

## Розділ 3

# ЕКСПЕРТНІ ПРОЦЕДУРИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

---

Експертна інформація відіграє важливу роль при використанні сучасних методів підтримки прийняття рішень. Методи її отримання, представлення й обробки утворюють невід'ємну частину технології підтримки прийняття рішень.

### § 1. Загальні проблеми

При підтримці прийняття рішень використовується експертна інформація двох видів: концептуально-понятійна й оціночна. Інформація першого типу представляє собою формування цілей, критеріїв, альтернатив, визначення принципів оптимальності. Вона представляється у текстовому вигляді природною мовою. До другого виду відноситься інформація про оцінку цілей, критеріїв та альтернатив. При цьому розрізняються абсолютні та відносні оцінки, останні, у свою чергу, поділяються на ординарні й кардинальні. Найкраще, звичайно, мати абсолютні оцінки (вартість засобів для досягнення цілі; час, необхідний на реалізацію рішення; ефективність отриманого рішення), але, як правило, витрати на їхнє отримання дуже великі, а їхня точність, навпаки, низька. Відносні оцінки отримати, як правило, простіше, з іншого боку, "все пізнається у порівнянні" ("Порівняно з шістдесятитонним кашалотом десятитонні самочки здаються мініатюрними" – з TV-передачі "У світі тварин"). У цьому сенсі "абсолютні" оцінки є результатом порівняння деякої альтернативи з усіма можливими.

*Ординарні* оцінки альтернатив являють собою їхні *ранги* (місця) у послідовності переваг за деяким критерієм.

*Кардинальні* оцінки – це числа, що вказують відносну значимість альтернатив, цілей або критеріїв у тому або іншому сенсі у певній шкалі.

Шкали зручно поділити на дві групи – для кількісної та якісної оцінки альтернатив.

Розглянемо основні шкали першої групи. Прикладами оцінок альтернатив в *абсолютній шкалі* є: кількість об'єктів, час виконання роботи,

імовірність реалізації альтернативи тощо. Прикладами оцінок у *шкалі відношень* можуть бути: вага товару у кілограмах, фунтах, пудах; довжина в метрах, футах, сажнях тощо. У *шкалі інтервалів* зберігаються відношення різниць оцінок, початок відліку й масштаб можуть змінюватись (значення температури у шкалах Цельсія, Фаренгейта, Кельвіна).

Для представлення якісних оцінок використовується номінальна шкала, шкали порядку й гіперпорядку. Оцінки у *номінальній шкалі* являють собою номери класів еквівалентності, у які були включені альтернативи внаслідок їхньої класифікації (представлення множини студентів номером навчальної групи, потоку, спеціальності тощо). У *порядковій шкалі* представляються ординарні оцінки альтернатив, що відображають лише порядок альтернатив у ряду переваг за деяким критерієм (наприклад, "важливості", "корисності" тощо). У *шкалі гіперпорядку* зберігаються не лише порядок альтернатив, але й відношення порядку між різницями їхніх оцінок.

При розробці методів обробки експертної інформації необхідно враховувати психофізіологічні властивості людей, особливості їхньої поведінки у процесі прийняття колективних оцінок, особливості пам'яті людини.

Найоб'єднанішою експериментальними даними у даний час є так звана трикомпонентна модель пам'яті [4]. Відповідно до цієї моделі розрізняють три види пам'яті: сенсорну, короткотермінову й довготермінову (так же, як і у комп'ютері: реєстри прийому інформації, оперативна пам'ять й пам'ять на зовнішніх носіях). Різноманіття видів пам'яті проявляється в об'ємі інформації, що зберігається, часі збереження та способі кодування. У *сенсорну* пам'ять інформація поступає від органів відчуттів і зберігається у ній біля третини секунди. Із сенсорної пам'яті інформація переписується в *короткотермінову* пам'ять, де вона зберігається до 30 с й обробляється. Потім інформація або губиться, або надходить у *довготермінову* пам'ять із дуже великою ємністю і дуже великим часом зберігання (ї ємність, і час вважаються практично необмеженими).

