловою шкалою, при $N=1$, тобто коли експерт не визначився стосовно

переваги жодної з пари альтернативи, $I=0$; при $N=2$ (слабка або незначна перевага альтернативи) - $I=0$, тощо.

У таблиці 2 визначено коефіцієнти Хартлі для розглянутих шкал.

Таблиця 2

Коефіцієнти Хартлі для різних шкал оцінювання

Лінгвістична фраза	Значення коефіцієнта для оцінок за шкалою				
	Цілочисловою	Збалансованою	Степеневою	Ма-Чженга	Донеган-Додд-Мак Мастера
Немає переваги (рівнозначні)	0	0	0	0	0
Слабка або незначна перевага	1	0,2892	0,3962	0,1699	0,1789
Середня перевага	1,5850	0,5850	0,8930	0,3629	0,3640
Більше ніж середня перевага	2	0,8930	1,1890	0,5850	0,5627
Сильна перевага	2,3219	1,2222	1,5850	0,8480	0,7824
Більше ніж сильна перевага	2,5850	1,5850	1,9811	1,1699	1,0426
Дуже сильна перевага	2,8074	1,9811	2,3774	1,5850	1,3785
Дуже, дуже сильна перевага	3	2,5026	2,7738	2,1699	1,8999
Надзвичайна перевага	3,1699	3,1699	3,1699	3,1699	3,1699

На рис. 1 наведено характеристику зміни інформативності оцінок за різними шкалами.

Можна відзначити, що за наведеною динамікою цілочисельна шкала має у якості

особливості переважне зростання інформативності при порівняння близьких альтернатив (*WSP-MP*; *MP-MPP* тощо). Також можна спостерігати поступове затухання кривої на оцінках, які наближаються до верхнього граничного краю.

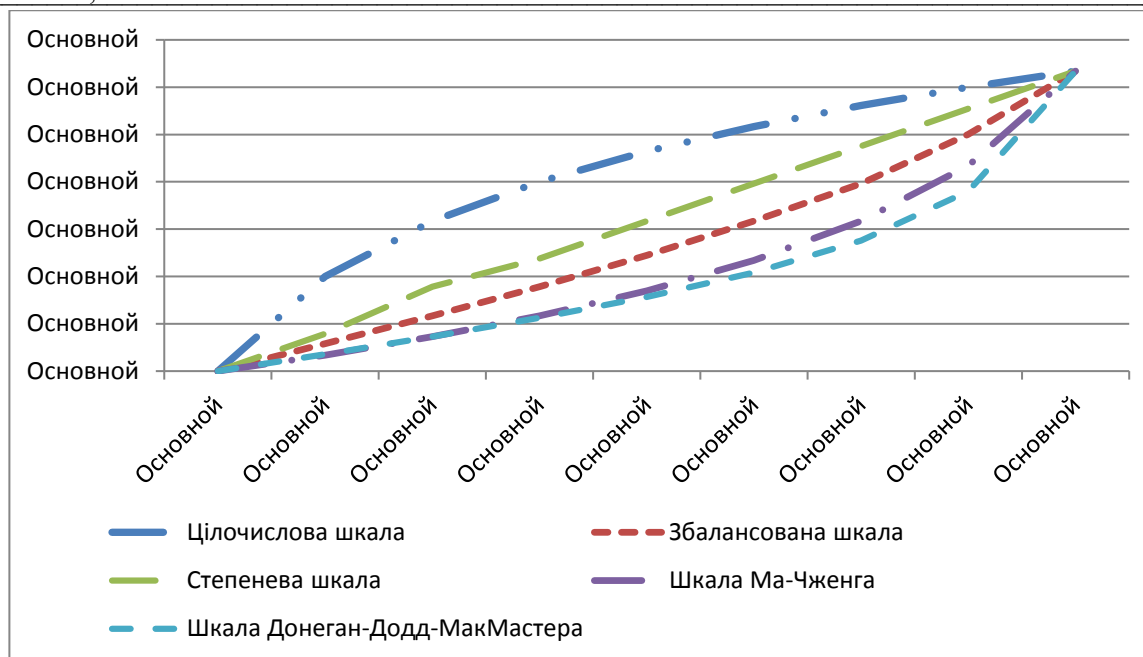


Рис.1. Динаміка зміни коефіцієнта Хартлі для різних шкал оцінювання (сформовано авторами)

