

# Лекция 10. Синтетический метод в теории систем

## Содержание лекции:

1. [Прикладное значение метода синтеза систем](#)
2. [Синтез систем организационного управления](#)
3. [Синтез информационных систем](#)
4. [Синтез стратегий решения научных проблем](#)

# 1. Синтетический метод в прикладном системном анализе



- Примеры задач синтеза систем:
  - разработать систему управления распределённой БД, обеспечивающей:
    - поддержку не менее 10 тыс. хостов;
    - обработку не менее 1000 синхронных запросов на получение данных объёмом до 4М, в т.ч. не менее 100 синхронных запросов к одному хосту;
    - отказоустойчивость не хуже 1 запроса из 2000

# 1. Синтетический метод в прикладном системном анализе

- Примеры задач синтеза систем:
  - разработать систему автоматической посадки летательного аппарата
  - разработать систему кредитования сельхозтоваропроизводителей, обеспечивающую:
    - обслуживание в течение  $t < f(m)$ , где  $m$  – сумма кредита;
    - норму залога не выше  $z$ ;
    - процентную ставку не выше  $r$ ;
    - вероятность невозврата кредита не выше  $p$ .

## 2. Синтез систем организационного управления

Технологическое управление – управление технологическими *элементами* хозяйствующего субъекта

- то есть элементами, характеризующимися **поведением, обусловленным средой**, и **менее** сложным

Организационное управление – координация (подчинение общей цели) деятельности *элементов* хозяйствующего субъекта, обладающих *свободой выбора*

- то есть элементов, характеризующихся **поведением, обусловленным опытом**, и **более** сложным

Под ***системой организационного управления*** понимают систему управления, управляемая подсистема которой - совокупность элементов хозяйствующего субъекта, обладающих *свободой выбора*

## 2. Синтез систем организационного управления

### Предпосылки

#### синтеза систем организационного управления

представление  
системы  
организа-  
ционного  
управления как  
кибернети-  
ческой системы

системный  
анализ  
существующей  
системы  
управления

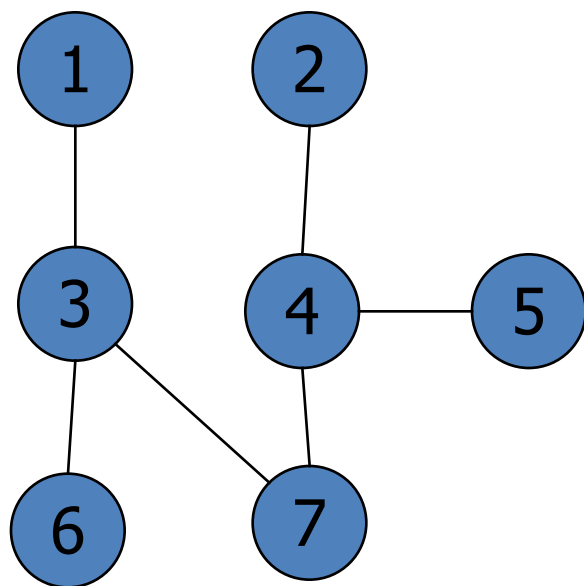
системный  
анализ цели  
управления

анализ проблем  
существующей  
системы  
управления

## 2. Синтез систем организационного управления

- Пример: анализ центральности

- Частный случай анализа проблем
- Предпосылка синтеза системы с оптимальным распределением руководящих (координирующих) функций



Матрица расстояний между узлами

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	4	1	3	4	2	2
2	4	0	3	1	2	4	2
3	1	3	0	2	3	1	1
4	3	1	2	0	1	3	1
5	4	2	3	1	0	4	2
6	2	4	1	3	4	0	2
7	2	2	1	1	2	2	0
$\Sigma$	16	16	11	11	16	16	10

