

Системы поддержки принятия решений (СППР)

математические и инструментальные
методы поддержки принятия решений

Д.т.н. профессор

Николайчук Ольга Анатольевна

Пример

- Рассмотрим фирму "Русские автомобили" .
- **Задача:**
- Совет директоров фирмы должен решить: Какой образец автомобиля запускать в серию - маленького верткого "Алешу" или представительного "Добрыню"?



Добрыня



Алеша

- Больше, тяжелее;
- Требуется больше бензина на 100 км;
- Солиднее и вместительнее;
- Менше;
- Требуется меньше бензина на 100 км;
- При дешевой бензине потребители предпочтут "Добрыню", при дорогом - "Алешу".
- Будущая цена бензина неизвестна, это – **фактор риска** для фирмы "Русские автомобили".

Пример (продолжение)

Итак, каждый из двух вариантов решения имеет плюсы и минусы. Для принятия решения явно не хватает следующей количественной информации:

- **насколько вероятна** к моменту выхода продукции на рынок **низкая** цена бензина и насколько - **высокая**;
- **каковы будут финансовые результаты** работы фирмы при различных вариантах сочетания цены бензина и типа выпускаемого автомобиля (а таких сочетаний четыре: низкая цена бензина - автомобиль "Алеша", низкая цена бензина - автомобиль "Добрыня", высокая цена бензина - автомобиль "Алеша", высокая цена бензина - автомобиль "Добрыня")

Пример (продолжение)

Прибыль фирмы "Русские автомобили" при выпуске автомобилей двух типов (млн. руб.):

Цена бензина	Тип "Алеша"	Тип "Добрыня"
Низкая (60 %)	750	1000
Высокая (40 %)	500	200

Какие решения возможны?

- Пессимистичное.
- Оптимистичное.
- Среднее.
- Исходя из упущенной выгоды.

Пример (продолжение)

Цена бензина	Тип "Алеша"	Тип "Добрыня"
Низкая (60 %)	750	1000
Высокая (40 %)	500	200

Решения:

- *Пессимистичное* – прогнозировать самый плохой случай, т.е. высокая цена бензина. Решение – «Алеша» (500 млн.)
- *Оптимистичное* - прогнозировать самый благоприятный случай, т.е. низкая цена бензина. Решение – «Добрыня» (1000 млн.)
- *Среднее* (по теории вероятности) $750 * 0,6 + 500 * 0,4 = 650$; $1000 * 0,6 + 200 * 0,4 = 680$. Решение – «Добрыня» .
- *Исходя из упущенной выгоды.*
 $500 - 200 = 300$; $1000 - 750 = 250$. Решение – «Алеша».
- Высказано 4 точки зрения.
- Результаты голосования - 15 членов Совета директоров за выпуск "Добрыни", 8 (в основном более осторожные представители старшего поколения) - за выпуск "Алеши". Большинством голосов решение принято - фирмы "Русские автомобили" будет выпускать "Добрыню».

Определения

Кто принимает решения?

- В теории принятия решений есть специальный термин - ***Лицо, Принимающее Решения***, сокращенно ***ЛПР***. Это тот, на ком лежит ответственность за принятое решение, тот, кто подписывает приказ или иной документ, в котором выражено решение. Обычно это генеральный директор или председатель правления фирмы, командир воинской части, мэр города и т.п., словом - ответственный работник. Но иногда действует коллективный ЛПР, как в случае с Советом директоров фирмы "Русские автомобили" или Государственной Думой Российской Федерации.
- Проект решения готовят специалисты, как говорят, "***аппарат ЛПР***", часто вместе с сотрудниками иных организаций. Если ЛПР доверяет своим помощникам, то может даже не читать текст, а просто подписать его. Но ответственность все равно лежит на ЛПР, а не на тех, кто участвовал в подготовке решения.

Определения

Порядок подготовки решения (регламент).

- Часты конфликты между менеджерами по поводу сфер ответственности - кто за что отвечает, кто какие решения принимает. Поэтому очень важны регламенты, определяющие порядок работы. Недаром любое собрание принято начинать с утверждения председательствующего, секретаря и повестки заседания, а работу любого предприятия или общественного объединения - с утверждения его устава.

Кандидатура	За	Против	Воздержались
Иванов И.И.	200	100	100
Петров П.П.	150	50	200
Сидоров С.С.	0	0	400

Определения

Цели.

- Каждое решение направлено на достижение одной или нескольких целей.
- Например, Совет директоров фирмы "Русские автомобили" желал:
 - продолжать выполнять миссию фирмы, т.е. выпуск автомобилей;
 - получить максимальную возможную прибыль (в условиях неопределенности будущих цен на бензин).
- Часто встречающаяся формулировка цели «максимум прибыли при минимуме затрат».

Определения

Ресурсы.

- Каждое решение предполагает использование тех или иных ресурсов. Так, Совет директоров фирмы "Русские автомобили" исходит из существования **производства** (системы предприятий), позволяющего выпускать автомобили типа "Алеша" и типа "Добрыня". Если бы такого производства не было, то и дискуссия в Совете директоров не имела бы смысла.
- Кроме того, предполагается, что у фирмы достаточно **финансовых средств**, материальных и **кадровых ресурсов** для массового выпуска автомобилей и того, и другого типа. Ведь надо сначала подготовить производство и работников, закупить **сырье** и **комплектующие изделия**, произвести и реализовать продукцию. И только потом получить прибыль (как разность между доходами и расходами).

Определения

Риски и неопределенности.

- Многие решения принимаются в условиях риска, т.е. при возможной опасности потерь. Связано это с разнообразными неопределенностями, окружающими нас. Кроме отрицательных (нежелательных) неожиданностей бывают положительные - мы называем их удачами. Менеджеры стараются застраховаться от потерь и не пропустить удачу.

Цена бензина	Тип "Алеша"	Тип "Добрыня"
Низкая (60 %)	750	1000
Высокая (40 %)	500	200

- Шансы низкой цены на бензин оценены в 60%. Этот прогноз, очевидно, не может быть абсолютно точным. Вместо 60 % следовало бы поставить, скажем, $(60 \pm 3) \%$.

Определения

Критерии оценки решения.

- Вспомним пример «Русские автомобили»:
 - Первый член совета предлагал исходить из **наихудшего случая высокой цены бензина**. Фактически он рассматривал внешний (для фирмы) мир как врага, который всячески будет стараться уменьшить прибыль фирмы. Данный подход хорош при рассмотрении совершенно **бескомпромиссного противостояния двух противников**, имеющих противоположные интересы, например, двух армий воюющих между собой государств.
 - Другой член совета предлагал исходить из самого **благоприятного стечения обстоятельств**. Внешний мир - друг, а не враг. Данное предложение можно было бы взять за основу, добавив возможности коррекции плана в случае неблагоприятных обстоятельств, а именно, повышения цены на бензин. Надо отметить, что никто не рассмотрел возможность подготовки производственной программы "двойного назначения".

Определения

Математико-компьютерная поддержка принятия решения.

- В настоящее время менеджер может использовать при принятии решения различные **компьютерные и математические средства**. В памяти компьютеров держат массу информации, организованную с помощью баз данных и других программных продуктов, позволяющих оперативно ею пользоваться. Экономико-математические и эконометрические модели позволяют просчитывать последствия тех или иных решений, прогнозировать развитие событий.
- Методы и средства разрабатываются в рамках **теории принятия решений (ТПР)**.

Определения

Определение слова «*Решение*»:

- 1. совокупность рассматриваемых возможностей (alternative, decision);
- 2. процесс поиска предпочтительных вариантов, включая обдумывание, поиск информации, определение лучшего варианта (solving, choice);
- 3. ответ, полученный в ходе процесса 2, результат анализа и оценки (solution, resolution);
- 4. указы, постановления, распоряжения, приказы (decree, order).

