

*Институт Недропользования, Кафедра Обогащение полезных ископаемых и инженерная экология*

## **«Управление рисками, системный анализ и моделирование»**

*Направление 280700 «Техносферная безопасность»*

*Магистерские программы «Утилизация и переработка техногенных отходов» и «Экологическая безопасность»*

# «Управление рисками, системный анализ и моделирование»

## Лекции 10

### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ



## «Управление рисками, системный анализ и моделирование»

- *В будущем наука будет концентрироваться больше вокруг проблем организации, структуры, языка, информации (...), управления и меньше - вокруг проблем силы, движения, вещества, реакции, работы и энергии.*

- Дж. Фон Нейман

«Управление рисками, системный анализ и моделирование»

- **ПОНЯТИЕ СИСТЕМЫ.**
- **СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР.**

# ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЯ «СИСТЕМА»

*Системное движение насчитывает уже более 50 лет.*

*Множество рассматриваемых в системном движении вопросов принадлежит не только науке, типа **общей теории систем**, но охватывают обширную область **научного познания как такового.***

**СОВРЕМЕННОЕ**  
**(ГНОСЕОЛОГИЧЕСКОЕ)**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ**

*"Система S на объекте A  
относительно интегративного  
свойства (качества) I есть  
совокупность таких элементов,  
находящихся в таких отношениях,  
которые порождают данное  
интегративное свойство".*

*Система – совокупность элементов и связей между ними,  
обладающая определенной  
целостностью.*

# Системообразующие факторы

Функция - смысл существования, назначение, необходимость системы; определяет структуру, функционирование и развитие системы, это **основной системообразующий фактор**.

Цель - это "желаемое" состояние выходов системы, т.е. некоторое значение или подмножество значений функций системы. Это также **системообразующий фактор системы**.

*Функция - задается извне, Цель может задаваться как извне, так и изнутри.*

# ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

**Две ветви онтологического подхода:**

- система как **совокупность объектов;**
- система как **совокупность свойств.**

*Главный недостаток онтологической линии понимания системы - отождествление понятия "система" с объектом или просто с фрагментом действительности.*



# ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМНОСТИ ЗНАНИЯ (ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

*Три важнейших признака знания как системы:*

- **полнота** исходных оснований (элементов, из которых выводятся остальные знания);
- **выводимость** (определяемость) знаний;
- **целостность** построенного знания.

# НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ

Теория систем как наука развивается в **двух** направлениях.

