

Часть 2. Методы и модели теории систем и системного анализа

Тема 2.1. Моделирование

Тема 2.2. Измерение/оценивание систем

Тема 2.3. Декомпозиция/композиция систем

Тема 2.4. Модели иерархических многоуровневых систем

Понятие модели

Модель представляет искусственный, созданный человеком объект любой природы (умозрительный или материально реализованный), который замещает или воспроизводит исследуемый объект.

Построение, изучение и применение моделей называется **моделированием**

Модель позволяет в более наглядной, «выпуклой», структурированной форме представить знания. Это *способ существования знаний*.

Принцип моделирования: замещение исходного объекта **аналогом** позволяет выделить скрытую от наблюдения сущность оригинала.

Модель - упрощенный, приближенный образ, который отражает **существенные** (с точки зрения цели моделирования) свойства оригинала.

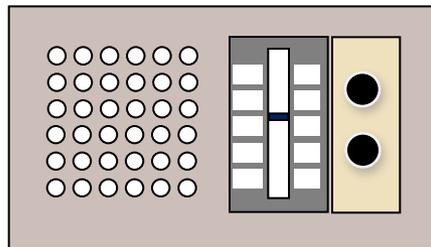
Соответствие модели оригиналу называется **адекватностью** модели.

Адекватность включает требования полноты и точности (правильности).

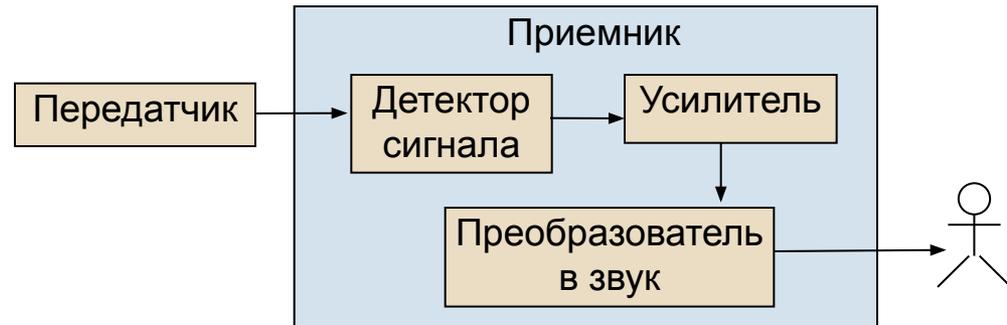
Требования должны выполняться в той мере, которая **достаточна для достижения цели**

Множественность моделей

Для одного и того же объекта может быть построено множество различных моделей, отвечающих различным целям



модель внешнего вида
радиоприемника



структурная схема радиоприемника

Виды подобия: *прямое* (макет, фотография), *косвенное* (подобие по аналогии), *условное* (на основе соглашений)

Процесс моделирования имеет свойство *динамичности*: модели развиваются, уточняются, переходят одна в другую

Классификация моделей

Модели

Познавательные

Познавательные (объяснительные, «как есть», “As is”) модели отражают уже существующие объекты

Нормативные

Нормативные (прагматические, «как должно быть», “To be”) модели отражают объекты, которые должны быть осуществлены

Статические

Статические модели не учитывают временной фактор

Динамические

Динамические модели отражают изменения объекта, происходящие с течением времени

Материальные

Динамическая модель сама может быть статична или находиться в динамике (имитационная модель)

Абстрактные

Материальные модели построены из реальных объектов. Примеры: макеты, манекены, чучела.

Абстрактные модели - это идеальные конструкции, выполненные средствами мышления, сознания. Примеры: схемы, чертежи, диаграммы, формулы

Классификация моделей

Модели

Декларативные

Декларативные модели отражают свойства, структуры, состояния объектов

Процедурные

Процедурные модели отражают процедурное, операционное знание

Детерминированные

Детерминированные модели отражают процессы и явления, не подверженные случайностям

Стохастические

Стохастические – отражают случайные процессы, описываемые вероятностными характеристиками и статистическими закономерностями

Формализованные

Формализованные модели могут не иметь смысловой интерпретации

Содержательные

В *содержательных* моделях сохраняется семантика моделируемого объекта

Языки описания моделей

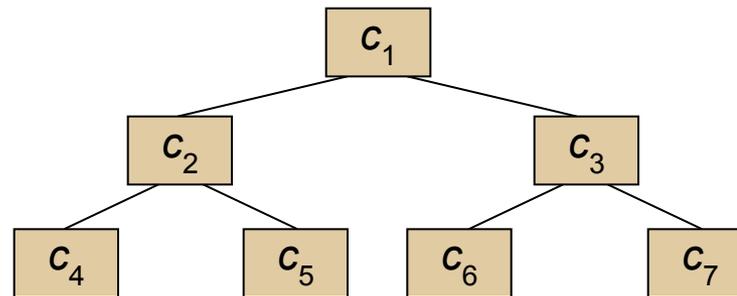
Язык

Модель дерева целей

естественный

«Глобальная цель с кодом c_1 содержит две подцели второго уровня – c_2 и c_3 , подцель c_2 содержит подцели c_4 и c_5 , подцель c_3 – подцели c_6 и c_7 »

графический



теории
множеств

Множество $C = \{c_i\}, i = \overline{1,7}$

целей
Отношение доминирования $R_{\boxtimes} \subset C \times C$

:
 $c_1 R_{\boxtimes} c_2, c_1 R_{\boxtimes} c_3, c_2 R_{\boxtimes} c_4, c_2 R_{\boxtimes} c_5, c_3 R_{\boxtimes} c_6, c_3 R_{\boxtimes} c_7$

Языки описания моделей

Язык

Модель дерева целей

математический

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-тая цель содержит } j\text{-тую} \\ 0, & \text{если } i\text{-тая цель не содержит } j\text{-тую} \end{cases}$$

логический

$$P(c_1, c_2) \& P(c_1, c_3) \& P(c_2, c_4) \& P(c_2, c_5) \& P(c_3, c_6) \& P(c_3, c_7) \equiv I,$$

где $P(c_i, c_j)$ - предикат, означающий, что цель c_i содержит подцель c_j

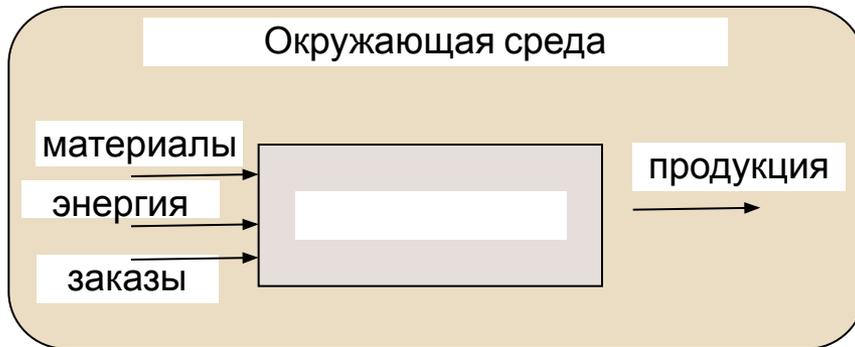
произвольный
семиотический

$$c_1(c_2(c_4, c_5), c_3(c_6, c_7)),$$

где $c_{i1}(c_{i2}, \dots, c_{in})$ - означает, что цель c_{i1} содержит подцели c_{i2}, \dots, c_{in} .

Модель «Черного ящика»

Эта модель рассматривает систему как единое целое, о структуре которого в модели нет информации



Параметр	I квартал	II квартал	III квартал
Объем производства	240	300	270
Численность персонала	3	3	3
Производительность	80	100	90
Затраты, тыс руб.	65	60	60
Затраты на ед. продукции	0,27	0,2	0,22
Эффективность	средняя	высокая	средняя

Два аспекта использования модели:

1. В модели фиксируются входные и выходные связи системы с окружающей средой.

Дополнительно входы и выходы могут быть описаны с помощью параметров).

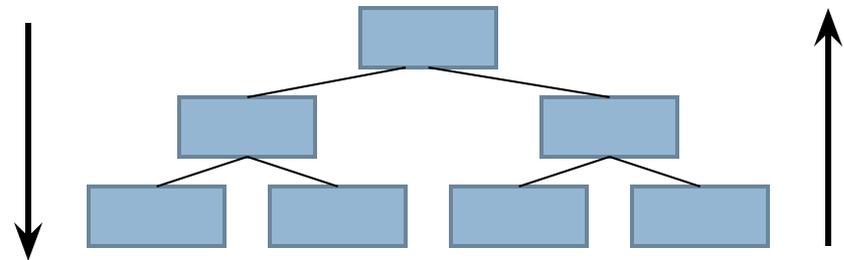
2. В модели фиксируются целостные свойства системы в виде качественных и колич-х параметров.

В случае, если в модели отражаются зависимости между параметрами, то это «серый» («полупрозрачный») или «белый» («прозрачный») ящик

Модель состава

В модели фиксируется состав компонент системы – подсистем и элементов.

В силу свойства иерархичности систем модель состава неизбежно принимает *иерархический* вид.



Два основных способа построения модели состава:

декомпозиция — послед-ное расчленение системы на все более мелкие части;

композиция — последовательное объединение частей системы во все более крупные подсистемы.

Это связано с такими способами познания, как анализ и синтез.

Анализ (разложение сложного на более простые компоненты) не позволяет судить о системе, как о целом. Поэтому необходим и обратный процесс –

синтез. **Сочетание синтетического и аналитического мышления** – один из основных принципов системного подхода.