Дослідження психологів показують, що процеси прийняття рішень відбуваються за участю саме короткотермінової пам'яті, у яку інформація може надходити із сенсорної й довготермінової. Об'єм короткотермінової пам'яті обмежений  $7 \pm 2$  одиницями (залежно від індивідуума), які називаються *чанками* [4]. При цьому чанком може бути і простий символ, і складний образ, але важливо, що об'єкт, який описується чанком, сприймається людиною як єдиний образ. При порівнянні об'єктів (альтернатив, критеріїв) кожен із них описується чанком. Тому при розробці методів підтримки прийняття рішень число

об'єктів, які повинен порівнювати експерт, необхідно обмежити цим "магічним" числом  $7 \pm 2$ .

Значний теоретичний і практичний інтерес мають оцінки виконання елементарних операцій, що використовуються в методах підтримки прийняття рішень:

✓ "Складні" (С), при виконанні яких ОПР допускає багато протиріч, використовує спрощені стратегії (наприклад, виключає частину альтернатив чи критеріїв).

✓ "Допустимі" (Д), ОПР може виконувати їх із малими протиріччями та з використанням складних стратегій.

✓ "Допустимі при малій розмірності" (ДМ), при невеликій кількості об'єктів ОПР виконує їх достатньо надійно.

✓ "Невизначені" (Н), ОПР може винести лише попередні висновки про допустимість (матимемо тип оцінки НД) або складності (тип оцінки НС) операції.

| №   | Назва елементарної операції                          | Оцінка |
|-----|--|--------|
| 1   | <b>Операції з критеріями</b>                         |        |
| 1.1 | Впорядкування за корисністю                          | НД     |
| 1.2 | Призначення кількісних ваг критеріїв                 | С      |
| 1.3 | Декомпозиція складного критерію на прості            | ДМ     |
| 2   | <b>Операції з оцінками альтернатив за критеріями</b> |        |
| 2.1 | Кількісний еквівалент для якісної оцінки             | НС     |
| 2.2 | Побудова кривої корисності за критерієм              | С      |
| 2.3 | Якісне порівняння змін оцінок двох критеріїв         | Д      |
| 2.4 | Кількісне заміщення для двох критеріїв               | НС     |
| 2.5 | Визначення задовільного значення                     | НД     |
| 3   | <b>Операції з альтернативами</b>                     |        |
| 3.1 | Порівняння двох альтернатив як сукупності оцінок     | ДМ     |
| 3.2 | Порівняння двох альтернатив як цілісних об'єктів     | НД     |
| 3.3 | Знаходження ймовірнісних оцінок для альтернатив      | С      |
| 3.4 | Відношення альтернатив до класів рішень              | ДМ     |
| 3.5 | Кількісна оцінка корисності                          | С      |
| 3.6 | Декомпозиція складної альтернативи на прості         | ДМ     |
| 3.7 | Призначення якісних оцінок імовірностей              | Д      |

Особливо потрібно акцентувати увагу на психологічних аспектах прийняття колективних (групових) рішень. Основи теорії "групової свідомості" були вперше сформульовані у 1971 р. Ірвіном Янісом (Janis). Основні ознаки групової свідомості зводяться до такого: належність до конкретної групи, ізоляція від інших; "стереотипування" інших – інші не розуміють їх; тиск на інакомислячих; загроза групі; ілюзія невразливості, ілюзія однастайності і т. д.

Експериментально доведено, що на ефективність групової свідомості впливають одностайність групи й колективна загроза. Якість групового рішення є гіршим в умовах сильної загрози й сильної одностайності й слабкої загрози та слабкої одностайності, ніж в умовах сильної загрози й слабкої одностайності або слабкої загрози й сильної одностайності.

Наслідком наявності ознак групової свідомості є прийняття "поганих" рішень. Існує декілька підходів до визначення способів утручання з метою компенсування групової свідомості. Так, наприклад, рекомендується запрошення експертів "зовні"; запрошення "адвоката диявола" (тобто людини, яка помічає в інших лише недоліки); застосування методики "виконання декількох ролей" (членам групи пропонується поставити себе на місце інших); стимулювання інтелектуальної боротьби думок у групі, зокрема, захист думок меншості.