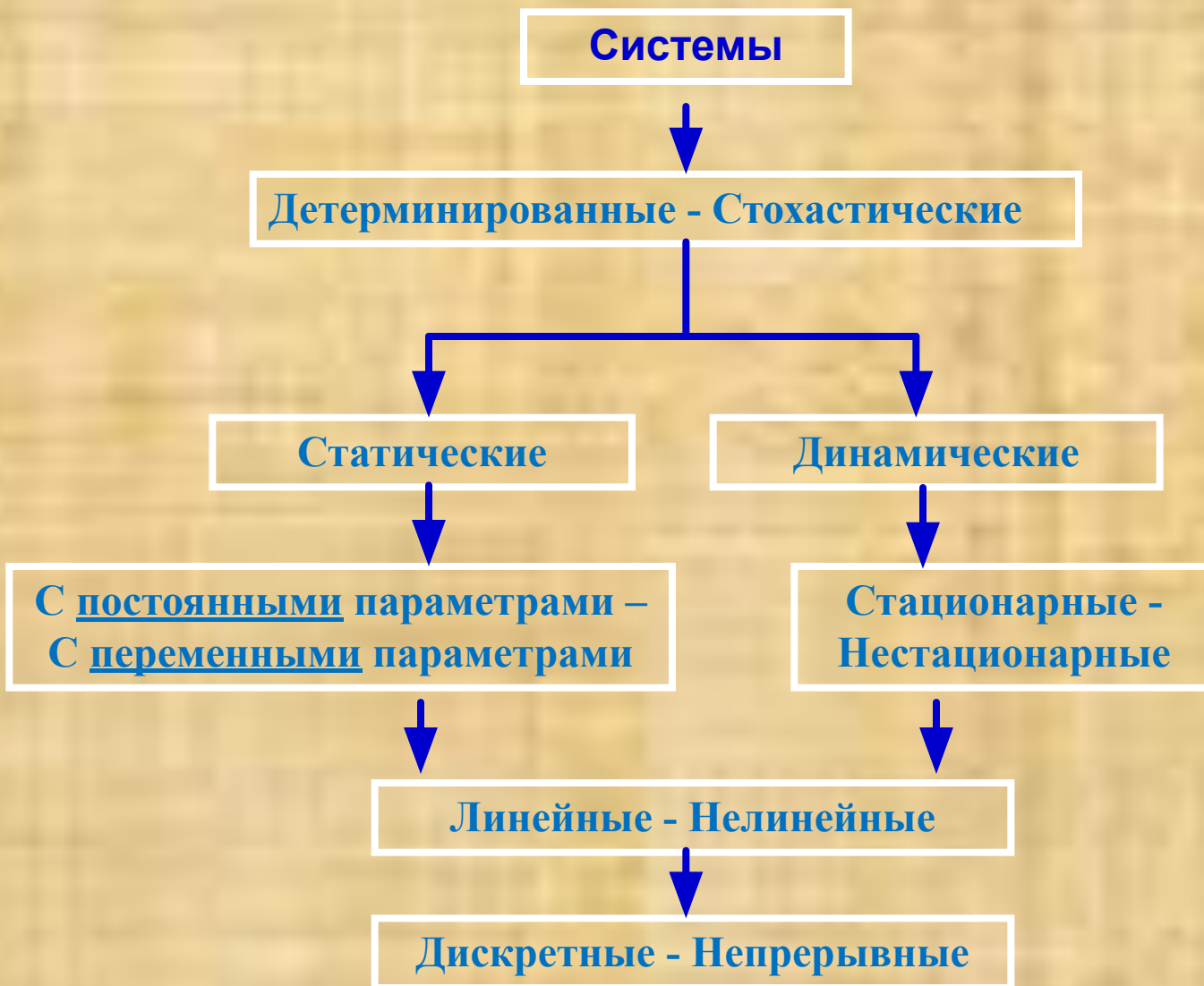
**Первое** - **феноменологический подход** (иногда называемый **причинно-следственным** или **терминальным**). Это направление связано с описанием любой системы как некоторого преобразования **входных** воздействий (стимулов) в **выходные** величины (реакции).