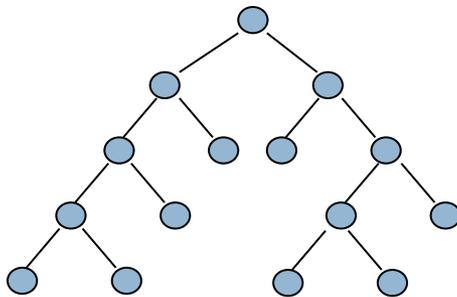
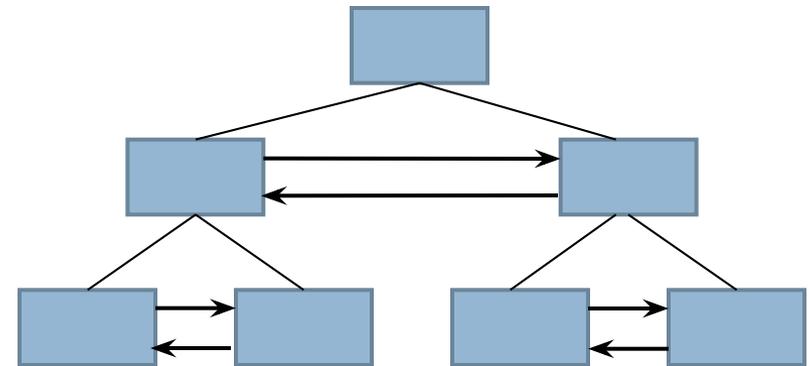
Модель структуры

Модель структуры строится на основе модели состава системы .

В ней фиксируются **отношения** между подсистемами (элементами) системы: материальные (информационные) потоки, пространственные, временные отношения, причинно-следственные связи и др.

Модели структуры часто изображают в виде **графов**.

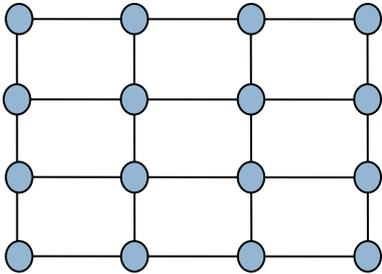
Примеры графов некоторых типовых структур :



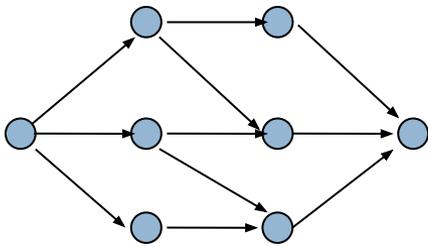
Древовидные структуры используются:

- для модели на основе отношения «целое-часть»;
- классификаций (отношения типа «общее-частное»);
- деревьев целей (отношения «цель-средство»);
- организационные системы управления (отношения власти/ подчинения).

Модель структуры



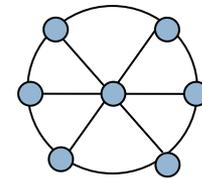
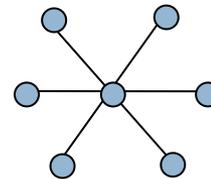
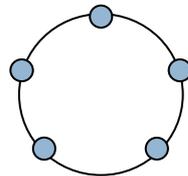
Матричные схемы используются для систем, элементы которых связаны двумя типами связей. Связи одного типа – в виде вертикальных линий, связи другого типа – в виде горизонтальных линий. Примеры: матричные оргструктуры, связи в БД



Сетевые структуры чаще всего используются для моделирования процессов. Пример – сетевой график работ.

В виде сетей различной конфигурации представляют структуры коммуникаций.

Типовые внутригрупповые коммуникационные сети:



Понятие шкал

Измерением называется процедура, с помощью которой **значения** измеряемого свойства отображаются на определенную знаковую (например, числовую) систему с соответствующими отношениями между знаками (числами).

Знаковые системы называются **шкалами**. Они могут быть как **количественными, так и качественными**.

Измерение предполагает наличие объекта измерения. **Измеряются не объекты сами по себе, а их свойства**. Например, если **объект** измерения суть люди, то их **свойства** – возраст, стаж работы, образование и т.д.

Если это коллектив то его свойства – сплоченность, информированность, численность и т.д. Другим элементом в определении измерения являются **отношения между объектами измерения** относительно изучаемого свойства. Например, людей можно сравнивать по возрасту в соответствии с отношением «**старше**», коллективы – по информированности согласно отношению «**больше информирован, чем...**».

Понятие шкал

При измерении исследуемым **свойствам** сопоставляются определенные **значения** на выбранной шкале. Например, при измерении возраста измеряемым объектам (людям) могут присваиваться числовые значения, соответствующие количеству прожитых лет.

Для **измерения информированности** коллективов могут быть использованы числовые оценки в баллах от 1 до 5 или лингвистические значения: «плохо», «средне», «хорошо».

Важно, чтобы на множестве шкальных значений можно было установить отношение, соответствующее измеряемому отношению между реальными объектами.

Так, измерив возраст людей с помощью числовой шкалы, можно установить, кто из них старше и на сколько.

Измерение коллективов по информированности на основе балльных оценок позволяет расположить их в порядке возрастания информированности.

Понятие шкалы

При измерении систем значения измеряемого свойства отображаются на шкалу – определенную знаковую систему с соответствующими отношениями между знаками (числами).

Шкала:

$$\langle X, \varphi, Y \rangle$$

$X = \{x_1, \dots, x_n, R_x\}$ – эмпирическая система, включающая множество x_i на которых задано некоторое отношение R_x

$Y = \{\varphi(x_1), \dots, \varphi(x_n), R_y\}$ – знаковая система, включающая значения измеряемых свойств $\varphi(x_i)$ с отношением R_y

$\varphi \in \Phi$ – гомоморфное отображение X на Y , такое, что:

$\{\varphi(x_1), \dots, \varphi(x_n)\} \in R_y$ только тогда, когда $\{x_1, \dots, x_n\} \in R_x$

Типы шкал (Шкала наименований)

Это наиболее слабая, качественная шкала, соответствующая простейшему виду измерений, при котором **каждому объекту сопоставляется наименование**. Это не обязательно уникальное имя конкретного объекта, оно может являться **именем целого класса объектов**.

Примерами измерений по номинальной шкале являются **названия городов, имена людей, автомобильные номера, номера официальных документов, телефонные коды городов, номера авиарейсов, названия болезней и т.п.**

Эти измерения позволяют **выявить сходства и различия** между объектами.

Основным свойством номинальных шкал является сохранение неизменным отношений эквивалентности (по измеряемому признаку) элементов эмпирической системы.

Типы шкал

Шкала наименований (номинальная).

Каждому измеряемому объекту сопоставляется наименование (класс).

эмпирическая
система X

знаковая
система Y



Измерение состоит в определении принадлежности объекта тому или иному **классу эквивалентности**.

Обработка данных - только операция проверки совпадения или

несовпадения

Можно вычислять частоты

классов:

$$\delta_{ij} = \{1 : \varphi(x_i) = \varphi(x_j); 0 : \varphi(x_i) \neq \varphi(x_j)\}$$

$$p_k = \left(\sum_{j=1}^n \delta_{kj} \right) / n$$

Например, для классов «молодой» и «пожилой» $p_1 = p_3 = 2/8$, для класса «среднего возраста» $p_2 = 4/8$

Типы шкал (Шкала порядка)

Эта шкала, следующая по силе за номинальной, используется для **упорядочения** объектов по измеряемым свойствам.

Она позволяет расположить объекты в определенной последовательности, **например**, в соответствии с возрастанием или убыванием какого-либо качества.

Примерами применения ранговой шкалы являются:

- призовые места в конкурсах или соревнованиях,
- нумерация очередности,
- номера классов средней школы или курсов высших учебных заведений (1-ый, 2-ой и т.д.),
- сила землетрясения по шкале Рихтера,
- сортность товаров и т.п.

Типы шкал (Шкала порядка)

Шкала порядка позволяет *упорядочить* объекты, расположить их в соответствии с **возрастанием** или **убыванием** какого-либо качества.

Ниже на рис. изображено измерение в **ранговой шкале** элементов эмпирической системы, **упорядочение** которых имеет следующий вид:
3,5,6,1,2,8,4,7

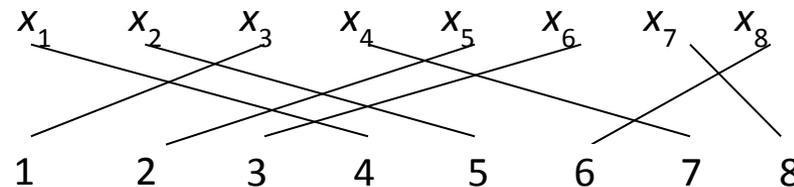
Типы шкал

Шкала порядка (ранговая).

Позволяет **упорядочить** объекты, расположить их в соответствии с возрастанием или убыванием какого-либо качества.

эмпирическая
система X

знаковая
система Y



Кроме отношений эквивалентности сохраняются отношения предпочтения

если $x_1 \succ x_2$ то $\varphi(x_1) \succ \varphi(x_2)$

Над рангами нельзя производить арифметические операции.

Допустимые операции:

- нахождение частот и мод (как и для номинальной шкалы);
- определение медианы (объекта с рангом, ближайшим к числу $n/2$);
- разбиение всей выборки на части и др.

Типы шкал (Шкала порядка)

Иногда оказывается, что не каждую пару объектов можно упорядочить по предпочтению: некоторые объекты считаются равными.

В таком случае используют **шкалу квазипорядка**.

При этом равные объекты могут иметь **одинаковый ранг** или им присваиваются ранги от младшего до старшего случайным образом.

Важно отметить, что, ранги **нельзя рассматривать как числа**.

Нельзя утверждать, что спортсмен, занявший в соревнованиях по бегу четвертое место, пробежал дистанцию в **четыре раза медленнее**, чем спортсмен, занявший первое место.

Судя по рангам ничего нельзя сказать о “**расстояниях**” между сравниваемыми объектами.

Типы шкал (Шкала интервалов)

Данный вид шкал используется в случаях, когда упорядочение объектов можно выполнить настолько точно, что **известны расстояния между любыми двумя** из них.

Все расстояния выражаются в некоторых единицах, одинаковых по всей длине шкалы.

Объективно равные интервалы измеряются одинаковыми по длине отрезками шкалы.

В шкале интервалов измеряются величины, которые по физической природе **не имеют абсолютного нуля**, либо допускают свободу выбора в установлении начала отсчета.

Примерами таких величин являются температура, время, высота местности.

Типы шкал (Шкала интервалов)

Можно ввести несколько интервальных шкал для измерения **одного и того же свойства** элементов эмпирической системы.

Например, используются разные шкалы: (шкала Цельсия, шкала Фаренгейта).