**Загальна схема експертизи.** Аналіз існуючих експертиз показує, що у процесі їхньої побудови можна виділити таку послідовність дій.

✓ Дослідник (консультант) знаходить множину "можливих" оцінок  $\Omega$ , у якій знаходиться шукана оцінка.

✓ Дослідник (консультант) визначає множину допустимих оцінок  $\tilde{\Omega}$ , із якої здійснюють вибір експерти.

✓ Кожен експерт вибирає свою оцінку  $a_i = C_i(\tilde{\Omega}) \in \tilde{\Omega}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , тобто розв'язує задачу вибору найкращої оцінки з  $\tilde{\Omega}$ .

✓ Дослідник (аналітик) проводить обробку отриманої від експертів інформації і знаходить результуючу (інтегральну, колективну) оцінку з  $\tilde{\Omega}$ , яка приймається за розв'язок початкової задачі оцінювання.

✓ Якщо отриманий розв'язок не задовольняє дослідника, він може організувати "обернений зв'язок", після чого експерти знову розв'язують відповідні задачі вибору.

На рис. 3.1.1. подано блок-схему експертизи. Її параметри:

$\Omega$  – множина можливих оцінок;  $\tilde{\Omega}$  – множина допустимих оцінок;

$L$  – взаємодія між експертами;  $Q$  – обернений зв'язок;  $\Phi$  – обробка

(відображення  $\tilde{\Omega}^n \rightarrow \Omega$ ).

Назвемо схемою експертизи п'ятірку параметрів, що подані на блок-схемі. Під підготовкою експертизи будемо розуміти попередню розробку схеми експертизи та підбір експертів, під реалізацією експертизи – отримання інформації та її обробку.

*Підготовка експертизи* полягає у конкретизації параметрів:

І. Множина можливих оцінок (ММО) визначається задачею оцінювання, що розв'язується, наприклад, так:

1)  $\Omega = \{0,1\}$ . Відповідна задача попарного порівняння полягає у знаходженні кращого з двох об'єктів  $A$  і  $B$ . При цьому

$$C(\Omega) = \{1 | A \text{ краще за } B; 0 | \text{інакше}\}.$$

2)  $\Omega = \{(i_1, \dots, i_n)\}$  – множина перестановок натуральних чисел від 1 до  $n$ . Відповідна задача ранжування полягає у впорядкуванні об'єктів за спаданням (зростанням) значення деякої ознаки. При цьому  $C(\Omega) = (s_1, \dots, s_n)$ , де  $s_i$  – номер  $i$ -го об'єкта.

3)  $\Omega = \{1, \dots, l\}$ . Відповідна задача класифікації полягає у віднесенні елемента  $x \in S$  до однієї з  $l$  підмножин  $S_1, \dots, S_l$ . При цьому  $C(\Omega) = i$ , якщо  $x \in S_i$ .

4)  $\Omega = E^m$ . Відповідна задача чисельної оцінки полягає у зіставленні системі одного чи декількох чисел. При цьому  $C(\Omega) = a$ , якщо оцінкою системи є вектор  $a \in E^m$ .

