

УДК 519.6

Коваленко И.И., Гожий А.П.

## Системная технология выбора методов поддержки принятия решения

*В статті запропоновано системну технологію вибору методів підтримки прийняття рішень.*

*In the article the systems technology of choose methods make desigion is investigated.*

### Введение

Методы поддержки принятия решений используют в своей деятельности специалисты-профессионалы (лица, принимающие решения, консультанты, эксперты, аналитики и др.) в качестве „инструментов”, стремясь при этом получать многовариантное описание ситуации, в которой приходится принимать решение. Это, в свою очередь, зависит от правильного применения указанных методов в зависимости от их функциональных возможностей. Отсюда возникает необходимость создания *системных технологий*, в основе которых лежат процедуры формирования определенных последовательностей применения отдельных методов, установления взаимосвязей между ними, что, в конечном счете, обеспечит в автоматизированном режиме помощь указанным пользователям.

### Постановка задачи

Построение системных технологий может быть основано на постановке и решении задачи *выбора* (В)[3]. В общем виде задачу В можно описать парой  $V = \langle M, O \rangle$ , где  $M = \{M_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$  - множество (система) исходных методов (М) поддержки принятия решений;  $O$  - принцип оптимальности, задаваемый по требованиям допустимости ( $O_{\text{доп.}}$ ) и критериальным требованиям ( $O_{\text{кр.}}$ ). Причем  $O = O_{\text{доп.}} \cup O_{\text{кр.}}$ ,  $O_{\text{доп.}} \cap O_{\text{кр.}} = \emptyset$ .

Требования по допустимости  $O_{\text{доп.}}$  представляют собой требования к характеристикам и функциональным возможностям выбираемых методов и выражаются отношениями R-типов:  $R = \{=, \neq, <, >, \leq, \geq, \diamond\}$ . Данный выбор является достаточно тривиальным, поэтому подробнее показан выбор по критериям.

Критерии  $O_{\text{кр.}}$  отражают целевые устремления лиц, принимающих решения (ЛПР) с учетом наличия информации на данном этапе процедуры В. Решением задачи В будет подмножество  $M_{\text{орт.}} \subseteq M$ , полученное на основе реализации следующей последовательности  $M \rightarrow M_{\text{доп.}} \rightarrow M_{\text{орт.}}$ , т. е. вначале выделяется

$$\uparrow O_{\text{доп.}} \uparrow O_{\text{кр.}}$$

Множество допустимых вариантов методов  $M_{\text{доп.}}$ , а затем на этом усеченном множестве проводится поиск оптимальных вариантов по принятым критериям  $O_{\text{кр.}}$ .

### Построение системной технологии выбора методов поддержки принятия решений

В основу постановки задачи выбора методов поддержки принятия решений могут быть положены различные аспекты: принципы классификации методов; основы построения функций полезности; виды операций, выполняемые человеком при переработке информации (попарное сравнение, назначение весов критериев,

упорядочение критериев по важности и т.п.) и др. С учетом этого задачу выбора можно записать в виде  $V = \langle M, K, Op, P \rangle$ , где  $M$ - совокупность методов поддержки принятия решений;  $K$ - классы методов;  $Op$ - операции по переработке информации;  $P$ - принципы теории полезности. При этом операторы  $K$ ,  $Op$  могут рассматриваться, по аналогии с общей постановкой задачи выбора, как задаваемые по условиям допустимости, а  $P$  определяет критериальные условия.

Рассмотрим последовательность построения системной технологии выбора методов поддержки принятия решений с учетом постановки задачи. Прежде всего отметим то, что методы поддержки принятия решений (ППР) классифицируются на два основных класса [1]: *некритериальные* и *критериальные* методы структурирования альтернатив. Первый класс методов ППР основан на возможности экспертов оценить альтернативы без привлечения критериев. Для этого применяются различные операции с альтернативами (например, попарное их сравнение). Для примера рассмотрим один из методов данного класса – метод построчных сумм.

