

# Моделирование систем и процессов

## Лекция 1.

**Основные понятия и определения.**

**Классификация моделей.**

**Свойства математических моделей.**

**Системы типа «процесс», «объект».**

## Основные термины и определения:

**Моделирование** - представляет собой замену изучаемого оригинального объекта некоторым объектом-заместителем, т. е. его моделью, которая позволяет изучить некоторые свойства оригинала.

**Модель** – это специально создаваемый объект, на котором воспроизводятся вполне определенные характеристики исследуемого объекта с целью его изучения.

**Математическое описание** – полная совокупность числовых и функциональных данных, функций и методов вычисления, позволяющая получать результат вычислений.

# Различают 2 основных вида моделирования:

- **Физическое моделирование** - исследование объектов и явлений на физических моделях, когда изучаемый процесс воспроизводят с сохранением его физической природы или используют другое физическое явление, аналогичное изучаемому
- **Математическое моделирование** – любое математическое описание исследуемого объекта. Методы математического моделирования основаны на идентичности уравнений, описывающих реальные явления и их модели.

# Направления, в которых используется математическое имитационное моделирование:

- исследование и автоматизированное проектирование, задачи анализа и синтеза САУ,
- автоматизация научного эксперимента,
- принятие решений в автоматизированных системах управления.

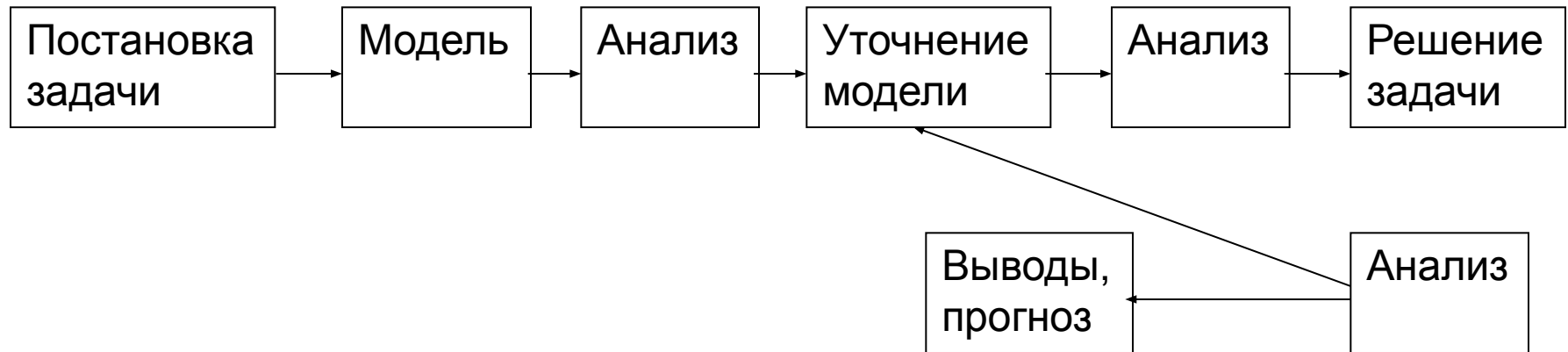
# Подходы в математическом моделировании

- **Дедуктивный подход** (сверху-вниз) – предполагает определение структуры модели по известным физическим законам и строению системы, с последующим уточнением параметров.
- **Индуктивный подход** (снизу вверх) – предполагает оперирование с экспериментальными данными типа «вход-выход», без использования знаний о внутренних свойствах системы.

# Процесс моделирования включает:

- задание моделей в той или иной удобной форме описания, отражающей в себе всю имеющуюся информацию;
- испытание модели или проверка ее адекватности;
- использование модели для решения сформулированных задач, т.е. проведение вычислительного эксперимента;
- в случае получения неудовлетворительных результатов модель упрощается или совершенствуется и численный эксперимент повторяется.

# Алгоритм математического моделирования



# Достоинства метода математического моделирования

- Сложность или дороговизна натурального исследования
- Невозможность натурального исследования по причинам аварийности или бесконечного времени ожидания результата



# Свойства, которыми должны обладать математические модели:

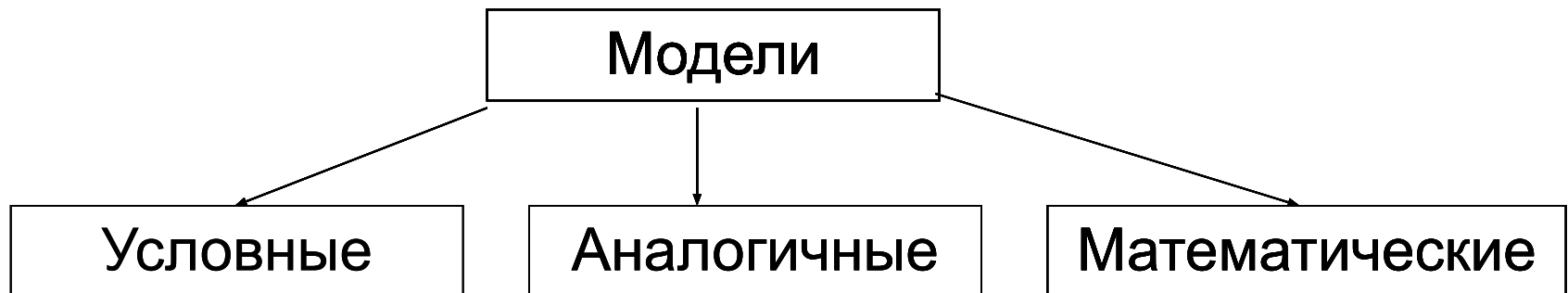
- адекватность,
- точность,
- обозримость,
- совершенствуемость,
- универсальность.