Определения

- Изучением того, как человек принимает решения, занимаются такие дисциплины как теория принятия решений, теория игр, исследование операций, системный анализ, когнитивная психология, теория поведения и др. все они развиваются автономно.
- Теория принятия решений как самостоятельное научное направление стала складываться в середине XX века. Однако известны работы, написанные еще в XVII веке.

Определения

- **Основное назначение ТПР** – разработка методов и средств, позволяющих одному человеку или группе лиц сформулировать множество возможных вариантов решения проблемы, сравнить их между собой, найти среди них лучшие или допустимые варианты, которые удовлетворяют тем или иным требованиям.

Этапы решения проблемы

0. Возникновение проблемной ситуации
Выявление проблемы
1. Содержательное описание проблемы (можно на 7)
2. Задание желательного результата решения
3. Определение ограничений
Постановка задачи
4. Определение возможных вариантов решения
5. Сбор и анализ информации (можно на 1, 2, 3, 4)
6. Разработка модели проблемной ситуации
7. Формулировка задачи принятия решения
Поиск решения
8. Выбор/разработка метода решения задачи
9. Оценка и анализ вариантов решения (можно на 4, 5, 6, 7, 11)
10. Выбор наиболее предпочтительного варианта
11. Изменение формулировки проблемы (на 1)
Исполнение решения
12. Реализация и контроль принятого решения
13. Оценка результата решения проблемы (на 0)

Постановка задачи принятия решений

$$D = \langle F, A, X, G, P \rangle$$

- F – формулировка задачи принятия решения, включая содержательное описание проблемы, достигаемые цели, требования к окончательному результату.
- A – совокупность возможных вариантов (альтернатив), из которых производится выбор. Их должно быть не меньше 2.
- X – совокупность признаков (атрибутов), описывающих варианты и их отличительные особенности.
- G – совокупность условий, ограничивающих область допустимых вариантов решения. Могут задаваться содержательным образом или формальными требованиями к вариантам и их признакам.
- P – предпочтения одного или нескольких ЛПР, которые служат основой для оценки и сравнения возможных вариантов решения проблемы.

Факторы, характеризующие проблемную ситуацию

- По степени определенности
 - **определенные** (детерминированные) – с известными (заранее заданными) точными характеристиками;
 - **вероятностные** (стохастические) – с известными (заранее заданными) случайными характеристиками;
 - **неопределенные** (неизвестные) – с нечетко определенными (неизвестными) характеристиками, но может быть известна область изменения.
- По степени зависимости от ЛПР
 - **управляемые** – их выбор зависит от ЛПР (цели, альтернативы, субъективные оценки вариантов, степень достижения цели);
 - **неуправляемые** – не зависят от ЛПР (объективные признаки альтернатив, ограничения на возможность выбора).

Пример. Покупка товара как задача принятия решения

$$D = \langle F, A, X, G, P \rangle$$

- F – описание приобретаемого товара, определение лучшего товара.
- A – ассортимент товара.
- X – объективные признаки (цена, дата изготовления, срок годности, состав), субъективные (модность, полезность, комфортабельность).
- G – ценовое ограничение, ограничение по производителю.
- P – предпочтения выражаются степенью важности различные признаков альтернатив для покупателя.
- *Определенные факторы* - цена товара, дата производства.
- *Вероятностные* – потребительские характеристики.
- *Неизвестные* – вкусовые (эксплуатационные) качества.

Предпочтения ЛПР

- Предпочтения ЛПР — одна из главных составляющих задачи принятия решения.
- Несмотря на ее важность, нет общепринятой точки зрения, что же подразумевается под предпочтениями ЛПР.
- Будем называть предпочтением ЛПР выраженное каким-либо образом его *личное суждение* о наличии или отсутствии преимущества одного из вариантов по отношению к другому варианту или ко всем остальным вариантам, либо в целом, либо по некоторым отдельным характеристикам.
- В теории принятия решений предполагается, что ЛПР — разумный человек, чьи предпочтения обеспечивают его рациональный, т. е. наиболее выгодный для данного человека, выбор.

Модели формализации предпочтений ЛПР

- **Реляционная** модель, основанная на бинарных отношениях (1) «Илья старше Татьяны», 2) «Москва находится южнее Санкт-Петербурга, а Санкт-Петербург — южнее Архангельска», 3) «Железо тверже и тяжелее воска», 4) «Иван и Петр — братья»)
- **Функциональная** модель, в рамках которой предпочтительность варианта для ЛПР выражается значением некоторой числовой функции, зависящей от характеристик рассматриваемого варианта. Такие функции носят разные названия: целевые функции, показатели эффективности, функции ценности и полезности и т. п.

Модели формализации предпочтений ЛПР

В реляционной модели предпочтений при необходимости выбора из пары вариантов (A_i, A_j) в случае:

- нейтральной предпочтительности $(A_i \approx A_j)$ выбираются оба варианта: и A_i , и A_j ;
- нестрогой предпочтительности $(A_i \underline{\bowtie} A_j)$ либо выбирается вариант A_i , либо выбираются или не выбираются оба варианта вместе;
- строгой предпочтительности $(A_i \boxtimes A_j)$ выбирается только первый вариант A_i и не выбирается второй вариант A_j .

Оценка вариантов решений

- Часто исследователь **не имеет возможности** численно измерить исследуемый параметр.
- Например, отношение человека к чему-либо, степень его предпочтения и т.д.
- Способы измерения в данном случае отличаются от традиционных способов.
- Измерением будет считаться любой способ приписывания числовых значений символам, которые отражают качественные характеристики объектов.
- Для оценки вариантов решений при описании проблемы качественными характеристиками необходимо использовать приемы техники **шкалирования**.



Красота



Измерение

- **Измерение** - процесс присвоения чисел характеристикам изучаемых *объектов* согласно определенному правилу.
- В процессе подготовки *данных* измеряется не сам *объект*, а его характеристики.
- Переменные могут являться **числовыми** данными либо **символьными**.
- Числовые данные, в свою очередь, могут быть дискретными и непрерывными.
- **Дискретные данные** являются значениями признака, общее число которых конечно либо бесконечно, но может быть подсчитано при помощи натуральных чисел от одного до бесконечности.
- **Пример** дискретных *данных*. Продолжительность маршрута троллейбуса (количество вариантов продолжительности конечно): 10, 15, 25 мин.
- **Непрерывные данные** - данные, значения которых могут принимать какое угодно значение в некотором интервале. Измерение непрерывных *данных* предполагает большую точность.
- Пример непрерывных *данных*: температура, высота, вес, длина и т.д.

Оценка вариантов решений. Шкалы

- **Шкала** – множество чисел или символов, с помощью которого можно измерить какую-то отдельную особенность, свойство предмета или явления.
- **Типы шкал**
 - *Номинальная.*
 - *Порядковая.*
 - *Интервальная.*
 - *Шкала разностей.*
 - *Шкала отношений.*
 - *Абсолютная шкала.*

Номинальная шкала (nominal scale)

- Номинальная (шкала наименований) устанавливает взаимно-однозначное соответствие между объектами, обладающими одними и теми же свойствами. Основана на отношении эквивалентности, используется для обозначения принадлежности к определенному классу.
- **Пример:** названия болезней, профессии, почтовые, телефонные, автомобильные индексы, пол человека.
- **Операции в данной шкале:**
($A=B$); ($A \neq B$)
- **Вычисление оценки** принадлежности к классу:
 - Если $A_i \approx A_j$, то $e_{ij}=1$
 - Если $A_i \neq A_j$, то $e_{ij}=0$
 - Тогда число элементов в классе k : $m_k = \sum e_{ik}, i=1, n$;
 n - число рассматриваемых объектов

Порядковая шкала (ordinal scale)

