



### Литература

- 1 Левит, М. Е. Вибрация и уравнивание роторов авиадвигателей [Текст] / М. Е. Левит, В. П. Ройзман. - М: Машиностроение, 1970 . - 172 с.
- 2 Залманзон Л.А., Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях. – М: Наука, 1989, - 496с.

П.О. Корчагин, С.А. Пиявский

## МНОГОЦЕЛЕВОЙ ПОДХОД В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

(Самарский государственный технический университет)

В [1, 2] рассмотрена задача многокритериального принятия решений, в которой альтернативы характеризуются частными критериями и могут зависеть от ряда неопределенных факторов. В этих статьях предложен метод «Уверенных суждений», позволяющий лицу, принимающему решение (ЛПР), легко и обоснованно решать такие задачи на основе естественных для него суждений[3]. Метод не использует искусственных приемов, направленных на формализацию задачи за счет отыскания якобы адекватного ей единственного способа учета неопределенности, а учитывает все множество таких способов. От ЛПР-а лишь требуется отнести каждый частный критерий к той или иной группе важности, задав тем самым конкретную (хотя и размытую с позиций количественного сопоставления значимости различных групп важности) «политику выбора».

Однако во многих масштабных задачах стратегического планирования и проектирования в аэрокосмической, социально-экономической и политической областях требуется принять наилучшее решение не при единственной политике выбора, а с учетом достаточно широкого их многообразия, отражающего разнообразие и неопределенность внешних ситуаций, множественность решаемых задач и возможное противодействие со стороны внешних игроков или природы. В этих случаях задача принятия решения попадает в рамки многоцелевого подхода, предложенного в [4] и затем нашедшего развитие и применение в [5] - [6].

Сущность многоцелевого подхода состоит в том, что он расширяет классическую постановку задачи оптимизации, предусматривая возможность формирования многоэлементного решения, включающего несколько вариантов решения из множества допустимых решений, с тем, чтобы наиболее эффективно учесть многообразие внешних факторов.

Обозначим через  $X = \{x_i\}_{i=1, \dots, n}$  множество элементов, представляющих многообразие внешних факторов, через  $Y = \{y_j\}_{j=1, \dots, m}$  - множество вариантов (элементов), из которых конструируется искомое, возможно многоэлементное, оптимальное решение, через  $f(x, y)$ ,  $x \in X$ ,  $y \in Y$  - функцию, определяющую эффективность использования элемента решения  $y \in Y$  при реализации внешних факторов  $x \in X$ . Будем называть  $X$  внешним множеством,  $Y$  - множеством элемен-



тов решений,  $f(x, y)$  - локальными потерями. Будем полагать, что допустимым решением (многоэлементной стратегией)  $A$  является любое непустое подмножество множества элементов решений  $A \subseteq Y$ .

Пусть  $\bar{f}(x) = \min_{y \in Y} f(x, y)$ ,  $x \in X$  - оптимальное (минимальное) возможное значение локальных потерь в условиях реализации внешних факторов  $x \in X$ . Примем для определенности  $f(x, y) > 0$ ,  $x \in X$ ,  $y \in Y$  и перейдем от функции локальных потерь к функции относительных потерь

$$1. \quad \rho(x, y) = \frac{f(x, y) - \bar{f}(x)}{\bar{f}(x)}, \quad x \in X, y \in Y.$$

Она характеризует величину проигрыша из-за использования при внешних факторах  $x \in X$  элемента решения  $y \in Y$  вместо элемента решения, оптимального для данных внешних факторов.

Примем, что при фиксированной многоэлементной стратегии  $A \in Y$  каждому элементу внешнего множества сопоставляется тот из элементов стратегии  $A \in Y$ , которому отвечает наименьшее по сравнению с остальными элементами стратегии значение относительного проигрыша. Его номер задается целочисленной так называемой распределяющей функцией  $E(x)$ . Тогда значение относительного проигрыша при реализации внешних факторов  $x$  может быть записано как  $\rho(x, y_{E(x)})$ ,  $x \in X$ ,  $y_{E(x)} \in A$  или

$$\rho_{ij} \equiv \rho(x_i, y_j), \text{ где } x_i = x, j = E(x_i).$$

Эффективность  $F(X, A, E(x))$  использования многоэлементной стратегии  $A \in Y$  и распределяющей функции  $E(x)$  для «обслуживания» всего внешнего множества  $X$  будем характеризовать максимальным (гарантирующим) или средним проигрышем на всей совокупности элементов множества  $X$ .

