

УДК 519.816

## ДО РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА РІВНІ ВЕЛИКИХ ПІДПРИЄМСТВ І РЕГІОНІВ

Н.Д. Панкратова\*, В.В. Циганок\*\*

\* Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу»  
при НТУУ „КПІ” НАН України та МОНМС України,

\*\* Інститут проблем реєстрації інформації НАН України  
e-mail: vitaliy.tsyganok@gmail.com

Постійне ускладнення процесу прийняття рішень, зокрема, управлінських рішень на рівні великих підприємств та регіонів, разом зі складністю предметних областей та взаємозв'язків факторів, що впливають на рішення, зумовлюють необхідність залучення зовнішніх засобів для підтримки прийняття рішень (ППР). У слабо структурованих предметних областях, до яких належить і згаданий клас задач, немає можливості отримання детермінованої інформації в достатній кількості для прийняття рішень, і експертна підтримка прийняття рішень є єдиним засобом підвищення їхньої якості. Окрім того, „ціна” невірного рішення виявляється занадто високою коли йдеться про рішення організаційних рівнів великих підприємств та регіонів. Тому, розробка технологій ППР, які б підвищили ефективність таких рішень вбачається актуальною науково-технічною проблемою сьогодення.

Зазвичай виділяють наступні етапи при ППР (див. схему рис.1):

1. Відбір груп експертів для проведення експертизи (для кожного окресленого питання при побудові моделі предметної області може бути призначено окрему групу експертів);
2. Отримання знань від експертів;
3. Обробка та узагальнення отриманих експертних знань;
4. Генерування висновків для особи, що приймає рішення (переважно мається на увазі оцінювання варіантів можливих рішень на основі узагальнених експертних знань);
5. Застосування результатів оцінювання (отриманих на попередньому етапі).



Рис.1. Задачі, що вирішуються при ППР у слабо структурованих предметних областях

Кожен із етапів ППР пов'язано з відповідними задачами, які потрібно вирішити. Першу і останню задачі пропонується вважати достатньо відособленими, і розглядати їх окремо. До того ж, в існуючих системах ППР зазначені функції, зазвичай, покладаються на окремі модулі та підсистеми.

На основі аналізу наявних на теперішній час систем, окреслимо вимоги до новостворюваної технології ППР і, як наслідок, до методів оперування експертною інформацією. Наразі, методи отримання експертної інформації мають забезпечувати:

- групове оцінювання (оскільки, при прийнятті рішень на рівні великих підприємств і регіонів, недоречно покладатись на знання та досвід лише однієї окремої особи, навіть, якщо вона є достатньо компетентною);
- застосування парних порівнянь [1], як методу відносних вимірювань, що підвищує достовірність оцінок, отриманих експертним шляхом;
- використання вербальних шкал у процесі парних порівнянь з метою надання необхідного комфорту експертові для достовірного отримання інформації від нього;
- використання точкових(чітких) оцінок (висновок про виключення з розгляду використання при ППР класу нечітких експертних оцінок було зроблено у зв'язку з вибором моделі відносних вимірювань Т.Сааті [2]. Оскільки, модель відносних вимірювань, яка містить у собі аксіоматичне підґрунтя, що судження про переваги об'єктів подаються засобами обмеженої вербальної шкали, врешті, сама по собі, є досить нечіткою і, тому, подальша її „фазифікація” є недоцільною [3]).

Крім того, слід зазначити, що кількість об'єктів, які подаються експертові для оцінювання, рівно як і кількість поділок шкали оцінювання, мають задаватись не більшими ніж  $7 \pm 2$  [4], згідно з психофізичними обмеженнями короткотермінової пам'яті людини щодо одночасного запам'ятовування та відтворення об'єктів. Якщо ж, наприклад, кількість об'єктів для порівняння більша семи (в крайньому випадку, дев'яти), то пропонується проводити розбиття об'єктів на групи (кластери) таким чином, щоб їх кількість у групі була в межах від 5 до 9.

Т.Сааті та К.Пеніветі [5] описують процес розбиття альтернатив на групи (кластеризацію), який є складовою методу аналізу ієрархій, і є необхідним для забезпечення однорідності об'єктів, що порівнюються експертами. Там автори зазначають [5, с.55], що людина, в тому числі експерт, має труднощі при встановленні співвідношень між об'єктами, коли відношення (перевага одного над іншим) більша ніж в 9 разів. Фактично цією умовою обмежується числове значення, що ставиться у відповідність позначці максимальної переваги на шкалі експертного оцінювання.