Натомість, шкали Ма-Чженга та Донеган – Додд-МакМастера найбільш інформативні від середніх (*SP-SPP*) до верхніх граничних (*VVSP-EP*) показників. Більш стриманими є степеневі та збалансовані шкали. При тому, степенева шкала показує практично помірно лінійне зростання інформаційного наповнення показників. Тому вважаємо за доцільне, в умовах неповної інформації при проведенні експертного оцінювання, особливо при використанні методичних засад нечіткої логіки, використовувати степеневу шкалу оцінювання.

Висновки. Проведений аналіз сучасних інструментів експертного оцінювання показав, що одними з перспективних інструментальних напрямів вдосконалення методичних засад експертного оцінювання є обґрунтування вибору шкал оцінювання відповідно до тієї інформаційної цінності, яку вони вміщують. Особливо це відноситься до оцінок, які можуть бути отримані на основі нечітко-лінгвістичних оцінок з подальшим визначенням функцій приналежності, де невірно визначені границі шкал оцінювання можуть спотворити кінцеву інформацію.

Література

1. Кини Р. Принятие решений при многих критериях: Предпочтения и замещения / Р. Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.

2. Беляев Л. С. Решение сложных оптимизационных задач в условиях неопределенности / Л. С. Беляев. – Новосибирск : Наука, 1978. – 126 с.

3. Ногин В. Д. Множество и принцип Парето: Учебное пособие / В. Д. Ногин. – СПб. : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. – 100 с.

4. Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение / О. Моргенштерн, Дж. фон Нейман. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 708 с.

5. Фишберн П. С. Теория полезности для принятия решений / П. С. Фишберн. – М. : Наука, 1977. – 352 с.

6. Bonciocat A. I., Bonciocat N. C., Cipu M. Irreducibility criteria for compositions and multiplicative convolutions of polynomials with integer coefficients / A. I. Bonciocat, N. C. Bonciocat, M. Cipu // Versita. – Vol. 22(1). – 2014. – P. 73–84.

7. Yager R. A. Measuring Tranquility and Anxiety in Decision-Making: an Application of Fuzzy Sets / R. A. Yager // International Journal of General Systems. – 1982. – Vol. 8. – № 3. – P. 139–146.

8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.

9. Борисов А. Н. Методы интерактивной оценки решений / А. Н. Борисов, А. С. Левченко. – Рига : Зинатне, 1982. – 139 с.

10. Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1976. – 132 с.

11. Подиновский В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М. : Наука, 1982. – 256 с.

12. Чернов Г. Элементарная теория статистических решений: Пер. с англ. / Г. Чернов, Л. Мозес. – М. : Сов. радио, 1962. – 406 с.

13. Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1979. – Том 1. – 496 с.
14. Руа Б. Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ЭЛЕКТРА) / Б. Руа // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1976. – С. 80–107.
15. Петровский А. Б. Теория принятия решений / А. Б. Петровский. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 398 с.
16. Подиновский В. В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В. В. Подиновский. – М. : Физматлит, 2007. – 64 с.
17. Гусев В. Б. Использование непрерывных шкал при оценивании и принятии решений в сложных проблемных ситуациях / В. Б. Гусев, В. В. Павельев. – М. : ИПУ РАН, 2013. – 118 с.
18. Грабовецкий Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання: монографія / Б. Є. Грабовецкий. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 171 с.
19. Литвак Б. Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 1982. – 184 с.
20. Панкова Л. А. и др. Организация экспертиз и анализ экспертной информации / Л. А. Панкова, А. М. Петровский, М. В. Шнейдерман. – М. : Наука, 1984. – 120 с.
21. Jouini M. N., Clemen R. T. Copula Models for Aggregation Expert Opinions/ M.N. Jouini, R.T Clemen// Operations Research. – 1996. – Vol. 44. – Iss. 3. – P. 444–457.
22. Кендалл М. Дж. Многомерный статистический анализ и временные ряды / М. Дж. Кендалл, А. Стюарт. – М. : Наука, 1976. – 736 с.
23. Орлов А. И. Эконометрика / А. И. Орлов. – М. : Экзамен, 2002. – 576 с.
24. Циганок В. В. Вибір шкали оцінювання експертом у процесі виконання ним парних порівнянь в системах підтримки прийняття рішень / В. В. Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2011. – т.13, №3. – С. 92–105.
25. Lootsma F. A. Conflict resolution via pairwise comparisons of concessions/ F. A. Lootsma // European Journal of Operational Research. – 1989. – Vol. 40. – P. 109–116.
26. Ma D., Zheng X. 9/9-9/1 Scale Method of AHP / D. Ma, X. Zheng // Proceedings of the second International Symposium on the AHP. Pittsburgh, PA : University of Pittsburgh. – 1991. – Vol. 1. – P. 197–202.
27. Dodd F.J. Scale Horizons in Analytic Hierarchies / F.J. Dodd, H.A. Donegan, T.B.M. McMaster // J. Multi-Criteria Decis. Anal. – 1995. – 4. – P. 177–188.
28. Hartley R. V. L. Transmission of information/ R. V. L. Hartley // Bell System Technical Journal. – 1928. – № 7. – P. 535–563.
doi.org/10.1002/j.1538-7305.1928.tb01236.x
29. Belyaev, L.S. (1978). Reshenie slozhnykh optimizatsionnykh zadach v usloviyakh neopredelennosti. Novosibirsk: Nauka.
30. Nogin, V.D. (2020). Mnozhestvo i printsip Pareto. Sankt-Peterburg: Izdatelsko-poligraficheskaya assotsiatsiya vysshikh uchebnykh zavedeniy.
31. Morgenshtern, O., & fon Neyman, Dzh. (2012). Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie. Moskva. : Kniga po Trebovaniyu.
32. Fishbern, P.S. (1977). Teoriya poleznosti dlya prinyatiya resheniy. Moskva: Nauka.
33. Bonciocat, A.I., Bonciocat, N.C., & Cipu, M. (2014). Irreducibility criteria for compositions and multiplicative convolutions of polynomials with integer coefficients. Versita, Vol. 22(1), 73-84.
doi.org/10.2478/auom-2014-0007
34. Yager, R.A. (1982). Measuring Tranquility and Anxiety in Decision-Making: an Application of Fuzzy Sets. International Journal of General Systems, Vol. 8, (3), 139-146/
doi.org/10.1080/03081078208547443
35. Saati, T. (1993). Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy. Moskva: Radio i svyaz.
36. Borisov, A.N., & Levchenko, A.S. (1982). Metody interaktivnoy otsenki resheniy. Riga: Zinatne.
37. Bellman, R., & Zade, L. (1976). Prinyatie resheniy v rasplyvchatykh usloviyakh. Voprosy analiza i protsedury prinyatiya resheniy. Moskva: Mir.
38. Podinovskiy, V.V., & Nogin, V.D. (1982). Pareto-optimalnye resheniya mnogokriterialnykh zadach. Moskva: Nauka.
39. Chernov, G., & Mozes, L. (1962). Elementarnaya teoriya statisticheskikh resheniy. Moskva: Sov. radio.
40. Artobolevskiy, I.I. (1979). Mekhanizmy v sovremennoy tekhnike. Moskva: Nauka. T. 1.
41. Rua, B. (1976). Klassifikatsiya i vybor pri nalichii neskolkikh kriteriev (metod ELEKTRA). Voprosy analiza i procedury prinyatiya resheniy. Moskva: Mir.
42. Petrovskiy, A.B. (2009). Teoriya prinyatiya resheniy. Moskva: Izdatelskiy tsentr «Akademiya».
43. Podinovskiy, V.V. (2007). Vvedenie v teoriyu vazhnosti kriteriev v mnogokriterialnykh zadachakh prinyatiya resheniy. Moskva: Fizmatlit.
44. Gusev, V.B., & Paveliev, V.V. (2013). Ispolzovanie nepreryvnykh shkal pri otsenivanii i prinyatii resheniy v slozhnykh problemnykh situatsiyakh. Moskva: IPU RAN.
45. Grabovetskiy, B.Ye. (2010). Metody ekspertnykh otsinok: teoriia, metodolohiia, napryamky vykorystannia. Vinnytsia: VNTU.
46. Litvak, B.G. (1982). Ekspertnaya informatsiya: Metody polucheniya i analiza. Moskva: Radio i svyaz.
47. Pankova, L.A., Petrovskiy A.M., & Shneyderman, M.V. (1984). Organizatsiya ekspertiz i analiz ekspertnoy informatsii. Moskva: Nauka.
48. Jouini, M.N., & Clemen, R.T. (1996). Copula Models for Aggregation Expert Opinions/ M.N. Jouini, R.T Clemen // Operations Research. - 1996. - Vol. 44. - Iss. 3. - P. 444-457.
doi.org/10.1287/opre.44.3.444