**Второе** - разработка теории **сложных целенаправленных систем**. В этом направлении описание системы производится с позиций достижения ее некоторой цели или выполнения некоторой **функции**.

«Управление рисками, системный анализ и моделирование»

- **СИСТЕМЫ В ОКРУЖАЮЩЕМ МИРЕ.**

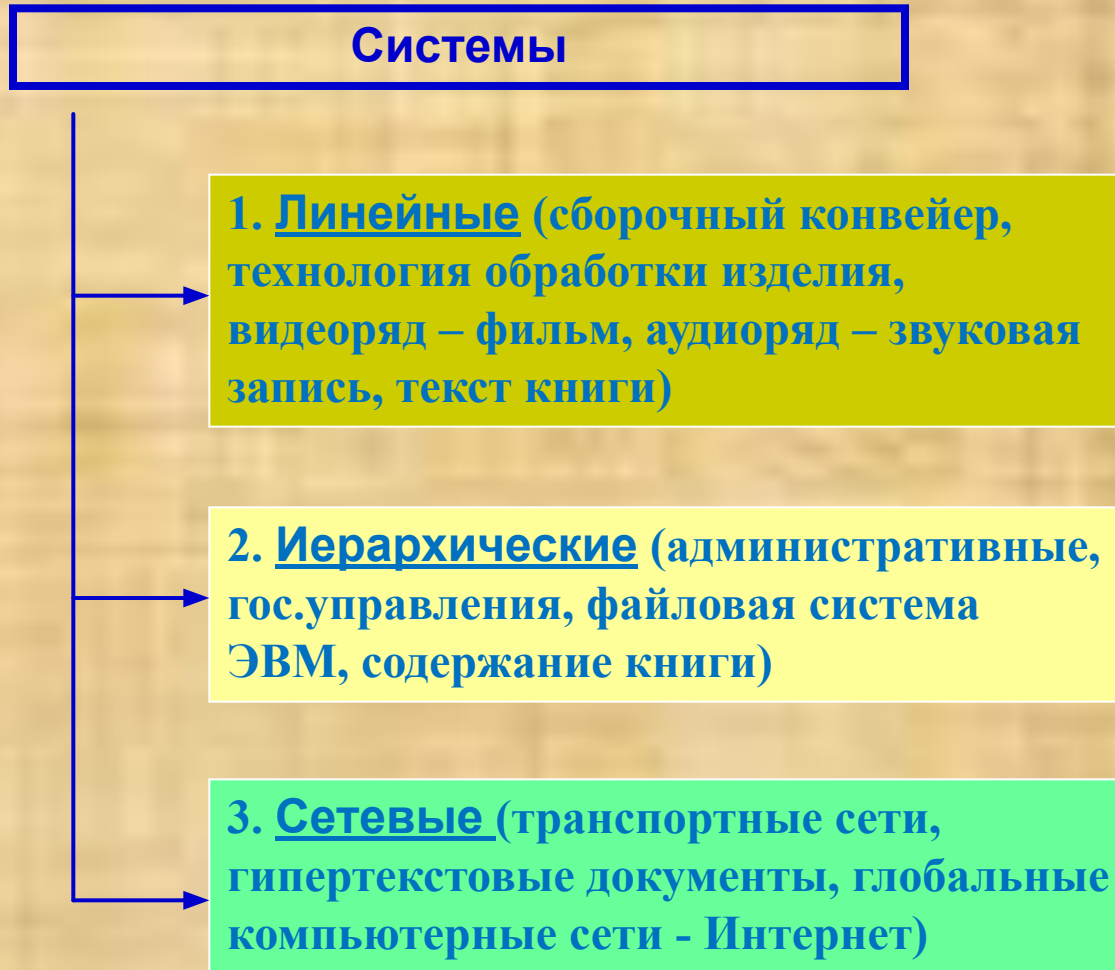
# КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ-1 (СВОЙСТВА)



# КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ-2 (ФИЗ.ПРИРОДА)



# КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ-4 (СТРУКТУРА)



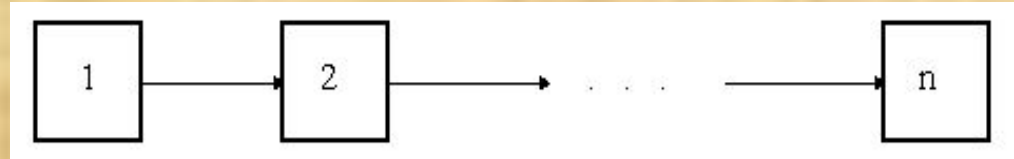
«Управление рисками, системный анализ и моделирование»

# СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

# Базовые типы структур (1)

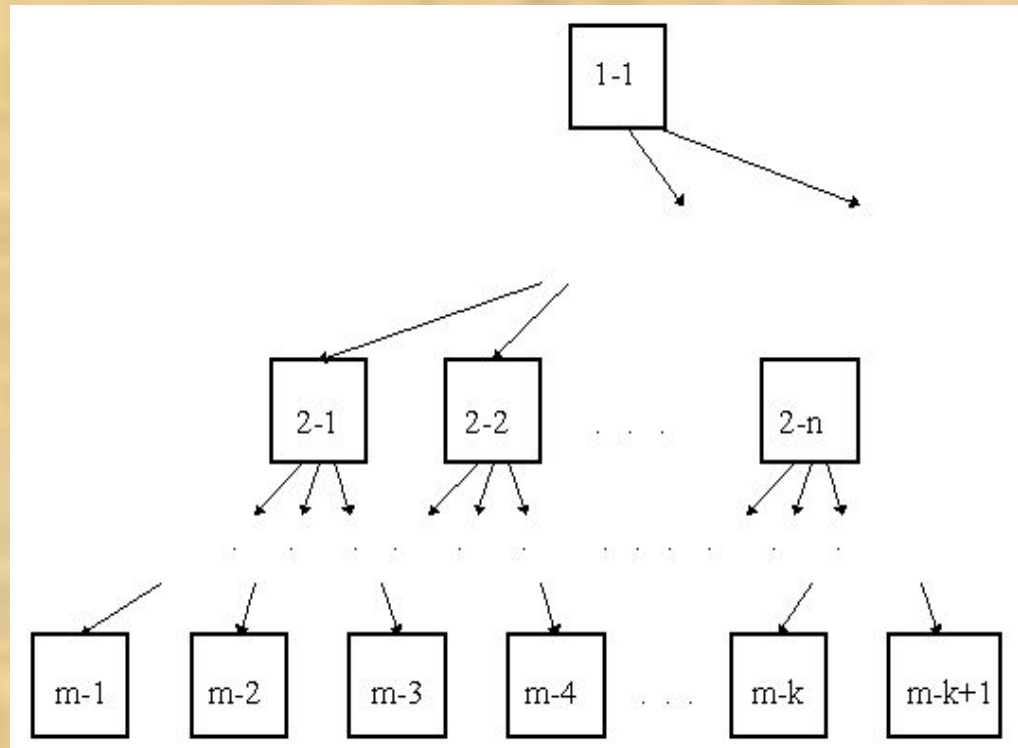
## 1. Линейная структура

(сборочный конвейер, технология обработки изделия, видеоряд – фильм, аудиоряд – звуковая запись, текст книги)



