

Принятие решений в условиях неопределенности и в условиях риска

Решение – это выбор определённого сочетания цели, действий, направленных на достижение этой цели, и способов использования имеющихся ресурсов.

В узком смысле принятие решений – это заключительный акт анализа вариантов, результат выбора.

В широком смысле – это процесс, протекающий во времени. Это совокупность всех этапов и стадий по подготовке решения, включая этап непосредственного принятия решения.

Классификация решений.

- По степени повторяемости проблемы:
 - Традиционные (неоднократно встречающиеся в практике). Решения здесь – выбор из имеющихся альтернатив.
 - Нетипичные (нестандартные). Поиск решений здесь связан с генерацией новых альтернатив.
- По значимости цели:
 - Стратегические (самостоятельные).
 - Тактические (решения используются в качестве средства достижение цели более высокого порядка).

- По сфере воздействия:
 - Локальные - результат управленческих решений может сказаться на одном или нескольких элементах системы.
 - Глобальные – решения влияют на функционировании системы в целом.
- По длительности реализации:
 - Долгосрочные решение – если между принятием решения и завершением его реализации проходит несколько лет.
 - Краткосрочные – если срок небольшой.
- По прогнозируемым последствиям решений:
 - Корректируемые - большинство управленческих решений поддаются корректировке в целях устранения отклонений или учета новых факторов.
 - Некорректируемые - решения, последствия которых необратимы.

- По характеру используемой информации, в зависимости от полноты и достоверности информации:
 - Детерминированные (принимаемые в условиях определенности)
 - Вероятностные (принимаемые в условиях риска и неопределенности).
Большинство решений являются вероятностными.
- По методам разработки решения:
 - Формализованные (выполненные с использованием математических методов).
 - Неформализованные (основанные на интуиции и здравом смысле).
На практике большинство решений носит комбинированный характер, т.е. применяются попеременно формальные процедуры и неформальные методы.

- По числу критериев выбора:
 - Многокритериальные решения - если выбранная альтернатива должна удовлетворять нескольким критериям.
 - Однокритериальные – если критерий один.
- По форме принятия:
 - Коллегиальные (такая форма принятия решений снижает оперативность и размывает ответственность, но препятствует грубым ошибкам и злоупотреблениям и повышает обоснованность выбора).
 - Единоличные.
- По способу фиксации решений:
 - Документированные.
 - Недокументированные.

Процесс принятия решений может быть укрупненно подразделен на 2 операции: выработка рекомендаций специалистами по выбору лучшего варианта и принятие окончательного варианта непосредственно лицом, принимающим решение (ЛПР).

Для ЛПР задача принятия решений может быть записана в следующем виде:

$$\langle C, T, P \mid C_{\partial}, \Pi, \mathcal{C}, O, A, K, f, A^* \rangle,$$

где:

- C – исходная проблемная ситуация;
- T – время для принятия решения;
- P – потребные ресурсы для принятия решения;
- C_{∂} – доопределенная проблемная ситуация;
- $\Pi = (\Pi_1, \dots, \Pi_n)$ – множество предположений о развитии ситуации в будущем;
- $\mathcal{C} = (\mathcal{C}_1, \dots, \mathcal{C}_k)$ – множество целей, на достижение которых направлено решение;
- $O = (O_1, \dots, O_l)$ – множество ограничений;
- $A = (A_1, \dots, A_m)$ – множество альтернативных вариантов решений;
- $K = (K_1, \dots, K_p)$ – множество критериев выбора наилучшего варианта;
- f – функция предпочтения ЛПР (включает объективные критерии K и личные предпочтения ЛПР);
- A^* – оптимальное решение.

Содержание задачи принятия решений в социально-экономических системах позволяет сформулировать ее особенности:

- Неизвестные элементы задачи (ситуация, цели, ограничения, варианты решения, предпочтения) имеют содержательный характер и только частично определяются количественными характеристиками. Число неизвестных элементов задачи много больше числа известных.
- Определение неизвестных элементов задачи и нахождение наилучшего решения не всегда может быть формализовано, т.к. нет готовых алгоритмов.
- Часть характеристик может быть измерена субъективно (приоритеты целей, критериев, вариантов решения).
- Часто решать задачи принятия решений приходится в условиях неопределенности, и в таких условиях большое значение имеет интуиция ЛПР.
- Принимаемые решения могут непосредственно затрагивать интересы ЛПР и специалистов-аналитиков, поэтому их личные предпочтения и мотивы могут повлиять на выбор решения.