## 2. Синтез систем организационного управления:

показатели центральности и периферийности

$N$  – число элементов в системе

$d_{ij}$  – компонент матрицы расстояний

$$d_i = \sum_j d_{ij}$$

$$d = \sum_i d_i$$

$$\Sigma_{\square} = N \cdot \max(d_{ij}) - d_i$$

*Показатель  
центральности*

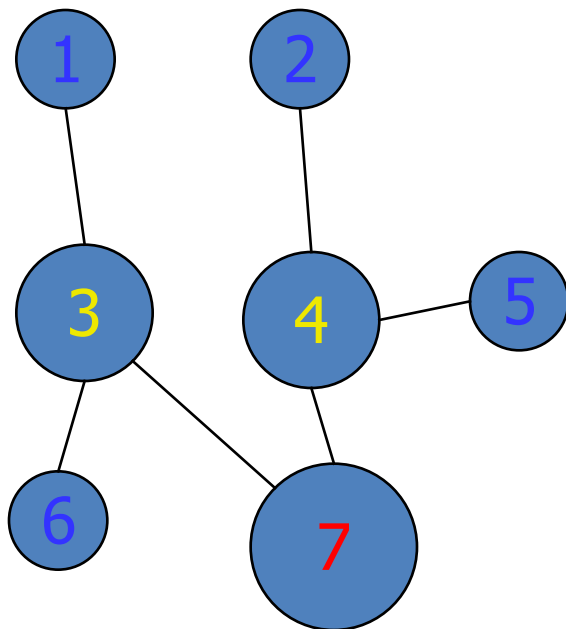
$$Ц\% = \Sigma_{\square} : d$$

*Показатель  
периферийности*

$$П\% = d_i : d$$

## 2. Синтез систем организационного управления

### • Пример: анализ центральности



Характеризует степень доминирования (предпосылки власти тем выше, чем выше показатель)

- 7 – число элементов
- 4 – максимальное расстояние в пределах системы
- 16 – сумма по столбцу

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	4	1	3	4	2	2
2	4	0	3	1	2	4	2
3	1	3	0	2	3	1	1
4	3	1	2	0	1	3	1
5	4	2	3	1	0	4	2
6	2	4	1	3	4	0	2
7	2	2	1	1	2	2	0
Ц%	12,5	12,5	17,7	17,7	12,5	12,5	18,8
П%	16,6	16,6	11,5	11,5	16,6	16,6	10,4
$\Sigma_{ц}$	7·4- -16	7·4- -16	7·4- -11	7·4- -11	7·4- -16	7·4- -16	7·4- -10

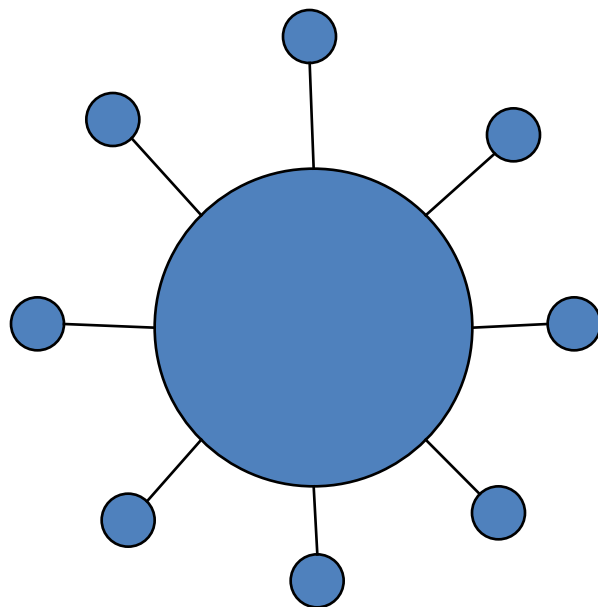
Характеризует дефицит информации для принятия решения (пригодность к замене руководителя тем ниже, чем выше показатель)



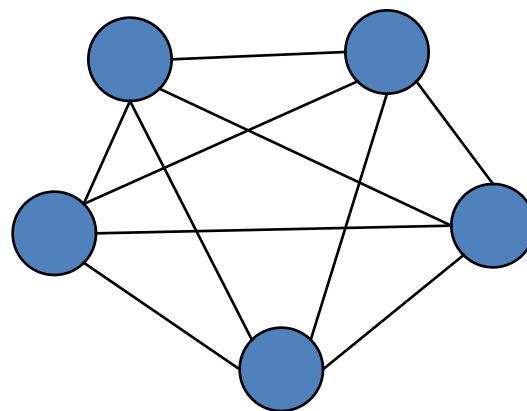
## 2. Синтез систем организационного управления