## 2. Иерархическая (древовидная) структура

(системы управления, файловая система ЭВМ, содержание книги)

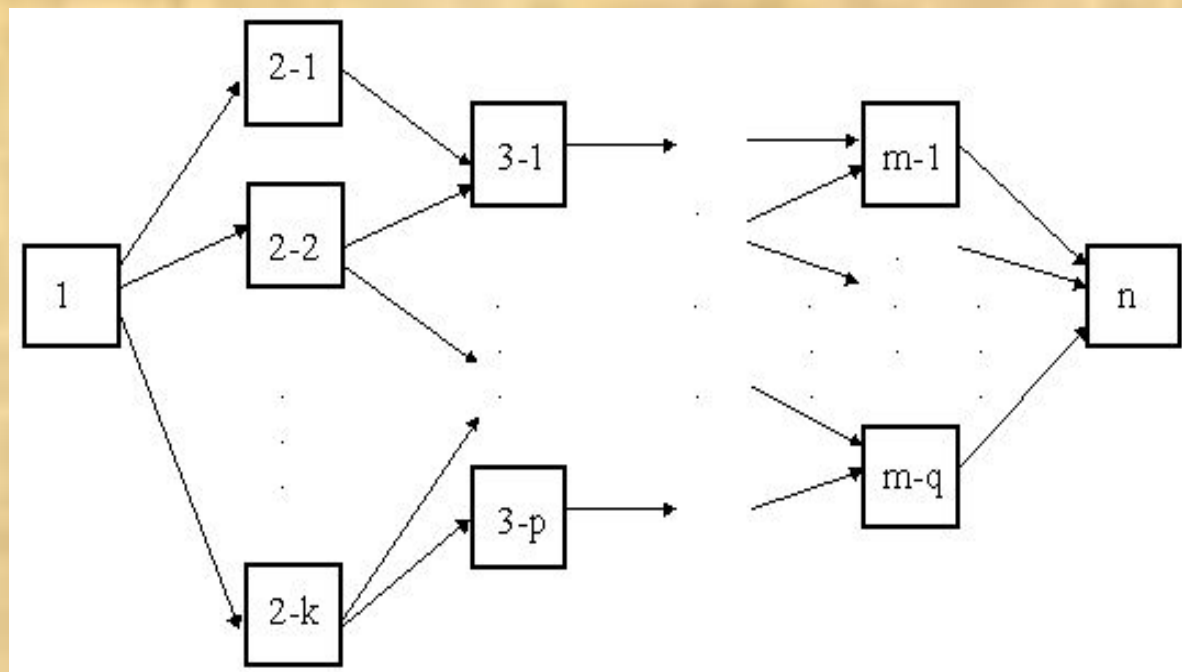




## Базовые типы структур (2)

### 3. Сетевая структура

(транспортные сети, гипертекстовые документы, сеть Интернет)



«Управление рисками, системный анализ и моделирование»

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ

- **Целостность**
- **Интегративность**
- **Коммуникативность**
- **Иерархичность**
- **Эквифинальность**
- **Историчность**
- **Закон необходимого разнообразия**
- **Закономерность осуществимости и потенциальной эффективности**
- **Закономерности целеобразования**

# ЦЕЛОСТНОСТЬ

*Возникновение у системы новых (интегративных) качеств, не свойственных образующим ее компонентам.*  
Свойства системы не являются простой суммой свойств КОМПОНЕНТОВ.