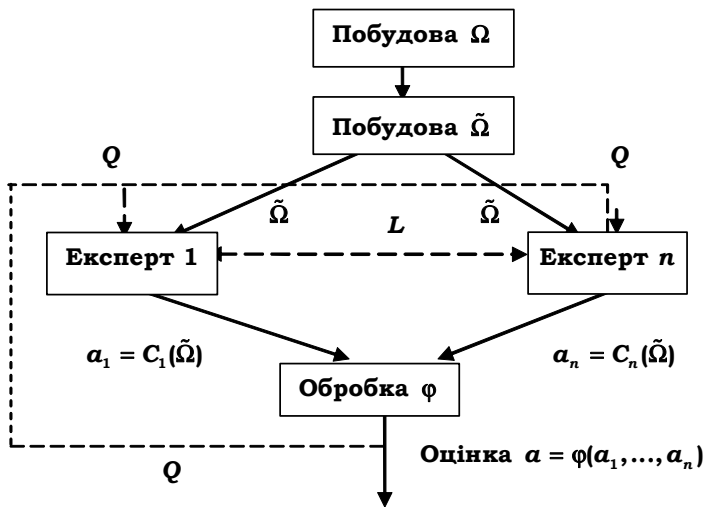


Рис. 3.1.1

II. Множина допустимих оцінок (МДО). Для конкретизації  $\Omega$  необхідно описати вид його представлення експерту, який залежить від форми опитування експерта. Опитування типу *інтерв'ю* передбачає розмову дослідника з експертом, під час якої дослідник ставить питання відповідно з розробленою програмою. До недоліків методу відносяться складність формалізації та високі вимоги до дослідника й експерта.

Найчастіше застосовується форма опитування, що носить назву *анкетування*. Анкета – це набір питань, на які пропонується відповісти експерту. Багатьма дослідженнями встановлено, що людина краще відповідає на "якісні" питання ("гірше-краще"), ніж на кількісні. Рекомендується спочатку формувати загальні питання, потім часткові.

Аналітична форма опитування передбачає тривалу самотійну роботу експерта, направлену на аналіз характерних властивостей і тенденцій системи, що досліджується. Таку форму називають *методом доповідної записки*. Форма доповідної записки часто застосовується як перший етап складнішої експертизи, що дозволяє уточнити напрям досліджень і зміст питань, що будуть задаватись на таких етапах.

III. Виділяють три форми взаємодії експертів (параметр  $L$ ):

- 1) експерти вільно обмінюються інформацією;
- 2) обмін інформацією між експертами регламентовано;
- 3) експерти ізольовані один від одного.

У схемі типу *круглого столу* взаємодія між експертами не регламентована. У процесі обговорення проблеми експерти вільно обмінюються думками, збагачуючись ідеями один одного. Негативний бік, зумовлений підвищеними вимогами до експертів: уміння висловити думку, що не залежить від думки більшості; здатність відмовитись від свого погляду, якщо він виявиться невірним.

Деяка регламентація спілкування експертів у схемі круглого столу дозволяє уникнути вказаних недоліків. Відповідна модифікація називається *методом мозкового штурму* (мозкової атаки). Він полягає у тому, що протягом деякого проміжку часу будь-яка висловлена думка не обговорюється і не відкидається. Обговорення висловлених думок здійснюється на таких етапах після того, як кожен експерт встигає обдумати їх, порівняти зі своєю.

Якщо експерти ізольовані, то кожен висловлює свою думку незалежно від інших. Оцінки окремих експертів при цьому можна розглядати як незалежні реалізації випадкової величини.

IV. Обернений зв'язок в експертизі. Кожному експерту надають результуючу оцінку, разом із деякою іншою інформацією (наприклад, із "найгіршою" й "найкращими" оцінками). На основі одержаних даних експерти уточнюють свої оцінки, після чого процедура повторюється знову, поки не буде одержана узгодженість оцінок, що задовольняє дослідника.

До числа найбільш відомих процедур з оберненим зв'язком відноситься *метод Делфі*. Експертам пропонується відповісти на ряд питань і свої відповіді аргументувати. Аналітик вивчає відповіді експертів і визначає їхню узгодженість. Якщо думки експертів недостатньо узгоджені, то він повідомляє кожному з них додаткові відомості

про систему, а також відповіді на поставлені питання й аргументації інших членів експертної групи. Із врахуванням отриманої інформації експерти знову відповідають на сформульовані питання. Недоліком методу є великі витрати часу на проведення всіх турів опитування та велика трудомісткість процедури, що пов'язана з переглядом думок експертів.

V. Підбір експертів. Спочатку визначається число експертів – воно має бути достатньо великим для того, щоб були всебічно враховані суттєві властивості задачі, з іншого боку, при занадто великій кількості експертів виникають труднощі в організації процедури. Доцільно організовувати групу з 10–20 експертів, хоча можливі відхилення як у більшу, так і меншу сторону.