- Порядковая (ранговая) устанавливает упорядочение объектов по степени выраженности какого-либо свойства, основана на отношении строгого порядка, не имеет фиксированного начала отсчета и масштаба измерений (расстояние между соседними значениями). Используется для обозначения различия между объектами, без указания, на сколько или во сколько раз.
- В отличие от шкалы наименований шкала порядка позволяет не только установить факт равенства или неравенства измеряемых объектов, но и определить характер неравенства в виде суждений: «больше—меньше», «лучше—хуже» и т.п.
- С помощью шкал порядка можно измерять качественные, не имеющие строгой количественной меры, показатели.
- **Пример:** перечень воинских званий, шкалы школьных оценок, шкалы оценки силы землетрясения, силы ветра, твердости минералов, шкалы оценки качества.
- **Операции в данной шкале:**
($A=B$); ($A \neq B$); ($A > B$); ($A < B$)

Интервальная шкала (interval scale)

- Интервальная устанавливает упорядочение объектов в зависимости от величины различия какого-либо свойства, имеет определенный масштаб и произвольную точку начала отсчета. Используется для измерения, **на сколько** один объект превосходит другой.
- В отличие от порядковой шкалы, здесь имеет значение не только порядок следования величин, но и величина интервала между ними.
- **Пример:** шкалы измерения времени с масштабами секунда, минута, час, сутки, месяц, год, век и соответствующими разными начальными точками отсчета; шкалы измерения температуры (температура воды в море утром – 18 градусов, вечером – 24, т.е. вечерняя на 5 градусов выше).
- **Операции в данной шкале:**
($A=B$); ($A \neq B$); ($A > B$); ($A < B$); ($A+B$); ($A - B$)

Шкала разностей

- Шкала разностей – частный случай шкалы интервалов, имеет единичный масштаб и произвольную начальную точку.
- **Пример:** системы летоисчисления (по старому и новому стилю, от сотворения мира, от рождества Христова), часовые пояса, шкалы измерения температуры по Цельсию и Кельвину.

Шкала отношений

- Шкала отношений устанавливает упорядочение объектов в зависимости от величины различия какого-либо свойства, имеет определенный масштаб и нулевую точку отсчета, которая характеризует отсутствие измеряемого качества (например, цена на товар. Здесь за точку отсчета можно взять «ноль» рублей) , используется для измерения, во сколько раз объект превосходит другой по отношению $h_{ij}=x_i/x_j$.
- Отметим, что на практике не часто удается привести измерения к данному типу шкалы.
- **Примеры:** шкалы измерения длины (в метрах, милях, саженьях); массы (граммах, фунтах, пудах); мощности (Ватт, лошадиная сила); стоимости (рублях, долларах, евро); температуры (Цельсию, Реомюру).
- **Операции в данной шкале:**
($A=B$); ($A \neq B$); ($A > B$); ($A < B$); ($A+B$); ($A-B$); ($A*B$); (A/B)

Абсолютная шкала

- Абсолютная шкала устанавливает упорядочение объектов, имеет единичный масштаб и нулевую точку отсчета, представляет собой ряд натуральных чисел. Применяется для измерения **количества** объектов.

Аксиомы теории измерений

Аксиомы тождества (номинальная шкала)

- A1. либо $a \approx b$, либо $a \neq b$
- A2. если $a \approx b$, то $b \approx a$
- A3. если $a \approx b$ и $b \approx c$, то $a \approx c$

Аксиомы упорядоченности

- A4. либо $a \preceq b$, либо $b \preceq a$
- A5. если $a \preceq b$ и $b \preceq c$, то $a \preceq c$

Аксиомы аддитивности

- A6. $a+b=b+a$
- A7. $(a+b)+c=a+(b+c)$
- A8. если $a=b$ и $c=d$, то $a+c=b+d$
- A9. если $a=b$ и $c>0$, то $a+c>b$
- A1 – A5: порядковые (интервальные) шкалы
- A1 – A9: шкала отношений

Общие характеристики шкал

Тип шкалы	Характер шкалы			
	количественная	качественная	дискретная	непрерывная
Номинальная		+	+	
Порядковая		+	+	
Интервальная	+		+	+
Отношений	+		+	+
Абсолютная	+		+	

Оценка вариантов. Критерии

- Проблемные ситуации, требующие своего решения, содержат различного рода неопределенности, которые можно свести к неопределенностям природы, человека и целей разрешения проблемы. Чтобы преодолеть неопределенность прибегают к упрощенному представлению задачи. Один из подходов упрощения – это получение дополнительной информации за счет описания рассматриваемых вариантов (альтернатив, объектов) на языке критериев.
- **Критерий** (греческий, мерилло, средство суждения) представляет собой некоторую выделенную особенность, с помощью которой можно охарактеризовать предмет или явление.
- При оценке вариантов по какому-либо критерию K этой особенности приписывается определенная шкала X , а каждому варианту A_i из имеющейся совокупности $A = \{A_1, \dots, A_m\}$ вариантов ставится в соответствие одно из значений x_i , принадлежащих X , по шкале этого критерия. Значение $x_i = K(A_i)$ называется оценкой варианта A_i по критерию K . Т.е. критерий задает отображение $K: A \rightarrow X$ совокупности A вариантов выбора на множество значений особенности X ,

Оценка вариантов. Критерии

- По виду шкалы выделяются количественные и качественные критерии. Шкала критерия может быть естественной или искусственной. Естественная шкала выражает свойство, объективно присущее предмету или явлению, например температура, мощность стоимость и т. п. искусственная шкала конструируется специально для описания какой-то важной особенности варианта решения или объекта, например эффективность, перспективность, управляемость, комфортность, элегантность и др.
- Чтобы шкала могла считаться критериальной, градации оценок должны иметь ясно выраженный смысл, какие оценки считать «лучшими», какие «худшими», а также «равноценными». Шкалы критериев устанавливает ЛПР.

Оценка вариантов. Критерии

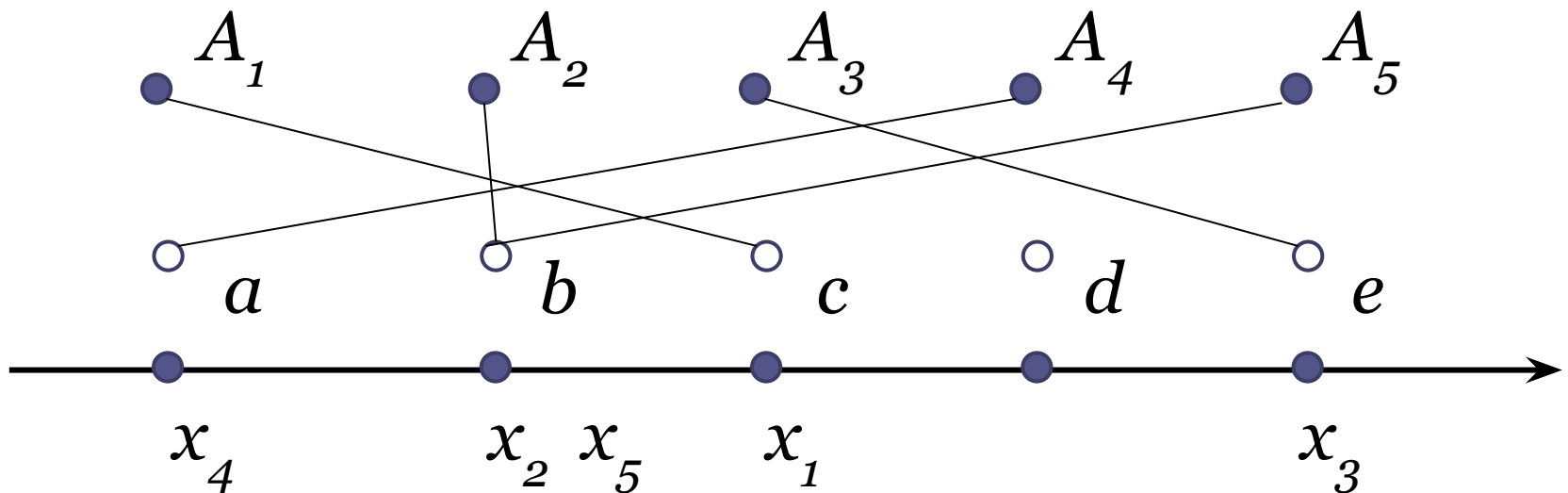
- Критерии должны удовлетворять требованиям:
- **Полнота** – набор критериев должен отражать все существенные аспекты рассматриваемой проблемы, качество ее решения и основные особенности вариантов; набор всех оценок по шкале каждого критерия должен исчерпывающе охарактеризовать соответствующее свойство;
- **Разложимость** – состав критериев должен упрощать описание и анализ проблемы, позволять оценивать различные характеристики вариантов и разные аспекты качества решения;
- **Неизбыточность** – число критериев должно быть минимально необходимым для решения задачи, критерии не должны дублировать друг друга по своему содержанию;
- **Прозрачность** – содержание и смысл критериев, формулировки градаций оценок по шкалам должны однозначно пониматься всеми участниками процесса принятия решения: ЛПР, владельцем проблемы, экспертами.

