

НЕ 2.9: Ієрархічні моделі оцінювання економічного ризику та обґрунтування багатоцільових рішень (лабораторне заняття 3 год, 15 балів).

Задача 1. Перед суб'єктом керування виникла необхідність в обґрунтування прийняття компромісного рішення, виходячи з умов:

а) розглядаються шість альтернативних рішень $X = \{x_i, i = 1, \dots, 6\}$ і прогнозуються два можливих стани економічного середовища $\Theta = \{\theta_1; \theta_2\}$.

б) розраховані два функціонали оцінювання F_1^+ та F_2^+ , причому F_1^+ містить інформацію про додатковий випуск продукції (в десятках тисяч штук), а F_2^+ - додатковий чистий прибуток залежно від вибраного рішення і стану економічного середовища (в млн. гривень):

$$F_1^+ = \begin{pmatrix} 15 & 0 \\ 1 & 9 \\ 2 & 5 \\ 3 & 3 \\ 7 & 2 \\ 1 & 11 \end{pmatrix} \quad F_2^+ = \begin{pmatrix} 0 & 6 \\ 2 & 2 \\ 5 & 3 \\ 3 & 4 \\ 1 & 5 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

в) здійснюється входження зі своєю продукцією у вже сформований ринок;

г) пріоритетність функціоналів оцінювання визначається ваговими коефіцієнтами $u_1 = 1/4$ та $u_2 = 3/4$.

Розв'язання: Виділимо основні концептуальні проблеми, пов'язані з обґрунтуванням прийняття багатоцільових рішень. Оскільки функціонали оцінювання містять інформацію, що вимірюється в різних одиницях (десятках тисяч штук та млн. гривнях), здійснимо їх нормалізацію, скориставшись методом природної нормалізації. Пріоритети функціоналів оцінювання враховуємо з використанням лінійного методу. В якості згортки використаємо критерій сумарної ефективності.

Оскільки входження здійснюється у вже сформований ринок, то треба очікувати сильної конкуренції. А тому, доцільно скористатись критеріями обґрунтування прийняття рішення, які властиві інформаційній ситуації I_5 . Вибираємо критерій Вальда.

Для реалізації природної нормалізації функціонала оцінювання F_1 знайдемо для стану середовища θ_1 : $\min_{x_k \in X} f_{k1}^1 = 1, \max_{x_k \in X} f_{k1}^1 = 15, \max_{x_k \in X} f_{k1}^1 - \min_{x_k \in X} f_{k1}^1 = 14$; для стану середовища θ_2 : $\min_{x_k \in X} f_{k2}^1 = 0, \max_{x_k \in X} f_{k2}^1 = 11, \max_{x_k \in X} f_{k2}^1 - \min_{x_k \in X} f_{k2}^1 = 11$, і скористаємось формулою:

$${}_n f_{ij}^1 = \frac{f_{ij}^1 - \min_{x_k \in X} f_{kj}^1}{\max_{x_k \in X} f_{kj}^1 - \min_{x_k \in X} f_{kj}^1}$$

Нормалізований функціонал оцінювання набуде вигляду:

$${}_n F_1 = \begin{pmatrix} 14/14 & 0/11 \\ 0/14 & 9/11 \\ 1/14 & 5/11 \\ 2/14 & 3/11 \\ 6/14 & 2/11 \\ 0/14 & 11/11 \end{pmatrix}$$

Аналогічно, для функціоналу оцінювання F_2 маємо для стану середовища θ_1 :

$\min_{x_k \in X} f_{k1}^2 = 0, \max_{x_k \in X} f_{k1}^2 = 5, \max_{x_k \in X} f_{k1}^2 - \min_{x_k \in X} f_{k1}^2 = 5$; для стану середовища θ_2 :

$\min_{x_k \in X} f_{k2}^2 = 1, \max_{x_k \in X} f_{k2}^2 = 6, \max_{x_k \in X} f_{k2}^2 - \min_{x_k \in X} f_{k2}^2 = 5$.