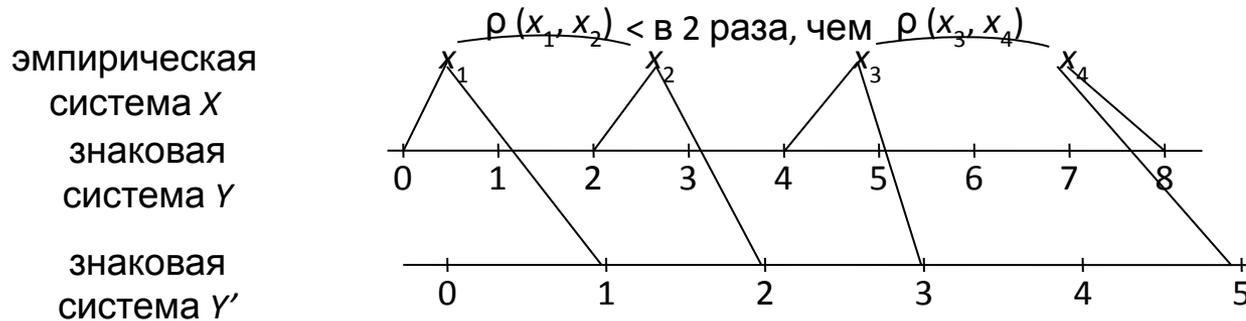
Системы летоисчисления также могут отличаться (у христиан оно ведется от рождества Христова, у мусульман – от переезда Мухаммеда в Медину).

Но независимо от того, какое значение принято за начало отсчета и какова единица длины в каждой из шкал **отношения двух интервалов должны быть одинаковыми для всех шкал.**

Типы шкал

Шкала интервалов.

При измерении одного и того же свойства в разных интервальных шкалах (температура по Цельсию и Фаренгейту) отношения двух интервалов должны быть одинаковыми для всех шкал:



$$\frac{\varphi(x_1) - \varphi(x_2)}{\varphi(x_3) - \varphi(x_4)} = \frac{\varphi'(x_1) - \varphi'(x_2)}{\varphi'(x_3) - \varphi'(x_4)}$$

$$\varphi'(x) = a\varphi(x) + b$$

Только интервалы имеют смысл настоящих чисел, и только над интервалами следует выполнять арифметические операции.

Типы шкал (Шкала интервалов)

Например, для перехода от шкалы Цельсия к шкале Фаренгейта используется линейное преобразование $t F = 1,8 t C + 32$.

В шкале интервалов только интервалы имеют смысл настоящих чисел, и только над интервалами следует выполнять арифметические операции. Например, **нельзя сказать**, что температура воды увеличилась в два раза при ее нагреве от 9 до 18 град. С, т.к. по шкале Фаренгейта температура изменится от 48, 2 до 64,4 .

Но можно сказать **на сколько** один объект теплее другого по выбранной шкале.

Над интервалами же можно выполнять любые арифметические операции.

Типы шкал (Шкала отношений)

Это еще более сильная шкала.

Она позволяет оценить, **во сколько раз** свойство одного объекта превосходит то же свойство другого объекта.

Величины, измеряемые в шкале отношений, имеют **естественный абсолютный нуль**, хотя остается **свобода** в выборе единиц.

Примерами таких величин являются **вес и длина** объектов.

Вес можно измерять в килограммах, в фунтах, в пудах.

Длину можно измерять в метрах, в аршинах, в ярдах.

Но при этом если в одной системе единиц вес (или длина) объекта **x_1** в **K** раз больше, чем вес (длина) объекта **x_2** , то и в другой эквивалентной системе измерений то же отношение весов (длин) сохраняется.

Типы шкал

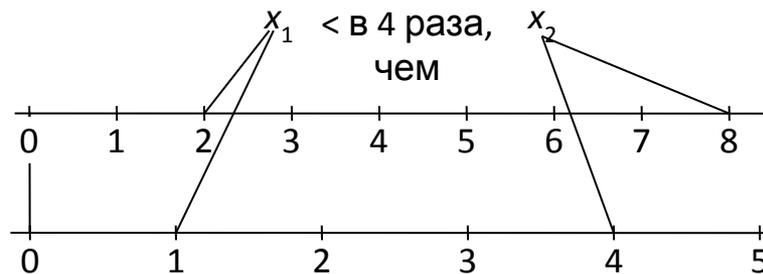
Шкала отношений.

Позволяет оценить, **во сколько раз** свойство одного объекта превосходит то же свойство другого объекта.

Измеряемые величины имеют естественный абсолютный нуль (вес, длина).

Основное свойство - **сохранение отношения двух шкальных значений** при переходе от одной шкалы к другой

эмпирическая
система X
знаковая
система Y
знаковая
система Y'



$$\frac{\varphi(x_1)}{\varphi(x_2)} = \frac{\varphi'(x_1)}{\varphi'(x_2)}$$

$$\varphi'(x) = a\varphi(x)$$

Значения, измеренные в шкале отношений, являются «полноправными» числами, с ними можно выполнять **любые арифметические действия**.

Типы шкал (абсолютная шкала)

Эта шкала имеет **не только абсолютный нуль**, как шкала отношений, но и **абсолютную единицу**.

Это **уникальная шкала**, т.е. других, эквивалентных ей шкал не существует (существует только одно отображение эмпирических объектов в знаковую систему).

Примером абсолютной шкалы является **числовая ось**.

Важной особенностью такой шкалы является отвлеченность (**безразмерность**) и абсолютность ее единицы.

Над показаниями абсолютной шкалы можно не только производить все арифметические операции, но и использовать эти показания в качестве показателей степени и аргумента логарифма.

Типы шкал

Выбор шкалы зависит от определяющего отношения.

Шкала **наименований** используется, если выполняются *аксиомы тождества*:

1. $A = A$ (рефлексивность).
2. Если $A = B$, то $B = A$ (симметричность).
3. Если $A = B$ и $B = C$, то $A = C$

Ранговая шкала используется, если выполняются *аксиомы упорядоченности*:

4. Если $A \neq B$ то либо $A > B$ либо $B > A$. (антисимметричность).
5. Если $A > B$ и $B > C$, то $A > C$ (транзитивность).

Шкала **интервалов** используется, если дополнительно известны расстояния между объектами

Шкала **отношений** используется, если выполняются *аксиомы аддитивности*:

6. Если $A = P$ и $B > 0$, то $A + B > P$
7. $A + B = B + A$.
8. Если $A = P$ и $B = Q$, то $A + B = P + Q$
9. $(A + B) + C = A + (B + C)$

Для использования **абсолютной** шкалы необходимо наличие абсолютного нуля и абсол-й единицы

Измерения

Виды измерений:

Объективные измерения – результат измерения объективен

Примеры: измерение времени, массы, температуры

Как правило, измерения производятся измерительными приборами

Субъективные измерения – результат мыслительной деятельности человека. **Примеры:** оценка качества продукции, комфортности условий труда, оценка важности показателей, степени соответствия требованиям

Как правило, измерения производятся экспертами или лицом, принимающим решения

Результатом является **оценка – лингвистическое** значение («плохо», «хорошо» ...) **либо число, отражающее меру** (интенсивность) выраженности качественного свойства или **приоритет** объекта среди множества других по данному свойству.

Методы выявления предпочтений экспертов

1. Ранжирование.

Эксперт присваивает объектам ранги в порядке предпочтения

Эквивалентным объектам дают одинаковые ранги, равные **среднеарифметическому** значению присваиваемых им рангов.

Такие ранги называют *связанными*

Метод суммы мест: обобщенные ранги присваиваются в соответствии с возрастанием сумм рангов (по всем экспертам).

Пример ранжирования продуктов П1, П2 и П3 разными экспертами:

Эксперты	ранги		
	П1	П2	П3
Эксперт 1	3	2	1
Эксперт 2	2	3	1
Эксперт 3	3	1.5	1.5

Сумма: 8 6.5 3.5
Обобщенный ранг 3 2 1

Для оценки согласованности мнений экспертов - коэффициент **конкордации**:

$$K = (12 \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2) / (m^2 (n^3 - n) - m \sum_{s=1}^m T_s)$$

m – количество экспертов, n – количество объектов
 h_k – число равных рангов в k -й группе связанных рангов

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad \text{– оценка мат. ожидания}$$

$$T_s = \sum_{k=1}^{H_s} h_k^3 - h_k \quad \text{– показатель связанных рангов в } s\text{-й ранжировке}$$

Методы выявления предпочтений экспертов

2. Метод парных сравнений

Эксперт сравнивает каждую пару объектов. Результаты сравнения - в виде матрицы:

	п1	п2	п3
п1	1	1	1
п2	0	1	0
п3	0	1	1

	п1	п2	п3
п1	1	0	1
п2	1	1	1
п3	0	0	1

	п1	п2	п3
п1	1	1	1
п2	0	1	1
п3	0	0	1

	п1	п2	п3
п1	1	1	1
п2	0	1	1
п3	0	0	1

Ранг
 ↓
 1 3 2

Обобщенная матрица

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } x_i \boxtimes x_j \text{ или } x_i \equiv x_j \\ 0 & \text{если } x_i \boxtimes x_j, \quad i, j = 1, n \end{cases}$$

Матрица должна быть согласована:

$w_{ii} = 1$ (по диагонали - 1);

если $w_{ij} = 1$, то $w_{ji} = 0$;

если $w_{ij} = 1$ и $w_{jk} = 1$, то $w_{ik} = 1$.

Сумма элементов матрицы по столбцу дает ранг объекта от наилучшего к худшему

Для построения обобщенной матрицы - *метод нахождения медианы*.

Элемент обобщенной матрицы равен 1 только в том случае, если половина или больше экспертов посчитали этот элемент равным 1

Методы выявления предпочтений экспертов

3. Непосредственная оценка.

Эксперт присваивает объектам числовые значения, отражающие оценку измеряемого свойства.

Это могут быть **баллы** по 5-ти, 10-ти, 100-балльной шкале, оценки **от 0 до 1** или **лингвистические** значения: «плохо» - 0.25, «хорошо» - 0.75, «отлично» - 1.0 и т.д.