Термины, понятия:

**Прогрессивная факторизация** - стремление системы к состоянию со все более независимыми элементами, т. е. к меньшей целостности;

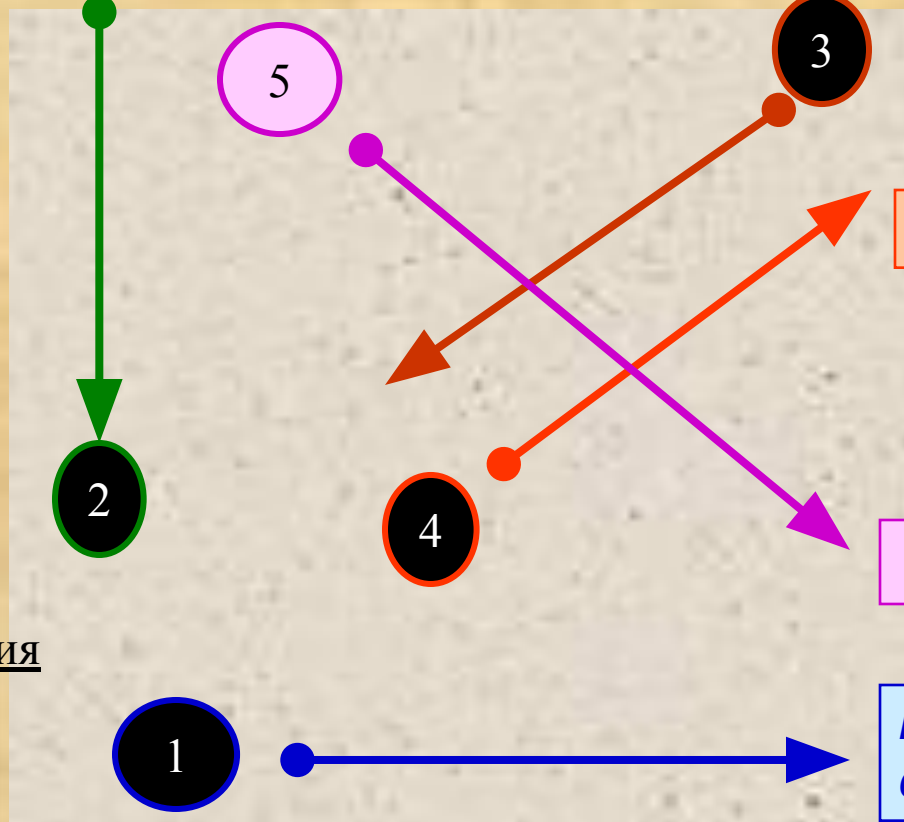
**Прогрессиивня систематизация** - стремление системы к уменьшению самостоятельности элементов, т. е. к большей целостности.

**Централизация** - одна из подсистем (*ведущая часть, центр*) играет доминирующую роль.

# ЦЕЛОСТНОСТЬ И ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

Прогрессирующая централизация

Централизация



Анархия, распад

Авторитаризм

Федерализм

Прогрессирующая систематизация

Децентрализация

Независимость (факторизация)



Целостность (систематизация)

# КОММУНИКАТИВНОСТЬ

Система не изолирована, она связана множеством коммуникаций со средой, которая не однородна, а представляет собой сложное образование, содержит надсистему (или даже надсистемы), задающую требования и ограничения исследуемой системе, подсистемы и системы одного уровня с рассматриваемой. Система образует особое единство со средой; как правило, любая исследуемая система представляет собой элемент системы более высокого порядка; элементы любой исследуемой системы, в свою очередь, обычно выступают как системы более низкого порядка.

# ИЕРАРХИЧНОСТЬ

Иерархичность как закономерность заключается в том, что закономерность целостности проявляется на каждом уровне иерархии. Благодаря этому на каждом уровне возникают новые свойства, которые не могут быть выведены как сумма свойств элементов. При этом важно, что не только объединение элементов в каждом узле приводит к появлению новых свойств, которых у них не было, и утрате некоторых свойств элементов, но и что каждый член иерархии приобретает новые свойства, отсутствующие у него в изолированном состоянии.

# ЭКВИФИНАЛЬНОСТЬ

*Характеризует предельные возможности систем определенного класса сложности. Эквифинальность применительно к «открытой» системе - это способность (в отличие от состояний равновесия в закрытых системах) полностью детерминированных начальными условиями систем достигать не зависящего от времени состояния (которое не зависит от ее исходных условий и определяется исключительно параметрами системы).*

*В настоящее время не исследован ряд вопросов этой закономерности:*

- какие именно параметры в конкретных системах обеспечивают свойство эквифинальности?*
- как обеспечивается это свойство?*
- как проявляется закономерность эквифинальности в организационных системах?*



# ЗАКОН НЕОБХОДИМОГО РАЗНООБРАЗИЯ

*Чтобы система могла справиться с **решением** проблемы, обладающей **определенным** разнообразием, нужно, чтобы сама система имела еще **большее разнообразие**, или была способна создать в себе это разнообразие.*

*Этот закон достаточно широко применяется на практике. Он позволяет, например, получить **рекомендации по совершенствованию системы управления** (предприятием, объединением, отраслью).*

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЦЕЛЕОБРАЗОВАНИЯ

## **Зависимость цели от стадии познания объекта**

В процессе развития представления об объекте цель может переформулироваться.