Нормалізований функціонал оцінювання матиме вигляд:

$${}^n F_2 = \begin{pmatrix} 0/5 & 5/5 \\ 2/5 & 1/5 \\ 5/5 & 2/5 \\ 3/5 & 3/5 \\ 1/5 & 4/5 \\ 2/5 & 0/5 \end{pmatrix}$$

Враховуючи, що обрано лінійний принцип врахування пріоритету, одержимо:

$$F^+ = u_1 \cdot {}^n F_1^+ + u_2 \cdot {}^n F_2^+ = \begin{pmatrix} 70/280 & 165/220 \\ 84/280 & 78/220 \\ 215/280 & 91/220 \\ 136/280 & 114/220 \\ 72/280 & 142/220 \\ 84/280 & 55/220 \end{pmatrix}$$

Оскільки отриманий функціонал оцінювання має позитивний інгредієнт, критерій Вальда задається формулою:

$$x_{ko} : \tilde{f}_{ko}^+ = \max_{x_k \in X} \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+.$$

Використавши внутрішню частину критерію Вальда в якості згортки матриці F^+ в стовпець, отримуємо:

$$F^+ \xrightarrow{V} \begin{pmatrix} 70/280 \\ 84/280 \\ 91/220 \\ 136/280 \\ 72/280 \\ 55/220 \end{pmatrix} = V^+,$$

де символи " \xrightarrow{V} " позначено оператор згортання Вальда. Тобто, у випадку F^+ отримаємо стовпець з елементами $V_k^+ = \min_{\theta_j \in \Theta} f_{kj}^+$, $k = 1, \dots, 6$.

Максимальним елементом стовпця V^+ є величина $136/280$, що відповідає рішенню x_4 . Отже, оптимальним є рішення x_4 .

Задача 2. Знову, як і в попередній задачі, перед суб'єктом керування стоїть проблема вибору двоцільового рішення (виходячи з функціоналів оцінювання F_1 та F_2 , наведених у задачі 1). Але, на відміну від попередньої задачі, обидва функціонали F_1 та F_2 містять інформацію про обсяги додаткового чистого прибутку залежно від обраного рішення і стану економічного середовища. Проблема в тому, що F_1 - це результат діяльності фахівців фірми (фірма недавно створена і більшість її фахівців – це магістри ЧНУ), F_2 - розрахований фахівцями консалтингової фірми. Суб'єкт керування для обґрунтування найкращого компромісного рішення вирішив скористатись всією наявною інформацією, маючи при цьому вагові коефіцієнти пріоритету $u_1 = 1/3$ та $u_2 = 2/3$ для функціоналів оцінювання F_1 та F_2 .

Розв'язання: Матриці F_1 та F_2 містять однорідну інформацію (додатковий чистий продукт в млн. грн.), і усі елементи цих матриць є порівняльними (знаходяться в межах від 0 до 15). А тому в цьому випадку немає необхідності здійснювати нормалізацію матриць.

Оскільки має місце інформаційна ситуація I_5 , то можемо згорнути матриці F_1 та F_2 в стовпці, скориставшись оператором згортання Вальда:

$$F_1^+ \xrightarrow{\nu} \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} = \tilde{F}_1^+; \quad F_2^+ \xrightarrow{\nu} \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \tilde{F}_2^+; \quad F^+ = \{\tilde{F}_1^+, \tilde{F}_2^+\}$$

Для того, щоб скористатись критерієм сумарної ефективності (KU) та врахувати задані коефіцієнти пріоритету, згортаємо матрицю F^+ в стовпчик:

$$F^+ \xrightarrow{KU} \tilde{F}^+ = u_1 \cdot \tilde{F}_1^+ + u_2 \cdot \tilde{F}_2^+ = 1/3 \tilde{F}_1^+ + 2/3 \tilde{F}_2^+ = 1/3 \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 8 \\ 9 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Згідно з критерієм сумарної ефективності найкращим компромісним рішенням є рішення x_4 , оскільки $\max(0; 5; 8; 9; 4; 3) = 9$.

Зауваження. Аналогічний результат буде отриманий і у випадках використання більшості інших критеріїв. Цей факт є наслідком того, що рішення x_4 є оптимальним за Парето для матриці

$$F^+ = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 3 & 3 \\ 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Задача 3. Нехай $X = \{x_k, k=1, \dots, 4\}$, $\Theta = \{\theta_j, j=1, \dots, 4\}$, функціонал оцінювання F^+ задається матрицею:

$$F^+ = \begin{matrix} & \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 & \theta_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 6 \\ 1 & 3 & 9 & 5 \\ 0 & 3 & 7 & 7 \\ 4 & 1 & 8 & 4 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Відомий також розподіл ймовірності станів економічного середовища $P = \{p_j = P(\theta_j); j=1, \dots, 4\} = \{0,2; 0,3; 0,25; 0,25\}$. Суб'єкт керування вважає доцільним прийняти те рішення, яке є найкращим компромісом між двома критеріями: Байєса та модальним.

