

# ІДЕНТИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЕКСПЕРТІВ ЗА ДАНИМИ БАГАТООБ'ЄКТНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ З РІЗНИМИ РОЗПОДІЛАМИ ЗАШУМЛЕННЯ

Є. В. Циба<sup>1</sup>, О. Є. Архипов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## Анотація

В роботі запропоновано математичні моделі компетентності експерта, призначені для знаходження оцінок рівня компетентності експерта за даними, отриманими ним у багатооб'єктній експертизі. Моделювання результатів експертизи проводилося з різними розподілами зашумлення, а саме: нормального, рівномірного та лапласового. Для визначення структури моделі використано метод крокової регресії. Як результат наведено найкращі з отриманих моделей.

**Ключові слова:** багатооб'єктна експертиза, компетентність експерта, метод крокової регресії

## Вступ

Галузь захисту інформації (ЗІ) – одна з галузей, які використовують експертні оцінювання для різних цілей. Вона є відносно новою сферою людської діяльності, в якій триває процес накопичення, аналізу та структуризації інформації. Наприклад, експертні оцінювання використовують при проектуванні та побудові комплексних систем захисту інформації, обчисленні інформаційних ризиків, визначення рівня відомостей, що містять інформацію з обмеженим доступом [1].

Оцінки експерта – це основне джерело інформації про об'єкт при використанні методу експертного оцінювання[2]. Таким чином, експертні оцінки ґрунтуються виключно на оцінках експертів, зроблених стосовно цього питання.

Дуже часто проблема вибору складу експертної комісії постає у нових галузях, в яких ще не сформувалась достатня кількість спеціалістів, які б відповідали за рівнем своєї підготовки вимогам, що пред'являються рівню експерта. Тому виникає питання, як оцінити компетентність експерта вже після проведення експертизи сформованої експертної комісії без попередньої оцінки компетентностей.

## Методика та побудова моделі компетентності експерта

Багатооб'єктна експертиза (БОЕ) – вид колективної експертизи, в якій бере участь група з  $N$  експертів, кожен з яких здійснює індивідуальну експертизу однієї й тієї ж сукупності з об'єктів. Особливістю БОЕ є достатньо великі обсяги об'єктів, щодо яких здійснюється експертиза. В сфері ЗІ характерним прикладом об'єктів БОЕ є переліки типових загроз [3], для яких експертами визначаються суб'єктивні ймовірності їх реалізації, характеристики важливості (або вартості) інформації, що становить об'єкт

захисту, інші дані, що потім застосовуються при побудові системи ЗІ [4].

Для того, щоб зрозуміти, яким чином оцінити компетентність експерта потрібно отримати спосіб чисельно представити чи розрахувати цю характеристику. Тому перш за все завдання зводиться до побудови моделі компетентності, яка дозволить проводити чисельні розрахунки.

Для цього проводиться імітаційний експеримент, сутність якого – штучне відтворення вибірки експертних даних, для якої на заздалегідь відомий тестовий профіль «правильних» оцінок накладено шуми (помилки експертів), характер яких у кожному окремому випадку дозволяє змоделювати той чи інший тип поведінки експерта в процесі експертизи.

Отримані в ході БОЕ значні за обсягом послідовності індивідуальних експертних оцінок  $Z_j$ ,  $j=1, N$  серед іншого містять певну інформацію про особисті якості відповідного  $j$ -ого експерта, в тому числі про рівні його компетентності, знання яких актуально для організації ефективної обробки результатів експертизи.

Якщо прийняти до уваги те, що отримані оцінки  $N$  експертів над об'єктами може бути представлений матрицею

$$Z = [Z_{ij}] = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{M1} & \cdots & z_{MN} \end{bmatrix} = [Z_1, Z_2, \dots, Z_N] \quad (1)$$

а значення оцінок, отриманих від  $j$ -ого експерта, як

$$Z_j = [Z_{1j}, Z_{2j}, \dots, Z_{Mj}]^T \quad (2)$$

можна зазначити, що кожний компонент  $z_{ij}$  має в собі інформативну складову  $x_{ij}$  та випадкову похибку  $e_{ij}$ .