References

1. Kini, R., & Rajfa, X. (1981). Prinyatie resheniy pri mnogikh kriteriyakh: Predpochteniya i zameshcheniya. Moskva: Radio i svyaz.

22. Kendall, M.Dzh., & Styuart, A. (1976). *Mnogomernyy statisticheskiy analiz i vremennyye ryady*. Moskva: Nauka.
23. Orlov, A.I. (2002). *Ekonometrika*. Moskva: Ekzamen.
24. Tsyhanok, V.V. (2011). *Vybir shkaly otsynuyvannia ekspertom u protsesi vykonannia nym parnykh porivnian v systemakh pidtrymky priyniattia rishen. Reiestratsiia, zberihannia i obrobka danykh*, T.13, (3), 92-105.
25. Lootsma, F.A. (1989). Conflict resolution via pairwise comparisons of concessions. *European Journal of Operational Research*, Vol. 40, pp.109-116.
doi.org/10.1016/0377-2217(89)90278-6
26. Ma D., & Zheng, X. (1991). 9/9-9/1 Scale Method of AHP. *Proceedings from the second International Symposium on the AHP*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, Vol. 1, pp.197-202.
doi.org/10.13033/isahp.y1991.001
27. Dodd, F.J., Donegan H.A., & McMaster, T.B.M. (1995). Scale Horizons in Analytic Hierarchies. *J. Multi-Criteria Decis. Anal*, (4), pp. 177-188.
doi.org/10.1002/mcda.4020040304
28. Hartley, R.V.L. (1928). Transmission of information/ R.V.L.Hartley // *Bell System Technical Journal*, (7). pp. 535-563.
doi.org/10.1002/j.1538-7305.1928.tb01236.x

ЕКСПЕРТНЫЕ ОЦЕНКИ В ПРИНЯТИИ ФИНАНСОВЫХ РЕШЕНИЙ

*В. Д. Козенкова, ассистент, Н. П. Козенкова, ст. преподаватель,
Национальная металлургическая академия Украины*

Методология исследования. Результаты получены за счет применения методов: анализа и синтеза – при освещении сущности управленческих решений и информации, которые обеспечивает; системного подхода – при определении основ экспертной оценки; сравнения – для определения преимуществ и недостатков шкал экспертного оценивания; абстрактно-логического анализа – для обобщения, формулирования выводов.

