

Когнітивна комп'ютерна графіка для аналізу узгодженості експертних оцінок

Запропоновано методику з застосуванням когнітивної комп'ютерної графіки для визначення в групі експертів високоузгоджених підгруп та експертів-«єретиків» з суттєво відмінними думками. Розглянуто різні політики прийняття рішень з урахуванням результатів оброблення експертних оцінок.

Застосування експертних оцінок у науково-технічному прогнозуванні має давню історію [1–16]. Нове дихання методи експертних оцінок отримали останнім часом у менеджменті, маркетингу, управлінні проектами, оцінці технологій (technology assessment), форсайтних дослідженнях та багатьох інших галузях [17, 18].

Методи визначення показників узагальної думки експертів та ступеню узгодженості їхніх думок запропоновано в працях [4–8].

Особливої уваги заслугоує питання визначення в певній групі опитаних експертів високоузгоджених підгруп та поодиноких експертів (так званих «єретиків»), чії оцінки суттєво відрізняються від узагальної (усередненої) оцінки всієї групи. Різні підходи до вирішення цього питання запропоновано в [5–8] і розвинуто в [19] як когнітивну графіку для аналізу узгодженості експертних оцінок. Когнітивна графіка — це сукупність прийомів і методів образної презентації умов задачі, що дозволяє побачити її рішення чи отримати підказку для його знаходження [20, 21].

Дану статтю присвячено комп'ютерному втіленню одного з підходів до визначення високоузгоджених підгруп експертів і виявлення «єретиків» (базова методика) [19] та його подальшої модернізації.

Застосування комп'ютера дозволяє наочно зобразити розподіл взаємної узгодженості експертних оцінок, надає можливість визначати наявність високоузгоджених підгруп експертів і так званих «єретиків», чітко їх ідентифікувати та розраховувати показники узагальної думки і ступеню узгодженості їхніх оцінок для кожної підгрупи. Окремий інтерес має визначення ступеня узгодженості (або розбіжності) узагальнених оцінок різних підгруп.

Із багатьох різновидів експертних оцінок обрано рангові експертні оцінки важливості (доцільності, актуальності, критичності тощо) певних об'єктів (напрямок розвитку, проблемних зон, задач, варіантів тощо).

Застосування рангових методів базується на тому, що кожному членові певної сукупності завжди можна надати ранг, відповідний його розташуванню на шкалі [22]. Ранжування — менш точний, порівняно, наприклад, з оцінками в балах, спосіб відображення впорядкованого відношення між членами сукупності — менш точний тому, що він не дає відомостей про те, наскільки близько розташовані на шкалі різні члени сукупності. Проте, втрачаючи в точності, ранжування виграє в інваріантності щодо розтягування чи стиснення шкали, оскільки, якщо розтягнути чи стис-

нути шкалу (навіть розтягнути чи стиснути по-різному в її різних областях), ранжування не зміниться.

Ця властивість рангової оцінки є вельми важливою, оскільки при бальній оцінці вкрай важко забезпечити однозначне розуміння всіма експертами ціни бала. Зведення ж оцінок до рангів (ранжування бальних оцінок) завдяки вказаній інваріантності ранжування дозволяє усунути цю складність.

Суть базової та модернізованої методик визначення високоузгоджених підгруп експертів і виявлення «еретиків» із застосуванням когнітивної комп'ютерної графіки продемонстровано на умовному прикладі оцінки двадцятьма експертами десяти проблемних зон.

Вихідними даними є оцінки кожного з m експертів ($m = 20$) важливості (доцільності, актуальності, критичності тощо) n проблемних зон ($n = 10$). Рангові оцінки представлені числами натурального ряду від 1 до 10. Ранг 1 відповідає найвищій важливості (доцільності, актуальності, критичності тощо) проблемної зони, ранг 10 — найнижчий.

Умовні вхідні дані представлено в таблиці 1.

Визначення узагальноної оцінки експертів

Знаходимо суми рангів по кожній проблемній зоні та ранжуємо їх. C_{ij} — ранг, призначений i -тим експертом ($1 \dots i \dots m$) j -тій проблемній зоні ($1 \dots j \dots n$). Проблема зона, яка отримала найменшу суму рангів, є найбільш важлива (доцільна, актуальна, критична тощо), а проблемна

Таблиця. 1.