- Пример: синтез системы с требуемыми характеристиками центральности

Наибольшая центральность - *дерево* (высокая концентрация власти, отсутствие резервов)



Наименьшая центральность – *полносвязный граф* (слишком много связей, трудно достичь координации)



## 2. Синтез систем организационного управления

### Оптимизация набора инструментов государственной регулирующей политики (по С.О. Сиптицу)

$$\max_{m,x} (z(x) \mid q(x)=0, x \in X(m))$$

$m$  – вектор бинарных (логических) переменных использования соответствующих инструментов гос.рег.политики

$x$  – вектор переменных состояния регулируемой системы

$z(\cdot)$  – вектор-функция целей регулирования

$q(\cdot)$  – вектор-функция, отображающая структуру регулируемой системы

$X(\cdot)$  – множество состояний, достижимых для объекта регулирования при использовании набора регуляторов  $m$ .

## 2. Синтез систем организационного управления

Для анализа задачи  
 $\max_{m,x} (z(x) \mid q(x)=0, x \in X(m))$   
строится матрица применимости

столбцы матрицы соответствуют целям

строки соответствуют регуляторам

бинарные компоненты матрицы обозначают применимость (1) или неприменимость (2) регулятора для достижения данной цели

теоретический анализ или компьютерная имитация позволяют выделить регуляторы, влияющие на каждую цель

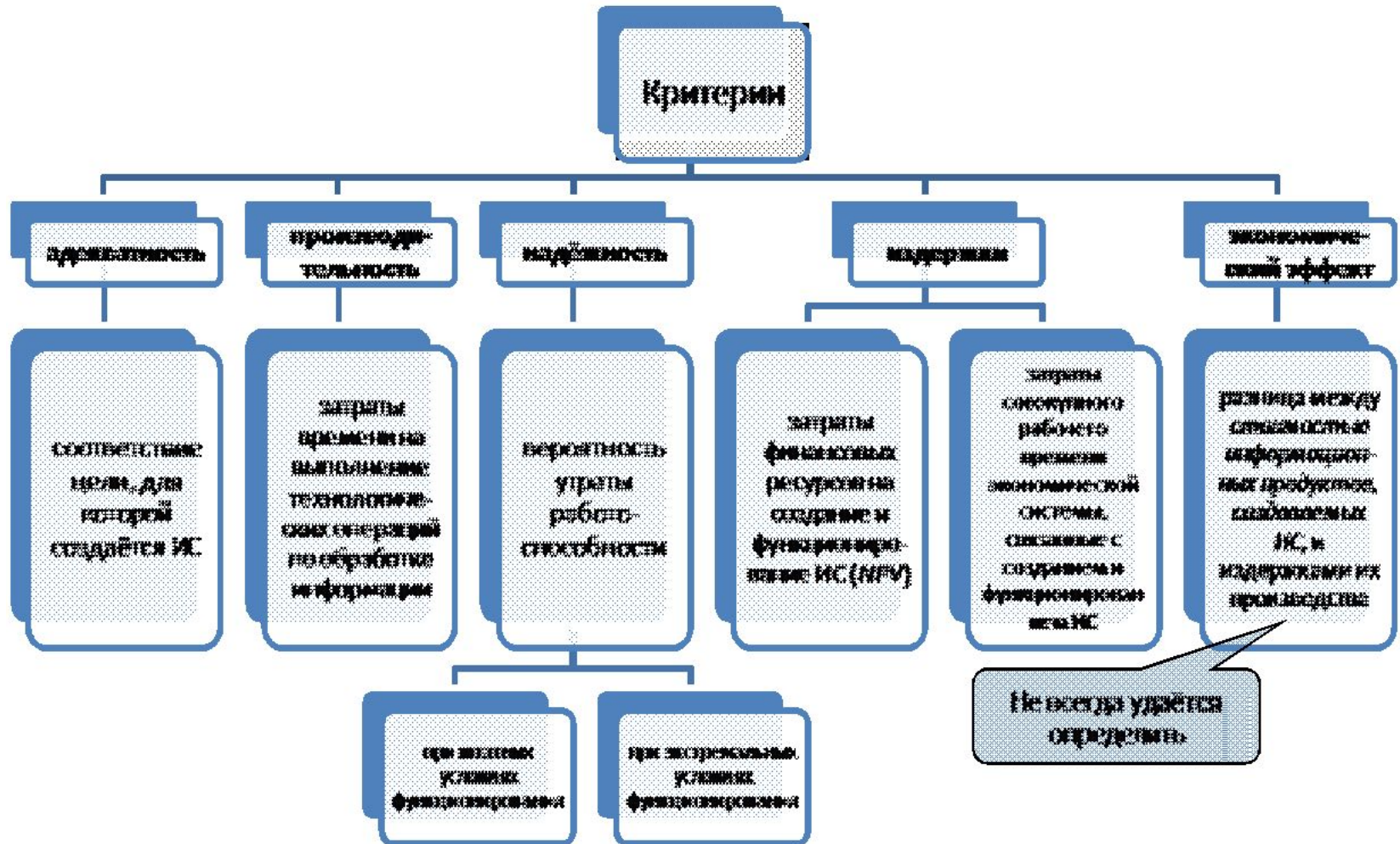
Далее задача определения оптимального набора регуляторов сводится к выбору набора целей, которые намечается достичь — тем самым определяется набор регуляторов

