

# Методология математического моделирования

## *Этапы математического моделирования*

- построение математической модели (формализация);
- исследование математической модели (анализ модели);
- использование ММ (синтез решения).

**математическая модель** - совокупность математических объектов и отношений, которые отображают объекты и отношения некоторой области реального мира (предметной области).

***Любая ММ характеризуется множеством входных переменных, множеством выходных переменных и параметрами***

Математические модели = **Законы + Уравнения связей**  
(Структурно-топологические уравнения)

Теория матриц  
Теория графов

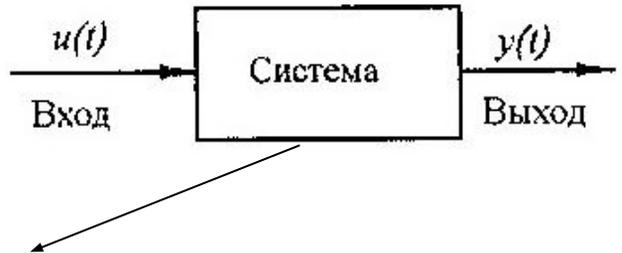
***В реальных системах присутствуют непреодолимые погрешности, которые приводят к неопределенностям математических моделей***

# Теория систем

Система: пара множеств  $U, Y$  + отношение на множестве  $U \times Y$

## Свойства систем:

- *Целостность;*
- *Структурированность;*
- *Целенаправленность*



дифференциальные и разностные уравнения, регрессионные модели, системы массового обслуживания, конечные и стохастические автоматы, дедуктивные системы (исчисления)

Временные системы:  $U = \{u : T \rightarrow U\}, Y = \{y : T \rightarrow Y\}$

## Свойства временных систем:

- *Причинность (настоящее не зависит от будущего при заданном прошлом)*
- *Функциональность (определенность) или неопределенность*