Розв'язання: Скористаємось операторами згортання Байєса та модальним:

$$F^+ \xrightarrow{B} B^+ = \begin{pmatrix} 5,15 \\ 4,60 \\ 4,40 \\ 4,10 \end{pmatrix} \quad F^+ \xrightarrow{\text{mod}} Mo^+ = \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Коефіцієнти пріоритетів не задані і елементи векторів B^+ та Mo^+ відрізняються між собою незначною мірою і мають однаковий інгредієнт. Тому скористаємось принципом рівномірності:

$$\tilde{F}^+ = (B_k^+ \cdot Mo_k^+; k=1, \dots, 4) = \begin{pmatrix} 30,9 \\ 13,8 \\ 13,2 \\ 4,1 \end{pmatrix},$$

$$\max\{30,9; 13,8; 13,2; 4,1\} = 30,9,$$

а тому найкращим компромісним є рішення x_1 .

Задача 4. Нехай $X = \{x_i, i=1, \dots, 6\}$, $\Theta = \{\theta_1, \theta_2\}$, функціонал оцінювання $F = F_2$ (F_2 заданий в задачі 1). Відомий оцінити розподіл ймовірності можливих станів економічного середовища $P = \{3/4, 1/4\}$. Суб'єкт керування хоче, щоб знайдене компромісне рішення враховувало такі вимоги:

- 1) забезпечується отримання максимального сподіваного чистого прибутку;
- 2) оскільки найближчим часом не виключене значне посилення конкуренції на продукцію, що випускає фірма, рішення повинно обґрунтовуватись з точки зору мінімізації ризику невикористаних можливостей;
- 3) другій вимозі надати пріоритет з коефіцієнтом $u_2 = 2/3$.

Розв'язання: Виходячи з вимог, які поставлені суб'єктом керування, доходимо висновків:

- 1) має місце інформаційна ситуація I_1 , а тому компромісне рішення вибирається згідно з критерієм Байєса;
- 2) має місце інформаційна ситуація I_5 , а тому компромісне рішення вибирається згідно з критерієм Севіджа.

Для обґрунтування компромісного рішення отриманої двоцільової двокритеріальної задачі скористаємось операторами згортання Байєса та Севіджа:

$$F^+ = \begin{pmatrix} 0 & 6 \\ 2 & 2 \\ 5 & 3 \\ 3 & 4 \\ 1 & 5 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \xrightarrow{B} \begin{pmatrix} 1,5 \\ 2 \\ 4,5 \\ 3,25 \\ 2 \\ 1,75 \end{pmatrix} = B^+$$

$$F^+ \rightarrow R^- = \begin{pmatrix} 5 & 0 \\ 3 & 4 \\ 0 & 3 \\ 2 & 2 \\ 4 & 1 \\ 3 & 5 \end{pmatrix} \xrightarrow{S} \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \end{pmatrix} = S^-$$

Оскільки B^+ та S^- мають різні інгредієнти, то слід змінити інгредієнт одного з цих векторів (наприклад S^-). Зміну інгредієнта здійсимо шляхом зміни знаків елементів вектора на протилежні. Отримаємо:

$$FF^+ = \begin{pmatrix} 1,5 & -5 \\ 2 & -4 \\ 4,5 & -3 \\ 3,25 & -2 \\ 2 & -4 \\ 1,75 & -5 \end{pmatrix}$$

Як ми бачимо в даному випадку критерій Парето “не спрацьовує”. Оскільки задані коефіцієнти пріоритету для B^+ та S^- ($u_2 = 2/3$), компромісне рішення будемо шукати, згідно з критерієм сумарної ефективності:

$$FF^+ \longrightarrow u_1 B^+ - u_2 S^- = 1/3 \begin{pmatrix} -8,5 \\ -6 \\ -1,5 \\ -0,75 \\ -6 \\ -8,25 \end{pmatrix} = \tilde{F}\tilde{F}^+,$$

$$\max(-8,5; -6; -1,5; -0,75; -6; -8,25) = -0,75.$$

Тобто, найкращим компромісним є рішення x_4 .

