

УДК – 004.4

Кубликова Т.Б.

МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТНОЙ ПРОЦЕДУРЫ В ЗАДАЧАХ ВЫБОРА СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Выбор одного или нескольких вариантов стратегического развития организации, как правило, связан с проведением определенной экспертной процедуры. Это может быть метод Дельфи, метод программного прогнозирования и т.д. Для каждого из этих методов характерно то, что качество принимаемых решений улучшается, если эксперт получает дополнительную информацию о прогнозируемых признаках, оценках других экспертов, результате коллективного решения и т.д. на каждом этапе проведения экспертной процедуры. Предлагаемая модель экспертной процедуры рассматривает процесс формирования коллективного мнения экспертной комиссии под управлением некоторого центра.

1. Пусть имеется N вариантов стратегических решений, B_k , $k = \overline{1, N}$ каждый из которых характеризуется однородной численной оценкой $\vec{g}_k = (g_1^k, \dots, g_s^k)$ векторного критерия $Q = (Q_1, \dots, Q_s)$ (1). Требуется по значениям матрицы G упорядочить рассматриваемые варианты стратегических решений B_k , $k = \overline{1, N}$ в порядке убывания их важности:

$$B_{j_1} \succ B_{j_2} \succ \dots \succ B_{j_N} \quad (2)$$

Один из подходов к решению сформулированной задачи многокритериального выбора связан с введением обобщенного критерия оптимальности $f(\vec{g}_k, \vec{\lambda})$, где λ_i , $i = \overline{1, s}$ - весовой коэффициент важности i -го частного критерия оптимальности. При этом будем рассматривать два типа

$$f(\vec{g}_k, \vec{\lambda}) = \sum_{i=1}^s \lambda_i g_i^k \quad (3)$$

обобщенного критерия:

$$f(\vec{g}_k, \vec{\lambda}) = \min_{1 \leq k \leq N} \lambda_i g_i^k \quad (4)$$

В зависимости от дополнительной информации о важности частных критериев оптимальности Q_i , $i = \overline{1, s}$ область допустимых значений весовых коэффициентов λ_i , $i = \overline{1, s}$ будет иметь различную структуру:

а) При отсутствии дополнительной информации о важности критериев оптимальности:

$$\overline{D}_\lambda \equiv \left\{ \vec{\lambda} \mid \lambda_i \geq 0, i = \overline{1, s}; \sum_{i=1}^s \lambda_i = 1 \right\}. \quad (5)$$

б) При линейном упорядочении частных критериев оптимальности ($Q_1 \geq Q_2 \geq \dots \geq Q_s$):

$$\overline{D}_\lambda = \left\{ \vec{\lambda} \mid \lambda_i \geq 0, i = \overline{1, s}; \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_s, \sum_{i=1}^s \lambda_i = 1 \right\}. \quad (6)$$

с) При наличии информации $\{\omega_l\}$ о частичном попарном сравнении частных критериев оптимальности ($\omega_l : Q_i \succ Q_j, l = \overline{1, L}, L \leq s(s-1)/2$

$$D_\lambda = \left\{ \vec{\lambda} \mid \lambda_i \geq 0, i = \overline{1, s}; \lambda_i^{(l)} \leq \lambda_j^{(l)}, l = \overline{1, L}; \sum_{i=1}^s \lambda_i = 1 \right\}. \quad (7)$$

В качестве “наилучшего” варианта стратегического решения (при условии, что по каждому из частных критериев наилучшей является его максимальная оценка $g_i^* = \max_{1 \leq k \leq N} g_i^k$) считается тот, который обеспечивает

максимальное значение обобщенного критерия $f(\vec{g}^k, \vec{\lambda})$

$$f(\vec{g}^k, \vec{\lambda}) = \max_{1 \leq k \leq N} f(\vec{g}^k, \vec{\lambda}). \quad (8)$$

Результат решения задачи (8) будет зависеть от типа обобщенного критерия $f(\vec{g}^k, \vec{\lambda})$ и λ_i , $i = \overline{1, s}$ принадлежащих одной из допустимых областей (5) – (7).

Предположим, что имеется N экспертов \mathcal{E}_k , $k = \overline{1, N}$, каждый из которых может назначить индивидуальные весовые коэффициенты $\lambda_k = (\lambda_1^k, \dots, \lambda_s^k)$ для конкретного k -го столбца матрицы оценок (1).

Тогда под результирующим мнением экспертов (совокупности экспертов \mathcal{E}_k , $k = \overline{1, N}$) будем понимать вектор весовых коэффициентов $\vec{\lambda}^*$, являющийся

решением экстремальной задачи: $F(G, \Lambda, \vec{\lambda}^*) = \min_{\lambda \in G_\lambda} (G, \Lambda, \vec{\lambda})$, (10), где

$F(G, \Lambda, \vec{\lambda})$ - мера близости вектора $\vec{\lambda}$ к элементам матрицы индивидуальных весовых коэффициентов Λ .

2. Поведение k -го эксперта на r -ом шаге экспертной процедуры описывается следующей последовательностью действий:

1) Эксперт выбирает тип обобщенного критерия $f(\vec{g}^k, \vec{\lambda})$, (функция (3) или (4)).