Способы оценки вариантов

- Оценка варианта выполняется путем оценки характеристики рассматриваемого объекта или явления. Оценка характеристики означает измерение ее значения по некоторой шкале критерия (скорость может быть измерена в метрах в секунду, степень реализуемости проекта можно оценить как высокую, среднюю и низкую).
- Способы оценки:
 - **Оценка вариантов в целом** (единственная шкала измерений)
 - **Оценка свойств вариантов** / Оценка вариантов по многим критериям (несколько шкал для каждого из измеряемых свойств)

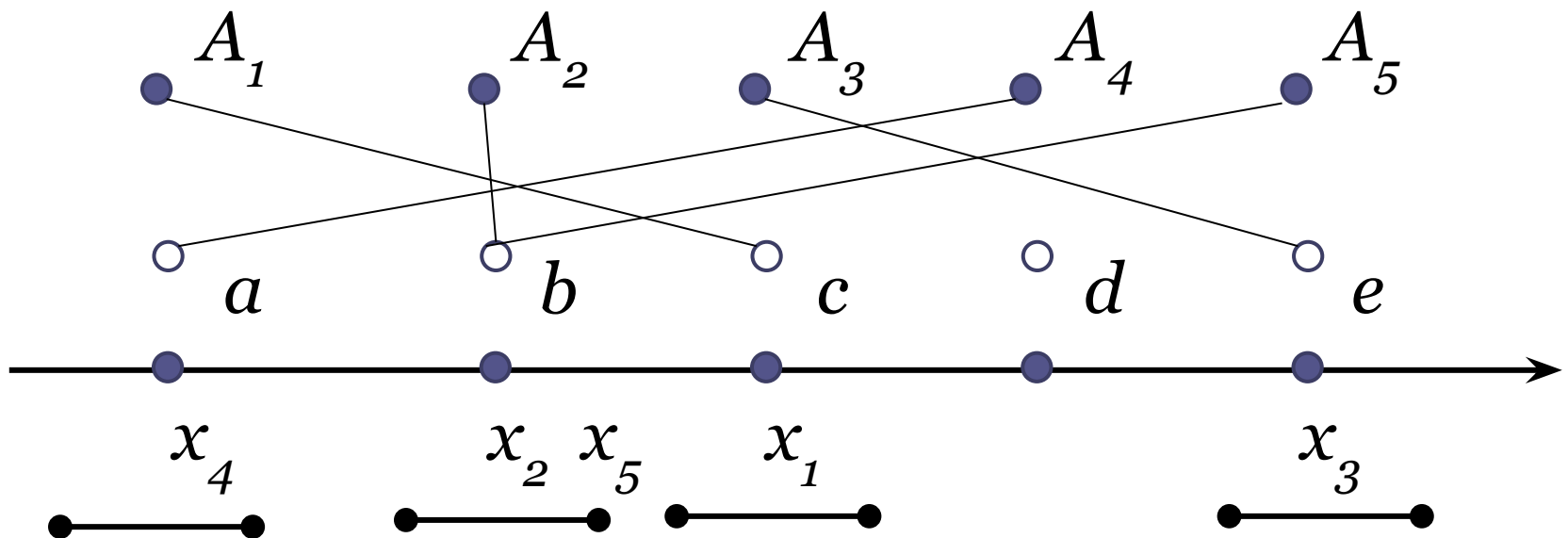
Способы оценки вариантов. Оценка варианта в целом

- При целостной оценке вариантов в условиях определенности каждому варианту ставится в соответствие его точечная оценка, которая представляет собой некоторое число или символ из множества значений X шкалы критерия K
- $x_i = K(A_i)$



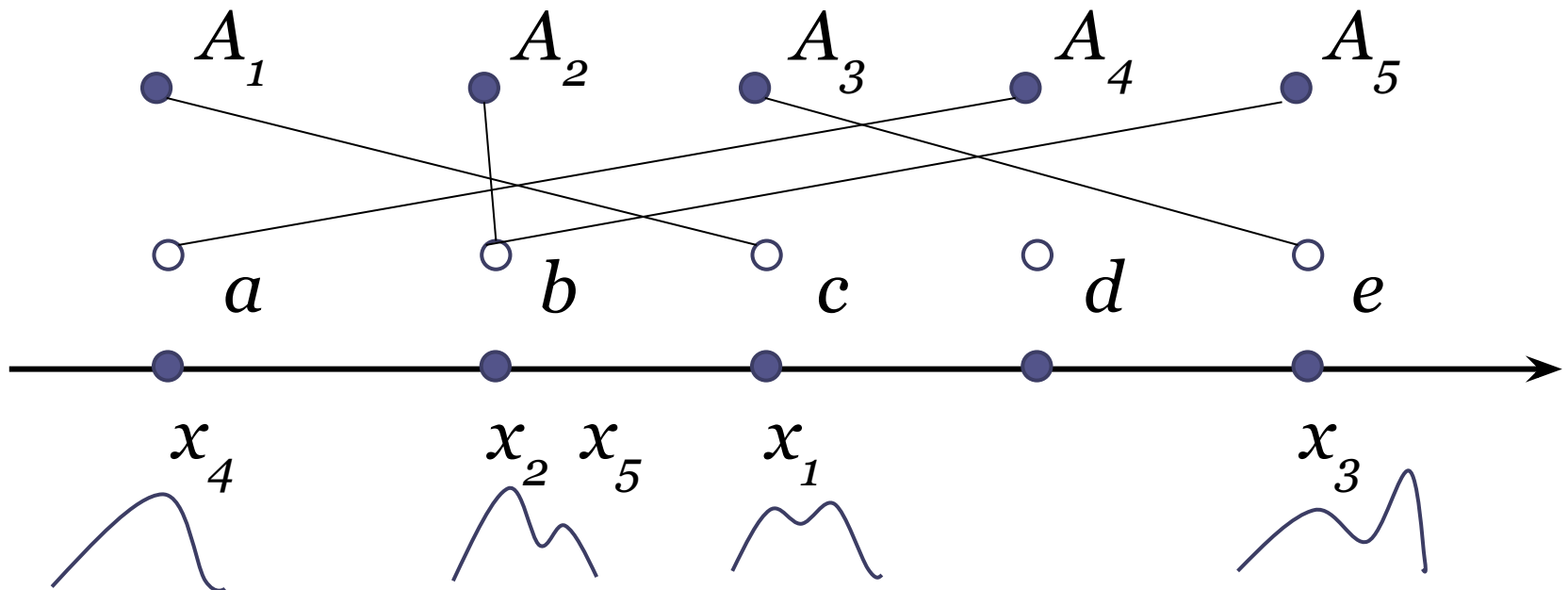
Способы оценки вариантов. Оценка варианта в целом

- В условиях полной неопределенности измеряемой характеристики варианта A_i соответствует не одно точечное значение оценки x_i , а некоторый интервал возможных значений $[x'_i, x''_i]$
- $x_i = K(A_i)$



Способы оценки вариантов. Оценка варианта в целом

- В условиях вероятностной неопределенности варианту A_i сопоставляется некоторое распределение вероятности на заданном числовом интервале
- $x_i = K(A_i)$