Для обробки отриманої таким чином експертної інформації вбачається необхідним застосування наступних методів:

- визначення узгодженості індивідуальних оцінок у складі групи експертів;
- визначення показника достатності узгодженості для можливості подальшого узагальнення індивідуальних експертних оцінок;
- підвищення узгодженості задля досягнення достатнього рівня (зворотний зв'язок з експертами);
- агрегації індивідуальних експертних оцінок.

Що ж стосується задачі оцінки варіантів рішень на основі узагальнених експертних знань, то найбільш доцільним вбачається застосування для розрахунків методу цільового динамічного оцінювання альтернатив [6], який вигідно відрізняється від подібних методів:

- дає можливість оцінювати варіанти рішень (альтернатив) при відсутності множини критеріїв, спільної для всіх цих варіантів;
- дозволяє визначати відносну ефективність варіантів рішень з урахуванням динаміки їхніх змін у часі;
- надає можливість визначати пріоритети варіантів рішень, що мають у своєму складі послідовності більш простих рішень;
- дозволяє враховувати одночасно як кількісні, так і якісні параметри моделі.

Вимоги, щодо функціонального складу технології ППР, розглянуті вище, вважаються достатніми для розробки такої технології, нагальна ж необхідність її розробки пов'язується з присутнім недоліком в існуючих технологіях. А саме, у наявних на теперішній час експертних технологіях ППР повнота та адекватність знань, наданих кожним експертом, обмежуються за рахунок того, що експертів апріорно пропонується деяка визначена шкала для введення ним своїх оцінок. З досвіду експертного оцінювання зроблено висновок, що для адекватного, повного, без тиску на експерта отримання від нього знань в деякій предметній області, потрібно, щоб шкала, в якій експертів пропонується проводити оцінювання, найбільшій мірі відповідала його рівню компетентності про предмет експертизи. Спричинення ж тиску на експерта в існуючих технологіях ППР призводить до невідповідності між його уявленнями про предметну область та реалізованою моделлю цієї області.

Виходячи з поставлених вимог, запропоновано технологію експертного оцінювання, основи якої описані в [7-8]. Даний підхід дозволяє одночасно використовувати у процесі експертизи парні порівняння, задані в різних шкалах, а відповідна технологія експертного оцінювання дозволяє експертів при кожному окремому парному порівнянні обирати шкалу з кількістю градацій, що адекватно відображає його компетентність в питанні, яке розглядається. Звичайно, покладати на експерта вибір шкали для оцінювання в прямому сенсі слова (наприклад, вибір зі списку шкал) не є доцільним, бо може бути не зрозумілим для експерта (вузького спеціаліста). Тому, наразі, пропонується можливість поступового збільшення деталізації знань, які надає експерт про предмет експертизи. Наприклад, експертів попередньо пропонується оцінити перевагу однієї альтернативи над іншою в ординальній (порядковій) – найменш деталізованій шкалі (тобто, визначити тільки наявність переваги між альтернативами). Далі – поступово збільшувати деталізацію наданих ним знань шляхом оцінювання у все більш деталізованих шкалах, аж поки експерт не досягне свого рівня компетенції у питанні експертизи і відмовиться від подальшої деталізації.

У відповідності до даної технології, при визначенні чисельного відповідника кожному вербальному виразу шкали, експерти, окремо при виконанні кожного парного порівняння, мають змогу використовувати одну з наступних шкал: ординальну, цілочисельну, збалансовану, степеневу, Ма-Чженга або Донегана-Додд-Макмастера. При проведенні оцінювання в кожній із згаданих кардинальних шкал експерту надається можливість використати кількість поділок в межах від 3 до 9.

Після цього, усі оцінки, задані у вигляді парних порівнянь в різних шкалах, приводяться до уніфікованих значень, при чому, кожній шкалі, у залежності від її ступеня деталізації, присвоюється відповідна вага. Щоб запобігти втраті інформації приведення оцінок виконується до більш деталізованої шкали із усіх, що використовувалися. Власне, процедура уніфікації значень парних порівнянь, заданих у різних шкалах, описана у [8].