Вихідні дані — рангові оцінки 20-ма експертами 10-ти проблемних зон

	Зона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Експерт А	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	Експерт В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	Експерт С	2	1	3	4	6	7	5	8	9	10
4	Експерт D	8	9	10	7	6	5	4	3	2	1
5	Експерт E	4	7	8	10	6	5	9	3	2	1
6	Експерт F	1	8	6	5	4	9	2	7	10	3
7	Експерт G	5	8	10	3	9	6	7	2	4	1
8	Експерт H	5	7	6	1	9	8	3	10	4	2
9	Експерт I	1	2	3	4	8	9	7	10	5	6
10	Експерт J	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
11	Експерт K	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3
12	Експерт L	8	2	1	4	5	10	7	9	3	6
13	Експерт M	8	9	10	7	6	5	4	3	2	1
14	Експерт N	7	6	1	8	10	3	5	9	2	4
15	Експерт O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Експерт P	1	9	10	5	4	3	2	8	6	7
17	Експерт Q	5	9	1	3	4	6	10	2	8	7
18	Експерт R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	Експерт S	1	2	3	4	5	6	10	9	7	8
20	Експерт T	6	7	9	10	3	4	5	8	2	1

зона, яка отримала найбільшу суму рангів — найменш важлива (доцільна тощо).

Для нашого прикладу отримуємо наступні результати (табл.2):

Зрозуміло, що середніх показників недостатньо, бо вони не відображають особливостей міркувань експертів. Не-

достатність середньостатистичної інформації особливо проявляється у випадку, коли спеціалістів екстра-класу (експертів) відносно мало і вони вузькопрофільні, їх функціональні обов'язки рідко охоплюють більше 20% можливостей компанії. Тому потрібен подальший аналіз.

Таблиця 2.

Ранги важливості проблемних зон

Зона	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сума пріоритетів	89	115	112	108	120	123	119	122	99	93
Ранг критичності	1	6	5	4	8	10	7	9	3	2

Аналіз узгодженості оцінок групи експертів

Коефіцієнт конкордації W характеризує ступінь узгодженості оцінок експертів. Він змінюється в межах від 0 (повна неузгодженість) до 1 (повна узгодженість) і обчислюється за формулою:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{K}$$

$$K = m^2(n^2 - n);$$

m — кількість експертів;

n — кількість проблемних зон;

d_j — відхилення суми рангів, призначених j -тій проблемній зоні всіма експертами, від M — середнього арифметичного сум рангів, призначених усім проблемним зонам усіма експертами.

M обчислюється за формулою:

$$M = \frac{m(n+1)}{2}$$

d_j обчислюється за формулою:

$$d_j = \sum_{i=1}^m C_{ij} - M$$

Низьке значення коефіцієнта конкордації W свідчить про високу розбіжність оцінок серед експертів усієї

групи. Ця розбіжність може бути обумовлена наявністю підгруп експертів, всередині яких узгодженість оцінок, а отже й значення коефіцієнта W , високі, але усереднена оцінка експертів однієї підгрупи протилежна усередненій оцінці експертів іншої підгрупи. Крім того, можлива значна розбіжність між оцінкою одного або кількох експертів і узагальненою оцінкою більшості експертів.

Важливо визначати підгрупи експертів, всередині яких узгодженість оцінок висока, а також експертів, які мають оригінальну точку зору, що значною мірою відрізняється від оцінки більшості. На подальших етапах формування й оцінки проблемних зон, а також формування й оцінки варіантів їх вирішення це дозволить або підсилити позицію більшості експертів, або приєднатися до підгрупи, а можливо і до окремого експерта, чий оцінки суттєво відрізняються від позиції більшості.

Для виявлення таких підгруп або окремих експертів підраховуємо коефіцієнти парної рангової кореляції ρ_{ab} для всіх пар експертів за формулою:

$$\rho_{ab} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n \psi_j^2}{\frac{1}{6}(n^3 - n)}$$

Тут Ψ_j — різниця (по модулю) рангів, призначених експертами α і β j -тій проблемній зоні: $\Psi_j = |C_{\alpha j} - C_{\beta j}|$

Кількість усіх пар експертів дорівнює $m(m-1)/2$.

