



Оценка сложных систем в условиях неопределенности



Специфические черты организационно-технических систем

1. Наличие в управляемой системе в качестве элементов (подсистем) целенаправленных индивидуумов и наличие в системе управления ЛПР,
2. Алгоритм управления часто строит сама система управления, преследуя помимо предъявляемых старшей системой целей, собственные цели, не всегда совпадающие с внешними.
3. На этапе оценки ситуации в ряде случаев исходят не из фактической ситуации, а из той модели, которой пользуется ЛПР при управлении объектом.
4. В процессе принятия решения большую роль играют логические рассуждения ЛПР, не поддающиеся формализации классическими методами математики.
5. При выборе управляющего воздействия ЛПР может оперировать нечеткими понятиями, отношениями и высказываниями.
6. В большом классе задач управления организационно-техническими системами отсутствуют объективные критерии оценивания достижения целевого и текущего состояний объекта управления



Оценка эффективности для неопределенных операций

a_i	n_j				$k(a_i)$
	n_1	n_2	...	n_k	
a_1	k_{11}	k_{12}	...	k_{1k}	
a_2	k_{21}	k_{22}	...	k_{2k}	
...
a_m	k_{m1}	k_{m2}	...	k_{mk}	

Условия оценки эффективности систем для неопределенных операций можно представить в виде табл.7.1, в которой обозначены:

a_1 - вектор управляемых параметров, определяющий свойства системы ($i=1, \dots, m$);

n_j - вектор неуправляемых параметров, определяющий состояние обстановки ($j=1, \dots, k$);

k_{ij} - значение эффективности системы для состояния обстановки

$K(a_i)$ - эффективность системы



Критерий среднего выигрыша

Данный критерий предполагает задание вероятностей состояний обстановки p_i . Эффективность систем оценивается как среднее ожидаемое значение (математическое ожидание) оценок эффективности по всем состояниям обстановки:

$$K(a_i) = \sum p_j k_{ij}, i = 1, \dots, m.$$

Оптимальной системе будет соответствовать эффективность

$$K_{\text{opt}} = \max_i \sum_{j=1}^l p_j k_{ij}, i = 1, \dots, m.$$

Если в данном примере задаться вероятностями применения противником программных воздействий $p_1=0,4$; $p_2=0,2$; $p_3=0,1$; $p_4=0,3$; то получим следующие оценки систем:

$$K(a_1) = 0,4 * 0,1 + 0,2 * 0,5 + 0,1 * 0,1 + 0,3 * 0,2 = 0,21$$

$$K(a_2) = 0,4 * 0,2 + 0,2 * 0,3 + 0,1 * 0,2 + 0,3 * 0,4 = 0,28$$

$$K(a_3) = 0,4 * 0,1 + 0,2 * 0,4 + 0,1 * 0,4 + 0,3 * 0,3 = 0,25$$

Оптимальное решение - система a_2 .



Критерий Лапласа

В основе критерия лежит предположение: поскольку о состояниях обстановки ничего не известно, то их можно считать равновероятными.

Исходя из этого

$$K(a_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^l k_{ij}, i = 1, \dots, m;$$

$$K_{\text{opt}} = \max_i \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^l k_{ij} \right), i = 1, \dots, m.$$

Рассчитаем эффективность систем по данному критерию для приведенного примера:

$$K(a_1) = 0,25 * (0,1 + 0,5 + 0,1 + 0,2) = 0,225$$

$$K(a_2) = 0,25 * (0,2 + 0,3 + 0,2 + 0,4) = 0,275$$

$$K(a_3) = 0,25 * (0,1 + 0,4 + 0,4 + 0,3) = 0,3$$

Оптимальное решение - система а3. Критерий Лапласа представляет собой частный случай критерия среднего выигрыша.



Критерий осторожного наблюдателя (Вальда)

Это максиминный критерий, он гарантирует определенный выигрыш при наихудших условиях.

В каждой строке матрицы эффективности находится минимальная из оценок систем по различным состояниям обстановки

Применение критерия максимина к нашему примеру дает следующие оценки:

$$K(a_i) = \min_j k_{ij}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, t.$$

$$K(a_1) = \min(0,1; 0,5; 0,1; 0,2) = 0,1;$$

$$K(a_2) = \min(0,2; 0,3; 0,2; 0,4) = 0,2;$$

$$K(a_3) = \min(0,1; 0,4; 0,4; 0,3) = 0,1;$$

Оптимальное решение - система a_2 .