Аналізуючи дані (1) можна побудувати модель компетентності експерта у вигляді залежності

$$C = a_0 + a_1 X_1 + \dots + a_n X_1 X_2 \dots X_k + \dots \quad (3)$$

використовуючи значення компетентності  $C$ , функціонально пов'язані з розрахованими за результатами кластерного аналізу експертних даних у  $M$ -мірному ознаковому просторі з евклідовою метрикою, де кожному об'єкту класифікації (експертові) відповідає точка з координатами  $(z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj})$ , що називається образом  $j$ -того експерта. Для цього після виділення кластера нормальних експертів визначаються координати його центра  $(z_{10}, z_{20}, \dots, z_{M0})$  як

$$z_{i0} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_{ij} \quad (4)$$

а потім оцінюються відстані між центром й образом кожного з  $N$  експертів:

$$r_j = \left[ \sum_{i=1}^n (z_{ij} - z_{i0})^2 \right]^{1/2}, j = \overline{1, N} \quad (5)$$

За цими значеннями також розраховуються нормовані відстані  $r_{norm}$

$$z_{norm} = \frac{r_j}{l_{max} \sqrt{M}} \quad (6)$$

Що залежать від кількості експертів та розглянутих об'єктів експертизи.

Нормовані відстані потім перетворюються в набір значень оцінок індивідуальних компетентностей експертів:

$$\{c_j^1\}, \{c_j^2\}, \{c_j^3\} \dots j = \overline{1, N},$$

де

$$= \mathbb{F}(r_{norm}) = (0.033e^{1.5r_{norm}} + 0.967)^{-1}, \forall r_i = \overline{1, N} \quad (7)$$

## Аналіз моделі компетентності експерта та результати досліджень

Вибір структури цієї моделі виконується у два етапи (рис. 1): спочатку реалізується генерація можливих варіантів перерахунку  $c^{(k)} = \mathbb{F}_k(r)$  (перший етап), потім – власне побудова моделі компетентності шляхом перебору можливих варіантів моделей за кожним  $c^k$  (другий етап).

Для знаходження моделі використовуються такі статистики та їх комбінації, індивідуально характеризуючи кожного експерта:

- середнє відхилення оцінок  $j$ -ого експерта

$$\delta_j = \sum_{i=1}^n \delta_{ij} / M \quad (8)$$

- вибіркового другого початкового моменту

$$\mu_j = \sum_{i=1}^n \delta_{ij}^2 / M \quad (9)$$

- вибіркова дисперсія

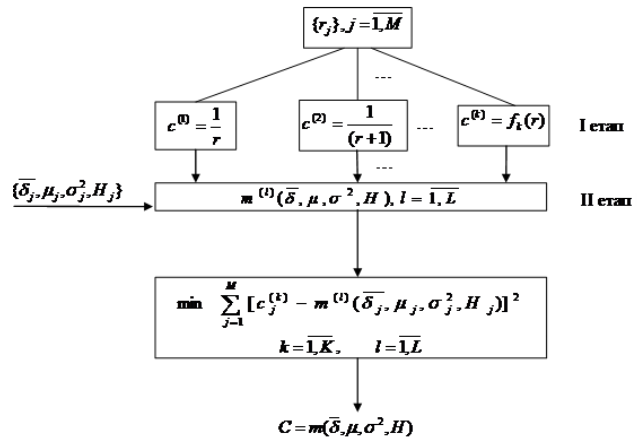


Рис. 1. Процедура побудови компетентності експерта

$$\sigma_j^2 = \sum_{i=1}^n (\delta_{ij} - \bar{\delta}_j)^2 / (M - 1) \quad (10)$$

- оцінка ентропії відхилень  $j$ -того експерта

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \lg p_i \quad (11)$$

При проведенні моделювання багатооб'єктної експертизи на кроці накладання шумів на справжні оцінки об'єктів були додані похибки з різними математичними розподілами: нормального, рівномірного та лапласового. Таким чином, кожен експерт мав набір оцінок за всіма об'єктами експертизи, які складались зі справжньої оцінки та деякої похибки оцінювання.