Коефіцієнт парної рангової кореляції може приймати значення в межах: $-1 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +1$.

Значення $\rho_{\alpha\beta} = +1$ свідчить про повне співпадіння ранжувань, призначених експертами α і β (повна узгодженість оцінок цих експертів). Значення $\rho_{\alpha\beta} = -1$ свідчить про протилежність ранжувань, призначених експертами α і β (оцінка одного експерта прямо протилежна оцінці іншого).

Наочне виявлення взаємної узгодженості кожної з усіх $m(m-1)/2$ пар експертів можливе за допомогою матриці розмірністю $m \times m$, комірки якої забарвлюються різними відтінками червоного кольору, якщо $0 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +1$, та синього кольору, якщо $-1 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq 0$. Колір тим темніший, чим ближче значення $\rho_{\alpha\beta}$ до $+1$ для червоного кольору і $\rho_{\alpha\beta}$ ближче до -1 для синього кольору. Для значень $+0,75 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +1$ комірки забарвлюються у темно-червоний колір, для $+0,50 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +0,74$ — у червоний, для $+0,25 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +0,49$ — у світло-червоний, для $+0,01 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq +0,24$ — у рожевий, для $-1 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq -0,75$ — у темно-синій, для $-0,74 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq -0,50$ у синій, для $-0,49 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq -0,25$ — у блакитний, для $-0,24 \leq \rho_{\alpha\beta} \leq -0,01$ — у світло-блакитний кольори. У чорно-білому варіанті — чим темніший відтінок, тим $|\rho_{\alpha\beta}|$ ближче до $+1$, від'ємні значення виділені курсивом. Оскільки $\rho_{\alpha\beta} = \rho_{\beta\alpha}$, то матриця симетрична відносно головної діагоналі.

Для нашого випадку (табл.3), значення коефіцієнту конкордації між усіма експер-

тами $W = 0,042$, що свідчить про значний рівень неузгодженості думок експертів.

Виявлення високоузгоджених підгруп експертів (базова методика) [19]

1) розглядаємо значення коефіцієнтів парної рангової кореляції $\rho_{\alpha\beta}$ як „відстані” між експертами у n -вимірному просторі (чим більше $\rho_{\alpha\beta}$, тим „ближчі” експерти α і β один до одного);

2) обираємо в матриці коефіцієнтів парної рангової кореляції пару експертів α і β , „відстань” між якими мінімальна (для якої $\rho_{\alpha\beta}$ максимальний); ці експерти утворюють перші два члени високоузгодженої підгрупи;

3) підраховуємо „відстані” всіх інших $(m-2)$ експертів, як від експерта α , так і від експерта β ;

4) приєднуємо до високоузгодженої підгрупи експерта γ , для якого „відстань” з усіх підрахованих у пункті 3) „відстаней” є найменшою;

5) підраховуємо „відстані” всіх інших $(m-3)$ експертів як від експерта α , так і від експерта β та експерта γ ;

6) приєднуємо до високоузгодженої підгрупи експерта δ , для якого „відстань” є найменшою з усіх підрахованих у пункті 5) „відстаней”;

7) і так далі до останнього $m-1$ експерта;

8) виводимо на екран матрицю виявлення високоузгоджених підгруп, в якій послідовність рядків та стовпчиків відповідає послідовності формування високоузгоджених підгруп.

Результати виявлення високоузгоджених підгруп експертів на онові базової методики наведено в табл.4.

Виявлення високоузгоджених підгруп експертів (модернізована методика)

Методика подібна до базової, проте пункти 4) — 7) опрацьовуються по іншому алгоритму:

4*) приєднуємо до високоузгодженої підгрупи експерта γ , для якого сума

„відстаней” з усіх підрахованих у пункті 3) „відстаней” є найменшою (максимум по сумі $\rho_{\alpha\gamma} + \rho_{\gamma\beta}$);

5*) підраховуємо „відстані” всіх інших ($m - 3$) експертів як від експерта α , так і від експерта β та експерта γ ;

6*) приєднуємо до високоузгодженої підгрупи експерта δ , для якого сума „відстаней” є найменшою з усіх підрахованих у пункті 5*) „відстаней” (максимум по сумі $\rho_{\alpha\delta} + \rho_{\delta\gamma} + \rho_{\delta\beta}$);

7) і так далі до останнього $m-1$ експерта.