Эксперты	Компетент.	П1	П2	П3
Эксперт 1	0.5	0.8	0.4	0,6
Эксперт 2	0.3	1.0	0.8	0,4
Эксперт 3	0.2	0.6	1.0	0,8

Обобщенная оценка 0.82 0.64 0.58

Обобщенные оценки строятся с помощью методов осреднения:

$$a_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij}$$

a_{ij} – оценка i -го объекта j -ым экспертом, m – количество экспертов

$$a_i = \sum_{j=1}^m k_j a_{ij}$$

k_j - коэффициенты компетентности экспертов

$$\sum_{j=1}^m k_j = 1$$

Методы выявления предпочтений экспертов

4. Последовательное сравнение (метод Черчмена-Акоффа).

Это комплексный метод, включающий как ранжирование, так и непосредственную оценку.

Порядок:

1. Ранжирование объектов

п1 ☒ п2 ☒ п3 ☒ п4

2. Непосредственная оценка объектов (от 0 до 1)

1.0 0.8 0.5 0.3

3. Если первый объект превосходит все остальные вместе взятые, то его оценка должна быть больше суммы оценок остальных. Иначе - меньше

п1 ☒ (п2 + п3 + п4)
1.7 > 0.8 + 0.5 + 0.3

4. Для второго объекта корректируется оценка таким же образом, как для первого

п1 п2 ☒ (п3 + п4)
 1.7 **0.7** < (0.5 + 0.3)

5. Для третьего объекта корректируется оценка таким же образом, как для первого и второго

п1 п2 п3 ☒ п4
 1.7 0.7 **0.5** > 0.3

Можно нормировать результат (поделить каждую оценку на сумму оценок)

$\Sigma=3$ п1 п2 п3 п4
 0.53 0.22 0.15 0.1

Методы интеграции измерений

Объекты могут быть измерены по **множеству** различных признаков (критериев). Для сравнения объектов необходима **обобщенная (интегральная) оценка**. (**Объекты**)

В случае, если частные критерии имеют различную *размерность* то, их значения необходимо **нормировать**.

Способы нормирования:

$$q_{ij} = \frac{q_{ij}^{ab}}{q_j^{\max}} \quad \text{чем абс. значение больше, тем оценка выше}$$

q_{ij} – оценка i -го объекта по j -му критерию
 q_{ij}^{ab} – абс. значение j -го критерия для i -го объекта

q_{ij}^{\max} – максимальное значение j -го критерия

$$q_{ij} = \frac{q_j^{\max} - q_{ij}^{ab}}{q_j^{\max} - q_j^{\min}} \quad \text{чем абс. значение больше, тем оценка ниже}$$

q_{ij}^{\min} – минимальное значение j -го критерия

Критерии	Ф1	Ф2	Ф3
Стоимость продукции, руб.	700	1000	500
Время изготовления, час.	80	50	100
Качество продукции, балл	100	75	50

Критерий	max	Ф1	Ф2	Ф3
Качество продукции	100	100	75	50

Оценка: 1.0 0.75 0.5

Критерий	min	max	Ф1	Ф2	Ф3
Стоимость продукции	500	1000	700	1000	500

Оценка: 0.6 0.0 1.0

Методы интеграции измерений

1. Аддитивная свертка значений частных критериев:

(объекты)

если веса одинаковы

$$q_i = \sum_{j=1}^m v_j q_{ij} \quad \sum_{j=1}^m v_j = 1 \quad \text{или} \quad q_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m q_{ij}$$

Критерии	вес	Ф1	Ф2	Ф3
Стоимость продукции	0.5	0.6	0.0	1.0
Время изготовления	0.3	0.4	1.0	0.0
Качество продукции	0.2	1.0	0.75	0.5

q_i – интегральная оценка i -го объекта
 q_{ij} – оценка i -го объекта по j -тому частному критерию, v_j – вес j -го критерия

Интегральная оценка: 0.62 0.45 0.6

2. Мультипликативная свертка значений частных критериев:

$$q_i = \prod_{j=1}^m q_{ij}^{v_j} \quad \sum_{j=1}^m v_j = 1 \quad \text{Если веса одинаковы:} \quad q_i = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m q_{ij}}$$

3. Метод идеальной

Точки:

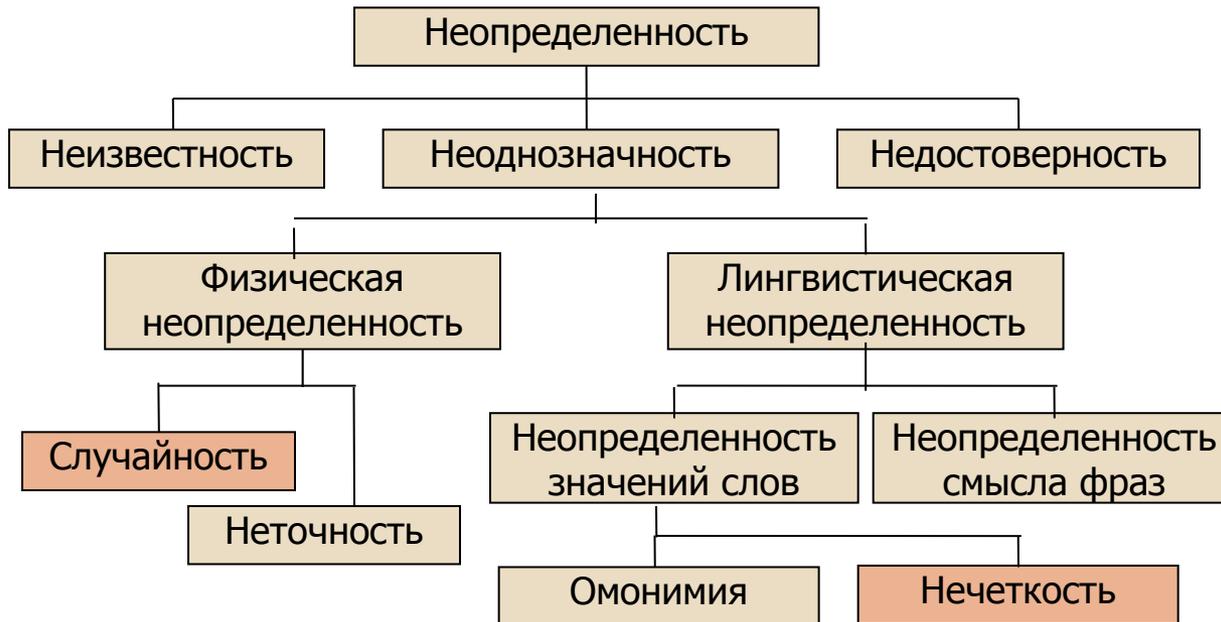
$$q_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m v_j (q_j^* - q_{ij})^2} \quad \text{Для рангов:} \quad q_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m v_j (1 - r_{ij})^2}$$

q_j^* – наилучшая оценка по j -тому частному критерию

Наилучшим является объект, имеющий минимальное значение критерия

Измерения в условиях неопределенности

Виды неопределенности



Неизвестность - информация практически отсутствует

Недостоверность - информация собрана не полностью или она не адекватна

Неоднозначность - информация собрана, однако полностью определенное описание не получено

Физическая неопределенность – случайность внешней среды или неточность измерений

Лингвистическая неопределенность - неоднозначность значений слов (омонимия, нечеткость) или неоднозначность смысла фраз (синтаксическая, семантическая, прагматическая)

Выбор управления в условиях риска

Имеется **неопределенность состояния внешней среды**, что является фактором риска. При оценке и выборе вариантов управления нужно учитывать риск.

1. Критерий среднего выигрыша

$$K_i = \sum_{j=1}^n p_j k_{ij}$$

K_i – общая эффективность u_i
 k_{ij} – эффективность u_i для состояния среды w_j
 p_j – вероятность состояния среды w_j

2. Критерий Лапласа

$$K_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n k_{ij}$$

Если о состояниях среды ничего не известно, то их можно считать равновероятными

варианты	эффективность для разных состояний внешней среды				K_i
	w_1	w_2	w_3	w_4	
u_1	0.4	0.3	0.2	0.5	0.31
u_2	0.2	0.4	0.1	0.3	0.21
u_3	0.3	0.1	0.5	0.4	0.35
Вероятность	0.3	0.2	0.4	0.1	

Выбор управления в условиях риска

3. Критерий Вальда
(максимина, осторожного наблюдателя)

$$K_i = \min_j k_{ij}$$

гарантирует
определенный выигрыш
при наихудших
условиях

4. Критерий максимакса

$$K_i = \max_j k_{ij}$$

ЛПР надеется на
лучшее состояние
среды и в большой
степени рискует

5. Критерий Гурвица
(пессимизма-
оптимизма)

$$K_i = \alpha \max_j k_{ij} + (1 - \alpha) \min_j k_{ij}$$

α ($0 \leq \alpha \leq 1$) -коэффициент
оптимизма

При $\alpha = 0$ получим критерий
Вальда
при $\alpha = 1$ – критерий максимакса

Результат зависит от
отношения к риску ЛПР

варианты	эффективность для разных состояний внешней среды			
	w_1	w_2	w_3	w_4
u_1	0.4	0.3	0.2	0.5
u_2	0.2	0.4	0.1	0.3
u_3	0.3	0.1	0.5	0.4

Критери й Вальда	Критерий максимакс	Критерий Гурвица при $\alpha =$ 0.6
0.2	0.5	0.38
0.1	0.4	0.28
0.1	0.5	0.34

$$u^{opt} = \arg \max_i K_i$$

Выбор управления в условиях риска

6. Критерий Сэвиджа (минимакса)

Сначала исходная матрица преобразуется в матрицу потерь:

$$\Delta k_{ij} = \max_i k_{ij} - k_{ij}$$

варианты	эффективность для разных состояний внешней среды			
	w_1	w_2	w_3	w_4
u_1	0.4	0.3	0.2	0.5
u_2	0.2	0.4	0.1	0.3
u_3	0.3	0.1	0.5	0.4

варианты	потери для разных состояний внешней среды			
	w_1	w_2	w_3	w_4
u_1	0.0	0.1	0.3	0.0
u_2	0.2	0.0	0.4	0.2
u_3	0.1	0.3	0.0	0.1

Критерий Сэвиджа

0.3

0.4

0.3

Оптимальные варианты – u_1 и u_3

$$K_i = \max_j \Delta k_{ij}$$

$$u^{opt} = \arg \min_i K_i$$

Оптимальным является вариант с минимальной из максимальных оценок **потерь** по всем состояниям среды

Нечеткие измерения

Нечеткое множество:

$$A = \{x / \mu_A(x)\}$$

$$x \in X \quad 0 \leq \mu_A(x) \leq 1$$

X – базовое множество, $\mu_A(x)$ – **функция принадлежности**, характеризующая степень уверенности в том, что x принадлежит множеству (1 – точно принадлежит, 0 – точно не принадлежит)

Лингвистическая переменная – значения являются нечеткими множествами

Лингвистическая переменная «возраст»

Значения: <молодой, средний, пожилой>

Базовое множество – конкретные люди
 $X = \{\text{Иванов-30л, Петров-20л, Сидоров-55г., Кузнецов-75л}\}$.