Максиминный критерий ориентирует на решение, не содержащее элементов риска: при любом из возможных состояний обстановки выбранная система покажет результат операции не хуже найденного максимина.



Критерий максимакса

Это критерий обобщенного максимина. Согласно данному критерию при оценке и выборе систем неразумно проявлять как осторожность, так и азарт, а следует, учитывая самое высокое и самое низкое значения эффективности, занимать промежуточную позицию (взвешиваются наихудшие и наилучшие условия). Для этого вводится коэффициент оптимизма α ($0 \leq \alpha \leq 1$), характеризующий отношение к риску лица, принимающего решение.

Эффективность систем находится как взвешенная с помощью коэффициента α сумма максимальной и минимальной оценок:

Условие оптимальности записывается в виде

$$K_{opt} = \max_i [\alpha \max_j k_{ij} + (1 - \alpha) \min_j k_{ij}], \quad 0 < \alpha < 1.$$

$$K(a_i) = \alpha \max_j k_{ij} + (1 - \alpha) \min_j k_{ij}.$$

Зададимся значением $\alpha = 0,6$ и рассчитаем эффективность систем для рассматриваемого примера:

$$K(a_1) = 0,6 * 0,5 + (1 - 0,6) * 0,1 = 0,34$$

$$K(a_2) = 0,6 * 0,4 + (1 - 0,6) * 0,2 = 0,32$$

$$K(a_3) = 0,6 * 0,4 + (1 - 0,6) * 0,1 = 0,34$$

Оптимальной системой будет a_1 .

При $\alpha=0$ критерий Гурвица сводится к критерию максимина, при $\alpha=1$ - к критерию максимакса.



Критерий минимального риска (Сэвиджа)

Минимизирует потери эффективности при наихудших условиях. Для оценки систем на основе данного критерия матрица эффективности должна быть преобразована в матрицу потерь (риска). Каждый элемент матрицы потерь определяется как разность между максимальным и текущим значениями оценок эффективности в столбце: $\Delta k_{ij} = \max_i k_{ij} - k_{ij}$

После преобразования матрицы используется критерий минимакса:

$$K(a_i) = \max_j \Delta k_{ij}$$

$$K_{opt} = \min_i (\max_j \Delta k_{ij})$$

$$K(a_1) = \max(0, 1; 0; 0, 3; 0, 2) = 0, 3$$

$$K(a_2) = \max(0; 0, 2; 0, 2; 0) = 0, 2$$

$$K(a_3) = \max(0, 1; 0, 1; 0; 0, 1) = 0, 1$$

Оптимальное решение - система a_3 .

Критерий минимального риска отражает сожаление по поводу того, что выбранная система не оказалась наилучшей при определенном состоянии обстановки.

Матрица потерь

a_i	k_j			
	k_1	k_2	k_3	k_4
a_1	6,1	0	0,3	0,2
a_2	0	0	0,2	0
a_3	0,1	0,1	0	0,1



Сравнительные результаты оценки систем

a_j	k_j				$K(a_i)$ по критериям					
	k_1	k_2	k_3	k_4	среднего выигрыша	Лапласа	Вальда	максимакса	Гурвица	Сэвиджа
a_1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,21	0,225	0,1	0,5	0,34	0,3
a_2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,28	0,275	0,2	0,4	0,32	0,2
a_3	0,1	0,4	0,4	0,3	0,25	0,300	0,1	0,4	0,28	0,1

Эффективность систем в неопределенных операциях может оцениваться по целому ряду критериев. На выбор того или иного критерия оказывает влияние ряд факторов:

- природа конкретной операции и ее цель (в одних операциях допустим риск, в других нужен гарантированный результат);
- причины неопределенности (одно дело, когда неопределенность является случайным результатом действия объективных законов природы, и другое, когда она вызывается действиями разумного противника, стремящегося помешать в достижении цели);
- характер лица, принимающего решение (одни люди склонны к риску в надежде добиться большего успеха, другие предпочитают действовать всегда осторожно).



Литература

1. Ю.П.Сурмин «Теория систем и системный анализ»
2. В.С.Анфилатов, А.А.Емельянов, А.А.Кукушкин «Системный анализ в управлении»
3. Т.П.Барановская, В.И.Лойко, М.И.Семёнов, А.И.Трубилин «Информационные системы и технологии в экономике»
4. В.К.Душин «Теоретические основы информационных процессов и систем»
5. М.Месарович, Я.Такахара «Общая теория систем»
6. А.В. «Теория информационных процессов и систем»
<http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj418/file14036.html>



Спасибо за внимание