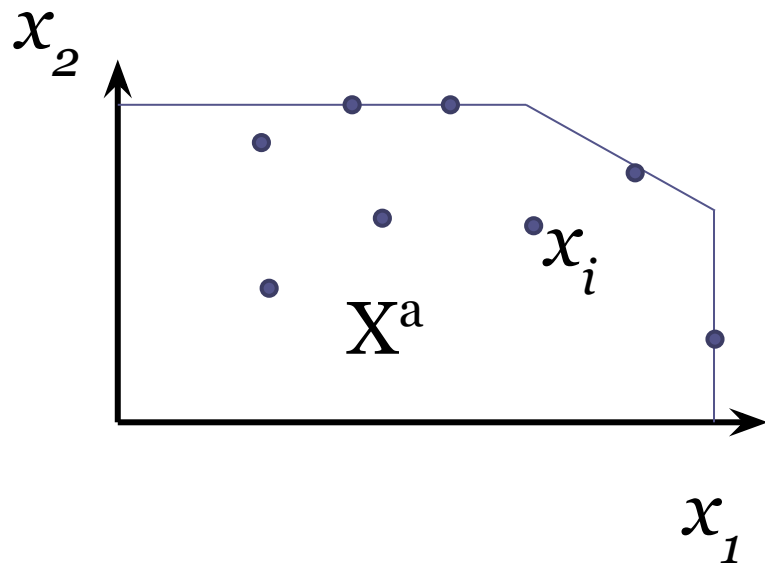


Способы оценки вариантов. Оценка по многим критериям

- Необходимость использования многих критериев обусловлена разнородностью характеристик вариантов и многообразием достигаемых при решении проблемы целей.
- Многокритериальность играет в теории принятия решений двойную роль:
- 1) Рассматриваемые варианты могут обладать многими свойствами и характеризоваться различными признаками (атрибутами, параметрами), которые выражаются критериями K_1, \dots, K_n . Тогда каждому варианту A_i можно сопоставить n -мерный вектор вида $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})$, компонентами которого будут числовые или словесные оценки $x_{iq} = K_q(A_i)$ характеристик варианта по шкалам X_q критериев K_q .

Способы оценки вариантов. Оценка по многим критериям

- Вариант A_i можно изобразить точкой x_i , имеющей координаты x_i в n -мерном пространстве шкал критериев $X = X_1 \times \dots \times X_n$. Совокупность всех комбинаций оценок свойств вариантов образует множество допустимых значений признаков (множество допустимых решений)



Конструктивные характеристики автомобиля:

- мощность,
- тип двигателя,
- расход топлива,
- максимальная скорость,
- грузоподъемность,
- тип кузова и др.

Способы оценки вариантов. Оценка по многим критериям

- 2) Разрешение проблемной ситуации может быть связано с достижением многих **различных целей**. В этом случае каждый вариант A_i оценивается по многим критериям, которые называются **критериями оценки качества** решения, показателями эффективности, критериями оптимальности, целевыми функциями, функциями ценности.
- Каждый такой критерий является числовой функцией **$y=f(x)$** скалярной или векторной переменной. Качество варианта A_i при наличии многих целей характеризуется вектором
- $y_i = (y_{i1}, \dots, y_{ih})$,
- где $y_{ik} = f_k(x_i)$ – оценка по частным критериям качества, или $y_i = f(x_i) = (f_1(x_i), \dots, f_h(x_i))$.
- Множеству допустимых значений X^a соответствует множество $Y^a = f(X^a)$, называемое **множеством оценок качества решения** (множеством достижимости).

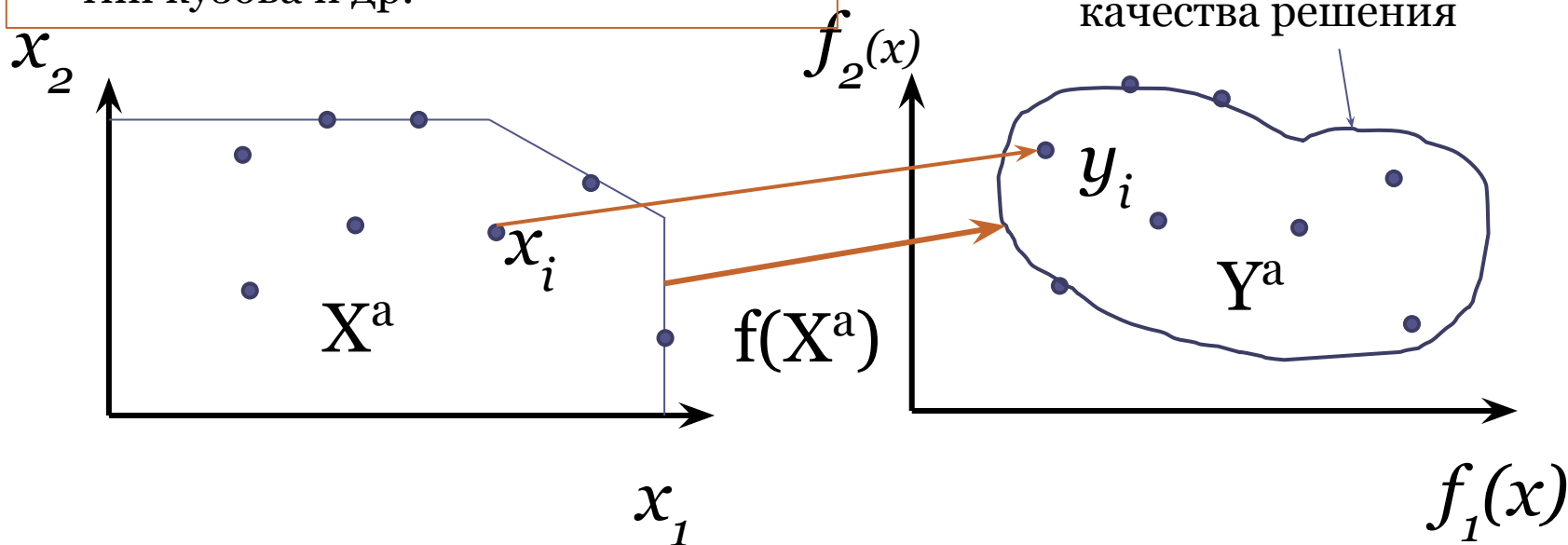
Способы оценки вариантов. Оценка по многим критериям

Конструктивные характеристики автомобиля:

- мощность,
- тип двигателя,
- расход топлива,
- максимальная скорость,
- грузоподъемность,
- тип кузова и др.

Показатели эффективности:

- Эксплуатационные расходы,
- Общий пробег без капитального ремонта,
- сроки эксплуатации,
- сроки окупаемости.



Способы оценки вариантов. Оценка по многим критериям

- Таким образом, описание вариантов при помощи многих критериев представляют отображения:
 - $K: A \rightarrow X_1 \times \dots \times X_n$
 - $F: A \rightarrow Y_1 \times \dots \times Y_h$
- Отметим, что не всегда в теории принятия решений проводится принципиальное отличие между указанными видами многокритериальности.

Измерение, агрегирование и нормирование оценок

- Для всех задач выбора существенны два аспекта: проблема измерения и проблема агрегирования оценок вариантов.
- **Проблема измерения** состоит в определении того, какими показателями описывать проблемную ситуацию, по каким критериям и как оценивать варианты, как получить необходимую информацию.
- **Проблема агрегирования** возникает при необходимости преобразовать значения отдельных показателей, оценки по многим частным критериям в общий (интегральный) критерий качества вариантов, сформировать общее коллективное предпочтение группы лиц, исходя из индивидуальных субъективных предпочтений. Агрегирование частных оценок используется в задачах многокритериального выбора и в групповом принятии решений.