Коли чисельність групи визначена, переходять до підбору експертів. Для цього визначають перелік задач, що потребують розв'язання, і складають список осіб, що є компетентними спеціалістами у даній (або близьких до даної) області. Крім *компетентності*, хороший експерт повинен мати ще цілий ряд якостей. Основні з них такі: *креативність* – здатність розв'язувати задачі, метод розв'язку котрих, повністю або частково невідомий; *евристичність* – здатність виявляти неочевидні проблеми; *інтуїція* – здатність "вгадувати" розв'язок без його обґрунтування; *предикатність* – здатність "передбачати" розв'язок; *незалежність* – здатність протистояти думці більшості; *всебічність* – здатність бачити проблему з різних поглядів.

Вимоги до експертів залежать також від методу організації експертизи. Так, при роботі експерта у комісії, де експерти вступають у безпосередній контакт, важливе значення набувають психологічні фактори, у першу чергу, сумісність, незалежність. Необхідно враховувати також зацікавленість експерта у результаті експертизи.

У деяких випадках при підборі експертів використовують числові оцінки, що характеризують їхні якості. Такі оцінки мають або статистичний характер, або ґрунтуються на результатах психології та соціології.

Ступінь компетентності експертів, як правило, визначають на основі статистичного аналізу участі експерта у попередніх експертизах, отримуючи так звані ваги експертів  $\alpha_i$ ,  $i = 1, n$ . Нехай  $a_{\Phi j}$  – фактична оцінка у  $j$ -й експертизі,  $a_{ij}$  – оцінка  $i$ -го експерта. Тоді відносна похибка  $i$ -го експерта у  $j$ -й експертизі  $\varepsilon_{ij} = |a_{\Phi j} - a_{ij}| / a_{\Phi j}$ , а його вага

$$\alpha_i = \left( \left( \sum_{s=1}^{k_i} \varepsilon_{is} \right) / k_i \right) / \left( \sum_{i=1}^n \left( \left( \sum_{s=1}^{k_i} \varepsilon_{is} \right) \right) / k_i \right),$$

де  $k_i$  – кількість експертиз, у яких брав участь  $i$ -й експерт; як бачимо,  $\alpha_i$  прямо залежить від його середньої похибки по всіх експертизах, і обернено – від суми середніх похибок усіх експертів, тому  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ .

Ваги експертів можна обраховувати й іншими способами, зокрема, враховувати їхні психофізіологічні характеристики (схильність до ризику, "правдивість", "незалежність", "реалістичність" і т. п.). Задачу визначення ваги експертів, у свою чергу, можна розглядати як задачу обробки експертної інформації. У загальному випадку ваги експертів можна визначати у довільних шкалах, тоді, як правило, їх нормалізують:  $\alpha'_i = \alpha_i / \sum_{i=1}^n \alpha_i$ , де  $\alpha_i$  – вага  $i$ -го експерта у довільній шкалі ( $\alpha_i \geq 0$ ,

$\forall i; \sum_{i=1}^n \alpha_i > 0$ ). Далі вважаємо ваги експертів нормалізованими.

### Контрольні завдання до § 1

1. Що таке ординарні й кардинальні оцінки альтернатив?
2. Оцініть об'єм своєї короткострокової пам'яті (від 1 до 9 одиниць).
3. До чого зводяться основні ознаки "групової свідомості" за І. Янісом?
4. Опишіть схему експертизи.
5. Методами круглого столу, мозкового штурму, Делфі оцінити перспективи розвитку "штучного інтелекту" [32]:
  - 5.1. Чи можливе створення "розумних" машин?
  - 5.2. Для чого створювати "розумні" машини?
  - 5.3. Чи потрібно створювати "розумні" машини?
6. Оцінити (за шестибальною шкалою: "дуже висока" – 5, "висока" – 4, "середня" – 3, "низька" – 2, "дуже низька" – 1, "нульова" – 0) власну та "сусіда": креативність, евристичність, інтуїцію, предикатність, незалежність, усебічність. Порівняти оцінки (самого себе та вас "сусідом"). Зробити висновки.
7. Оцінити степінь своєї компетентності з прогнозування рахунків футбольних матчів на основі прогнозів за тиждень і місяць (ті, хто апіорі оцінює свою футбольну компетентність як нульову, може оцінити свою компетентність прогнозуванням погоди, індексу інфляції, політичних змін тощо).