

Гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение. Для первого требуется воображение, а для второго только умение.

*Джон Десмонд Бернал,
английский физик и социолог науки*

Системы поддержки принятия решений

1. Введение



Терминология

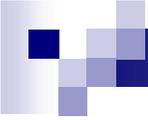
Принятие решений – процесс, в ходе которого человек выбирает из множества альтернатив наилучший вариант действий в соответствии с некоторыми критериями.

Возможные участники процесса принятия решения:

- 1) ЛПР – лицо, принимающее решение;
- 2) "владелец" проблемы (от имени которого будет приниматься решение);
- 3) эксперт(ы) – специалисты в данной предметной области;
- 4) специалист по поддержке принятия решений (ППР), занимающийся организационной частью процесса;
- 5) окружение ЛПР.

Перед ЛПР стоят следующие задачи:

- выделить отдельные элементы (параметры) сложившейся ситуации, представляющие интерес в рамках решения стоящей перед ним задачи;
- оценить значимость отдельных составляющих возникшей ситуации;
- рассмотреть возможные решения, оценить их последствия и эффективность каждого решения;
- выбрать решение, наилучшее с его точки зрения.



Принятие решения

Цель процесса принятия решения – принять "правильное" решение, т.е. выбрать такой вариант из всех возможных, в котором с учётом всех требований и факторов будет оптимизирована общая ценность.

Можно выделить следующие виды целей:

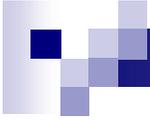
- Конечная и промежуточная цели.
- Идеальная цель.
- Многоцелевая система.
- Доминирующая и дополнительные цели.
- Основная цель как совокупность частных целей.

В процессе принятия решения ЛПР решает одну из трех задач:

Ранжирование – упорядочение альтернатив (от лучшей к худшей).

Классификация – распределение альтернатив по классам решений.

Выделение лучшей альтернативы (используется наиболее часто).



Альтернативы

Альтернатива – возможный вариант решения проблемы.

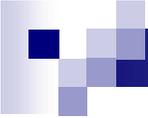
Альтернативы бывают:

- 1) зависимые (например, выборы);
- 2) независимые (например, различные варианты перемещения из пункта А в пункт Б).

Групповая зависимость: если принимается решение рассмотреть хотя бы одну альтернативу из группы А, то надо рассматривать всю группу. Например, если принято решение о строительстве завода, то необходимо рассматривать проблему организации подъездных путей и другой инфраструктуры.

Множество альтернатив может быть замкнутым (заранее заданным) и разомкнутым, когда новые альтернативы появляются по мере принятия решений.

Иногда новые альтернативы появляются благодаря анализу ситуации и более глубокому пониманию проблемы, которое возникает в процессе выработки решения. Это можно назвать *конструируемой альтернативой*.



Критерии

Критерий – это показатель качества или эффективности альтернативы (решения).

Критерии: зависимые и независимые. Группы критериев.

Многокритериальные задачи. Примеры оценки альтернатив:

	критерии: c1	c2	c3	c4		критерии: c1	c2	c3
Вариант А:	5	4	4	5	Вариант В:	5	3	5
Вариант Б:	4	5	5	4	Вариант Г:	4	5	5

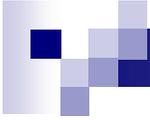
(оценка чем выше, тем лучше)

Оценки по критерию: качественные или количественные, дискретные или непрерывные.

Шкалы оценок:

- 1) номинальные (например, различные классификаторы),
- 2) порядковые (например, шкала школьных оценок),
- 3) интервальные (например, шкала времени),
- 4) пропорциональные (например, сейсмографическая балльная шкала).

Первые две шкалы – неметрические, последние – метрические.