2) Задаёт вид области допустимых изменений весовых коэффициентов $D_k(\lambda)$ (в качестве которой выбирается одна из областей, определяемых условиями (5), (6) или (7)).

3) Назначает индивидуальные весовые коэффициенты λ_i^k , $i = \overline{1, s}$ из решения экстремальной задачи:

$$f(\vec{g}^k, \vec{\lambda}^k) = \max_{\lambda \in G_r(\lambda)} f(\vec{g}^k, \vec{\lambda}). \quad (13)$$

Нетрудно увидеть, что в рамках введенной модели поведения k -го эксперта может быть шесть вариантов выбора сочетаний f и $D(\lambda)$. Будем называть конкретный вариант выбора f и $D(\lambda)$ типовым сценарием. Так, если f - функция (3), а $D(\lambda) = D_\lambda$ (типовой сценарий 1), то решением задачи (13) является вектор $\vec{\lambda}^r$ с компонентами (2):

$$\lambda_i^k = \frac{1}{g_i^k \sum_{i=1}^s \left(\frac{1}{g_i^k}\right)} \quad (14)$$

При работе в составе экспертной комиссии k -ый эксперт по информации $I_{(r)} = \{\Lambda, \vec{\lambda}^*\}$, полученной на r -ом шаге, может влиять на свое поведение на $(r + 1)$ -м шаге экспертизы, уточняя структуру области \overline{D}_λ путем изменения информации о важности частных критериев оптимальности $R_k(r + 1)$. При этом возможны следующие варианты:

а) эксперт присоединяется к “коллективному мнению” $R_k^*(r)$ о ранжировании частных критериев при заданной близости Δ_k его к вектору индивидуальных весовых коэффициентов, указанному им на предыдущем шаге $\overrightarrow{\lambda}^k(r)$:

$$R_k(r+1) = \begin{cases} R^*(r), & \text{если } \max_{1 \leq i \leq s} |\lambda_i^k(r) - \lambda_i^*| \leq \Delta_k; \\ R_k(r), & \text{в противном случае сохраняет} \\ & \text{своё ранжирование, принятое на} \\ & \text{r-ом шаге} \end{cases} \quad (15)$$

б) эксперт выделяет “лидера” (эксперта, у которого индивидуальные весовые коэффициенты наиболее близки к «коллективному мнению») и присоединяется к его мнению о важности частных критериев оптимальности:

$$R_k(r+1) = \begin{cases} R_l(r), & \text{если } \Delta_l = \min_{1 \leq j \leq N} \max_{1 \leq i \leq s} |\lambda_i^k(r) - \lambda_i^j| \leq \Delta_k; \\ R_k(r), & \text{в противном случае сохраняет} \\ & \text{свою информацию о важности} \\ & \text{частных критериев, используемую} \\ & \text{им на r-ом шаге} \end{cases} \quad (16)$$

в) эксперт выделяет “партнера” (эксперта, у которого индивидуальные весовые коэффициенты $\overrightarrow{\lambda}^i$ наиболее близкое к его мнению о важности частных критериев оптимальности:

$$R_k(r+1) = \begin{cases} R_l(r), & \text{если } \Delta_l = \min_{1 \leq j \leq N} \max_{1 \leq i \leq s} |\lambda_i^k(r) - \lambda_i^j| \leq \Delta_k; \\ R_k(r), & \text{в противном случае сохраняет} \\ & \text{свою информацию о важности} \\ & \text{частных критериев, используемую} \\ & \text{им на r-ом шаге} \end{cases} \quad (17)$$

г) эксперт сохраняет информацию о важности частных критериев, указанную им на предыдущем шаге экспертизы:

$$R_k(r+1) = R_k(r). \quad (18)$$

д) эксперт сохраняет свое первоначальное мнение о важности частных критериев оптимальности $R_k(0)$, не используя информацию $I(r)$, полученную на предыдущем шаге:

$$R_k(r+1) = R_k(0). \quad (19)$$

Квалификацию k -го эксперта будем характеризовать объемом знаний (числом типовых сценариев и способов изменения структуры области $D(\lambda)$, которыми он может пользоваться в процессе проведения экспертизы) и качеством знаний (сложностью используемых типовых сценариев с точки зрения численного решения экстремальной задачи (13)). Характер поведения k -го эксперта определяется его квалификацией. Например, можно ввести следующие типы “характеров”:

а) “наиболее опытный”, который использует в своей работе все b типовых сценариев и 5 способов уточнения структуры области $D_k(\lambda)$;

б) “новичок”, который меняет только тип обобщенного критерия $f(\vec{g}^k, \vec{\lambda})$ (функция (3) или (4)), приняв $D_k(\lambda) = D_\lambda$ и не используя способ уточнения структуры области $D(\lambda)$;

в) “осторожный”, который реализует только принцип гарантированного результата (функция (3)), приняв $D(\lambda) = \overline{D}_\lambda$, а структуру области $D_k(\lambda)$ меняет на каждом шаге, присоединяясь к “коллективному мнению”.