В первом случае будем говорить о гарантирующей многоцелевой системе (ГМС):

$$F = \max_{i=1, \dots, n} \rho(x_i, y_{E(x_i)}).$$

Во втором случае будем говорить об интегральной многоцелевой системе (ИМС):

$$F = \sum_{i=1}^n \rho(x_i, y_{E(x_i)}),$$

или, если известна функция «важности» различных элементов внешнего множества  $n(x_i) \equiv n_i, i = 1, \dots, n$ ,

$$(1a) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^n n(x_i) \rho(x_i, y_{E(x_i)})}{\sum_{i=1}^n n(x_i)}.$$

Оптимальной будем называть пару  $(A, E(x))$ , минимизирующую гарантирующий или средний проигрыш МС при заданном числе элементов стратегии  $p$ .



Предлагается следующий алгоритм, объединяющий метод уверенных суждений с многоцелевым подходом, что позволяет ЛПР достаточно глубоко и обоснованно принять решение в условиях множественности политик выбора, представляющих собой внешнее множество  $X$ .

- 1) Формируется внешнее множество  $X$ , отображающее множество политик выбора, представляющее интерес для ЛПР. Для этого формируется полный набор возможных сочетаний групп важности используемых частных критериев и ЛПРом, в случае надобности, удаляются из него политики выбора, заведомо не представляющие интереса.
- 2) Для каждой политики выбора  $x$  из внешнего множества  $X$  методом УС решается задача принятия решений и формируются жёсткий и мягкий рейтинги, каждый из которых может рассматриваться ЛПРом как комплексный рейтинг каждого варианта решений из множества допустимых. В дальнейшем, под термином рейтингом, будем понимать любой из этих рейтингов, интересующих ЛПРа.
- 3) Для каждой политики выбора  $x$  из  $X$  из рассчитанных значений рейтинга для вариантов решения  $y$  из  $Y$  выбирается наименьшее и тем самым определяется оптимальный для данной политики выбора вариант решения  $\bar{y}(x) \in Y$  и оптимальное значение рейтинга  $\bar{f}(x)$ .
- 4) По формуле (1) для каждой политики выбора входящей во внешнее множество рассчитывается значения функции локальной эффективности  $\rho(x, y)$ .
- 5) Решается задача оптимизации многоцелевой системы с сформированной функцией локальной эффективности при различном числе элементов многоэлементной стратегии
- 6) ЛПР, опираясь на внешние по отношению к решаемой задаче соображения, выбирает оптимальное количество элементов многоэлементной стратегии; тем самым определяется и сама оптимальная стратегия.

### Литература

1. В. В. Малышев, С. А. Пиявский Метод “Уверенных суждений” при выборе многокритериальных решений, Известия РАН. Теория и системы управления, 2015, № 5, с. 90–101
2. Пиявский С.А. Об оптимизации сетей. Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1968, № 1. - с. 68-80.
3. Пиявский, С.А. Метод «уверенных суждений ЛПР» при принятии решений в условиях неустранимой неопределенности [Текст], Самара, СГАСУ, 2014. – 24 с
4. Кротов В.Ф, Пиявский С.А. Достаточные условия оптимальности в задаче об оптимальных покрытиях. Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1968, №2. с. 10 - 17.
5. Пиявский С.А., Брусов В.С., Хвилон Е.А. Оптимизация параметров многоцелевых летательных аппаратов. М. «Машиностроение», 1974. - 106 с.
6. Пиявский С.А. Оптимизация обобщенных многоцелевых систем, Онтология проектирования, т.5 №4(18), 2015 – с.411-428