Результати виявлення високоузгоджених підгруп експертів на основі модернізованої методики наведено в табл.5. Для полегшення сприйняття відмінності в обох методиках підкреслено подвійною лінією.

Пояснення доцільності переходу до модернізованої методики

У базовій методиці кожен наступний експерт приєднується до групи за принципом мінімальної відстані (максимальне ρ) у n -вимірному просторі до будь-якого з експертів цієї групи. Проте, мінімальна відстань до котрогось з експертів групи не означає, що цільовий експерт має думки, найбільш подібні до думок групи.

Цю думку відображено на рис. 1 для чотирьох експертів — α , β , γ , δ у випадку двох проблемних зон (двовимірний простір) з зазначенням відстаней.

Основна перевага модернізованої методики — гарантовано високоузгоджені групи експертів з найбільш відмінними думками виявляться найбільш віддаленими на основній діагоналі в матриці коефіцієнтів парної рангової кореляції з виявленими високоузгодженими групами експертів. У базовій методиці цю пару найбільш віддалених підгруп знаходять почерговим перебором значень функції кореляції між підгрупами.

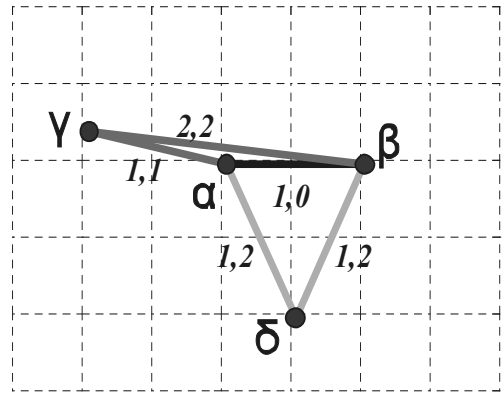


Рис. 1. Пояснення доцільності переходу до модернізованої методики

На етапах 1) — 3) узгодження за обома методиками вибирається пара α , β так, що $\rho_{\alpha\beta} = \max\{\rho_{\alpha\beta}; \rho_{\alpha\delta}; \rho_{\delta\gamma}; \rho_{\delta\beta}; \rho_{\alpha\gamma}; \rho_{\gamma\beta}\}$.

На етапах 4) — 7) за базовою методикою вибирають експерта γ (α , β , γ), оскільки $\rho_{\alpha\gamma} = \max\{\rho_{\alpha\delta}; \rho_{\delta\beta}; \rho_{\alpha\gamma}; \rho_{\gamma\beta}\}$, хоча в цілому розбіжність думок γ і (α , β) більше, ніж у δ і (α , β).

На етапах 4*) — 7*) за модернізованою методикою вибирається експерт δ (α , β , δ), тому що $(\rho_{\alpha\delta} + \rho_{\delta\beta}) = \max\{\rho_{\alpha\delta} + \rho_{\delta\beta}; \rho_{\alpha\gamma} + \rho_{\gamma\beta}\}$.

Аналіз результатів групування

9) у разі існування високоузгоджених підгруп на головній діагоналі матриці з'являться червоні прямокутники, кожен з яких представляє таку підгрупу; від верхніх лівих кутків цих червоних прямокутників до їхніх правих нижніх кутків колір комірок матриці змінюється послідовно від темно-червоних до рожевих.

У нашому випадку є дві високоузгоджені підгрупи.

10) визначаємо, які саме експерти належать до підгрупи, коефіцієнт конкордації W для неї та середнє арифметичне ранжування цієї підгрупи.

