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 $\vec{g}_k=(g_1^k,.....g_s^k)$ векторного критерия $Q=(Q_1,\ldots,Q_S)$ (1). Требуется по значениям матрицы G упорядочить рассматриваемые варианты стратегических решений B_k, $k=\overline{1,N}$ в порядке убывания их важности:

$$B_{j1}\succ B_{j2}\succ \cdots \succ B_{jN} \quad (2)$$

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

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

обобщенного критерия:

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

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

а) При отсутствии дополнительной информации о важности критериев оптимальности:

$$\overline{D_\lambda} \doteq \left\{ \vec{\lambda} \middle| \lambda_i \geq 0, i=\overline{1,s}; \sum_{i=1}^{s} \lambda_i = 1 \right\}. \quad (5)$$

б) При линейном упорядочении частных критериев оптимальности $(Q_1 \geq Q_2 \geq \cdots \geq Q_S)$:

$$\overline{D_\lambda} = \left\{ \vec{\lambda} \middle| \lambda_i \geq 0, i=\overline{1,s}; \lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \ldots \geq \lambda_s, \sum_{i=1}^{s} \lambda_i = 1 \right\}. (6)$$

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

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

В качестве “наилучшего” варианта стратегического решения (при условии, что по каждому из частных критериев наилучшей является его максимальная оценка $g_i^* = \max\limits_{1 \leq K \leq N} g_i^k$) считается тот, который обеспечивает максимальное значение обобщенного критерия $f(\overrightarrow{g^k}, \quad \vec{\lambda})$

$$f(\vec{g}^{\,i_1}, \lambda) = \max_{1 \leq k \leq N} f(\vec{g}^{\,k}, \vec{\lambda}). \qquad (8)$$

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

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

Тогда под результирующим мнением экспертов (совокупности экспертов $Э_k,\quad k=\overline{1,N}$) будем понимать вектор весовых коэффициентов $\vec{\Lambda}^*$, являющийся решением экстремальной задачи: $F(G,\Lambda,\vec{\lambda}^{*}) = \min\limits_{\lambda\in G_{\lambda}}(G,\Lambda,\vec{\lambda})$, (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 $f(\overrightarrow{g^{k}},\vec{\lambda})$, (функция (3) или (4)).

2) Задает 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 $\lambda_i^k,\ \ i=\overline{1,s}$ из решения экстремальной задачи:

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

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

$$\lambda_i^k = \frac{1}{g_i^k \sum\limits_{i=1}^{s}(\frac{1}{g_i^k})} \quad (14)$$

При работе в составе экспертной комиссии k-ый эксперт по информации $I_{(r)}=\{\Lambda,\overrightarrow{\lambda^{*}}\}$, полученной на r-ом шаге, может влиять на свое поведение на (r + 1)-м шаге экспертизы, уточняя структуру области $\overline{D_{\lambda}}$ 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 $\overrightarrow{\lambda^k}(r)$:

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

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:

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

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

$$R_k(r+1) = \begin{cases} R_t(r), & \text{если } \Delta_t = \min\limits_{1 \le j \le N} \max\limits_{1 \le i \le s} \left| \lambda_i^k(r) - \lambda_i^j \right| \le \Delta_k; \\ R_k(r), & \text{в противном случае сохраняет} \\ & \text{свою информацию о важности} \\ & \text{частных критериев, используемую} \\ & \text{им на } r-\text{ом шаге} \end{cases} \qquad (17)$$

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

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

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

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

Квалификацию k-го эксперта будем характеризовать объемом знаний (числом типовых сценариев и способов изменения структуры области D(λ), 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 6 типовых сценариев и 5 способов уточнения структуры области $D_k(\lambda)$;

б) “новичок”, который меняет только тип обобщенного критерия $f(\overrightarrow{g^k}, \overrightarrow{\lambda})$ (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 $\overrightarrow{\lambda^k}$, наиболее “удобные” для других экспертов; “недоброжелательный” эксперт, наоборот, назначает значения индивидуальных весовых коэффициентов $\overrightarrow{\lambda^k}$, 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 $\overrightarrow{\lambda^*}$, 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:

$$\max\max\left|\lambda_i^k(r+1)-\lambda_i^k(r)\right|\le\varepsilon. \quad (20)$$

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

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

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):

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

где

$$Z^k(r)=\begin{cases}1, \text{ если } \max\left|\lambda_i^k(r)-\lambda_i^*(r)\right|\le\varepsilon\\ 0, \text{ в противном случае}.\end{cases}$$

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

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

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

		B_1	**B_2**	**B_3**	**B_4**	**B_5**
	Q_1	0,56	0,05	0,23	0,05	0,05
G =	**Q_2**	0,50	0,08	0,15	0,01	0,51
	Q_3	0,38	0,05	0,4	0,05	0,56
	Q_4	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 $\overline{D_\lambda}$, заданной условиями (6). Поведение “центра” детерминировано: мерой близости является функция (12), условиями окончания поиска – правило (20).

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

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

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(λ). При этом близость значений индивидуальных весовых коэффициентов каждого эксперта к “коллективному мнению” характеризуется вектором $\Delta = (0.071, \quad 0.071, \quad 0.179, \quad 0.069, \quad 0.179)$, 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.