Последствия принимаемых решений определяются будущим развитием событий, которое может происходить по различным сценариям. Осуществление каждого сценария возможно с некоторой известной (*риск*) или неизвестной (*неопределенность*) вероятностью.

- Для формализации таких задач составляется таблица, в которой строкам соответствуют имеющиеся варианты решения, столбцам – возможные сценарии развития событий, а на пересечении строк и столбцов проставляют количественные оценки последствий, связанных с принятием данного решения в условиях реализации данного сценария. В качестве таких оценок могут выступать как положительные характеристики (доход, прибыль, полезный эффект, полезность), так и отрицательные (потери, убытки, ошибки).
- Для выбора оптимального решения в условиях риска, когда известны вероятности реализации всех сценариев, определяют вариант действий, связанный с наилучшими возможными результатами. При этом используют стандартную формулу математического ожидания:

$$\begin{aligned} & \text{Ожидаемый результат (действие)} = \\ & = \sum_{\text{сценарии}} \text{результат(действие, сценарий)} \cdot \text{вероятность(сценарий)} \end{aligned}$$

- и выбирают в качестве наилучшего решения тот вариант, который обеспечивает максимум ожидаемого положительного результата или минимум ожидаемого отрицательного результата (*критерий оптимальности при принятии решений в условиях риска*).

Пример

Владелец небольшого магазина в начале каждого дня закупает для реализации некий скоропортящийся продукт по цене 50 рублей за единицу. Цена реализации этого продукта — 60 рублей за единицу. Из наблюдений известно, что спрос на этот продукт за день может быть равен 1, 2, 3 или 4 единицам. Пусть известно, что на практике спрос 1 наблюдался 15 раз, спрос 2 наблюдался 30 раз, спрос 3 наблюдался 30 раз, спрос 4 наблюдался 25 раз. Если продукт в течение дня не распродан, то в конце дня его всегда покупают по цене 30 рублей за единицу. Сколько единиц этого продукта должен закупать владелец магазина каждый день?

| Объем закупки, единиц продукта/день | Спрос в течение дня, единиц продукта/день | | | |
|--|--|-----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | -10 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | -30 | 0 | 30 | 30 |
| 4 | -50 | -20 | 10 | 40 |

$$p(1) = \frac{15}{15 + 30 + 30 + 25} = 0.15;$$

$$p(2) = \frac{30}{15 + 30 + 30 + 25} = 0.30;$$

$$p(3) = \frac{30}{15 + 30 + 30 + 25} = 0.30;$$

$$p(4) = \frac{25}{15 + 30 + 30 + 25} = 0.25.$$

| | Результат, х | Вероятность, р | х·р |
|---------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| Возможное решение 1 | 10 | 0,15 | $10 \cdot 0,15 = 1,5$ |
| | 10 | 0,30 | $10 \cdot 0,30 = 3$ |
| | 10 | 0,30 | $10 \cdot 0,3 = 3$ |
| | 10 | 0,25 | $10 \cdot 0,25 = 2,5$ |
| | Итого | 1,00 | 10 |
| Возможное решение 2 | -10 | 0,15 | $-10 \cdot 0,15 = -1,5$ |
| | 20 | 0,30 | $20 \cdot 0,30 = 6$ |
| | 20 | 0,30 | $20 \cdot 0,3 = 6$ |
| | 20 | 0,25 | $20 \cdot 0,25 = 5$ |
| | Итого | 1,00 | 15,5 |
| Возможное решение 3 | -30 | 0,15 | $-30 \cdot 0,15 = -4,5$ |
| | 0 | 0,30 | $0 \cdot 0,30 = 0$ |
| | 30 | 0,30 | $30 \cdot 0,3 = 9$ |
| | 30 | 0,25 | $30 \cdot 0,25 = 7,5$ |
| | Итого | 1,00 | 12 |
| Возможное решение 4 | -50 | 0,15 | $-50 \cdot 0,15 = -7,5$ |
| | -20 | 0,30 | $-20 \cdot 0,30 = -6$ |
| | 10 | 0,30 | $10 \cdot 0,3 = 3$ |
| | 40 | 0,25 | $40 \cdot 0,25 = 10$ |