Для нашого прикладу:

— 1-а підгрупа (1. Експерт А — 10. Експерт J — 4. Експерт D — 13. Експерт M) $W=0,976$, що свідчить про практично однакові думки всередині підгрупи;

— 2-а підгрупа (19. Експерт S — 2. Експерт B — 15. Експерт O — 18. Екс-

Таблиця 3. Матриця коефіцієнтів парної рангової кореляції

	1.Експерт А	2.Експерт В	3.Експерт С	4.Експерт D	5.Експерт E	6.Експерт F	7.Експерт G	8.Експерт H	9.Експерт I	10.Експерт J	11.Експерт K	12.Експерт L	13.Експерт M	14.Експерт N	15.Експерт O	16.Експерт P	17.Експерт Q	18.Експерт R	19.Експерт S	20.Експерт T	
1.Експерт А																					
2.Експерт В	-1,000																				
3.Експерт С	-0,952	0,952																			
4.Експерт D	0,952	-0,952	-0,927																		
5.Експерт E	0,552	-0,552	-0,673	0,648																	
6.Експерт F	-0,200	0,200	0,224	-0,079	-0,164																
7.Експерт G	0,576	-0,576	0,697	0,648	0,552	0,030															
8.Експерт H	0,139	-0,139	0,697	0,164	-0,176	0,358	0,358														
9.Експерт I	-0,673	0,673	0,697	0,224	-0,224	0,430	0,430	0,430													
10.Експерт J	1,000	-1,000	0,576	0,576	0,576	-0,673	-0,673	-0,673	0,576												
11.Експерт K	0,273	-0,273	0,321	0,321	0,321	0,127	0,127	0,127	0,273	0,273											
12.Експерт L	-0,261	0,261	0,345	-0,430	-0,321	-0,212	-0,418	0,261	0,345	0,345	0,079										
13.Експерт M	0,952	-0,952	0,648	0,648	0,648	0,697	0,697	0,697	0,648	0,648	0,648	0,648									
14.Експерт N	0,188	-0,188	0,285	0,285	0,285	0,212	0,212	0,212	0,188	0,188	0,188	0,188	0,188								
15.Експерт O	-1,000	1,000	0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952							
16.Експерт P	-0,079	0,079	0,018	0,018	0,018	0,079	0,079	0,079	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018						
17.Експерт Q	-0,236	0,236	0,067	-0,333	-0,103	0,006	0,006	0,006	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236					
18.Експерт R	-1,000	1,000	0,952	-0,952	-0,952	0,200	0,200	0,200	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952	0,952				
19.Експерт S	-0,891	0,891	0,770	-0,842	-0,261	0,042	0,042	0,042	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891			
20.Експерт T	0,600	-0,600	-0,648	0,673	0,661	0,006	0,006	0,006	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600

Таблиця 4. Матриця коефіцієнтів парної рангової кореляції з виявленими високоузгодженими групами експертів по базовій методиці