В более сложном случае можно:

приписать регуляторам величину затрат (потерь), связанных с их применением

оптимизировать набор регуляторов, обеспечивающих достижение всех выбранных целей, по величине затрат

# 3. Синтез информационных систем



# 3. Синтез информационных систем

- Методы

- метод аналогий
- расчётно-конструктивный метод
- целочисленное программирование

- Предварительные условия:

- анализ проблем кибернетической системы
  - идентификация неудовлетворённой информационной потребности, возникающей в связи с управлением
  - формулирование на этой основе множества целей, которые могут быть достигнуты путём создания тех или иных ИС.
- анализ заинтересованных сторон

# 3. Синтез информационных систем

## Целочисленное программирование: синтез ИС путём оптимизации системы её целей

Целевая функция: 
$$\max \sum_{d \in D} c_d x_d - \sum_{r \in R} \left( c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r;$$

Бюджетное ограничение: 
$$\sum_{r \in R} \left( c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r \leq B;$$

Количество ресурсов: 
$$\alpha_{dr} x_d \leq x_r, \quad d \in D, r \in R_d;$$

Несовместимые цели: 
$$\sum_{d \in D_i} x_d \leq 1, \quad i \in I;$$

Заменяемость ресурсов: 
$$x_r \leq x_s, \quad r \in R, s \in R_r;$$

$$x_d \in \{0, 1\}, \quad d \in D; \quad x_r \in N \cup \{0\}, \quad r \in R,$$

Ресурсы – аппаратура АИС:  
серверы, рабочие станции,  
принтеры, сканеры,  
маршрутизаторы и т.п.

$D$  — множество терминальных вершин дерева целей проекта;  $R_d$  — множество ресурсов, необходимых для достижения цели  $d \in D$ ;  $R = \bigcup_{d \in D} R_d$ ;  $R_r$  — множество ресурсов, которые могут быть заменены ресурсом  $r$ ;  $I$  — множество множеств несовместимых целей;  $D_i$  —  $i$ -е множество несовместимых целей ( $i \in I$ );  $N$  — множество натуральных чисел;  $x_d$  — логическая переменная, означающая включение (1) или исключение (0) цели  $d \in D$  из инвестиционного проекта;  $x_r, x_s$  — количество ресурсов  $r$  и  $s$  соответственно ( $r \in R, s \in R$ );  $B$  — максимально возможный объём финансирования;  $c_d$  — выгоды (в денежном выражении), обусловленные достижением цели  $d$ ;  $c_r, c_s$  — затраты (в денежном выражении) на единицу ресурсов  $r$  и  $s$  соответственно ( $r \in R, s \in R$ );  $\alpha_{dr}$  — количество ресурса  $r \in R_d$ , необходимое для достижения цели  $d \in D$ .