КРИТЕРИЙ «МАКСИМАКС»

| Объем закупки, единиц продукта/день | Спрос в течение дня, единиц продукта/день | | | | max |
|--|--|-----|----|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | -10 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | -30 | 0 | 30 | 30 | 30 |
| 4 | -50 | -20 | 10 | 40 | 40 |
| оптимальное решение | maximax | | | | |

КРИТЕРИЙ «МАКСИМИН»

| Объем закупки, единиц продукта/день | | Спрос в течение дня, единиц продукта/день | | | | min |
|--|---|--|-----|----|----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 2 | -10 | 20 | 20 | 20 | -10 |
| | 3 | -30 | 0 | 30 | 30 | -30 |
| | 4 | -50 | -20 | 10 | 40 | -50 |
| оптимальное решение | | maximin | | | | |

КРИТЕРИЙ «МИНИМАКС»

| Объем закупки, единиц продукта/день | Спрос в течение дня, единиц продукта/день | | | | max |
|-------------------------------------|---|----|----|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0 | 10 | 20 | 30 | 30 |
| 2 | 20 | 0 | 10 | 20 | 20 |
| 3 | 40 | 20 | 0 | 10 | 40 |
| 4 | 60 | 40 | 20 | 0 | 60 |
| оптимальное решение | minimax | | | | |

КРИТЕРИЙ ГУРВИЦА

- *Критерий Гурвица* — это компромиссный способ принятия решений. Благодаря предложенному Гурвицем коэффициенту оптимизма-пессимизма, этот критерий позволяет принимать решения в промежуточных случаях между крайним оптимизмом и крайним пессимизмом.
- Пусть α — коэффициент оптимизма ЛПР, $0 \leq \alpha \leq 1$. Это число можно рассматривать как степень уверенности ЛПР в том, что события будут развиваться по наилучшему сценарию. Тогда $1-\alpha$ — коэффициент пессимизма, степень уверенности в том, что события будут развиваться по наихудшему сценарию.
- Для каждого возможного решения определяются наилучший и наихудший возможный результат, а затем вычисляется ожидаемый средний результат:
$$\alpha \cdot (\text{наилучший результат}) + (1-\alpha) \cdot (\text{наихудший результат}).$$
- В качестве наилучшего решения выбирается тот вариант, который обеспечивает максимум ожидаемого положительного результата или минимум ожидаемого отрицательного результата.
- Заметим, что при $\alpha=1$ мы возвращаемся к критерию максимакс, а при $\alpha=0$ — к критерию максимин (для случая благоприятных последствий).

| Возможные решения | Наилучший результат | Наихудший результат | $0,4 \cdot (2)$ | $0,6 \cdot (3)$ | $(4)+(5)$ |
|----------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 10 | 10 | 4 | 6 | 10 |
| 2 | 20 | -10 | -4 | 12 | 8 |
| 3 | 30 | -30 | -12 | 18 | 6 |
| 4 | 40 | -50 | -20 | 24 | 4 |
| оптимальное решение | | | max(ожидаемый результат) | | |

ОЖИДАЕМАЯ СТОИМОСТЬ ПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

- Так как известны вероятности различных значений спроса, то можно определить ожидаемый доход в условиях полной информации:

$$0,15 \cdot 10 + 0,30 \cdot 20 + 0,30 \cdot 30 + 0,25 \cdot 40 = 26,5 \text{ руб.}$$

- Лучшее, что мог сделать владелец магазина в условиях отсутствия полной информации (в условиях риска) — это с целью максимизации ожидаемого дохода закупать для реализации 2 единицы в день. Тогда его ожидаемый доход был бы равен 15,5 руб. Он имеет возможность увеличить ежедневный доход до 26,5 руб., затратив дополнительную сумму денег (не выше $26,5 - 15,5 = 11$ руб./день) на маркетинговые исследования.
- Разница между ожидаемым доходом в условиях определенности и в условиях риска называется *ожидаемой стоимостью полной информации*. Это максимальный размер средств, которые можно потратить на получение полной информации о рыночной конъюнктуре.