1.Експерт А	1,000	0,952	0,952	0,576	0,600	0,552	0,273	0,139	-0,673	-0,891	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-0,952	-0,952	-0,952	-0,261	-0,200	-0,079	0,188	-0,236
10.Експерт J	1,000	0,952	0,952	0,576	0,600	0,552	0,273	0,139	-0,673	-0,891	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-0,952	-0,952	-0,952	-0,261	-0,200	-0,079	0,188	-0,236
4.Експерт D	0,952	0,952	1,000	0,697	0,673	0,648	0,321	0,164	-0,624	-0,842	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,927	-0,927	-0,927	-0,430	-0,079	0,139	0,042	-0,333
13.Експерт M	0,952	0,952	1,000	0,697	0,673	0,648	0,321	0,164	-0,624	-0,842	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,952	-0,927	-0,927	-0,927	-0,430	-0,079	0,139	0,042	-0,333
7.Експерт G	0,576	0,697	0,697	0,697	0,176	0,552	0,576	0,358	-0,224	-0,418	-0,576	-0,576	-0,576	-0,576	-0,576	-0,600	-0,600	-0,600	-0,418	0,030	0,055	-0,152	-0,018
20.Експерт T	0,600	0,673	0,673	0,176		0,661	0,067	0,055	-0,297	-0,394	-0,600	-0,600	-0,600	-0,600	-0,600	-0,648	-0,648	-0,648	-0,212	0,006	0,285	0,212	-0,552
5.Експерт E	0,552	0,673	0,673	0,552	0,661		0,721	0,067	-0,224	-0,394	-0,600	-0,600	-0,600	-0,600	-0,600	-0,648	-0,648	-0,648	-0,212	0,006	0,285	0,212	-0,552
11.Експерт K	0,273	0,321	0,321	0,576	0,600	0,661		-0,079	0,430	0,055	-0,176	-0,079	-0,079	-0,079	-0,079	-0,139	-0,139	-0,139	0,261	0,176	0,285	0,212	-0,103
8.Експерт H	0,139	0,164	0,164	0,358	0,358	0,055	-0,079		0,430	-0,055	-0,176	-0,079	-0,079	-0,079	-0,139	-0,139	-0,139	0,261	0,176	0,285	0,212	-0,103	
9.Експерт I	-0,673	-0,624	-0,624	-0,224	-0,297	-0,224	0,127	0,430		0,782	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,588	0,212	-0,103	0,212	-0,079
19.Експерт S	-0,891	-0,842	-0,842	-0,418	-0,394	-0,418	-0,055	-0,055	0,782		0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,891	0,406	0,042	-0,067	-0,042	0,261
2.Експерт B	-1,000	-0,952	-0,952	-0,576	-0,600	-0,576	-0,273	-0,139	0,673	0,891		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,261	0,200	0,079	-0,188	0,236
15.Експерт O	-1,000	-0,952	-0,952	-0,576	-0,600	-0,576	-0,273	-0,139	0,673	0,891	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,261	0,200	0,079	-0,188	0,236
18.Експерт R	-1,000	-0,952	-0,952	-0,576	-0,600	-0,576	-0,273	-0,139	0,673	0,891	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,261	0,200	0,079	-0,188	0,236
3.Експерт C	-0,952	-0,927	-0,927	-0,600	-0,648	-0,600	-0,321	-0,139	0,697	0,770	0,952	0,952	0,952		0,952	0,952	0,952	0,952	0,345	0,224	0,018	-0,139	0,067
12.Експерт L	-0,261	-0,430	-0,430	-0,418	-0,212	-0,321	0,079	0,261	0,588	0,406	0,261	0,261	0,261	0,261	0,261	0,261	0,261	0,261	0,212	-0,212	-0,612	0,297	0,030
6.Експерт F	-0,200	-0,079	-0,079	0,030	0,006	-0,164	-0,224	0,358	0,212	0,042	-0,164	-0,224	-0,224	-0,224	-0,224	-0,224	-0,224	-0,224	0,479		0,479	-0,358	0,006
16.Експерт P	-0,079	0,139	0,139	0,055	0,285	-0,067	-0,467	0,176	-0,103	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,067	-0,612	0,479		-0,248	-0,297
14.Експерт N	0,188	0,042	0,042	-0,152	0,212	0,127	-0,006	0,285	0,212	0,212	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,297	-0,358	-0,248		-0,224
17.Експерт Q	-0,236	-0,333	-0,333	-0,018	-0,552	-0,103	0,176	-0,309	-0,079	0,261	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,236	0,030	0,006	-0,297	-0,224	

перт R — 3. Експерт С) $W=0,944$, що свідчить про практично однакові думки всередині підгрупи;

— 3-я підгрупа (9. Експерт І — 19. Експерт S). Досить цікава підгрупа — коефіцієнт парної рангової кореляції між експертами високий: $+0,782$, але вони не входять ні в першу, ні в другу високоузгоджену підгрупу. Тобто маємо не дві, а три високоузгоджені підгрупи, хоча одна з них включає всього двох експертів. Але для подальшого аналізу дуже важливо взяти до уваги їхні аргументи, оскільки з історії науки і техніки відомі випадки, коли «еретики», які були в меншості, мали рацію, як Галілео Галілей, який всупереч, здавалося б, очевидності, стверджував, що Земля таки вертиться.

Коефіцієнти парної рангової кореляції між високоузгодженими підгрупами наступні: 1 і 2 підгрупи: $-0,982$, 1 і 3 підгрупи: $-0,715$, 2 і 3 підгрупи: $+0,76$.