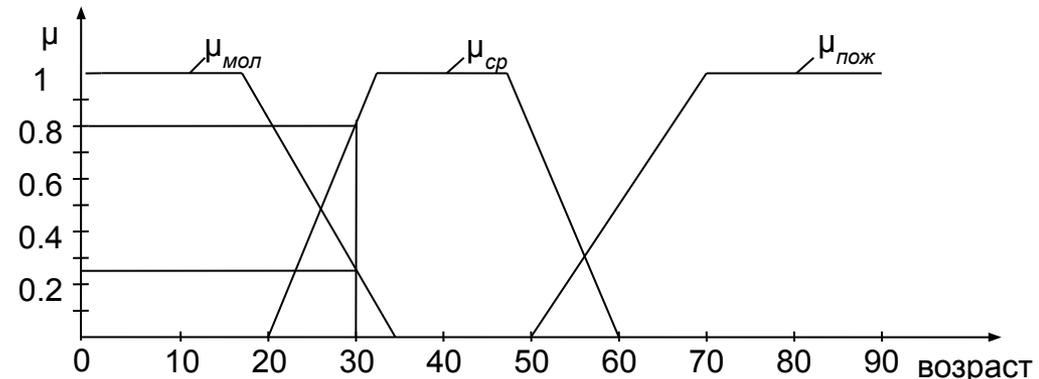
Значения можно определить:

молодой = {Иванов/0.3, Петров/0.8};

средний = {Иванов/0.8, Сидоров/0.25};

пожилой = {Сидоров/0.3, Кузнецов/1}.

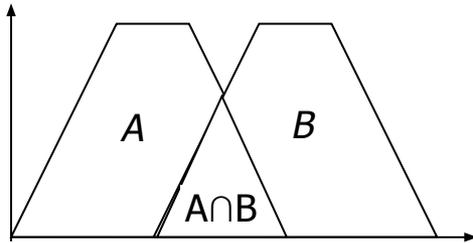
Если X - значения возраста в годах ($0 \leq x \leq 100$), то функции принадлежности для значений переменной «возраст» можно задать графически:



Нечеткие логические операции

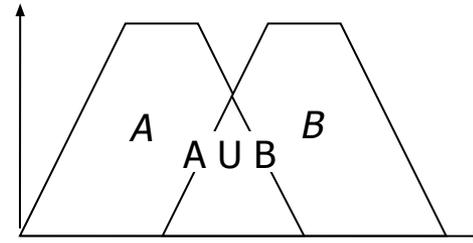
Пересечением нечетких множеств A и B является наибольшее нечеткое подмножество, содержащееся одновременно в A и B , с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$$



Объединением нечетких множеств A и B является наименьшее нечеткое множество, включающее как A , так и B , с функцией принадлежности:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$$



Нечеткое высказывание U – логическое высказывание, для которого задано отображение истинности $T: U \rightarrow [0, 1]$. Пример: $T(\text{«Иванов - высокий»}) = 0.7$

Конъюнкция нечетких высказываний:

$$T(A \wedge B) = \min(T(A), T(B))$$

Дизъюнкция нечетких высказываний:

$$T(A \vee B) = \max(T(A), T(B))$$

Если $T(\text{«Иванов - высокий»}) = 0.7$, $T(\text{«Иванов - молодой»}) = 0.5$, то $T(\text{«Иванов - высокий» И «Иванов - молодой»}) = \min(0.7, 0.5) = 0.5$

Нечеткий вывод

$X = \{B1, B2, B3\}$ - варианты организации бизнес-процесса, характеризуемые лингвистическими переменными:

«качество»: <'п' (плохое), 'у' (удовлетворительное), 'х' (хорошее) >

«стоимость», «эффективность»: <'н' (низкая), 'с' (средняя), 'в' (высокая) >.

Исходные значения переменных
«качество» и «стоимость» задаются непосредственно экспертами

Переменные	B1	B2	B3
Стоимость	н/0.8	в/0.75	с/0.6
Качество	х/ 0.7	у/0.65	у/0.9

Значения переменной «эффективность» выводятся по правилам-продукциям:

П1: If «стоимость» = 'н' & «качество» = 'х' then «эффективность» = 'в';

П2: If «стоимость» = 'с' & «качество» = 'у' then «эффективность» = 'с';

П3: If «стоимость» = 'в' & «качество» = 'у' then «эффективность» = 'н';

...

Для B1 по правилу П1 выводим «эффективность» = 'в', $T = \min(0.8, 0.7) = 0.7$

Для B2 по правилу П3 выводим «эффективность» = 'н', $T = \min(0.75, 0.65) = 0.65$

Для B3 по правилу П2 выводим «эффективность» = 'с', $T = \min(0.6, 0.9) = 0.6$

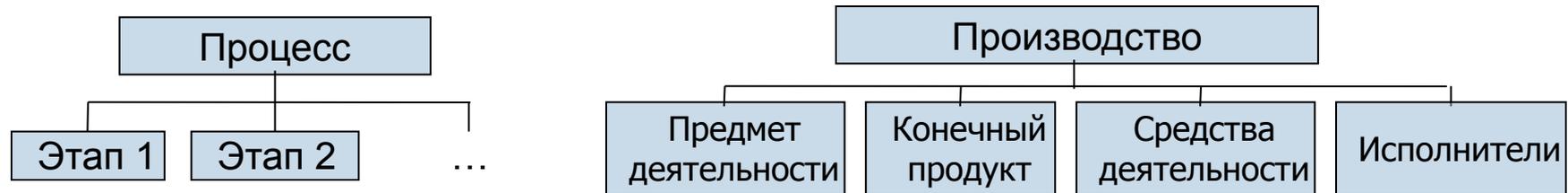
Декомпозиция

Декомпозиция – последовательное расчленение системы на подсистемы. Результат определяется составом используемых признаков декомпозиции (*оснований декомпозиции*) и порядком их применения

Способы задания оснований декомпозиции:

1. Указывается только *наименование признака* разбиения. Состав получаемых подсистем всегда разный (зависит от системы).

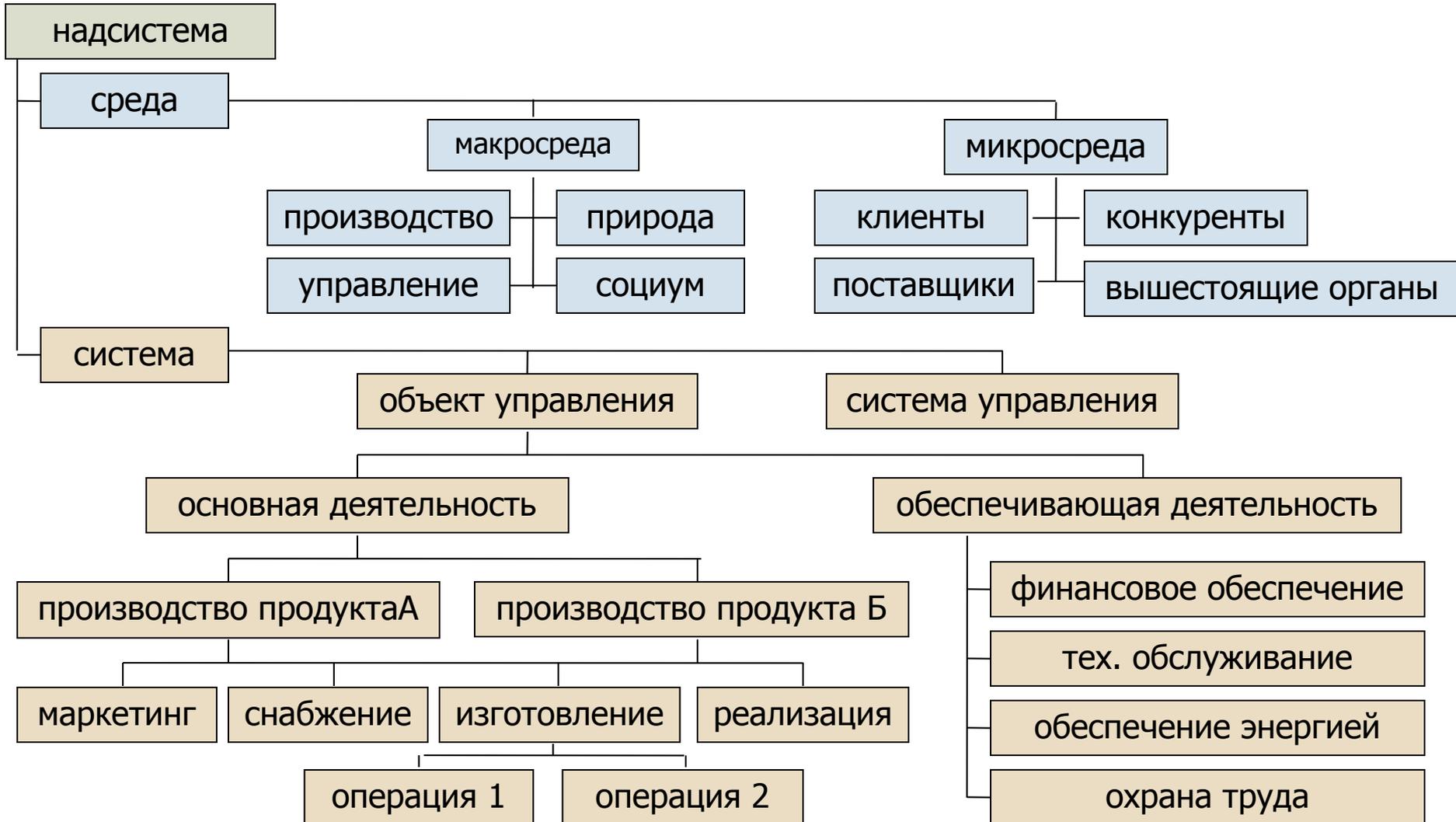
Примеры: временной, пространственный признак, «виды конечного продукта»



2. Перечисляются подсистемы, получаемые в процессе декомпозиции, т.е. основание декомпозиции рассматривается как модель состава. Примеры: <объект управления, система управления>, <предмет деятельности, конечный продукт, средства деятельности, исполнители>.