## **Зависимость цели от внутренних и внешних факторов**

Необходимо учитывать как внешние по отношению к выделенной системе факторы (внешние потребности, мотивы, программы), так и внутренние потребности, мотивы, программы.

В отличии от организационных (открытых) систем, в технических (замкнутых) системах учитываются только внешние факторы.

## **Возможность структуризации (декомпозиции) цели**

Задача формулирования общей цели в сложных системах должна быть сведена к задаче структуризации цели.

«Управление рисками, системный анализ и моделирование»

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ

# ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ

- определение **общей структуры системы;**
- организация **взаимодействия между подсистемами и элементами;**
- учет влияния **внешней среды;**
- выбор **оптимальной структуры системы;**
- выбор **оптимальных алгоритмов функционирования системы.**

## СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

**Две стадии:** *макропроектирование* (внешнее проектирование), в процессе которого решаются функционально-структурные вопросы системы в целом, и *микропроектирование* (внутреннее проектирование),  
В соответствии с таким делением в теории систем рассматриваются методы, связанные с макропроектированием сложных систем.

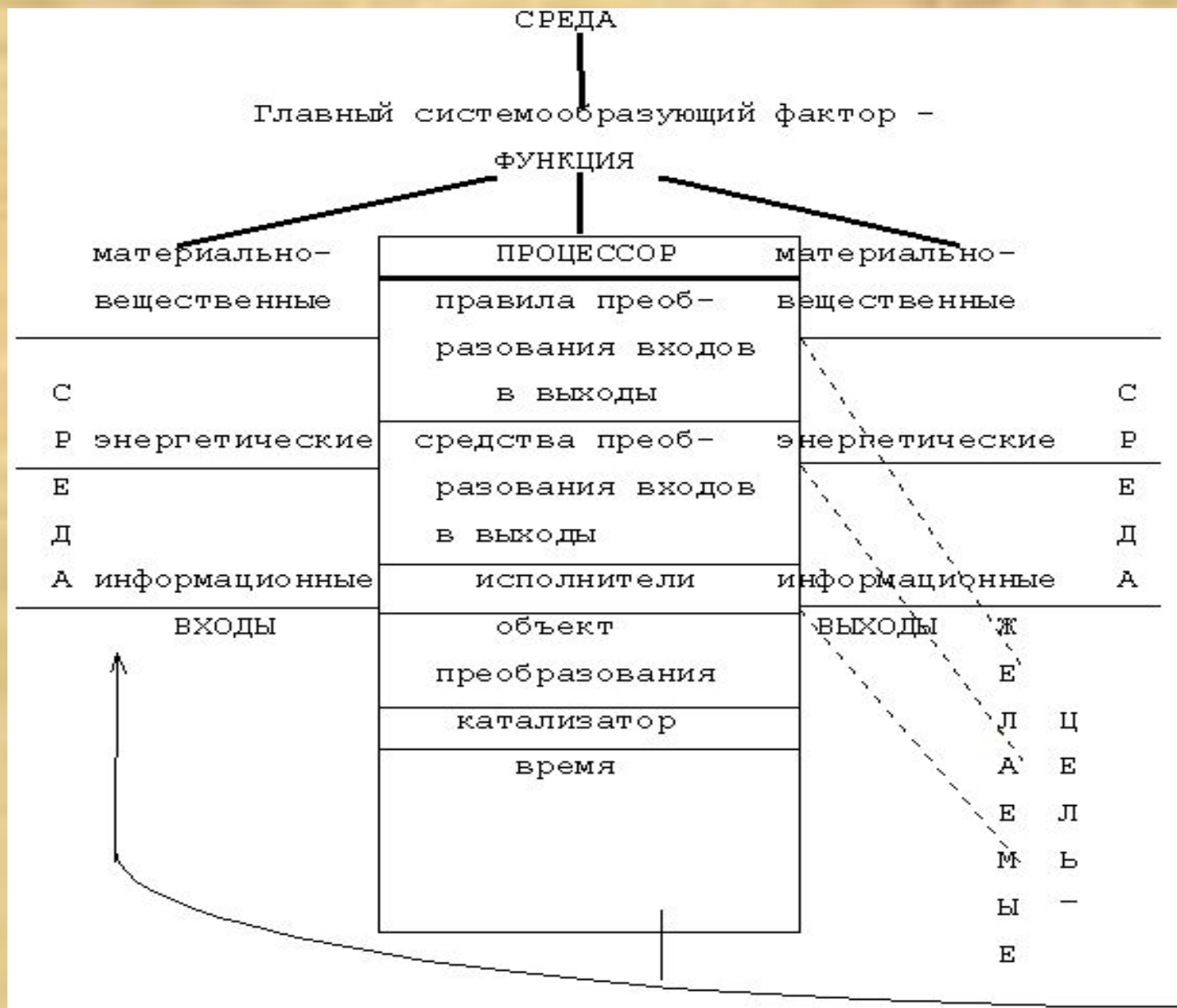
**Макропроектирование** - три основных раздела:

- 1) определение целей и функций (круга решаемых задач);
- 2) описание действующих на систему факторов;
- 3) выбор показателей эффективности системы.

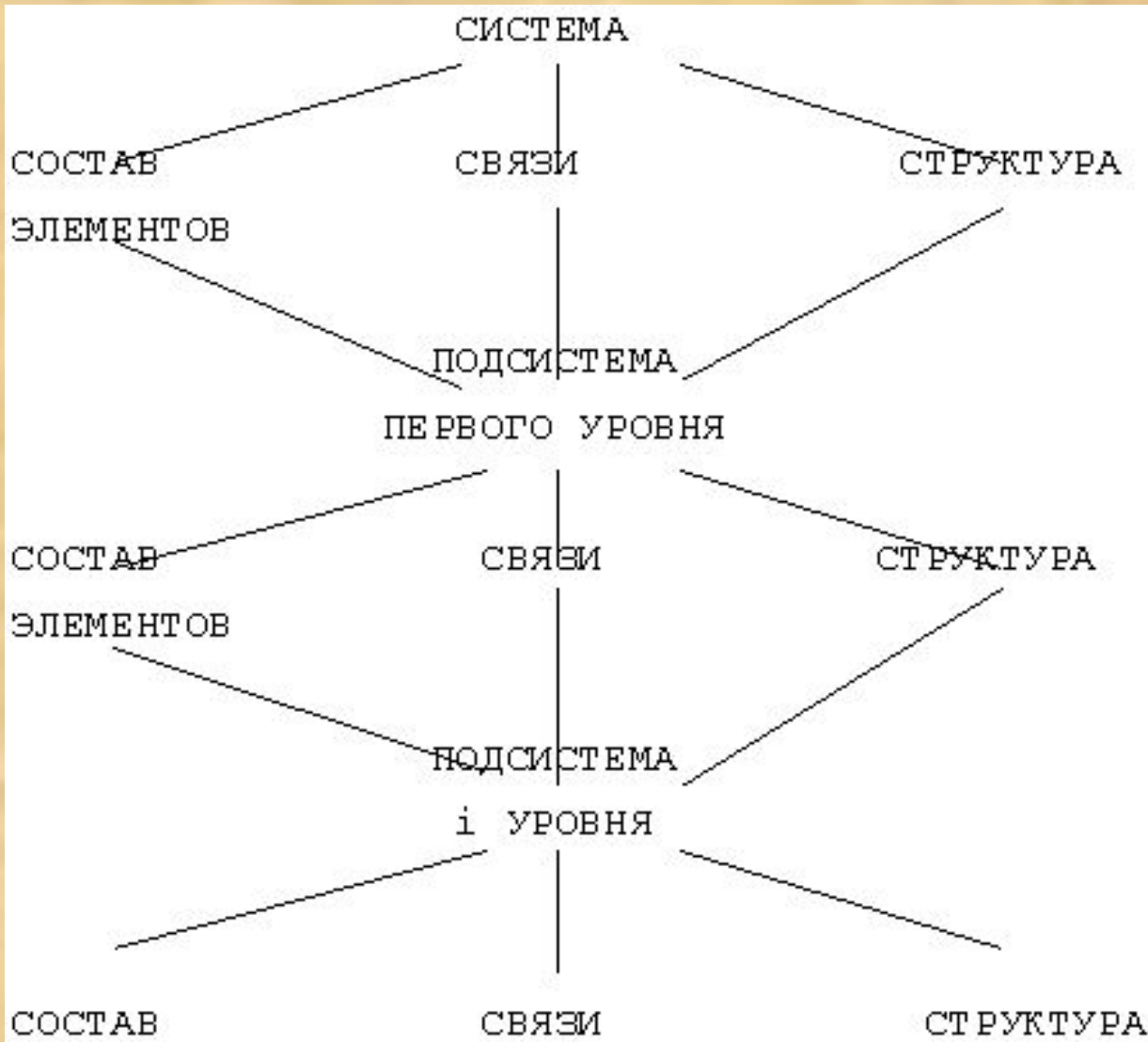
**Микропроектирование**

Разработка элементов системы как физических единиц с получением технических решений по основным элементам (конструкции и параметры, режимы эксплуатации).

# Схема системы



# Структура, Организация



Структура - устойчивые связи и отношения.

Организация - как устойчивые, так и неустойчивые связи и отношения

## Цели, целеобразование

**Двойное представление цели -**

- **внутреннее:** состояние системы

- **внешнее:** значения выходов системы

**Цель - тоже является системой,** допускает структуризацию - разбиение на локальные цели.

**Иерархия системы - способ представления** целей.

**Достижение глобальной цели - через локальные цели.**



# Системы и моделирование

## 1. Понятие модели

*Модель(M)* - формальное описание определенного набора существенных свойств исследуемого объекта - *натуры*.

## 2. Общие и конкретные модели

Общая M. - символическая, обобщенная, абстрактная модель.

Конкретная M. - модель, наполненная информацией.

## 3. Формальная запись модели

$\Omega: (x, y, a, t, p, S, V, \underline{V})$

## 4. Общие свойства модели

- 1) Линейн.-Нелинейн.;
- 2) Непрерыв.-Дискретн.;
- 3) Детерм.-Случ.(стохаст.);
- 4) Стат.-Динам.
- 5) Стац.-Нестац.

## 5. Модели с управлением

$\Omega^u: (x, y, a, u, t, p, S^u, V, \underline{V}^u), u \in U.$

## 6. Имитационное моделирование

Воспроизведение, имитация хода процесса

# Формальная запись модели

**$\Omega$** :  **$(x, y, a, t, p, S, V, \underline{V})$** , где

**x** - ВХОДЫ;

**y** - ВЫХОДЫ;

**a** - постоянные параметры (не зависящие от **t**);

**t** - параметр процесса (чаще всего - время или его аналог);

**p** - переменные параметры (зависящие от **t**);

**S** - оператор определения состояния системы:

$$p = S(x, a, t);$$

**V** - оператор определения выходов системы:

$$y = V(x, a, t, p);$$

**V** - оператор, получаемый из **V** при подстановке **p**= S(x,a,t):

$$y = V(x, a, t, p) = V(x, a, t, S(x, a, t)) = \underline{V}(x, a, t).$$

# Пример модели

## Двигатель.

*входы*  $x$  - топливная смесь, внешняя нагрузка;

*выход*  $y$  - мощность двигателя;

*неизм.параметры*  $a$  - объем камеры сгорания, число и расположение цилиндров, степень сжатия, другие конструкц. параметры двигателя;

*параметр процесса*  $t$  - время или угол поворота коленвала;

*параметры состояния*  $p$  - темп. и давл. в камере сгорания, скорости и ускорения движ. частей и др.;

*правило*  $S$  - термодин. уравнения (сгорание газовой смеси), механич ур-ния (механич. движения частей двигателя);

*правило*  $V$  - запись мощности двиг. в виде ф-ции от угловой скорости движения и внешн. момента ( $P=\omega M$ );

*правило*  $\underline{U}$  - запись мощности двиг. в виде ф-ции от скорости подачи и состава топливной смеси.

# Модель «Черный ящик». Связи



| С В Я З И                |                |                |
|--------------------------|----------------|----------------|
| ВНЕШНИЕ                  |                | ВНУТРЕННИЕ     |
| МАТЕРИАЛЬНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ | ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ | ИНФОРМАЦИОННЫЕ |
| НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ         |                | ОПОСРЕДОВАННЫЕ |
| ПРЯМЫЕ                   |                | ОБРАТНЫЕ       |