Основные этапы принятия решений

Обдумывание		Проектирование		Решение	
определить наличие проблемы	сформулировать проблему	определить примерные решения	разработать возможные варианты	оценить варианты	сравнить полученные оценки и выбрать лучший вариант

Последовательность действий при принятии решения:

1. Предварительная формулировка задачи.
2. Выбор критерия (критериев) оценки эффективности решения.
3. Сбор данных для уточнения поставленной задачи.
4. Точная формулировка задачи.
5. Разработка возможных вариантов решения.
6. Составление математических моделей.
7. Сопоставление вариантов по критерию (по критериям).
8. Принятие решения.



Формальное определение критерия

Пусть A – множество альтернативных вариантов решения задачи. Из A (или любого подмножества $X \subset A$) надо выбрать один или несколько вариантов решений в некотором смысле лучших или более соответствующих каким–либо заранее оговорённым условиям.

Для этого множество решений проецируется на числовую ось так, чтобы каждому варианту соответствовала бы определённая точка этой оси (не обязательно различная для разных вариантов). Числовая ось называется шкалой. Зафиксировав положение вариантов на шкале и пронумеровав их, получим порядковую или ранговую шкалу. Если вариант считается тем лучше, чем меньше (или больше) его ранг, то шкала называется *критериальной*.

Обозначим через $f(x)$ функцию, заданную на всех вариантах $x \in A$ и имеющую числовые значения, определяемые критериальной шкалой. Эта функция и называется **критерием**.

Таким образом, критерий – это способ выражения различий в оценке альтернативных вариантов с точки зрения ЛПР.

Формальное определение критерия

Выбор подмножества Y_A лучших вариантов из A по заданному критерию $f(x)$ называется экстремизационным, если он осуществляется по правилу:

$$Y_A = \{ y \in A \mid \nexists x \in A : f(x) > f(y) \}$$

Если критериев несколько, то задан набор или вектор критериев

$$\{ f(x) \} = \{ f_i(x), i=1, \dots, n \},$$

где i – номер критерия, n – количество критериев.

Необходимо расширить представление о максимуме так, чтобы оно приводило к некоторому осмысленному выбору вариантов с точки зрения этого набора критериев:

$$Y_A = \{ y \in A \mid \nexists x \in A : \{ f(x) \} > \{ f(y) \} \}$$

Правило Парето:

Пусть $A_i, A_j \in A$ и вариант A_i характеризуется вектором оценок $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$, а вариант A_j – вектором оценок $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn})$.

$$A_i > A_j : \forall k=1, \dots, n \quad x_{ik} \geq x_{jk} \quad \& \quad \exists m: x_{im} > x_{jm}$$



Свойства набора критериев

1) Полнота.

Набор считается полным, если, зная значение n -мерного критерия, связанного с общей целью, ЛПР имеет полное представление о степени достижения общей цели.

2) Действенность.

ЛПР должен понимать смысл критериев и их влияние на обсуждаемую проблему.

3) Разложимость.

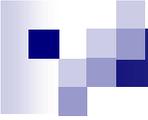
Формальный анализ решения проблемы требует, чтобы было найдено количественное выражение как предпочтений руководителя, так и его суждений о неоднозначно оцениваемых событиях.

4) Избыточность.

Критерии должны быть определены так, чтобы не дублировать одни и те же аспекты.

5) Минимальность.

Набор критериев должен быть настолько малым, насколько это возможно.



Системы поддержки принятия решений

СППР можно определить как человеко-машинную систему, помогающую руководителю в управлении сложной системой.

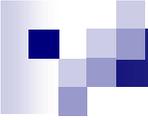
Основные задачи, которые может решать СППР:

1. сбор и хранение данных;
2. анализ данных;
3. моделирование процессов;
4. выработка (генерация) возможных решений;
5. определение оптимального решения (либо классификация или упорядочение альтернатив);
6. анализ последствий принятия решения;
7. прогнозирование развития ситуации.

Одной из основных отличительных особенностей СППР является обязательный учёт *предпочтений ЛПР*.

СППР с точки зрения управления предприятием





Классификация процедур ППР

1) **По степени структурированности проблем** – с возможностью использования аналитических моделей и численных оценок или без неё.