Нормирование

- При измерении и обработке характеристик вариантов большое значение имеют вопросы сопоставимости разнородных характеристик. Поэтому во многих методах разнородную информацию трансформируют, приводя к более удобному и нормализованному виду.
- Одним из распространенных приемов **усреднения числовых оценок** по множеству значений является использование формул среднего арифметического, среднего геометрического, среднего статистического:

$$x_i = (1/N) \sum_{j=1}^N x_{ij}$$

$$x_i = \left(\prod_{j=1}^N x_{ij} \right)^{1/N}$$

$$x'_{ij} = x_{ij} / \sum_{j=1}^N x_{ij}$$

$$x'_{ij} = x_{ij} / \left(\sum_{j=1}^N x_{ij}^2 \right)^{1/2}$$

Нормирование

- При измерении и обработке характеристик вариантов большое значение имеют вопросы сопоставимости разнородных характеристик. Поэтому во многих методах разнородную информацию трансформируют, приводя к более удобному и нормализованному виду.
- Количественные характеристики измеряются числами, но имеют разную размерность и различный «размах» шкалы от минимального до максимального значения. Оценки по критериям можно сделать **безразмерными**:

$$x''_q = x_q / x^{\max}_q$$

$$x''_q = x_q / (x^{\max}_q - x^{\min}_q)$$

$$x''_q = (x_q - x^{\min}_q) / (x^{\max}_q - x^{\min}_q)$$

Нормирование. Вербальные шкалы

- При измерении и обработке характеристик вариантов большое значение имеют вопросы сопоставимости разнородных характеристик. Поэтому во многих методах разнородную информацию трансформируют, приводя к более удобному и нормализованному виду.
- Качественные характеристики выражаются словесными признаками. У таких нечисловых шкал нет размерности, но они имеют разнообразное смысловое содержание. В этом случае, оценки по критериям унифицируют, используя лингвистическую шкалу следующего вида:
 - x^1 - Отличный (очень высокий, большой);
 - x^{2q} - Хороший (высокий, большой);
 - x^{3q} - Удовлетворительный (средний);
 - x^{4q} - Плохой (низкий, маленький);
 - x^{5q} - Очень плохой (очень низкий, маленький).
- Применяются шкалы с четырьмя градациями (отличный, хороший, удовлетворительный, плохой) или с семью градациями (превосходный, отличный, хороший, удовлетворительный, посредственный, плохой, очень плохой).

Нормирование. Вербальные шкалы

- Достаточно часто вербальные шкалы «оцифровывают» путем присвоения порядковым градациям шкалы соответствующих числовых оценок, либо целочисленных, например 1, 3, 5, 7, 9 (для пятибальной шкалы) или 5, 4, 3, 2 (для четырехбальной шкалы), либо дробных, лежащих в пределах от 0 до 1. однако такая трансформация нечисловой информации в числовую может заметно исказить предпочтения ЛПР.

Нормирование. Непрерывные шкалы

- Иногда удобнее перейти от непрерывной шкалы к дискретной, например бальной, разбивая множество ее значений на несколько подмножеств полагая минимальное значение равным 0 или 1, а максимальное 10 или 100 баллам. Результирующая шкала будет шкалой интервалов.

Сравнение вариантов

- **Сравнение вариантов в целом.** В реальных ситуациях не всегда удастся полностью описать все особенности каждого варианта. В ряде случаев возможно сопоставить вариант с другим вариантом целиком и указать, какой вариант предпочтительнее, не вдаваясь в их характеристики.
- **Сравнение вариантов по свойствам.** Многокритериальное описание предпочтений ЛПР позволяет провести оценку и сравнение вариантов по отдельным аспектам. Во многих ситуациях это оказывается более удобным подходом к поиску приемлемого варианта решения проблемы.
- **Сравнение вариантов по эффективности.**

Сравнение вариантов в целом

- Сравнение вариантов в целом равнозначно сравнению по какому-то одному признаку, выраженному единственным критерием K , который может быть и количественным, и качественным. Варианты A_i и A_j считаются равноценными, если оценки вариантов по шкале X критерия K совпадают:
- $x_i = K(A_i), x_j = K(A_j)$
- $A_i \approx A_j \Leftrightarrow x_i =_X x_j$
- Вариант A_i предпочтительнее варианта A_j , если оценка варианта A_i по критерию K не хуже или лучше оценок варианта A_j :
- $A_i \geq A_j \Leftrightarrow x_i \geq_X x_j$ или $A_i > A_j \Leftrightarrow x_i >_X x_j$
- Варианты также можно сравнивать по значениям единственного показателя эффективности решения, выраженного числовой функцией $y=f(x)$, тогда:
- $y_i = f(x_i), y_j = f(x_j)$
- $A_i \approx A_j \Leftrightarrow y_i =_Y y_j$
- $A_i \geq A_j \Leftrightarrow y_i \geq_Y y_j$ или $A_i > A_j \Leftrightarrow y_i >_Y y_j$
- $A_i \leq A_j \Leftrightarrow y_i \leq_Y y_j$ или $A_i < A_j \Leftrightarrow y_i <_Y y_j$

Сравнение вариантов в целом

- Выявить предпочтения ЛПР можно с помощью парных сравнений вариантов, не оценивая их по какому-либо критерию или показателю эффективности.
- ЛПР предъявляется каждая пара вариантов и предлагается указать, какой из вариантов предпочтительнее. Измерение выполняется по порядковой шкале. Результатами сравнения могут быть:
 - Строгое превосходство $A_i > A_j$
 - Нестрогое превосходство $A_i \geq A_j$
 - Эквивалентность $A_i \approx A_j$
 - Равенство $A_i = A_j$
- Результаты сравнения заносятся в квадратную матрицу типа «объект - объект» $A=(a_{ij})$, которая называется **матрицей парных сравнений**.
- Варианты решения можно упорядочить по значениям строчных сумм $a_i = \sum_j a_{ij}$ элементов матрицы парных сравнений.
- Используются следующие числовые представления элементов матрицы:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } A_i \geq A_j \\ 0, & \text{если } A_i < A_j \end{cases} \quad a_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{если } A_i > A_j \\ 1, & \text{если } A_i \approx A_j \\ 0, & \text{если } A_i < A_j \end{cases} \quad a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } A_i > A_j \\ 0, & \text{если } A_i \approx A_j \\ -1, & \text{если } A_i < A_j \end{cases}$$

Сравнение вариантов по свойствам

- Даны критерии K_1, \dots, K_n
- Шкалы оценок для измерения критериев X_1, \dots, X_n
- Варианты решения A_i и A_j
- Множество допустимых значений признаков

$$X^a \subseteq X = X_1 \times \dots \times X_n$$

тогда

$$A_i \approx A_j \Leftrightarrow (x_{i1}, \dots, x_{in}) =_X (x_{j1}, \dots, x_{jn})$$

Равенство векторов выполняется, если: $x_{iq} = x_{jq}; x_{iq}, x_{jq} \in X_q$

$$A_i \succcurlyeq A_j \Leftrightarrow (x_{i1}, \dots, x_{in}) \geq_X (x_{j1}, \dots, x_{jn})$$

Отношение выполняется, если: $x_{iq} \geq x_{jq}; x_{iq}, x_{jq} \in X_q$ и
 $x_{iq} > x_{jq}$ хотя бы для одного номера

$$A_i \succ A_j \Leftrightarrow (x_{i1}, \dots, x_{in}) >_X (x_{j1}, \dots, x_{jn})$$

Отношение выполняется, если: $x_{iq} > x_{jq}; x_{iq}, x_{jq} \in X_q$

$$A_i \prec A_j \Leftrightarrow (x_{i1}, \dots, x_{in}) <_X (x_{j1}, \dots, x_{jn})$$

Сравнение вариантов по эффективности

- Даны критерии K_1, \dots, K_n
- Шкалы оценок для измерения критериев X_1, \dots, X_n
- Варианты решения A_i и A_j
- Множество допустимых значений признаков

$$X^a \subseteq X = X_1 \times \dots \times X_n$$

Множество числовых показателей эффективности

$$(f_1(x), \dots, f_n(x))$$

тогда

$$A_i \approx A_j \Leftrightarrow (f_1(x_i), \dots, f_n(x_i)) =_Y (f_1(x_j), \dots, f_n(x_j))$$

$$A_i \succcurlyeq A_j \Leftrightarrow (f_1(x_i), \dots, f_n(x_i)) \geq_Y (f_1(x_j), \dots, f_n(x_j))$$

$$A_i \succ A_j \Leftrightarrow (f_1(x_i), \dots, f_n(x_i)) >_Y (f_1(x_j), \dots, f_n(x_j))$$

Типы задач принятия решений

- **Выделение** одного или нескольких предпочтительных вариантов.
- Строгое или нестрогое **упорядочение** множества вариантов.
- **Группировка** исходного множества вариантов решения в **классы**.