Для ідентифікації структури моделі використовувався метод крокової регресії. В результаті обчислень для кожного випадку накладання шумів була отримана модель, яка за своїми характеристиками задовольняє вимогам щодо якості моделі:

- модель для нормального розподілу зашумлення

$$C = a_0 + a_1 \sigma^2 \mu + a_2 \mu + a_3 \mu^2 + a_4 \delta \sigma^2, \\ a_0 = 0.97, a_1 = 3.3 \cdot 10^{-4}, a_2 = -0.027, \\ a_3 = -2.8 \cdot 10^{-4}, a_4 = -3.3 \cdot 10^{-4} \quad (12)$$

- модель для рівномірного розподілу зашумлення

$$C = a_0 + a_1 \sigma^2 + a_2 \delta^2 + a_3 \delta \sigma^2 + a_4 \delta H, \\ a_0 = 0.985, a_1 = -0.02, a_2 = -0.025, \\ a_3 = -6 \cdot 10^{-4}, a_4 = 1.5 \cdot 10^{-5} \quad (13)$$

- модель для лапласового розподілу зашумлення

$$C = a_0 + a_1 \mu + a_2 \sigma^2 + a_3 \delta^2 \\ a_0 = 0.98, a_1 = -0.03, \\ a_2 = 0.02, a_3 = -0.002 \quad (14)$$

За результатами аналізу й обробки даних експертних опитувань отримана модель компетентності експерта, застосування якої дозволяє значно спростити процедуру оцінювання компетентності, зокрема, стає можливим безпосереднє обчислення потрібної оцінки з набору експертних даних (8), (9), (10), (11). При цьому відпадає необхідність виконання досить складної процедури кластерного аналізу, результати

якої не завжди допускають легку й прозору інтерпретацію отриманих результатів, зокрема об'єктивне виділення кластера «нормальних» експертів.

Вирази (12), (13), (14) дають можливість кількісно оцінити рівні компетентності кожного з експертів, що брали участь у БОЕ, не вдаючись до попереднього обчислення нормованої відстані  $r_{norm}$  [5].

Для цього по відповідному  $j$ -му експерту вектору оцінок помилок експертизи  $E_j, j = \overline{1, N}$  спочатку обчислюються вибірккові значення моментних характеристик  $\delta, \sigma^2, \mu, H$ , після чого за формулою розраховуються відповідні рівні компетентності.

## Висновки

Розглянуто можливість оцінювання якості роботи експерта за даними, отриманим у ході проведення експертизи. Запропоновано декілька моделей для оцінювання компетентності експертів. Очевидно, що задовольнитися якоюсь єдиною формою моделі компетентності не є прийнятним засобом гарантованого вирішення проблеми аномальних експертів. Більш виваженим її розв'язком буде підхід, що базується на використанні кількох модельних форм та розрахованих за ними оцінок компетентності експертів. Прийняття остаточного рішення за цими даними

має залишитися за обробником, точніше за особою, що приймає рішення.

## Перелік використаних джерел

1. Коммерческая тайна и экономическая безопасность бизнеса // Защита информации. Конфидент, №2(50) / В. Ф. Шпак — Защита информации. Конфидент, №2(50), 2003. — 20-26 с.
2. Технология оценки персонала службы безопасности — Защита информации. Конфидент, №3(51), 2005. — 59 с.
3. Осинский О., Чернышев А. Методика формирования профиля защиты информационных технологий // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні. — 2003. — № 7. — с. 7–10.
4. Петренко С. А., Симонов С. В. Управление информационными рисками. Экономически оправданная безопасность. — М.: Компания Ай Ти; ДМК Пресс, — 2004. — 348 с.
5. Архипов О. Є., Архіпова С. А. Оцінювання якості роботи експертів за даними багатооб'єктної експертизи. — 2011. — № 4 (53). — с. 45–54.