Задачі

1. Маємо чотири проекти x_1, x_2, x_3, x_4 щодо інвестування. Відомі три стани економічного середовища та функціонал оцінювання F^+ , що характеризує прибуток (млн. грн.):

$$F^+ = \begin{pmatrix} 8 & 2 & 4 \\ 6 & 7 & 4 \\ 4 & 7 & 5 \\ 3 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

Задані також апіорні ймовірності на станах економічного середовища:

$$P(\theta_1) = 1/2, P(\theta_2) = 1/3, P(\theta_3) = 1/6.$$

Суб'єкт керування вважає, що компромісне рішення треба приймати з позиції двох критеріїв: Байеса та дисперсійного. Знайти найкраще компромісне рішення.

2. Одне з підприємств повинно визначитися з рівнем пропозиції послуг так, щоб задовольнити попит клієнтів впродовж кварталу. Точна кількість клієнтів невідома, але очікується, що вона може прийняти одне з чотирьох значень: 200, 250, 300 чи 350 чоловік. Для кожного з цих можливих значень існує найкращий рівень пропозиції з точки зору щодо можливих затрат або через перевищення пропозиції над попитом, або через неповне задоволення попиту (ризик невикористаних можливостей).

Підприємство, проаналізувавши ринок, розробило чотири варіанти щодо пропозиції послуг $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$. Відомий функціонал оцінювання, що визначає втрати у млн. грн. ($F = F^-$).

$$F^- = \begin{pmatrix} 5 & 10 & 18 & 25 \\ 8 & 7 & 8 & 23 \\ 21 & 18 & 12 & 21 \\ 30 & 22 & 19 & 15 \end{pmatrix}$$

Менеджери підприємства вважають, що доцільно виділити дві інформаційні ситуації I_4 та I_5 . У полі ситуації I_4 є сенс скористатись критерієм Бернуллі-Лапласа, а у полі I_5 – критерієм Вальда.

Розрахунки провести згідно з чотирма наведеними нижче варіантами

Варіант	Метод нормалізації	Вагові коефіцієнти	Принцип врахування пріоритету	Критерій згортки
1	Зміна інгредієнта ($-d_k^q$)	$u_1 = 1/2$ $u_2 = 1/2$	Лінійний	Сумарної ефективності
2	Зміна інгредієнта ($-d_k^q$)	$u_1 = 1/2$ $u_2 = 1/2$	Лінійний	Гарантованого результату
3	Відносна ($f_k^q / \min f_k^q$)	$u_1 = 0,4$ $u_2 = 0,6$	Лінійний	Сумарної ефективності

4	Севіджа	$u_1 = 0,3$ $u_2 = 0,7$	Лінійний	Гарантованого результату
---	---------	----------------------------	----------	--------------------------

3. Фірма ставить за мету вихід на міжнародний ринок зі своєю продукцією. Її фахівцями опрацьовано чотири варіанти рішень щодо об'ємів випуску продукції. Маркетингові дослідження та опрацювання здобутої інформації показали, що кожне рішення залежить від попиту (стану економічного середовища), яке може подаватися трьома варіантами. Фахівцями обчислений функціонал оцінювання (прибуток у тис.у.о.), який подано у вигляді матриці:

$$F^+ = \begin{pmatrix} 200 & 300 & 150 \\ 750 & 200 & 350 \\ 250 & 800 & 250 \\ 800 & 500 & 450 \end{pmatrix}$$

Відомо також, що стан економічного середовища θ_1 може реалізуватись з ймовірністю $P_1 = 0,1$; θ_2 - з ймовірністю $P_2 = 0,5$; θ_3 - з ймовірністю $P_3 = 0,4$.

Маркетингові дослідження показали, що продукція фірми на ринку не буде мати конкуренції, але слід вести достатньо обережну політику. Тому керівництво фірми вважає, що вибір найкращого рішення повинен здійснюватись як компроміс між:

1) мінімумом сподіваних збитків, які є результатом невикористаних можливостей, що можуть скластися на ринку;

2) мінімумом дисперсії.

При обґрунтуванні вибору найкращого компромісного рішення вважати, що критерій мінімуму дисперсії має більш високий пріоритет, який оцінений з допомогою вектора пріоритетів $V = (2; 1)$.