Выделение одного или нескольких предпочтительных вариантов

- Существуют ситуации, когда ЛПР может непосредственно указать один или несколько вариантов, исходя из своих неявных внутренних ощущений. В этом случае ЛПР делает выбор интуитивно, ему бывает трудно объяснить причины своего выбора. При необходимости обосновать принятое решение ЛПР нуждается в аргументации своего выбора.
- Выделение одного или нескольких вариантов – это сокращение исходного множества вариантов. Для этого разрабатываются специальные процедуры сравнения вариантов и нахождения лучших.
- Например, на основе решающих правил:
ЕСЛИ <условие> ТО <решение>
- Если задается единственный показатель эффективности, то лучшим для ЛПР признается вариант, имеющий такие значения признаков, при которых показатель эффективности достигает своего экстремума (такой выбор называется экстремальным, или оптимальным)

$$x^* \in \arg \text{extr } f(x), x \in X^a$$

Выделение одного или нескольких предпочтительных вариантов

- При наличии многих различных показателей эффективности $f_1(x), \dots, f_h(x)$ возникает задача многокритериальной оптимизации:

$$x^* \in \arg \text{extr } f_k(x), x \in X^a, k = 1, \dots, h$$

Строгое или нестрогое упорядочение множества вариантов

- Упорядочение вариантов является одним из распространенных видов итогового выбора и представляет собой установление между вариантами бинарных отношений строгого или нестроного порядка, эквивалентности или несравнимости. Итоговый порядок строится либо на основе объективных свойств объектов, либо исходя из субъективных предпочтений ЛПР, либо на сочетании того и другого.
- Многие задачи упорядочивания сводятся к их **ранжированию**. Ранжирование осуществляется на основе значений рангов r_i вариантов, измеренных по порядковой шкале. Упорядочивание вариантов соответствует упорядочиванию их рангов:

$$A_1 > A_2 > \dots > A_m \qquad r_1 < r_2 < \dots < r_m$$

Строгое или нестрогое упорядочение множества вариантов

- Если сравнение выполняет единственный ЛПР, то итоговое упорядочивание строится на сравнении всех пар вариантов. Упорядочивание может быть **частичным**, если будут несравнимые варианты, или **невыполнимым**, если все варианты не сравнимы.
- Значительные трудности возникают при **сравнение вариантов группой ЛПР** и когда имеется множество признаков сравнения, и в результате должно быть выработано агрегированное решение. В этом случае каждый ЛПР сравнивает варианты по всем критериям. В результате появляется целый набор разнообразных матриц, обработка которых требует специальных вычислительных алгоритмов.
- При сравнении вариантов человек может быть не всегда последовательным в своих ответах, допускать **ошибки и неточности**, предпочтения ЛПР могут оказаться **противоречивыми**. Поэтому необходимы методы выявления и устранения возможных несогласованных высказываний ЛПР.

Классификация вариантов

- Наиболее сложная задача выбора – классификация вариантов. Класс – это совокупность объектов, обладающих общими свойствами. Информация о свойствах может быть получена путем наблюдений, измерений, оценок и представлена совокупностью признаков, имеющих числовые, символьные и/или вербальные (словесные) шкальные значения.
- **Каждый класс объектов характеризуется некоторым качеством, отличающим его от других классов.** Входящие в один класс объекты считаются неразличимыми (эквивалентными) по качеству, а все классы вместе должны составлять исходную совокупность объектов.
- Применяется два основных подхода к классификации объектов: **прямая классификация** состоит в перечислении объектов, составляющих класс; **непрямая классификация** производится на основе перечисления свойств, характеризующих класс.

Прямая классификация вариантов

- Прямая классификация осуществляется путем непосредственного отнесения объекта в один из заданных классов с помощью измерения свойства объекта по порядковой шкале.
- Результатом прямой классификации является зачисление каждого классифицируемого объекта в заданный класс, при этом максимально возможное число классов ограничено числом рассматриваемых объектов. При наличии у объектов многих свойств возникает проблема поиска таких значений признаков, которые наиболее характерны для каждого класса и позволяют различать эти классы.

Непрямая классификация вариантов

- При непрямой классификации классы выделяются по некоторым признакам или их сочетаниям, которые определяют особенности, общие для каждого класса, и отличают классы друг от друга. Объекты, обладающие требуемыми значениями признаков, включаются в соответствующий класс.
- При непрямой классификации теоретически возможное число классов определяется мощностью прямого (декартового) произведения множества значений шкал признаков. Когда число признаков достаточно велико, число потенциальных возможных классов может существенно превысить число реально имеющихся объектов.
- Основная **проблема** – найти, **какие комбинации признаков и их значений позволяют сформировать необходимое число классов**, которые отличаются друг от друга по своим качествам и включают достаточное количество объектов..

Процедура классификации объектов

- Процедура классификации объектов в рамках формальной логики может быть описана как совокупность или последовательность решающих правил:
- **ЕСЛИ <условие> ТО <решение>**
- При прямой классификации терм <условие> включает названия объектов.
- При непрямо́й классификации один или несколько термов <условие> конструируются как отношения между различными признаками и/или их значениями.
- Терм <решение> в обоих случаях указывает имя определенного класса, к которому относятся объекты.

Процедура классификации объектов

- При одном ЛПР и достаточно небольшом числе классифицируемых вариантов и признаков семейство решающих правил легко обозримо и доступно для анализа. Чем больше рассматриваемых вариантов и разнообразнее решающие правила их классификации, тем труднее анализ этих правил.
- При классификации вариантов ЛПР может допускать неточности, совершать ошибки, его оценки могут оказаться нетранзитивными. Поэтому в методах должны быть предусмотрены специальные возможности для выявления и устранения таких противоречий в его суждениях.
- Принципиально иная ситуация возникает при классификации вариантов, которые оцениваются несколькими ЛПР. В этом случае возможные причины неоднозначности классификации: отнесение сильно различающихся вариантов в один и тот же класс, а варианты со сходными значениям признаков – в разные классы; неоднозначность понимания ЛПР решаемой задачи по причине специфичности знаний самих ЛПР, что влечет появление решающих правил и сходных, и различающихся, и противоречивых.
- Эти особенности должны учитываться при построении обобщающего решающего правила.