Стандартные основания

декомпозиции



Принципы формирования и применения СОД

Принципы формирования. Стандартные основания декомпозиции должны:

- отражать инвариантный состав систем определенного класса;
- обеспечивать выделение в качестве подсистем более или менее самостоятельно функционирующие части;
- обеспечивать при декомпозиции получение относительно полной совокупности подсистем (элементов);
- обеспечивать выделение подсистем, которые не включают друг друга.

Принципы применения.

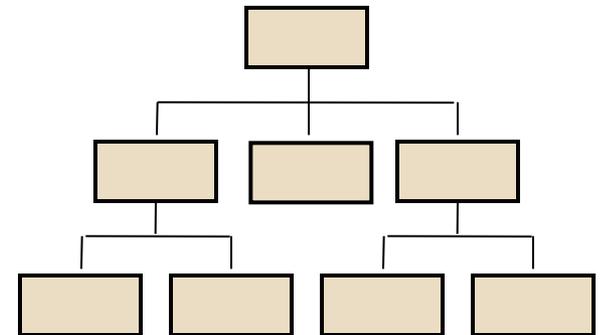
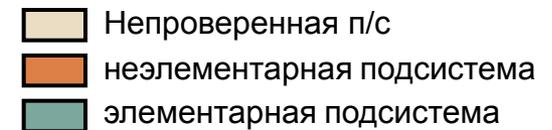
- на каждом шаге декомпозиции использоваться только одно основание ;
- выбор СОД на каждом шаге зависит от того, какая последовательность была применена ранее для выделения декомпозируемой подсистемы;
- некоторые из СОД могут применяться несколько раз подряд.

Алгоритм декомпозиции

Последовательность шагов:

1. Выбор системы (подсистемы) для декомпозиции, являющейся терминальной вершиной дерева и не помеченной, как элементарная. Если все терминальные вершины элементарны, то КОНЕЦ.
2. Проверка выбранной системы на элементарность. Если подсистема элементарна, то она помечается и осуществляется возврат на шаг 1.
3. Выбор наиболее подходящего основания декомпозиции
4. Проведение декомпозиции
5. Переход на шаг 1.

Пример.



Стандартные основания декомпозиции

Перечислим стандартные основания декомпозиции для систем организационно-технологического типа (предприятий, фирм, компаний, занимающихся производством каких-либо продуктов или оказанием услуг)

- 1. Система – среда.** Выделение исследуемой системы и окружающей среды.
- 2. Макросреда – микросреда.** Макросреда – это совокупность факторов общественной жизни, оказывающих влияние на исследуемую систему, микросреда – совокупность организаций, непосредственно или опосредованно связанных с системой.
- 3. Подсистемы макросреды.** Типичными подсистемами макросреды являются: «производство» (технологическое, экономическое окружение), «природа» (географическое окружение), «социум» (социально-культурное окружение), «управление» (политико-правовое окружение).
- 4. Подсистемы микросреды.** К микросреде относят, как правило, следующие группы организаций: вышестоящие органы управления, нижестоящие (подведомственные) организации, поставщики, партнеры, клиенты (потребители, заказчики), конкуренты.

Стандартные основания декомпозиции

5. **Система управления – объект управления.** Выделение в исследуемой системе управляемой подсистемы (включающей исполнителей, оборудование, ресурсы) и управляющей (аппарат управления).
6. **Основная – обеспечивающая деятельность.** Основная деятельность связана с производством конечных продуктов системы, передаваемых во внешнюю среду – клиентам (потребителям, заказчикам). Обеспечивающая (вспомогательная) деятельность обеспечивают работу основных процессов. Она напрямую не связана с продукцией, ее задача – формирование и обслуживание инфраструктуры.
7. **Виды конечных продуктов.** Декомпозиция основной деятельности на подсистемы, производящие различные конечные продукты (оказывающие различные виды услуг). Например, выделение подсистемы производства мягкой мебели и подсистемы производства корпусной мебели.

Стандартные основания декомпозиции

8. *Жизненный цикл.*

Жизненный цикл – это цепочка процессов, составляющих путь следования продукта: от его замысла до утилизации и переработки отслужившего свой срок продукта.

Жизненный цикл составляют следующие процессы:

- изучение рынка и анализ потребности в продукте;
- проектирование и разработка продукта;
- разработка и внедрение технологии производства продукта;
- материально-техническое снабжение (закупки);
- производство продукта или предоставление услуги;
- упаковка и хранение продукта;
- транспортировка и реализация;
- послепродажная деятельность;
- утилизация и переработка.

Стандартные основания декомпозиции

9. Виды обеспечивающей деятельности.

Примеры обеспечивающих (вспомогательных) процессов:

- обслуживание оборудования;
- обслуживание зданий и сооружений;
- обеспечение энергоресурсами;
- информационное обеспечение;
- управление персоналом;
- управление документацией;
- охрана труда и техника безопасности;
- PR-деятельность и связь с общественностью;
- обеспечение финансовой поддержки;
- юридическое обеспечение.

Стандартные основания декомпозиции

10. Технологические этапы.

Декомпозиция подсистемы, выполняющей некоторый вид производственной деятельности (основной или обеспечивающей), на подсистемы, соответствующие отдельным этапам деятельности (**подпроцессам, работам, операциям**), предусмотренным технологией. **Например**, процесс производства изделия может включать подпроцессы изготовления деталей, сборки, покраски.

11. Структурные элементы деятельности.

Для любой подсистемы, выполняющей некоторую деятельность (процесс, подпроцесс, операцию), можно выделить типовые структурные элементы деятельности:

входы / предметы деятельности (сырье, материалы, комплектующие, информация);

выходы / результаты деятельности (продукт, услуга, информация);

кадры / субъекты деятельности (люди, выполняющие деятельность);

оборудование / средства деятельности (станки, машины, инструменты, средства связи, помещения).

Стандартные основания декомпозиции

Стандартные основания декомпозиции используются и для декомпозиции **системы управления (СУ)**.

Прежде всего, они используются для декомпозиции СУ на подсистемы, в которых осуществляется управление отдельными подсистемами объекта управления (ОУ).

Так, декомпозиция по **СОД 6** позволяет выделить **основной процесс управления и обеспечивающий**. **Основным** можно считать **процесс принятия решений**, а к **обеспечивающему** процессу будем относить систему документооборота, обеспечивающую сбор, передачу, хранение информации.

Декомпозиция по **СОД 8** приводит к вычленению процессов жизненного цикла управления, к которым можно отнести:

- прогнозирование,
- планирование (перспективное, текущее);
- организация;
- оперативное руководство;
- контроль и регулирование.

Стандартные основания декомпозиции

Каждый из этих процессов может быть декомпозирован на отдельные этапы.

Так, процесс планирования включает в себя этапы:

анализ ситуации; выбор целей; объемное планирование, календарное планирование.

Оперативное руководство включает:

координацию действий подчиненных;

оценку их труда и воздействие на них (поощрение и наказание);

заботу о подчиненных (создание благоприятных условий труда, решение конфликтов и др.).

Процесс контроля содержит следующие стадии:

измерение результата,

сравнение с планом;

анализ отклонений и регулирование.

Стандартные основания декомпозиции

На нижнем уровне декомпозиции представлены операции по переработке информации:

регистрация, сбор, передача, обработка, отображение, хранение, защита, уничтожение информации.

К любой из подсистем системы управления может быть применено и **СОД 11**, предполагающее выделение **структурных элементов деятельности**. Так, **входом** подсистемы СУ является информация, подлежащая некоторой переработке, **выходом** – переработанная информация.

Субъектом деятельности, как правило, является менеджер (управляющий), а **средством деятельности** – используемое офисное оборудование, компьютер и т.д.

Морфологический анализ

Метод морфологического анализа (МА) разработан в 1930-е годы швейцарским астрономом Ф. Цвикки для конструирования астрономических приборов.

Суть данного метода заключается в следующем. В проектируемом объекте выбирают группу основных признаков.

В качестве признаков могут быть элементы конструкции, функции, свойства элементов.

Для каждого признака предлагаются различные альтернативные варианты его реализации.

Затем предложенные варианты **комбинируют** между собой.

Из всего множества получаемых комбинаций выбираются **допустимые**, а затем наиболее эффективные варианты по некоторым критериям качества.

Последовательность проведения морфологического анализа включает три этапа.

Морфологический анализ

Этап 1. Постановка задачи. Формулируются: проблемная ситуация, требования (ограничения) к проектируемому объекту, критерии оценки качества вариантов.

Этап 2. Морфологический анализ. Выделяются признаки и разрабатываются альтернативные варианты для каждого признака.

Этап 3. Морфологический синтез. Формируются комбинации по всем признакам и выбираются наилучшие комбинации

Сначала комбинируются два признака и отбрасываются наихудшие комбинации. Оставшиеся комбинации комбинируются с еще одним признаком и т.д.