4. Фірма ставить за мету вихід на міжнародний ринок зі своєю продукцією. Її фахівцями опрацьовано чотири варіанти рішень щодо обсягів випуску продукції. Маркетингові дослідження та опрацювання здобутої інформації показали, що кожне рішення залежить від попиту (стану економічного середовища), яке може подаватися трьома варіантами. Фахівцями обчислений функціонал оцінювання (прибуток у тис.у.о.), який подано у вигляді матриці:

$$F^+ = \begin{pmatrix} 250 & 350 & 150 \\ 750 & 200 & 350 \\ 255 & 850 & 250 \\ 800 & 550 & 450 \end{pmatrix}$$

Відомо також, що стан економічного середовища θ_1 може реалізуватись з ймовірністю $P_1 = 0,1$; θ_2 - з ймовірністю $P_2 = 0,5$; θ_3 - з ймовірністю $P_3 = 0,4$.

Маркетингові дослідження показали, що продукція фірми на ринку не буде мати конкуренції, але слід вести достатньо обережну політику. Тому керівництво фірми вважає, що обґрунтування вибору найкращого рішення повинно здійснюватись як компроміс між:

1) мінімумом сподіваних збитків, які є результатом невикористаних можливостей, що можуть складатися на ринку;

2) оптимальним рішенням, що отримане за критерієм Гурвіца з коефіцієнтом несхильності до ризику $\lambda \in [0,1; 0,3]$.

При виборі найкращого компромісного рішення вважати, що обидва критерії мають однаковий пріоритет.

5. Фірма ставить за мету вихід на міжнародний ринок зі своєю продукцією. Її фахівцями опрацьовано шість варіантів рішень щодо об'ємів випуску продукції. Маркетингові дослідження та опрацювання здобутої інформації показали, що кожне рішення залежить від попиту (стану економічного середовища), яке може подаватися трьома варіантами. Фахівцями обчислений функціонал оцінювання (прибуток у тис.у.о.), який подано у вигляді матриці:

$$F^+ = \begin{pmatrix} 40 & 30 & 15 \\ 65 & 25 & 30 \\ 30 & 70 & 30 \\ 35 & 60 & 50 \\ 40 & 80 & 15 \\ 80 & 50 & 45 \end{pmatrix}$$

В розглянутих вище питаннях фахівці після певних дебатів дійшли згоди. Розбіжності в висновках фахівців (експертів) виникли щодо питання оцінки параметрів, які характеризують стани економічного середовища, а саме:

1) половина з групи експертів вважає, що розподіл ймовірностей станів економічного середовища можна вважати відомим, а саме: $P = \{0,3; 0,4; 0,3\}$.

2) третина з групи експертів має думку, що розподіл ймовірностей станів економічного середовища не можна вважати повністю відомим, але можна стверджувати, що $P_2 \geq P_1 + P_3$; $P_3 \geq P_1$, де P_1, P_2, P_3 ймовірності, відповідно, першого, другого та третього станів економічного середовища.

3) шоста частина експертів вважає, що наявної статистичної інформації недостатньо для ствердження про якийсь певний розподіл ймовірностей, але, як і всі інші, вважають, що на ринку не буде конкуренції.

Вибрати найкраще рішення з точки зору компромісу між цими трьома групами експертів, вважаючи при цьому, що група експертів складена з рівноцінних спеціалістів. (Вказівка: вагові коефіцієнти пріоритету вибрати так, щоб вони були пропорційними складам груп).

6. У зв'язку з переходом підприємства на виробництво нових видів продукції фахівцями опрацьовано чотири варіанти рішень. Кожному з них відповідає певний вид випуску чи комбінація таких видів. Результат вибору залежить від невизначеного економічного середовища (наприклад від ступеня забезпеченості виробництва матеріальними ресурсами), яке може бути трьох варіантів.

Кожному варіанту рішення залежно від стану економічного середовища відповідає значення функціоналу оцінювання F_1^- (збитки у десятках тисяч гривень) і функціоналу оцінювання F_2^+ (обсяг виробленої продукції у тис. штук):

$$F_1^- = \begin{pmatrix} 2,5 & 3,5 & 4,0 \\ 4,5 & 2,0 & 3,5 \\ 3,0 & 6,0 & 2,5 \\ 5,5 & 1,5 & 3,5 \end{pmatrix}, \quad F_2^+ = \begin{pmatrix} 20 & 35 & 50 \\ 60 & 30 & 30 \\ 25 & 85 & 40 \\ 80 & 10 & 35 \end{pmatrix}.$$

Експерти вважають, що розподіл ймовірностей станів економічного середовища є таким: $P = \{1/2; 1/3; 1/6\}$.