# 3. Синтез информационных систем

## Целочисленное программирование: синтез ИС путём оптимизации системы её целей

Целевая функция: 
$$\max \sum_{d \in D} c_d x_d - \sum_{r \in R} \left( c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r;$$

Бюджетное ограничение: 
$$\sum_{r \in R} \left( c_r - \sum_{s \in R_r} c_s \right) x_r \leq B;$$

Количество ресурсов: 
$$\alpha_{dr} x_d \leq x_r, \quad d \in D, r \in R_d;$$

Несовместимые цели: 
$$\sum_{d \in D_i} x_d \leq 1, \quad i \in I;$$

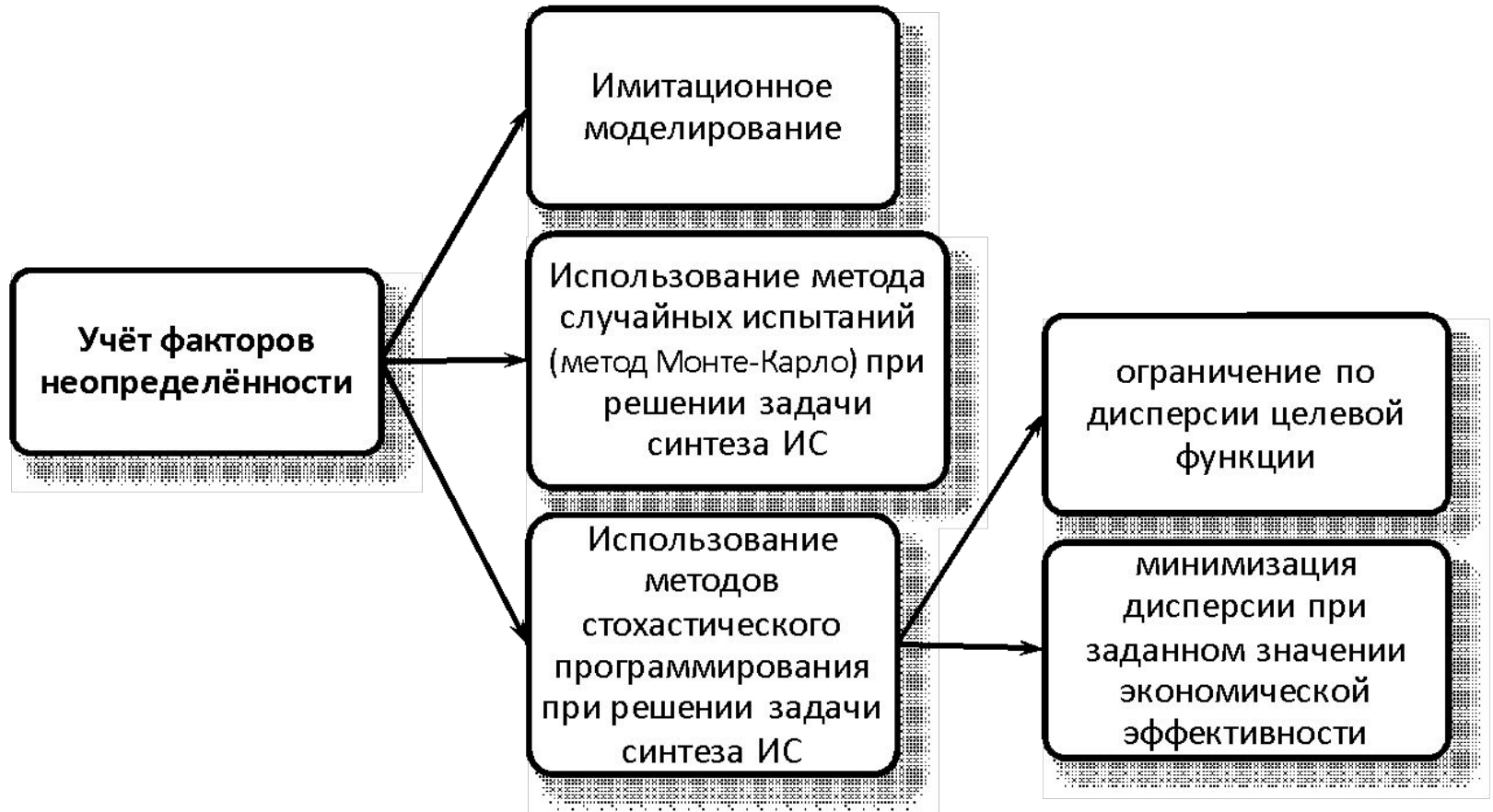
Заменяемость ресурсов: 
$$x_r \leq x_s, \quad r \in R, s \in R_r;$$