Пусть имеется некоторое множество альтернатив  $\{a, b, c, d\}$ , для которых построим таблицу парных сравнений (табл. 1).

Таблица 1

## Попарное сравнение альтернатив

Альтернатива	a	b	c	d	Сумма строк
a	**	1	0	1	2
b	0	**	1/2	1	1.5
c	1	1/2	**	0	1.5
d	0	0	1	**	1.0

Здесь на пересечении строки и столбца ставятся числа по следующим правилам:

- ставится "1", если альтернатива с именем строки лучше альтернативы с именем столбца;

- ставится "0", если альтернатива с именем строки хуже альтернативы с именем столбца;

- ставится "1/2", если альтернатива с именем строки равноценна альтернативе с именем столбца.

Клетки таблицы, в которых имя строки совпадает с именем столбца, не заполняют (в табл.1 в этих клетках стоят "звездочки"). Далее подсчитываются суммы строк и производится ранжировка альтернатив следующим образом (табл.2).

Таблица 2

## Ранжирование альтернатив

Номер ранга	Альтернатива
1	a
2	b, c
3	d

Альтернативе, имеющей максимальную строчную сумму, присваивается ранг 1; альтернативе, имеющей следующую по величине сумму, присваивается ранг 2 (в нашем примере таких альтернатив 2: b и c). И так далее, пока не будут отранжированы все альтернативы.

В основе методов критериального структурирования альтернатив лежит

построение критериальной таблицы (табл.3).

Таблица 3

Критериальная таблица					
Альтернативы	Критерии	$k_1$	$k_2$	...	$k_m$
$a_1$		$x_{11}$	$x_{12}$	...	$x_{1m}$
$a_2$		$x_{21}$	$x_{22}$	...	$x_{2m}$
...		...	...	...	...
$a_n$		$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	$x_{nm}$

Здесь имена строк представляют имена альтернатив, а имена столбцов – имена критериев. На пересечении  $i$ -ой строки и  $j$ -го столбца записывается оценка  $x_{ij}$  альтернативы  $a_i$  по критерию  $k_j$ . Данный класс методов можно разделить на две группы: *методы, основанные на теории полезности, и методы, не использующие функции полезности.*

В основе методов первой группы лежит процедура построения обобщенного (интегрального) критерия, который получил название "функция полезности". Данный критерий представляет собой линейную свертку (взвешенную сумму). Его построение сводится к следующему. Сначала некоторым образом выбираются весовые коэффициенты выбранных критериев ( $w_1, w_2, \dots, w_m$ ).

Затем проверяются условия независимости критериев по предпочтениям и полезности. Если они выполняются, то функция полезности ( $U$ ) является *аддитивной*, т.е.

$$U(x) = \sum_{i=1}^m w_i U_i(x) \text{ при } \sum_{i=1}^m w_i = 1, \quad (1)$$

и принимается решение: чем больше  $U(x)$ , тем лучше альтернатива  $a_i$ . Другой вид интегрального критерия может быть *мультипликативной сверткой* вида

$$1 + kU(x) = \prod_{i=1}^m [1 + kw_i U_i(x)] \text{ при } \sum_{i=1}^m w_i \neq 1 \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2)  $U, U_i$  – функции полезности, изменяющиеся от 0 до 1;  $w_i$  – коэффициенты важности (веса) критериев, причем  $0 < w_i < 1$ ; коэффициент  $k > -1$ .

Проверка критериев, участвующих в процедуре принятия решений на *независимость по полезности и предпочтению*, является основным критериальным требованием в задаче выбора методов и дает основание для использования в составе системной технологии группы методов на основе теории полезности.