Керівництво підприємства надає більш високий пріоритет при виборі оптимального рішення функціоналу F_1^- . Цей факт в числовому вираженні задається вектором пріоритетів $V = (3; 1)$.

Обґрунтувати вибір найкращого рішення для підприємства з точки зору компромісу між мінімальними сподіваними збитками і мінімальним ризиком (ризиком невикористаних можливостей).

7. Інвестиційний банк розглядає чотири проекти щодо інвестування. Відомі три стани економічного середовища та функціонал оцінювання F^+ , що характеризує прибуток (у млн.у.о.):

$$F^+ = \begin{pmatrix} 8 & 2 & 4 \\ 6 & 7 & 4 \\ 4 & 7 & 5 \\ 3 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

Двоє членів експертної групи вважають, що компромісне рішення треба приймати, виходячи з критерію максимального сподіваного доходу. Двоє інших (в тому числі і генеральний директор, який має два голоси) вважають, що компромісне рішення повинне прийматись виходячи з мінімального ризику (критерію мінімальної дисперсії)

Всі члени експертної ради дійшли згоди щодо таких інтервальних оцінок ймовірностей станів економічного середовища:

$$0,4 \leq P_1 \leq 0,6; 0,3 \leq P_2 \leq 0,4; 0,1 \leq P_3 \leq 0,3.$$

Обґрунтувати вибір найкращого рішення, що відповідає результатам голосування (попередньо встановивши вектор вагових коефіцієнтів, компоненти якого є пропорційними результатам голосування).

8. Відомо, що:

$$F = F^- = \begin{pmatrix} 3 & 8 & 7 & 9 \\ 5 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 9 & 9 & 4 \\ 6 & 4 & 5 & 4 \end{pmatrix}; \quad u_1^I = \frac{1}{3}; \quad u_5^I = \frac{2}{3}.$$

Знайдіть оптимальне рішення виходячи з позиції компромісу між критеріями мінімального середньоквадратичного відхилення (I_I ; $p_1 = 0,25$; $p_2 = 0,15$; $p_3 = 0,4$; $p_4 = 0,2$) та критерієм Вальда (I_5).

Побудуйте відповідну розгорнуту ієрархічну схему.

9. Відомо, що:

$$F = F^- = \begin{pmatrix} 8 & 10 \\ 12 & 8 \\ 10 & 8 \\ 4 & 12 \end{pmatrix}; \quad F = F^+ = \begin{pmatrix} 100 & 160 \\ 120 & 140 \\ 110 & 150 \\ 150 & 120 \end{pmatrix}; \quad u_1^F = \frac{1}{4}; \quad u_2^F = \frac{3}{4}.$$

Знайдіть оптимальне рішення, виходячи з позиції критерію Ходжеса-Лемана ($\lambda = 0,7$; $p_1 = 0,3$; $p_2 = 0,3$; $p_3 = 0,25$; $p_4 = 0,15$) і компромісу між обома функціоналами оцінювання.

Побудуйте відповідну розгорнуту ієрархічну схему.

10. Знайдіть компромісне рішення щодо розвитку фірми, якою Ви керуєте, виходячи:

- 1) з N функціоналів оцінювання $F_1, F_2, \dots, F_N (N \geq 2)$;
- 2) з ℓ інформаційних ситуацій $I_1, I_2, \dots, I_\ell (\ell \geq 2)$;
- 3) з $s_j, j = 1, \dots, \ell$, критеріїв прийняття рішення ($s_j \geq 2$), на базі яких здійснюється згортання функціоналів оцінювання в полі кожної з вибраних інформаційних ситуацій.

Функціонали оцінювання F_1, F_2, \dots, F_N :

- а) можуть мати різні інгредієнти;
- б) розрахунок елементів ФО повинен базуватись на множині несумісних рішень $X = \{x_1; x_2; \dots; x_m\}, m \geq 4$, та множині несумісних взаємодоповнюючих станів економічного середовища $\Theta = \{\theta_1; \theta_2; \dots; \theta_n\}, n \geq 3$;
- в) множини станів ЕС, що відповідають різним ФО, можуть мати свою розмірність і свої розподіли ймовірностей.

Згортку інтегральних функціоналів оцінювання здійснювати з використанням самостійно підібраних систем коефіцієнтів пріоритетів.