Отримані результати парних порівнянь (у загальному випадку – неповних) агрегуються за допомогою комбінаторного групового методу [9], який характеризується вищою ефективністю у порівнянні з іншими методами агрегації [10]. Сутність методу полягає в повному переборі наявних множин, що складаються з мінімальних наборів інформаційно-вагомих елементів матриці парних порівнянь з подальшим усередненням ваг, отриманих за кожною такою множиною. Крім того, метод характеризується універсальністю стосовно можливості обробки як повних, так і неповних матриць парних порівнянь, що є досить корисним при реалізації даної технології експертного оцінювання.

Брак у експерта уявлення про реальні чисельні співвідношення, що відповідають поділкам вербальних шкал, у значній мірі компенсується інформаційними підказками експерту, які передбачені при вводі інформації [7] (див. рис.2).

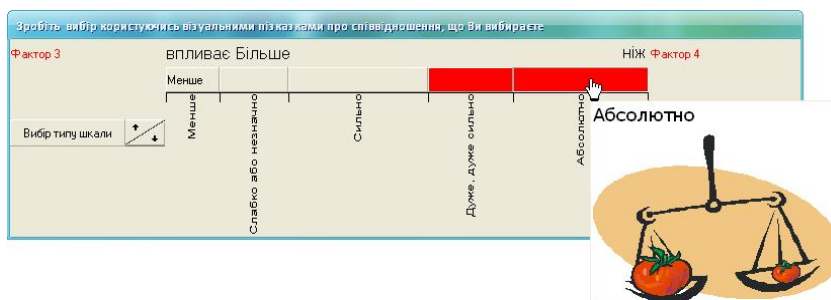


Рис. 2 Приклади інтерфейсу користувача для виконання парних порівнянь

Доцільність застосування запропонованої технології обґрунтовано на основі результатів експериментального дослідження, проведеного лабораторією СППР Інституту проблем реєстрації інформації НАН України. Результати експерименту наведені в [11] підтверджують, що технологія експертного оцінювання, яка використовує різні шкали, має суттєві переваги у порівнянні з іншими, широко розповсюдженими, технологіями, з якими проводилось порівняння. За результатами експерименту, більшість респондентів, які брали участь у експерименті, надали запропонованій технології перевагу і цим підтвердили, що можливість введення оцінок у різних шкалах дійсно дозволяє підвищити ступінь адекватності результатів експертизи. Фактично, експеримент підтвердив доцільність використання запропонованої технології у наявних та при створенні нових СППР, особливо для рівня великих підприємств та регіонального рівня.

#### Література

1. Devid H.A. The Method of Paired Comparisons / H.A. Devid // N.Y.: Oxford Univ. Press. – 1988.
2. Saaty T.L. Scales from Measurement Not Measurement from Scales! [Electronic resource]: Proceedings of MCDM 2004.- Whistler, B.C., Canada.- Aug. 6-11 / T.L. Saaty // Access mode: [http://www.bus.sfu.ca/events/mcdm/MCDMProgram/Papers/AP168 CF Saaty Scales.pdf](http://www.bus.sfu.ca/events/mcdm/MCDMProgram/Papers/AP168%20CF%20Saaty%20Scales.pdf)
3. Saaty T.L. On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process // Thomas L. Saaty and Liem T. Tran / Mathematical and Computer Modelling. – 2007. – 46(7-8). – p.962-975.
4. Miller G.A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information / G.A. Miller // The Psychological Review. – 1956. – 63(2). – p.81-97.
5. Saaty T.L. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences / T. Saaty, K. Peniwati // RWS Publications. Pittsburgh. PA. – 2008.
6. Тоценко В.Г. Об одном подходе к поддержке принятия решений при планировании исследований и развития. Ч2. Метод целевого динамического оценивания альтернатив // В.Г. Тоценко / Проблемы управления и информатики. – №2. – 2001. – С.127-139.
7. 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.
8. Циганок В.В. Агрегація групових експертних оцінок, що отримані у різних шкалах / В.В. Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2011. – т.13. – №4. – С.74-83.
9. Циганок В.В. Метод обчислення ваг альтернатив на основі результатів парних порівнянь, проведених групою експертів / В.В. Циганок // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2008. – т.10, №2. – С.121-127.
10. Tsyganok V.V. Investigation of the aggregation effectiveness of expert estimates obtained by the pairwise comparison method / V.V. Tsyganok // Mathematical and Computer Modelling. – 2010. – v.52, №3-4. – p.538-544.
11. Циганок В.В. Експериментальний аналіз технології експертного оцінювання / В.В. Циганок, П.Т. Качанов, С.В. Каденко, О.В. Андрійчук, Г.А. Гоменюк // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2012. – т.14, №1. – С.91-100.