$$x_d \in \{0, 1\}, \quad d \in D; \quad x_r \in N \cup \{0\}, \quad r \in R,$$

Ресурсы – аппаратура АИС:  
серверы, рабочие станции,  
принтеры, сканеры,  
маршрутизаторы и т.п.

$D$  — множество терминальных вершин дерева целей проекта;  $R_d$  — множество ресурсов, необходимых для достижения цели  $d \in D$ ;  $R = \bigcup_{d \in D} R_d$ ;  $R_r$  — множество ресурсов, которые могут быть заменены ресурсом  $r$ ;  $I$  — множество множеств несовместимых целей;  $D_i$  —  $i$ -е множество несовместимых целей ( $i \in I$ );  $N$  — множество натуральных чисел;  $x_d$  — логическая переменная, означающая включение (1) или исключение (0) цели  $d \in D$  из инвестиционного проекта;  $x_r, x_s$  — количество ресурсов  $r$  и  $s$  соответственно ( $r \in R, s \in R$ );  $B$  — максимально возможный объём финансирования;  $c_d$  — выгоды (в денежном выражении), обусловленные достижением цели  $d$ ;  $c_r, c_s$  — затраты (в денежном выражении) на единицу ресурсов  $r$  и  $s$  соответственно ( $r \in R, s \in R$ );  $\alpha_{dr}$  — количество ресурса  $r \in R_d$ , необходимое для достижения цели  $d \in D$ .