Характер каждого эксперта может быть уточнен за счет введения дополнительной информации о его личных качествах и взаимоотношениях с другими членами экспертной комиссии.

Личные качества эксперта определяются выбором параметра Δ_k в формулах (15)-(17) (смелый эксперт выбирает большие значения Δ_k ; “нерешительный” эксперт – малые значения Δ_k) и отношением к другим экспертам (“доброжелательный” эксперт назначает значения индивидуальных весовых коэффициентов $\vec{\lambda}^k$, наиболее “удобные” для других экспертов; “недоброжелательный” эксперт, наоборот, назначает значения индивидуальных весовых коэффициентов $\vec{\lambda}^k$, наиболее неудобные для других экспертов)[1].

Взаимоотношения экспертов в комиссии характеризуют их “психологическую совместимость” “замкнутый” эксперт информацией с

другими экспертами не обменивается, т. е. при определении своего поведения на $(r+1)$ -м шаге информацией о матрице Λ не пользуется; “общительный” эксперт, наоборот, использует информацию о матрице Λ и векторе $\overline{\lambda}^*$, т. е. обменивается информацией с другими экспертами; “коммуникабельный” эксперт стремится вступить в коалицию с другими экспертами, используя в основном второй и третий способ изменения структуры области $D_k(\lambda)$.

В качестве условия окончания групповой экспертизы может быть использовано одно из следующих правил [1]:

1) Эксперты перестали “существенно” менять свое мнение об индивидуальных весовых коэффициентах:

$$\max \max_i |\lambda_i^k(r+1) - \lambda_i^k(r)| \leq \varepsilon. \quad (20)$$

2) Усредненное мнение экспертов оказалось близко к “коллективному мнению” (правило голосования):

$$\max_{1 \leq i \leq s} \left| \lambda_i^*(r) - \frac{1}{2} \sum \lambda_i^k(r) \right| \leq \varepsilon. \quad (21)$$

3) Не менее чем для половины ($a = \frac{1}{2}$) или двух третей ($a = \frac{2}{3}$) экспертов, индивидуальные решения близки к «коллективному мнению» (правило большинства):

$$\sum z_k(r) \geq aN,$$

где

$$z^k(r) = \begin{cases} 1, & \text{если } \max_i |\lambda_i^k(r) - \lambda_i^*(r)| \leq \varepsilon \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

4) Среди экспертов определился наиболее компетентный эксперт (правило лидера):

$$\Delta_t = \left\{ \min_{1 \leq k \leq N} \max_{1 \leq i \leq s} |\lambda_i^k(r) - \lambda_i^*(r)| \right\} \leq \varepsilon \quad (23)$$

В качестве примера рассмотрим задачу ранжирования 5 вариантов стратегических решений B_k , $k = \overline{1,5}$, матрица оценок для которых имеет следующий вид:

	B₁	B₂	B₃	B₄	B₅
Q₁	0,56	0,05	0,23	0,05	0,05
G = Q₂	0,50	0,08	0,15	0,01	0,51
Q₃	0,38	0,05	0,4	0,05	0,56
Q₄	0,27	0,03	0,4	0,29	1,00

Пусть имеется 5 экспертов, для которых ранжирование частных критериев оптимальности является одинаковым ($Q_1 \succ Q_2 \succ Q_3 \succ Q_4$) и не меняется в процессе проведения экспертизы. Поведение каждого эксперта характеризуется следующими двумя действиями:

- 1) выбор в качестве f функции (3) или (4);
- 2) выбор в качестве области $D(\lambda)$ области D_λ , заданной условиями (5)

или области \overline{D}_λ , заданной условиями (6). Поведение “центра” детерминировано: мерой близости является функция (12), условиями окончания поиска – правило (20).

Для значения $\varepsilon = 0.01$ по условию (20), после 17 шагов проведения групповой экспертизы было получено следующее “коллективное мнение” о важности частных критериев оптимальности:

$$\overrightarrow{\lambda^*} = (0.44, 0.416, 0.073, 0.071)$$

Полученный вектор весовых коэффициентов позволяет упорядочить рассматриваемые проектные варианты следующим образом:

$$B_1 \succ B_5 \succ B_3 \succ B_2 \succ B_4.$$

В процессе проведения групповой экспертизы целесообразное поведение каждого эксперта свелось к детерминированному выбору с вероятностью, равной 1, своей стратегии поведения при выборе функции f и области $D(\lambda)$. При этом близость значений индивидуальных весовых коэффициентов каждого эксперта к “коллективному мнению” характеризуется вектором $\Delta = (0.071, 0.071, 0.179, 0.069, 0.179)$, а его компетентность – вектором $q = (0.245, 0.245, 0.14, 0.23, 0.14)$.

Висновки. Таким образом, предложенная модель позволяет приблизить индивидуальные оценки каждого эксперта к коллективному мнению экспертной комиссии путем получения дополнительной информации о поведении коллег-экспертов при выборе соответствующих функций и областей, а также информации о состоянии коллективной оценки на каждом шаге проведения экспертной процедуры.

Литература.

1. Батищев Д.И. Поисковые методы оптимального проектирования. М.: Сов. Радио, 1975, 248с.