Классификация задач принятия решений по различным аспектам

Регулярность

Новые
(уникальные)
задачи

Повторяющиеся
задачи
(незначительно
отличающиеся)

Классификация задач принятия решений по различным аспектам

Длительность

Долгосрочные
(стратегические)
задачи

Среднесрочные
(тактические)
задачи

Краткосрочные
(оперативные)
задачи

Классификация задач принятия
решений по различным аспектам

Вид окончательного результата

Выделить один
или несколько
лучших
вариантов

Упорядочить все
варианты

Распределить все
варианты по
отличающимся
по своим
свойствам
группам

Классификация задач принятия
решений по вариантам решения

Количество решений

Немного
(единицы,
десятки)

Много
(сотни и
тысячи)

Бесконечно
много

Классификация задач принятия решений по вариантам решения

Наличие вариантов решений

Варианты заданы заранее

Варианты конструируются в процессе решения

Появляются после окончания процесса решения

Классификация задач принятия
решений по вариантам решения

Степень зависимости решений

Зависимые

Независимые

Классификация задач принятия решений по характеристике ЛПР

Число ЛПР, обладающих полномочиями

Индивидуальные решения

Коллективные или групповые решения (несколько независимых ЛПР преследующих собственные цели)

Организационные решения (несколько зависимых ЛПР вынуждены действовать согласованно)

Классификация задач принятия решений по характеристике ЛПР

Роли ЛПР

Выбор осуществляется без участия ЛПР на основе аксиоматических и эвристических процедур

ЛПР принимает участие на заключительном этапе принятия решений

Выбор осуществляется при непосредственном участии ЛПР на всех этапах принятия решений

Классификация задач принятия решений по используемой информации

Вид информации

Количественная
(числовая)

Качественная
(словесная или
вербальная)

Смешанная

Классификация задач принятия решений по используемой информации

Зависимость информации от времени

Статическая

Динамическая

Классификация задач принятия решений по используемой информации

Степень определенности информации

Детерминированная
(полная определенность)

Вероятностная (в условиях вероятностной неопределенности и риска)

Неопределенная
(полная неопределенность)

Классификация задач принятия решений

Индивидуальные решения

Коллективные решения

Оптимальные решения

Рациональные решения

Голосование

Групповой
много-
критериальный
выбор

Скалярная
оптимизация

Много-
критериальная
оптимизация

Оптимальный
выбор при
неполной
информации

Оптимальный
выбор при
нечеткой
информации

Аналитическая
иерархия
(СААТИ)

Классификация методов теории принятия решений

- **Оптимальный выбор**

- Для реализации оптимального выбора можно построить **математическую модель выбора**, где понятие лучшего варианта формализуется путем задания одного или нескольких числовых показателей эффективности или критериев качества решения. Показатели носят объективный характер и задаются какими-либо функциями, зависящими от переменных, которыми измеряются свойства вариантов.

- **Рациональный выбор**

- Задачи рационального выбора обычно возникают в ситуациях, обладающих особенностями **плохо структурированных проблем**: отсутствует формализованная модель проблемной ситуации; имеется большая **неопределенность** при формировании перечня вариантов решения, а сами варианты описываются и количественными и **качественными** показателями; отсутствуют одинаково понимаемые и формализуемые критерии для сравнения и выбора вариантов; наиболее предпочтительный (лучший) вариант определяется **субъективными** предпочтениями ЛПР.

Задача оптимального детерминированного выбора

$$f_k(x) \rightarrow \max_{x \in X^a}, k = 1, \dots, h$$
$$g_q(x, \delta) \leq b_q, q = 1, \dots, p$$

- $x = (x_1, \dots, x_n)$ - n -мерный вектор признаков варианта;
- $f_k(x)$ - целевые функции, или критерии оптимальности;
- $g_q(x, \delta)$ - заданные функции, образующие систему ограничений из равенств и/или неравенств.
- X^a - множество допустимых значений,
- δ - детерминированные факторы.

Классификация методов теории принятия решений

- **Оптимальный выбор.** Пример
 - Требуется **найти наилучший маршрут** перевозки определенных грузов между заданными пунктами. Известны объемы отправляемых и получаемых грузов, расстояния между пунктами отправления и назначения, стоимость перевозки единицы груза между пунктами. В качестве лучшего может быть принят вариант перевозки грузов, который характеризуется **наименьшей стоимостью** всех перевозок или **минимальным временем** транспортировки груза, или **кратчайшими маршрутами** между пунктами отправления и назначения и т.д.

Особенности оптимизационного подхода

- Для описания проблемы выбора **используются математические модели**, которые носят объективный характер, но в ряде случаев требуют учета субъективных оценок, которые даются человеком.
- Существует один или несколько **количественных показателей эффективности решения**, по вычисляемым значениям которых можно сравнивать различные варианты и выбирать лучшие варианты.
- Подход сравнительно прост при его применении и достаточно прозрачен. Он **имеет теоретическое обоснование алгоритмов оптимизации** и позволяет объяснить полученные результаты.
- Интерактивные человеко-машинные методы оптимизации допускают непосредственное включение человека в процесс решения задачи выбора, поддерживают процедуры выявления и анализа предпочтений ЛПР, повышают доверие ЛПР к получаемым результатам.

Недостатки оптимизационного подхода

- Содержательная постановка задачи оптимального выбора даже с единственным критерием эффективности по-прежнему остается скорее искусством, чем наукой. Одна и та же проблемная ситуация **может быть представлена разными формальными моделями**, при этом использование количественных критериев оптимальности не всегда отражает действительность.
- Для определения области допустимых значений признаков требуется как можно более полно учесть все имеющиеся ограничения, что весьма затруднительно сделать на практике. Вместе с тем **недостаточный учет ограничений может привести к непредсказуемым эффектам** при решении задачи выбора.
- Оптимальное решение хрупко и неустойчиво, оно **сильно зависит от заданных ограничений**, незначительное изменение которых может привести к другому оптимальному варианту, существенно отличающемуся от ранее полученного.
- Локальная оптимизация по частным критериям не обязательно совпадает с глобальной оптимизацией в целом, а иногда может не приводить к выбору глобально лучшего варианта.

Недостатки оптимизационного подхода

- В задачах многокритериальной оптимизации ЛПР приходится выполнять не всегда обоснованные и трудные для человека операции, связанные с назначением весов критериев, выбором пороговых оценок по критериям, заданием величин отклонений оценок. Сравнением векторов значений переменных и векторов целевых функций, учетом неопределенности и нечеткости используемой информации. При выборе наилучшего варианта нередко возникает необходимость компромисса, который не всегда может быть объективен и однозначен. **В то же время человек практически лишен права на неточность или ошибку, наличие которых может заметно повлиять на окончательный результат.**

Классификация методов теории принятия решений

- **Оптимальный выбор**

- Для реализации оптимального выбора можно построить **математическую модель выбора**, где понятие лучшего варианта формализуется путем задания одного или нескольких числовых показателей эффективности или критериев качества решения. Показатели носят объективный характер и задаются какими-либо функциями, зависящими от переменных, которыми измеряются свойства вариантов.

- **Рациональный выбор**

- Задачи рационального выбора обычно возникают в ситуациях, обладающих особенностями **плохо структурированных проблем**: отсутствует формализованная модель проблемной ситуации; имеется большая **неопределенность** при формировании перечня вариантов решения, а сами варианты описываются и количественными и **качественными** показателями; отсутствуют одинаково понимаемые и формализуемые критерии для сравнения и выбора вариантов; наиболее предпочтительный (лучший) вариант определяется **субъективными** предпочтениями ЛПР.

Задача рационального выбора

- Имеется несколько **вариантов** (объектов, альтернатив) A_1, \dots, A_m . Их число может быть конечным или бесконечным.
- Каждый вариант оценивается по единственному или многим **критериям** K_1, \dots, K_n , имеющим числовые или вербальные, непрерывные или дискретные **шкалы оценок** $X_q = \{x_q^1, \dots, x_q^s\}$, $q=1, \dots, n$.
- Варианту A_i сопоставляется n -мерный вектор или кортеж оценок $x_i = \{x_{iq}, \dots, x_{in}\}$, либо одна $v(x_i)$ или n целевых функций $v_q(x_{iq})$, где $x_{iq} = K_q(A_i)$ - оценка варианта A_i по q -му критерию K_q . Совокупности вариантов соответствует допустимое множество $X^a = \{x_1, \dots, x_m\}$, $X^a \subseteq X = X_1 \times \dots \times X_n$.

Задача рационального выбора

- Основываясь на предпочтениях ЛПР и используя всю имеющуюся информацию, требуется решить одну из следующих задач:
- 1) выделить лучшие варианты;
- 2) упорядочить все варианты от лучшего к худшему;
- 3) отнести каждый вариант к одному из заранее указанных классов решений.
- Главная сложность при решении задачи рационального выбора заключается в выделении и формализации предпочтений ЛПР.

Классификация методов теории принятия решений

Рациональные решения

Эвристические методы

Теории полезности

Аналитическая иерархия

Ограниченная пороговая
предпочтительность

Вербальный анализ решений