Для структурированности существует следующая градация:

- ***Хорошо структурированные задачи***, для которых есть количественное и функциональное представление, т.е. *зависимости параметров альтернатив от значений переменных*.
- ***Слабоструктурированные задачи***, для которых частично есть количественное и функциональное представление.
- ***Неструктурированные задачи***, которые описываются только качественно. Здесь принципиально отсутствует информация, необходимая для количественного описания проблемы.

2) **По характеру оценки полученного решения** – наличие или отсутствие объективных (количественных) критериев.

3) **По характеру ситуации** – стабильность и экстренность, наличие или отсутствие опыта.

4) **По типу анализа последствий принятия решения** – определяется методом анализа: статический или динамический.

5) **По характеру распределённости** – групповые или индивидуальные.

Многокритериальные задачи

Характеристика подобных задач такова: они имеют объективную модель, но оцениваются по многим критериям. Для выбора наилучшего решения необходим компромисс между оценками по критериям.

Пример:



"Лада" и "Нива" образуют **множество Эджворта-Парето** .

Многокритериальные задачи, обычно, имеют уникальный, новый характер – нет статистических данных, позволяющих обосновать соотношение критериев. На момент принятия решения принципиально отсутствует информация, позволяющая объективно оценить возможность последствий выбора того или иного варианта решения. Восполнить недостаток объективной информации могут люди на основе интуиции и опыта.



Модель "стоимость – эффективность"

Модель "стоимость-эффективность" была разработана для определения достаточности системы обороны США. Этот метод состоит из трёх этапов:

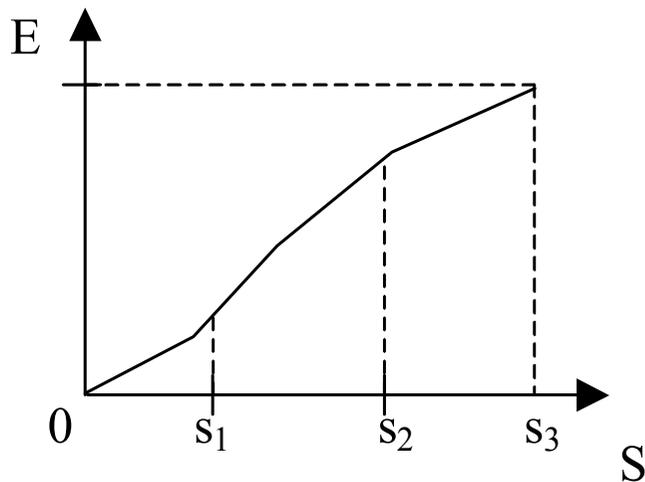
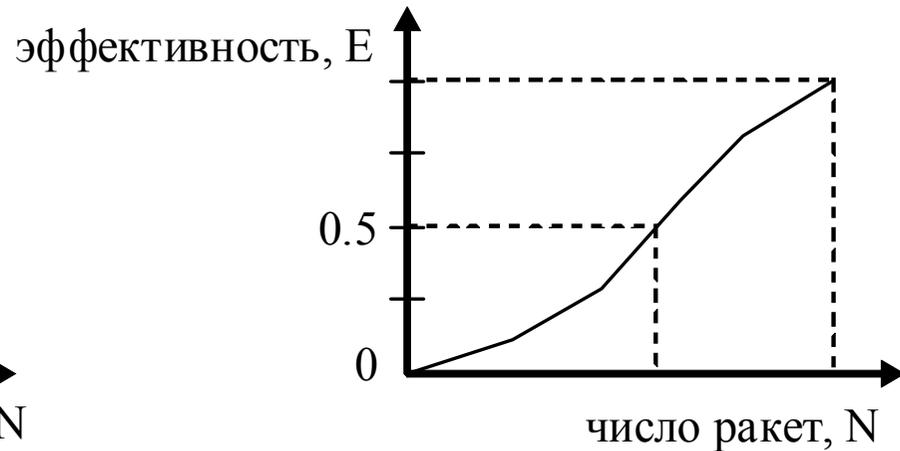
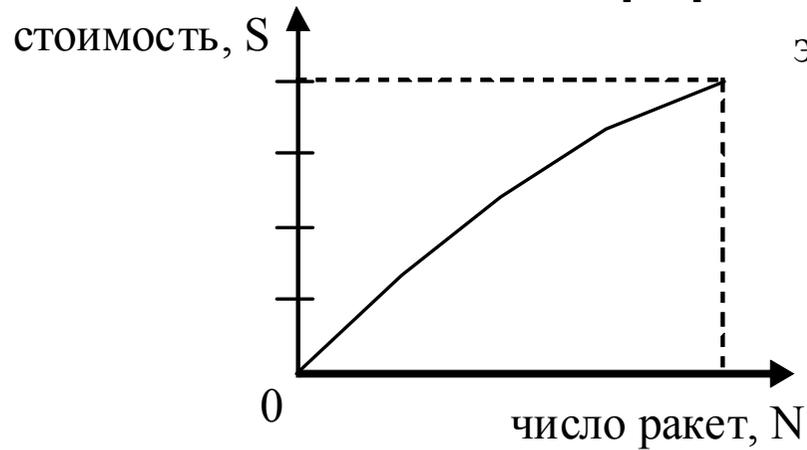
- 1) Построение модели эффективности.
- 2) Построение модели стоимости.
- 3) Синтез оценок стоимости и эффективности.