11) повторюємо дії пункту 10) для інших високоузгоджених підгруп;

12) у базовій методиці для знаходження підгрупи з найбільш віддаленими думками підраховуємо коефіцієнти парної рангової кореляції між різними парами високоузгоджених підгруп (між їхніми зваженими середнеарифметичними ранжуваннями).

В обох методиках коефіцієнт парної рангової кореляції між найбільшими за чисельністю експертів і найбільш віддаленими високоузгодженими підгрупами експертів $= -0,982$, що свідчить про практично протилежні думки між підгрупами.

13) аналізуємо результати виконання пунктів 10), 11), 12) для подальшого опитування експертів з метою визначення їхніх аргументів щодо своїх

ранжувань для обґрунтованого вибору найбільш актуальної проблемної зони.

Прийняття рішення

Політик прийняття рішення може бути декілька, вибір конкретної залежить від керівника. Найбільш типові:

1. Тільки на основі усереднених показників — за сумою рангів по проблемних зонах (недоліки такого підходу описувались вище).
2. Після заслуховування представників основних високоузгоджених підгруп з урахуванням усереднених показників.
3. Після заслуховування представників високоузгоджених підгруп, які мають найбільш протилежні думки, з урахуванням усереднених показників.
4. Після заслуховування представників основних високоузгоджених підгруп без урахування усереднених показників.
5. Після заслуховування представників високоузгоджених підгруп, котрі мають найбільш протилежні думки, без урахування усереднених показників.
6. Після заслуховування „еретиків” (у разі їх наявності).

Керівнику доцільно вислухати представників високоузгоджених підгруп з протилежними думками, що відображають найбільш віддалені підходи до розвитку підприємства, і врахувати розподіл думок експертів у цілому. Такий підхід дозволяє охопити найбільш різні підходи за найменш короткий час, врахувавши загальні настрої. Запропонована модернізована методика дозволяє швидше обробити результати опитування для виявлення найбільш антагоністичних підгруп.

Висновки

У статті розглядається застосування когнітивної комп'ютерної графіки для аналізу узгодженості експертних оцінок.

Приводиться базова і модернізована методика опрацювання експертних оцінок. Демонструється робота програмного за-

безпечення при різних методиках. Програмне забезпечення спеціально створено в рамках задачі пошуку пріоритетних напрямків розвитку одного з найбільших операторів зв'язку України.

Модернізована методика дещо спрощує опрацювання експертних оцінок, оскільки не виникає задачі пошуку підгруп з найбільш віддаленими думками після групування експертів по рівню узгодженості.

На думку авторів, керівнику при прийнятті рішення варто вислухати

представників найбільш віддалених (з найбільш відмінними думками) високоузгоджених груп експертів, врахувати загальні тенденції.

У майбутньому планується пошук нових, більш прости, алгоритмів обробки результатів опитування експертів. Автори мають унікальну можливість спостерігати еволюцію підприємства зв'язку на базі даної методики. Це тривалий процес, але такі спостереження — фундамент для подальших досліджень.