*Числовые характеристики систем: переменные и параметры*

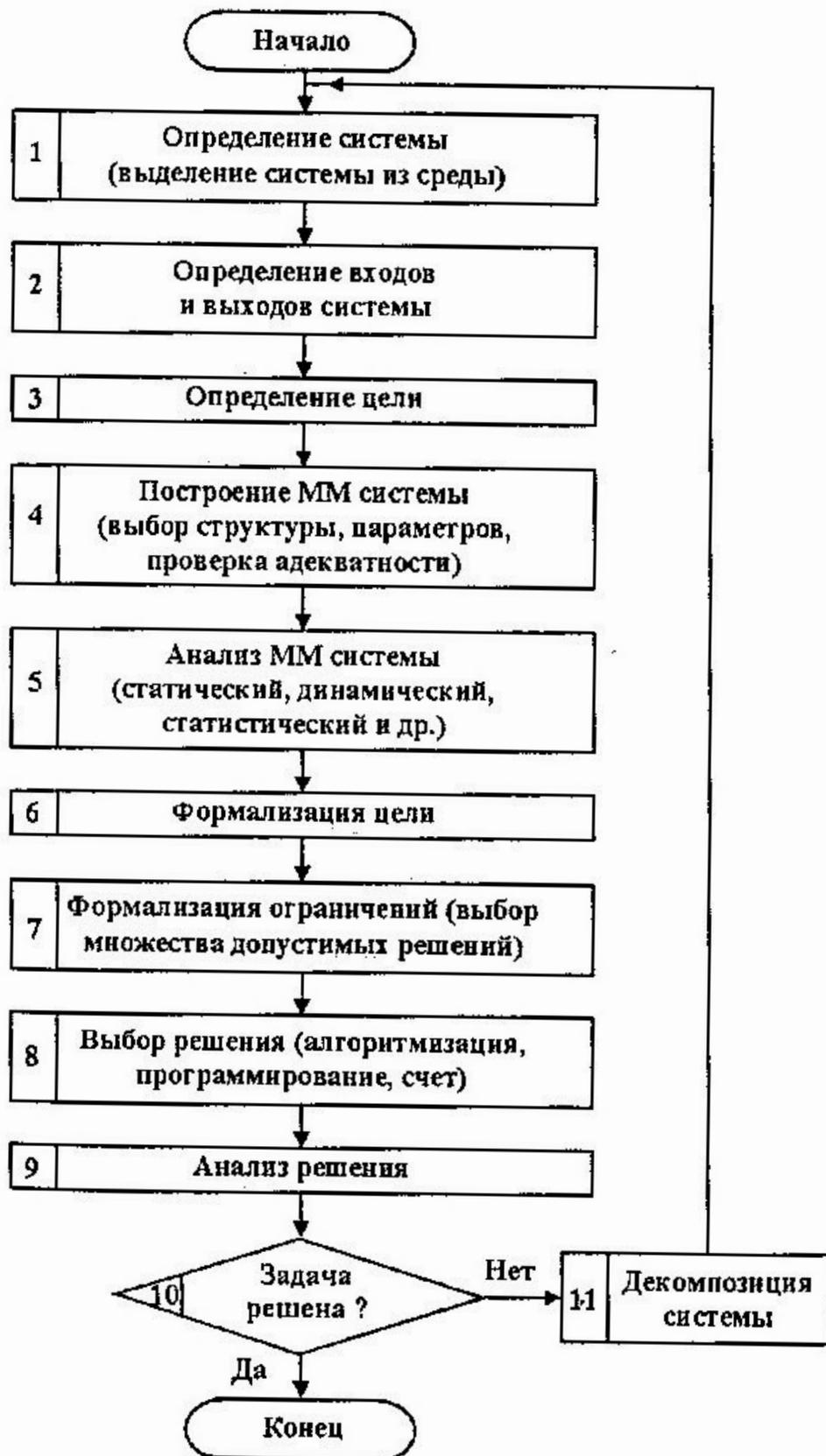


Подход «черного ящика»

Подход «серого ящика»

$y = R(u, a)$  - глобальная реакция системы

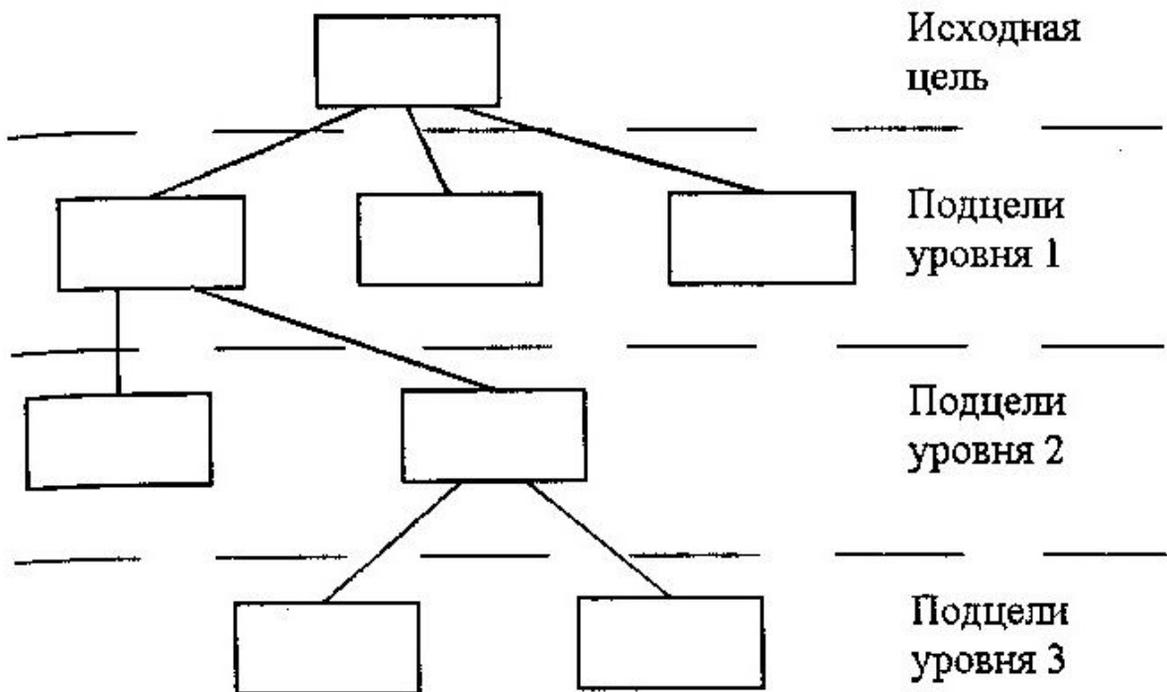
# Методика мат. моделирования



# Сложные системы

- наличие большого числа разнородных элементов (подсистем);
- сложный характер, неоднородность связей между подсистемами;
- сложность функций, выполняемых системой;
- наличие неопределенности в описании системы;

## Декомпозиция



Результат декомпозиции – «дерево» подцелей

Реализация – методами структурного программирования

Оценка сложности структуры:  $5 \pm 2$  подзадачи