Модель стоимости представляла собой зависимость общей стоимости от количества ракет, а модель эффективности – зависимость поражения целей от количества ракет. Обе модели объективные. Но их оптимальное соотношение определяет ЛПР: как предельное значение стоимости или необходимое значение эффективности. Можно использовать соотношение стоимость/эффективность, но с учётом абсолютных значений.

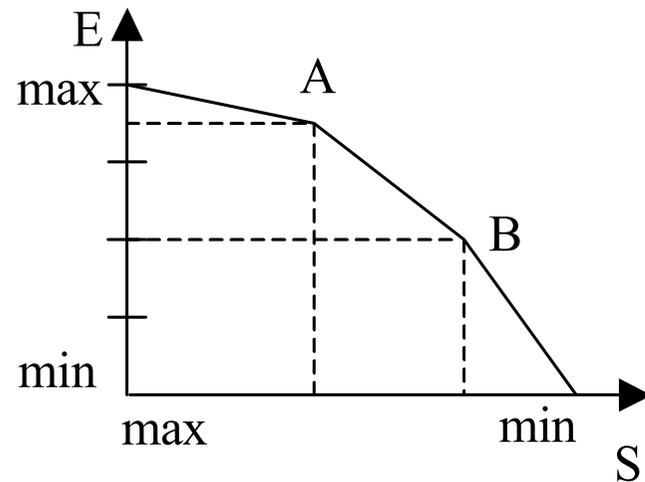
Обычно в подобных моделях используется один из двух подходов:

- 1) фиксированная эффективность при минимальной стоимости (самая "дешёвая" альтернатива, обладающая заданной эффективностью);
- 2) фиксированная стоимость и максимальная эффективность (случай бюджетных ограничений).

Пример расчета для модели стоимость-эффективность



а)



б)

Исследование пространства допустимых решений

Пример. Возьмём два параметра, описывающих экономическую систему государства:

x_1 – увеличение объёма денежной массы.

x_2 – увеличение количества рабочих мест.

Область допустимых значений параметров x_1 и x_2 :

Введём два критерия:

C_1 – уменьшение безработицы.

C_2 – увеличение ВВП (%).

Пусть критерии связаны с переменными так:

$$C_1 = 0.1x_1 + 0.9x_2; \quad C_2 = 0.5x_1 + 0.5x_2;$$

В реальных задачах невозможно одновременно достигнуть оптимальных значений по всем критериям, т.е. нельзя достичь всего сразу. Анализ различных решений позволяет ЛПР увидеть соотношение между критериями и найти компромисс.