Морфологическая таблица

a_1	a_1^1	a_2^1	a_3^1
a_2	a_1^2	a_2^2	
a_3	a_1^3	a_2^3	$a_3^3 = a_1^3 + a_2^3$
a_4	a_1^4	a_2^4	

Количество комбинаций:

$$N = n_1 \times n_2 \times \dots \times n_m,$$

n_i – число вариантов по i -тому признаку

$$N = 3 \times 2 \times 3 \times 2 = 36$$

	a_1^1	a_2^1	a_3^1
a_1^2			
a_2^2			

	$a_2^1 a_1^2$	$a_1^1 a_2^2$	$a_3^1 a_2^2$
a_1^3			
a_2^3			
a_3^3			

	a_2^1	a_1^1	a_3^1
	$a_1^2 a_1^3$	$a_2^2 a_2^3$	$a_2^3 a_3^3$
a_1^4			
a_2^4			

Морфологический анализ

Пример. Подведение коммуникаций

Материал труб	металл	полимеры	металлопластик
Технология	открытая	закрытая	комбинированная
Исполнитель	СУ ТДСК	Томск-водоканал	коммерч. подрядчик

мат-л техн	металл	полимеры	металлопластик
открытая			
закрытая			
комбинированная			

Результаты

мат,тех исп.	металл, открытая	полимеры, комбинир.	Металлопластик, закрытая
СУТДСК			
Томск водоканал			
Коммерч. подрядчик			

Варианты	Материал труб	Технология	Исполнитель
Вариант 1	металл	открытая	СУ ТДСК
Вариант 2	металлопластик	закрытая	СУ ТДСК
Вариант 3	полимеры	комбинированная	Томск-водоканал
Вариант 4	металл	открытая	Коммерч. подрядчик

Морфологический анализ

Морфологическая таблица проектирования сумки

Форма сумки:

A11- плоская удлиненная вширь

A12- плоская удлиненная вниз

A13- круглая (цилиндр)

A14 – сундучок

Форма и размер ручек:

A21 – одна длинная

A22 – две коротких

A23 – как у рюкзака

A24=A21+A22 (одна длинная и 2 коротких)

Материал сумки:

A31 – кожа

A32 – кожзаменитель

A33 – болонь

Застежка: A41 – молния A42 –застежки A43 –липучки

Расположение карманов: A51 – один наружный A52 – один внутренний A53 = A51 + A52

Украшения: A61 – аппликация A62 - металлические заклепки A63 = A61 + A62

Морфологический анализ

Аналогичный механизм комбинирования признаков структуризации используется в **методах порождающих грамматик**.

В основе этих методов лежит процедура порождения функций сложной системы путем комбинирования небольшого числа «элементарных действий».

Формируется некий язык, **алфавит** которого составляют «элементарные действия», а **синтаксис** – правила комбинирования этих действий.

Рассмотрим некоторые из этих методов:

- Метод формирования структуры целей и функций
- Метод структурно-функционального проектирования Казарновского
- Метод синтеза технологий управления

Метод формирования структуры целей и функций.

Метод представляет собой пошаговую процедуру формирования иерархии функций сложной системы.

В качестве признаков структуризации используются стандартные основания декомпозиции, а в качестве **альтернативных вариантов** значений признаков – подсистемы (функции), порождаемые этими СОД.

Множество значений одного признака называется классификатором. Таким образом, классификаторы, по сути, являются элементарными функциями.

Метод формирования структуры целей и функций.

Для автоматизации данного метода была разработана компьютерная программа АДПАЦФ (Автоматизированная Диалоговая Процедура Анализа Целей и Функций).

Алгоритм работы программы следующий.

Пользователь вводит признаки структуризации и их значения (классификаторы). Затем система автоматически формирует все возможные комбинации значений первых двух признаков и выдает их пользователю.

Пользователь отбирает подходящие комбинации, которые затем комбинируются со значениями третьего признака и т.д., пока не будут перебраны все признаки.

Методы композиции

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

Основные роды деятел-ти:

h – производство;

v – жизнеобеспечение;

p – организация (адаптация);

c – управление;

f – обновление.

Комбинации по правилу «присоединения слева»:

vh – жизнеобеспечение производства;

ph – организация производства;

ch – управление производством;

fh – обновление производства;

Более сложные комбинации:

pvh – организация жизнеобеспечения производства; *cfh* – управление обновлением производства;

pcf – организация управления обновлением производства;

fcv – развитие управления жизнеобеспечением производства;

Функции, связанные с элементами структуры:

i – обеспечение предметами деятельности,

k – обеспечение инструментами,

l – обеспечение энергией,

o – вывод продукции,

t – технологическое преобразование

Комбинации:

ich – получение входных данных для управления производством;

ocv – вывод (передача) решения по управлению жизнеобеспечением производства.

Методы композиции

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления.

В основе данного метода лежит последовательное формирование множества **задач управления, функций переработки информации и сопоставление каждой из функций** информационных и программно-технических средств их реализации.

Сначала формируются задачи управления путем комбинирования этапов жизненного цикла производства продукта с этапами жизненного цикла управления.

Обозначим множество фаз жизненного цикла получения конечных продуктов через : $\langle p_1 - \text{выявление потребности}, p_2 - \text{снабжение}, p_3 - \text{производство}, \dots \rangle$,

а множество этапов управления через : $\langle z_1 - \text{прогнозирование}, z_2 - \text{планирование}, z_3 - \text{учет (контроль)}, \dots \rangle$. Последовательно сопоставляя элементы множества P и Z , сформируем множество задач управления по выпуску продуктов:

Методы композиции

Примеры задач управления:

$p1z1$ – прогнозирование потребности в продукте;

$p2z2$ – планирование снабжения;

$p3z2$ – планирование производства;

$p3z3$ – контроль производства.

Некоторые комбинации могут быть отброшены, как несущественные.

Затем определяется множество функций управления комбинированием сгенерированных задач с этапами жизненного цикла переработки информации.

Обозначим фазы переработки информации через : $\langle x1$ – регистрация информации, $x2$ – сбор информации, $x3$ – передача информации, $x4$ – обработка информации ... \rangle .

Последовательно сопоставляя элементы множеств PZ и X , определим множество функций переработки информации при реализации каждой из задач управления .

Методы композиции

Примеры функций управления:

$p1z1x2$ – сбор исходной информации для прогнозирования потребности в продукте;

$p2z2x3$ – передача информации, используемой для планирования снабжения;

$p3z2x4$ – обработка информации в процессе планирования производства..

Методы композиции

В качестве примера рассмотрим модель выбора задач управления при организации работы кафедры учебного заведения.

Будем считать, что множество элементов P составляют этапы:

p_1 -организация нового набора, p_2 -организация обучения, p_3 -организация распределения.

Множество Z состоит из элементов:

z_1 -прогнозирование, z_2 -планирование, z_3 -оперативное управление,

а множество X - из элементов:

x_1 -сбор информации, x_2 -обработка информации, x_3 -хранение информации, x_4 -защита информации.

В этом случае множество задач управления для этапа p_1 может быть сформировано следующим образом:

p_1z_1 - прогнозирование организации нового набора;

- планирование организации нового набора;

- оперативное управление организацией нового набора.

Методы композиции

Аналогичным образом может быть расписано и множество задач для этапов p_2 и p_3 .

Например, $p_2 z_1$ – прогнозирование организации обучения.

Для детализации этапа представим процесс обучения в виде основных структурных элементов:

p_{2I} - преподаватели, p_{2II} - обучаемые, p_{2III} - материальная база учебного процесса, p_{2IV} - технология обучения.

В этом случае задачи множества $\langle p_2 z_1 \rangle$ могут быть представлены в виде:

$p_{2I} z_1$ - прогнозирование параметров преподавателей;

$p_{2II} z_1$ - прогнозирование параметров обучаемых;

$p_{2III} z_1$ - прогнозирование параметров материальной базы учебного процесса;

$p_{2IV} z_1$ - прогнозирование параметров технологии обучения.

Методы композиции

Множество задач управления для $p1z1$ включает следующие задачи:

$p1z1x1$ - сбор информации для прогнозирования организации нового набора;

$p1z1x2$ - обработка информации для прогнозирования организации нового набора;

$p1z1x3$ - хранение информации для прогнозирования организации нового набора;

$p1z1x4$ - защита информации для прогнозирования организации нового набора.

Очевидно, что процесс формирования задач управления может выполняться в другой последовательности.

Методы композиции

Жизненный цикл производства

Потребность
Снабжение
Производство
Контроль качества
Реализация
Сопровождение

Жизненный цикл управления

Прогнозирование
Планирование
Учет, контроль
Анализ
Регулирование
Анализ последствий

**Метод синтеза
технологий
управления**

Задачи управления

Прогнозирование потребности
Прогнозирование снабжения
...
Планирование производства
Планирование реализации
...
Контроль снабжения
Контроль производства
...