# 3. Синтез информационных систем





# 3. Синтез информационных систем

## Оценка качества синтезированной информационной системы

экспертная  
оценка

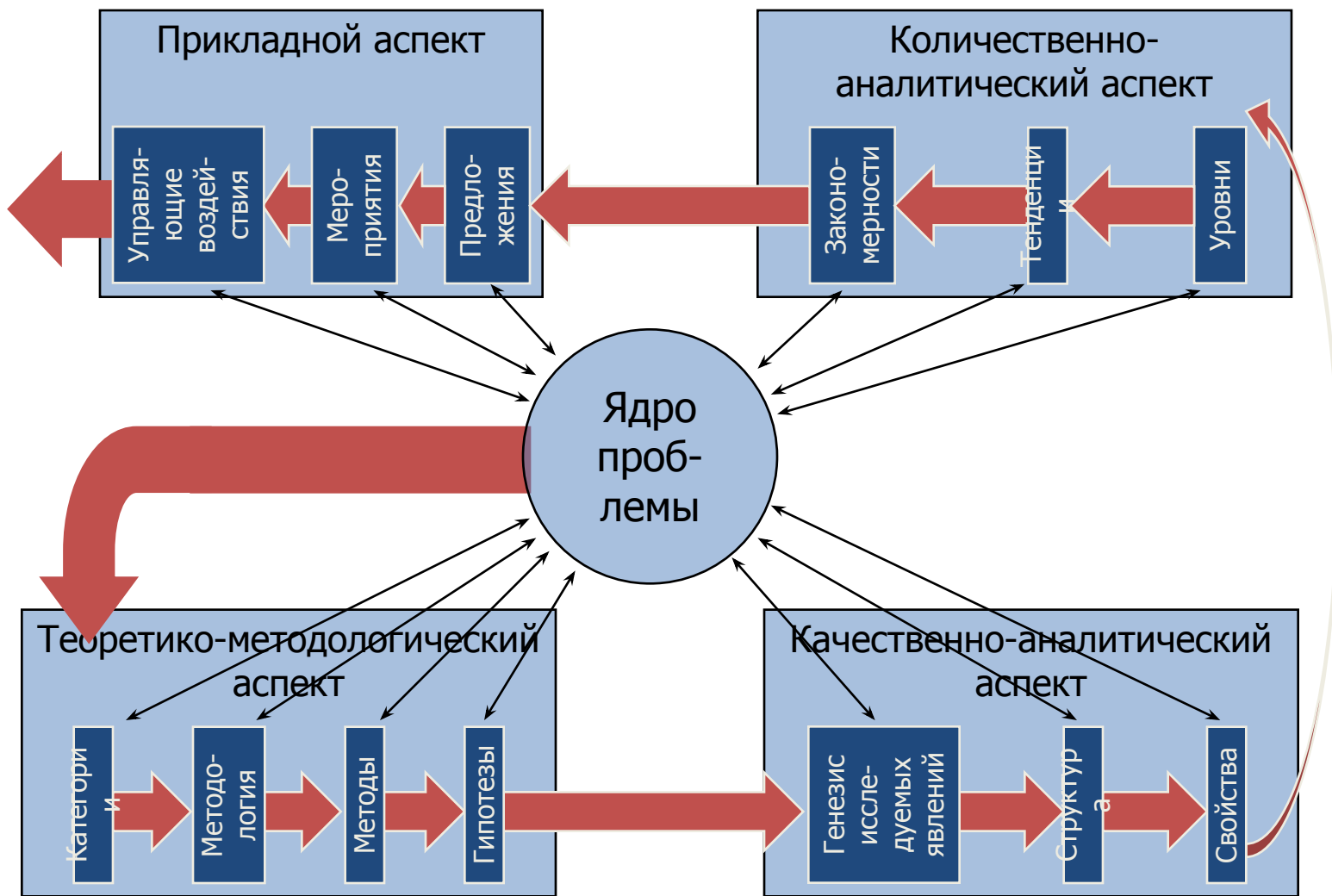
- метод Дельфи
- метод комиссий

имитационное  
моделирование

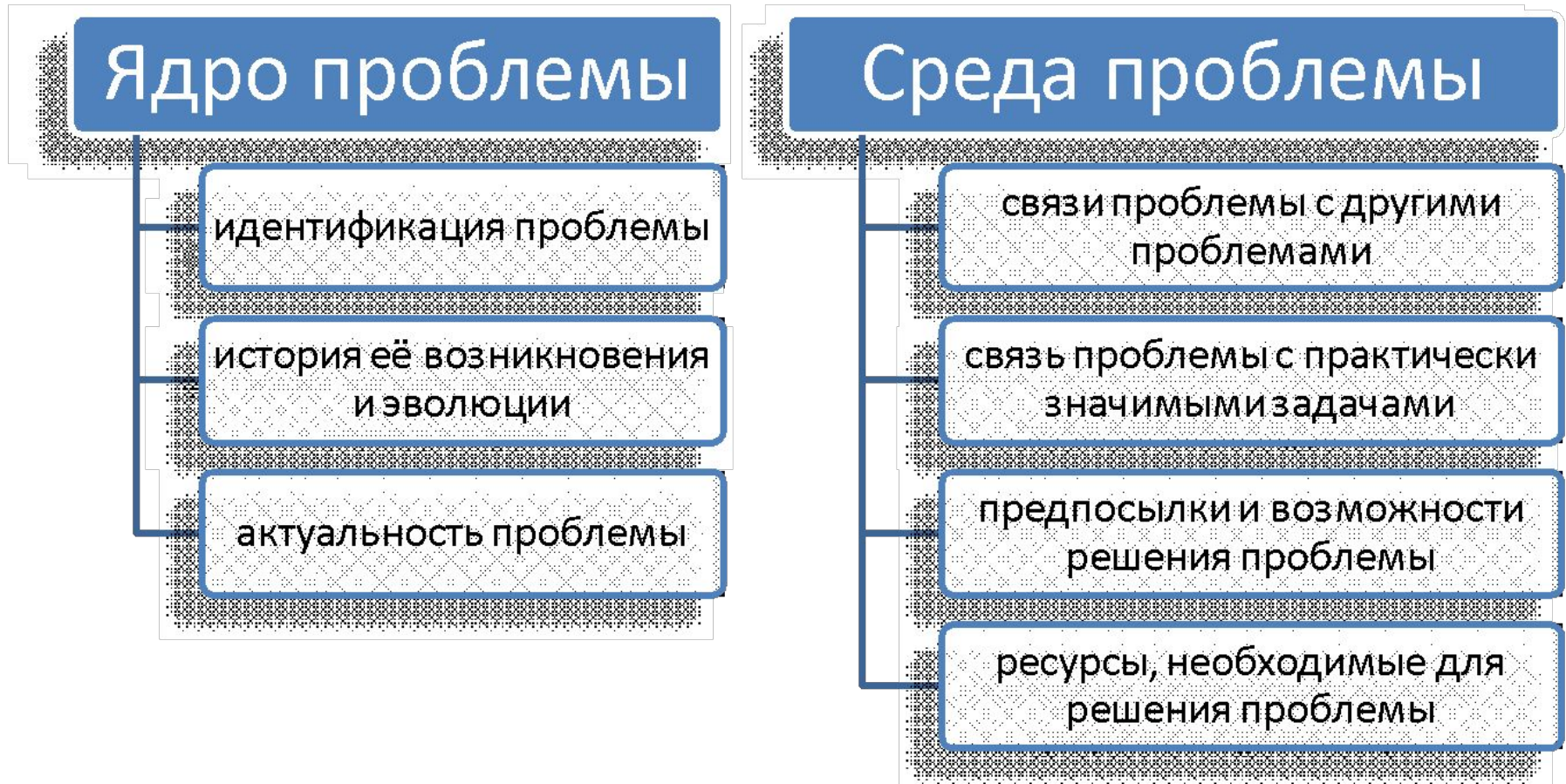
натурный  
эксперимент  
(опытная  
эксплуатация)

# 4. Синтез стратегий решения научных проблем

## Структура научной проблемы



# 4. Синтез стратегий решения научных проблем



# 4. Синтез стратегий решения научных проблем



- База методов

- $mb(S,m1,R):-$   
   $S=s(\_,\_,1,\_)$ ,  $m1(S,R)$ .
- $mb(S,m2,R):-$   
   $S=s(2,\_,2,\_)$ ,  $m2(S,R)$ .
- $mb(S,m3,R):-$   
   $S=s(0,1,\_,\_)$ ,  $m3(S,R)$ .
- $mb(S,m4,R):-$   
   $S=s(0,2,\_,\_)$ ,  $m4(S,R)$ .
- ...

- Стратегия

- Запрос:  
   $strat(s(0,0,0,0),R,s(5,5,5,5))$ .
- $strat(S,[],S)$ .  
   $strat(S,[M1|M],R):-$   
     $mb(S,M1,S1),strat(S1,M,R)$ .

Для реальных проблем, особенно впервые поставленных, - очень сложная структура, не всегда поддающаяся формализации

## 4. Синтез стратегий решения научных проблем

- Методы  $m_1$ ,  $m_2$  и т.п. могут создавать новые методы и помещать их в базу методов.
- Если существует множество стратегий решения проблемы, целесообразно:
  - каждому методу (или паре «состояние-метод») приписать цену применения данного метода
  - выбрать стратегию, минимизирующую совокупные затраты на решение проблемы
  - для выбора стратегии, наряду с ценой, можно учитывать вероятность получения ожидаемого результата при выборе данного метода
- Выбор стратегии решения типовых научных проблем в принципе может быть автоматизирован.