Результаты. Определены задачи выбора управленческих решений и требования к формированию обеспечивающей информации. Охарактеризованы методы оценки и выбора альтернатив решений. Рассмотрена методология определения обобщающих показателей. Проанализированы методы многокритериальной оптимизации и выбора оптимальных альтернатив по нескольким критериям эффективности. Проанализированы основные этапы проведения процедур экспертного оценивания и ранжирования показателей. Установлен состав показателей, используемых для оценки согласованности ранжирования. Проанализирована сущность шкал, используемых в экспертном оценивании, определены их преимущества и недостатки. Определено, что в зависимости от шкал, по которым получены экспертные оценки, последним могут быть назначены различные веса. Показано, что оценка, которая предоставлена в шкале с большим количеством градаций, соответственно должна иметь и больший вес, поскольку имеет большую информационную ценность, чем оценки, полученная по шкале с меньшим количеством градаций.

Новизна. Охарактеризованы изменения информативности оценок по разнымшкалам оценивания. Показаны преимущества использования степенных шкал для решения задач экспертного оценивания, в частности для оценок, которые могут быть получены на основе нечетко-лингвистических подходов и определения функций принадлежности, где неверно определены границы шкал оценивания могут исказить конечную информацию.

Практическая значимость. Предложено определять качество экспертных оценок на основе оценки их информационной ценности, в частности, на основе расчета количества информации в оценке с помощью формулы Хартли, что дает возможность выбирать шкалу оценивания в соответствии с поставленными в экспертной оценке задач.

Ключевые слова: оценка, экспертная оценка, методы многокритериальной оптимизации, шкалы экспертного оценивания, вес оценки, оценка информационной ценности, коэффициент Хартли.

EXPERT EVALUATIONS IN FINANCIAL DECISION MAKING

*V. D. Kozenkova, Assistant Lecturer, N. P. Kozenkova, Senior Lecturer,
National Metallurgical Academy of Ukraine.*

Methods. The results are obtained through the application of the following methods: analysis and synthesis – in highlighting the essence of management decisions and the information it provides; systems approach – in determining the basics of expert assessment; comparisons – to determine the advantages and disadvantages of peer review scales; abstract-logical analysis – for generalization, formulation of conclusions.

Results. There are defined the tasks of choosing administrative decisions and requirements to formation of the information that provides them. Methods of evaluation and selection of alternative solutions are described. The methodology for determining generalizing indicators is considered. Methods of multicriteria optimization and selection of optimal alternatives according to several efficiency criteria are analyzed. The main stages of the procedures of expert evaluation and ranking of indicators are analyzed. The composition of the indicators used to assess the consistency of the ranking is established. The essence of the scales used in the expert evaluation is analyzed, their advantages and disadvantages are determined. It is determined that depending on the scales on which expert assessments are obtained, different weights can be assigned to the latter. It is shown, that an estimate that is provided on a scale with a large number of gradations, respectively, should have more weight, because it has greater information value than the estimates obtained on a scale with a smaller number of gradations.

Novelty. The changes in the informativeness of assessments on different assessment scales are characterized. The advantages of using power scales to solve expert evaluation problems are shown, in particular for estimates that can be obtained on the basis of fuzzy-linguistic approaches and definition of membership functions, where incorrectly defined boundaries of evaluation scales can distort the final information.

Practical value. It is proposed to determine the quality of expert assessments based on the assessment of their information value, in particular on the basis of calculating the amount of information in the assessment using the Hartley formula, which makes it possible to choose the assessment scale in accordance with the expert assessment.

Keywords: estimation, expert estimation, methods of multicriteria optimization, scales of expert estimation, weight of estimation, estimation of information value, Hartley coefficient.

Надійшла до редакції 10.03.21 р.