Этапы переработки информации

Регистрация
Сбор
Передача
Обработка
Отображение
Хранение
Защита
Уничтожение

Функции управления

Регистрация информации для прогнозирования потребности
...
Обработка информации при планировании производства
Хранение информации о контроле снабжения

Методы композиции

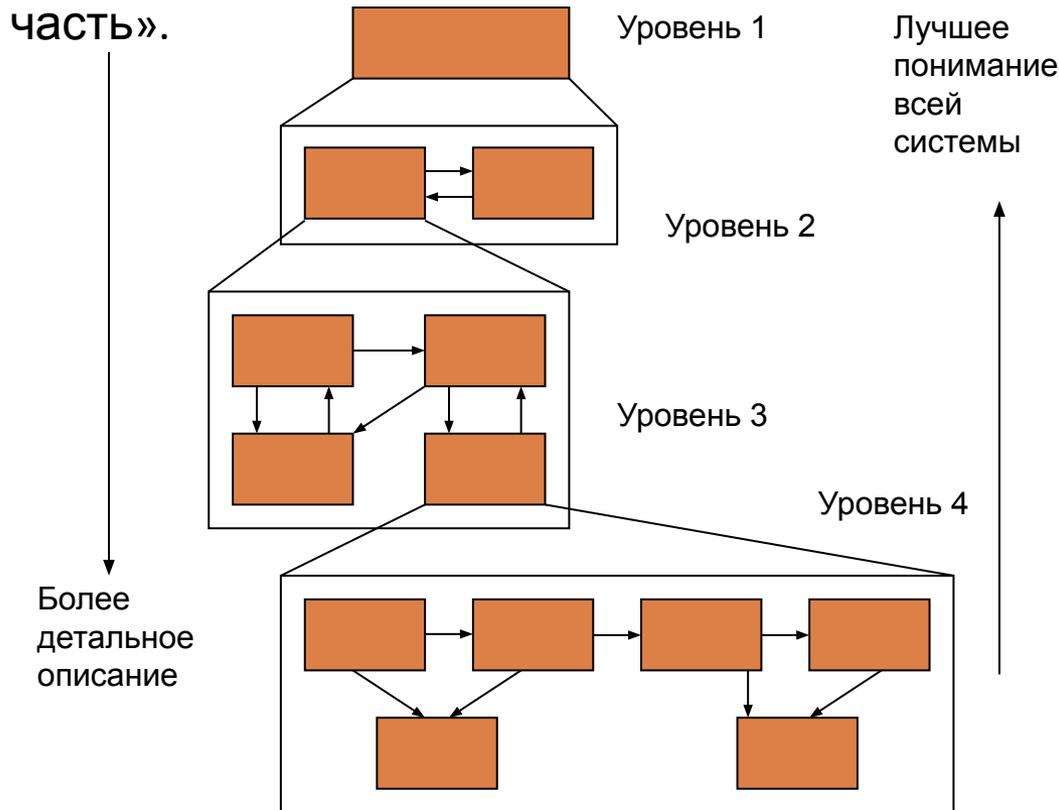
Предложенная схема позволяет, с одной стороны, перейти к проектированию инструментальных, математических, технических, информационно-программных методов и средств **по реализации этапов жизненного цикла переработки информации при решении функциональных задач управления на каждой фазе жизненного цикла производства материальных конечных продуктов,**

а с другой стороны позволяет перейти к формированию технологии, как определенной последовательности управленческих действий по получению **информационных конечных продуктов** системы.

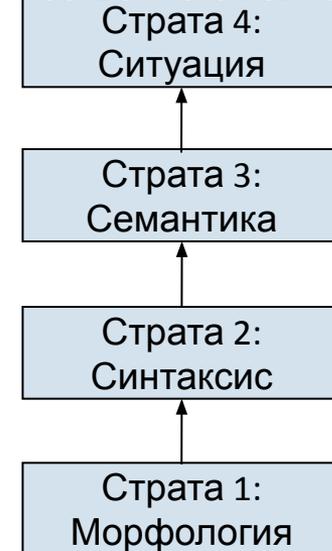
Страты

Этот вид иерархии позволяет описывать систему на разных уровнях абстрагирования.

Отношения между подсистемами смежных уровней относятся к типу «целое-часть».



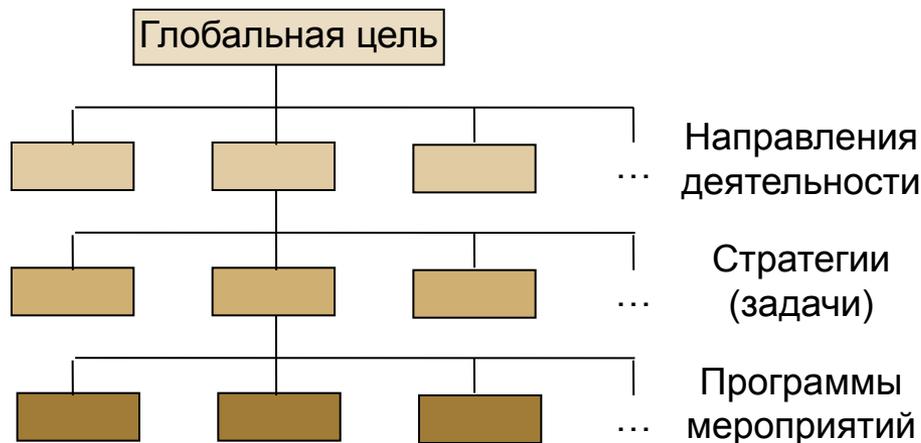
Структура системы
понимания
естественного языка:



Слои

Этот вид иерархии используется для структуризации процессов принятия сложных решений. Сложную проблему, подлежащую решению, разбивают на множество последовательно расположенных более простых подпроблем, решение которых позволяет решить и исходную проблему.

Слои принятия решений процесса разработки программы развития социально-экономической системы:

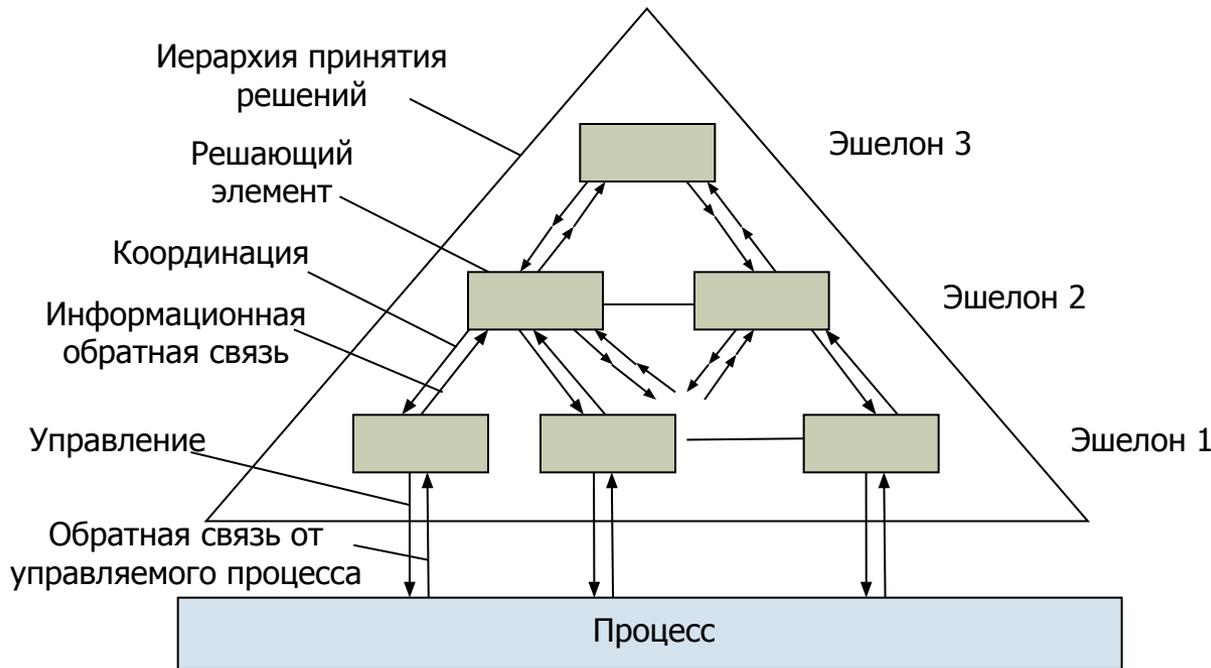


Отношения между подсистемами смежных слоев имеют смысл:

- «средство-цель» - подцели есть средства достижения вышестоящей цели,
- «причина-следствие» - достижение цели вышестоящего уровня есть следствие достижения подцелей,
- «аргумент-функция» - вышестоящая цель есть функция от нижестоящих целей,
- «ситуация-действие» - для достижения ситуации, соответствующей цели, требуется выполнение действий, реализующих подцели.

Эшелоны

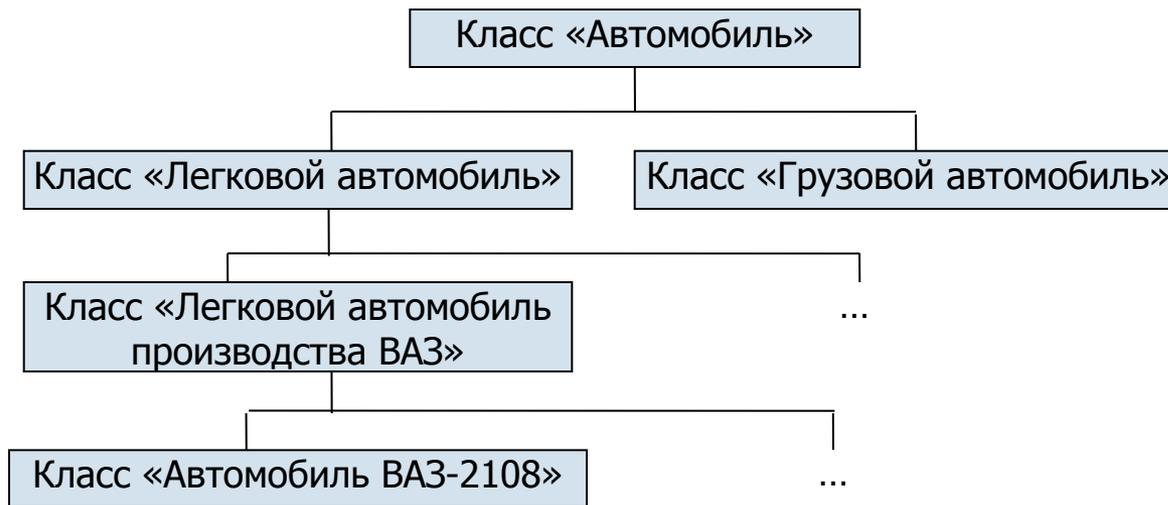
Это понятие иерархии относится к многоуровневым системам управления. Принимающие решение элементы располагаются иерархически в том смысле, что некоторые из них находятся под влиянием или управляются другими решающими элементами



Элементы верхнего уровня хотя и обуславливают целенаправленную деятельность элементов нижних уровней, но не полностью управляют ею. Принимающим решения элементам предоставлена некоторая свобода в выборе их собственных решений.

Классы

Данный вид иерархии используется для классификации понятий.
Иерархию составляют классы понятий, связанные отношениями «общее – частное».



Класс понятий, лежащий ниже по иерархии, включает в себя декомпозируемый класс (все его свойства), добавляя к нему некоторые дополнительные свойства, т.е. уточняя его, конкретизируя. Перенос свойств классов понятий на подклассы называют *наследованием*.