Приведем определение отмеченных положений. Критерий  $k_1$  называется *независимым по полезности* от критериев  $k_2, \dots, k_m$ , если порядок предпочтений, в которых меняются лишь уровни критерия  $k_1$ , не зависит от фиксированных значений по другим критериям. Два критерия  $k_1$  и  $k_2$  *не зависят по предпочтению* от других критериев  $k_3, \dots, k_m$ , если предпочтения между альтернативами, различающимися лишь оценками по  $k_1, k_2$  не зависят от фиксированных значений по другим критериям.

Пусть имеется некоторое множество частных критериев  $k_1, k_2, \dots, k_i, \dots, k_m$ , каждый из которых характеризуется оценками на количественных шкалах и, в частности, худшими (min) и наилучшими (max) значениями, т. е.

$$[(k_1)_{\min}; (k_1)_{\max}], [(k_2)_{\min}; (k_2)_{\max}], \dots [(k_i)_{\min}; (k_i)_{\max}], \dots [(k_m)_{\min}; (k_m)_{\max}].$$

Указанная проверка выполняется на основе процедуры попарного сравнения частных критериев. Для примера рассмотрим случай наличия трех критериев:  $k_1, k_2, k_3$ .

Пусть при этом проверяется независимость по предпочтению критериев  $k_1$  и  $k_2$  по отношению к  $k_3$ . Первоначально ЛПР должен определить свое предпочтение между альтернативами А и В ( $A=[(k_1)_{\min}; (k_2)_{\min}]$ ,  $B=[(k_1)_{\min}; (k_2)_{\max}]$ ) при наилучшем значении  $k_3$ , т. е.  $[(k_3)_{\max}]$ . Предположим, что вариант А предпочтительней варианта В ( $A > B$ ). Это означает, что критерий  $k_1$  более важен, чем критерий  $k_2$ ; далее необходимо определить такую точку  $k_1^*$  на шкале критерия  $k_1$ , что варианты А и  $A^*$  будут одинаково предпочтительны (или безразличны) для ЛПР, т.е. (А и  $A^*$ ).

Затем проводится точно такой же поиск ситуации безразличия при наихудшем значении критерия  $k_3$ , т.е.  $[(k_3)_{\min}]$ . Для полной проверки условия независимости по предпочтению следует рассмотреть все пары критериев. Тем не менее, в качестве достаточной допускается проверка одного или двух наиболее существенных (определяющих) критериев [2], а прочие рассматриваются только в паре с ними.

Вторая группа критериальных методов поддержки принятия решений не основана на теории полезности. При построении таких методов используется операция *парного сравнения критериев* с последующей целью упорядочения их по важности [1].

Рассмотрим для примера один из таких методов. Пусть имеются две альтернативы и два критерия (табл. 4). Пусть далее известно, что критерий  $k_1$  важнее критерия  $k_2$  ( $k_1 < k_2$ ). Тогда, если  $y=t$  и  $x > z$ , то можно утверждать, что  $a > b$ .

Таблица 4

Табличные представления критериев и альтернатив

Альтернативы	Критерии	$k_1$	$k_2$
a		x	y
b		z	t

При этом не играет роли, насколько  $x$  больше  $z$ . Обратим внимание на то, что для упорядочения альтернатив здесь не понадобились веса критериев, а использовалась только *качественная информация* о сравнительной важности критериев [1]. Все изложенное выше легло в основу формирования системной технологии выбора методов поддержки принятия решений, представленной на рис. 1.

### Выводы

В заключение следует отметить, что предложенная системная технология, конечно, не отображает возможностей всего существующего множества методов ППР и может рассматриваться, как один из вариантов их системного применения.