1. *Gordon T., Helmer O.* Report on a Long-Range Forecasting Study / T. Gordon, O. Helmer/ The "Rand Corporation". — Santa Monica, Calif., 1964.
2. *Добров Г.М.* О предвидении развития науки / Г.М. Добров. // Вопросы философии. — 1964. — № 10. — С. 71 — 83.
3. *Глушков В.М.* О прогнозировании на основе экспертных оценок / Глушков В.М. // Кибернетика. — 1969. — № 2. — С. 2 — 4.
4. *Добров Г.М.* Прогнозирование науки и техники / Г.М. Добров. — М.: Наука, 1969. — 208 с.
5. *Ершов Ю.В.* Исследование и разработка методики коллективной экспертной оценки для целей прогнозирования научно-технического прогресса. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ю.В. Ершов. — К.: Институт экономики АН УССР, 1970 — 26 с.
6. *Методика* программного прогнозирования развития науки и техники / В.М. Глушков, Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Л.С. Козачков, Ю.А. Михеев, Л.П. Смирнов, В.А. Темперанский, И.К. Цикунов, А.С. Фролов. — М.: Госкомитет СМ СССР по науке и технике, 1971. — 113 с.
7. *Методика* совместного прогнозирования заинтересованными странами — членами СЭВ развития науки и техники / В.М. Глушков, Г.М. Добров и др. — Международный центр научной и технической информации и Отдел научно-технического сотрудничества Секретариата СЭВ, 1975. — 122 с.
8. *Экспертные* оценки в научно-техническом прогнозировании / Добров Г.М., Ершов Ю.В., Левин Е.И., Смирнов Л.П. — К.: Наук. думка, 1974. — 160 с.
9. *Experience in Multinational Forecasting of Science and Technology Advance.* / V.M.Glushkov, G.M.Dobrov, Yu.V.Yershov, V.I.Maksimenko / Systems Assessment of New Technology: International Perspectives. Experts from IIASA Workshop, July 18 — 22, 1977, CP-78-8, August 1978 / International Institute for Applied Systems Analysis, A-2361. — Laxenburg, Austria. — P. 45 — 59.
10. *SMEA Experience in Multinational Forecasting of Science and Technology Advance.* / V.M.Glushkov, G.M.Dobrov, Yu.V.Yershov, V.I.Maksimenko // Technological Forecasting & Social Change. Special Double Number: Contributions from Socialist Countries / Guest Editor: G.M. Dobrov. — August 1978. Vol. 12, № 2/3. — P. 111 — 123.
11. *Комплексная* программа научно-технического прогресса и его социально-экономических последствий по Украинской ССР: Основные направления до 2000 года. — К.: Наук. думка, 1981. — 643 с.
12. *Прогнозы* развития важнейших областей (направлений) науки в Украинской ССР на период до 2000 года (в 13 выпусках). — К.: Наук. думка, 1990.
13. *Voytovich A., Orlenko O.* Management Consulting in Ukraine: Ways of Development / A Voytovich, O. Orlenko // Global Business in the Age of Technology: Conf. Proc. — USA, California, 1999.
14. *Соловьев В.П., Войтович А.И.* Поддержка инновационной деятельности в регионах США: опыт малых предприятий и исследовательских центров / В.П. Соловьев, А.И. Войтович // Проблемы науки. — 2000. — №2. — С. 26 — 32.
15. *Войтович А.И.* Роль экспертов в инновационной деятельности / А.И. Войтович // Проблемы науки. — 2001. — №5.

16. *Малицький Б.А., Попович О.С., Соловійов В.П.* Методичні рекомендації щодо проведення прогнозно-аналітичного дослідження в рамках Державної програми прогнозування науково-технологічного та інноваційного розвитку України / Б.А. Малицький, О.С. Попович, В.П. Соловійов. — К.: „Фенікс”, 2004. — 52 с.
17. *Соловьев В.П.* Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций) / В.П. Соловьев. — К.: Феникс, 2006. — 560 с.
18. *Малицький Б.А., Попович О.С., Онопрієнко М.В.* Обґрунтування системи науково-технологічних та інноваційних пріоритетів на основі «форсайтних» досліджень / Б.А. Малицький, О.С. Попович, М.В. Онопрієнко. — К.: Фенікс, 2008. — 86 с.
19. *Єршов Ю.В.* Прогнозування попиту: когнітивна графіка для аналізу узгодженості оцінок та сегментування ринку / Ю.В. Єршов // Менеджмент та маркетинг: Досягнення і перспективи. Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції, 13 березня 2002 року. — К.: «Політехніка», 2002. — с. 89.
20. [Електронний ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>
21. *Зенкин А.А.* Когнитивная компьютерная графика / А.А. Зенкин [ред. Поспелов Д.А.] — М: Наука, 1991. — 192 с.
22. *Kendall M.* Rank Correlation Methods / M. Kendall. — N.Y.: Hafner Publishing House, 1955. — 258 p.

Одержано 16.01.2013

Ю.В. Єршов, С.П. Пасько, В.П. Пасько

Когнитивная компьютерная графика для анализа согласований экспертных оценок

Предложена методика с использованием когнитивной компьютерной графики для определения в группе экспертов высокосогласованных подгрупп и отдельных экспертов «еретиков» с существенно отличающимися мнениями. Рассмотрены различные политики принятия решений с учетом результатов обработки экспертных оценок.