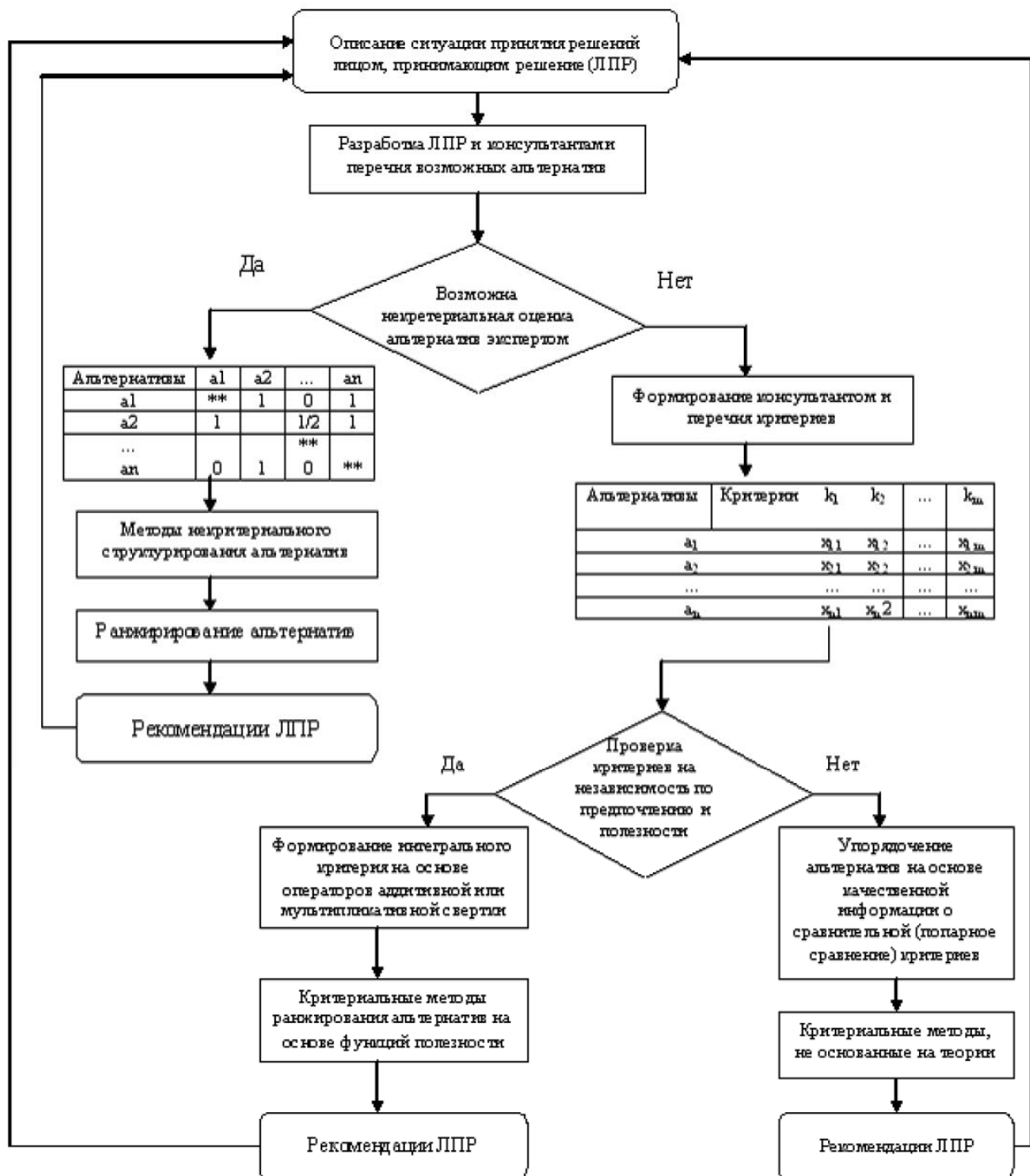


Рис. 1. Системная технология выбора методов поддержки принятия решений

## Литература

1. Горский П. Введение в прикладную дисциплину "Поддержка принятия решений" /<http://www.gorskiy.ru/>.
2. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2000. – 296 с.
3. Коваленко И.И., Гожий А.П. Системные технологии генерации и анализа сценариев. – Николаев: Изд-во НГТУ им. П. Могила, 2007. – 165 с.