# Классификация моделей

- **Детерминированная мат. модель** – модель, с помощью которой при одних и тех же исходных данных можно получить только один и тот же результат.
- **Имитационная модель (стахостическая)** – это математическая модель такого оригинала, для отдельных элементов которого отсутствует аналитический вид математического описания.

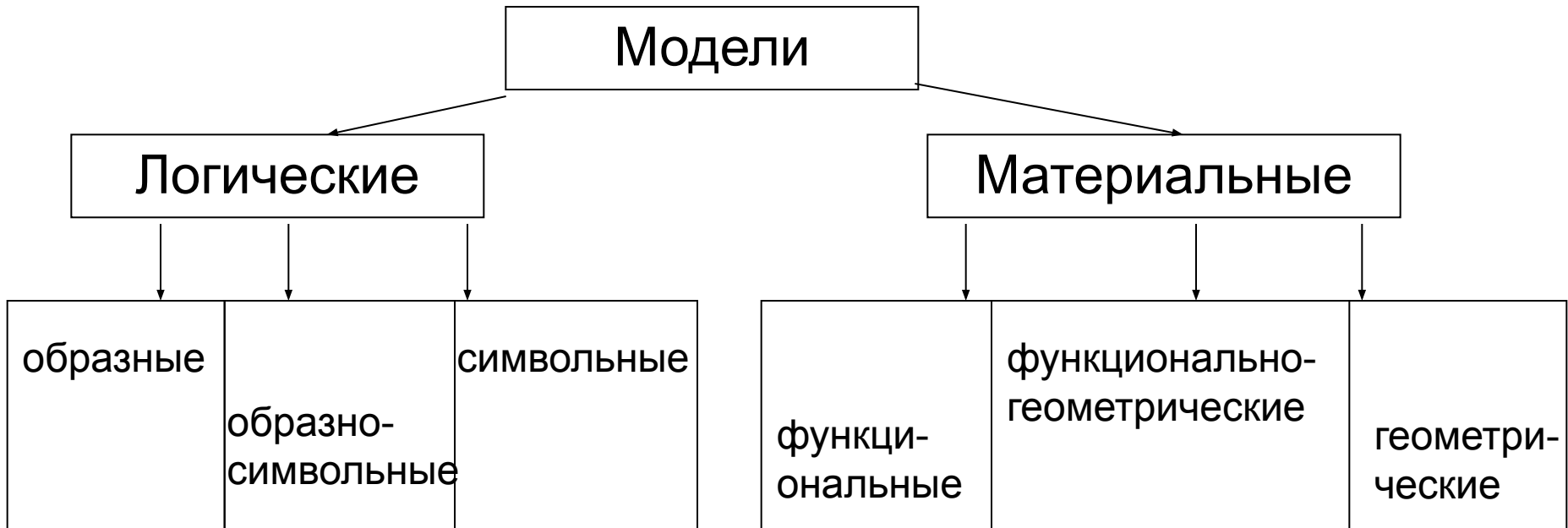
# Классификация моделей

- по основаниям для преобразования свойств модели в свойства оригинала



# Классификация моделей

- по характерным особенностям выражения свойств оригинала и особенностям функционирования



# Классификация моделей

В зависимости от природы объекта, решаемых задач и применяемых методов:

- расчетные
- соответственные,
- подобные,
- линейные или нелинейные,
- стационарные или нестационарные,
- непрерывные или дискретные,
- четкие или нечеткие

# Системные представления

**Система** – совокупность взаимосвязанных элементов, совместно достигающих поставленной цели во времени и пространстве.

Системы могут быть:

- технические,
- социально-экономические,
- физиологические,
- природно-климатические,
- космические,
- физические
- информационные и т.д.

# Системные свойства:

1. Всякая система обладает целостностью,
2. Обособленностью от окружающей среды.
3. В системе различаются составные части.
4. Части системы образуют единое целое благодаря связям и взаимодействию.
5. Любая система является составной частью (подсистемой) какой-либо более крупной системы.
6. Внутренняя и внешняя целостность системы объединяются понятием цели. Цель диктует структуру и функцию системы.
7. Эмерджентность – приобретение системой свойств, качественно отличающихся от свойств входящих в нее подсистем.

- Системы типа «объект» - это системы, элементами которых являются предметы (двигатель, самолет, строение, агрегат и т.д.)
- Системы типа «процесс» - это системы, элементами которых являются операции (изготовление, транспортировка, обслуживание, ремонт и т.д.)

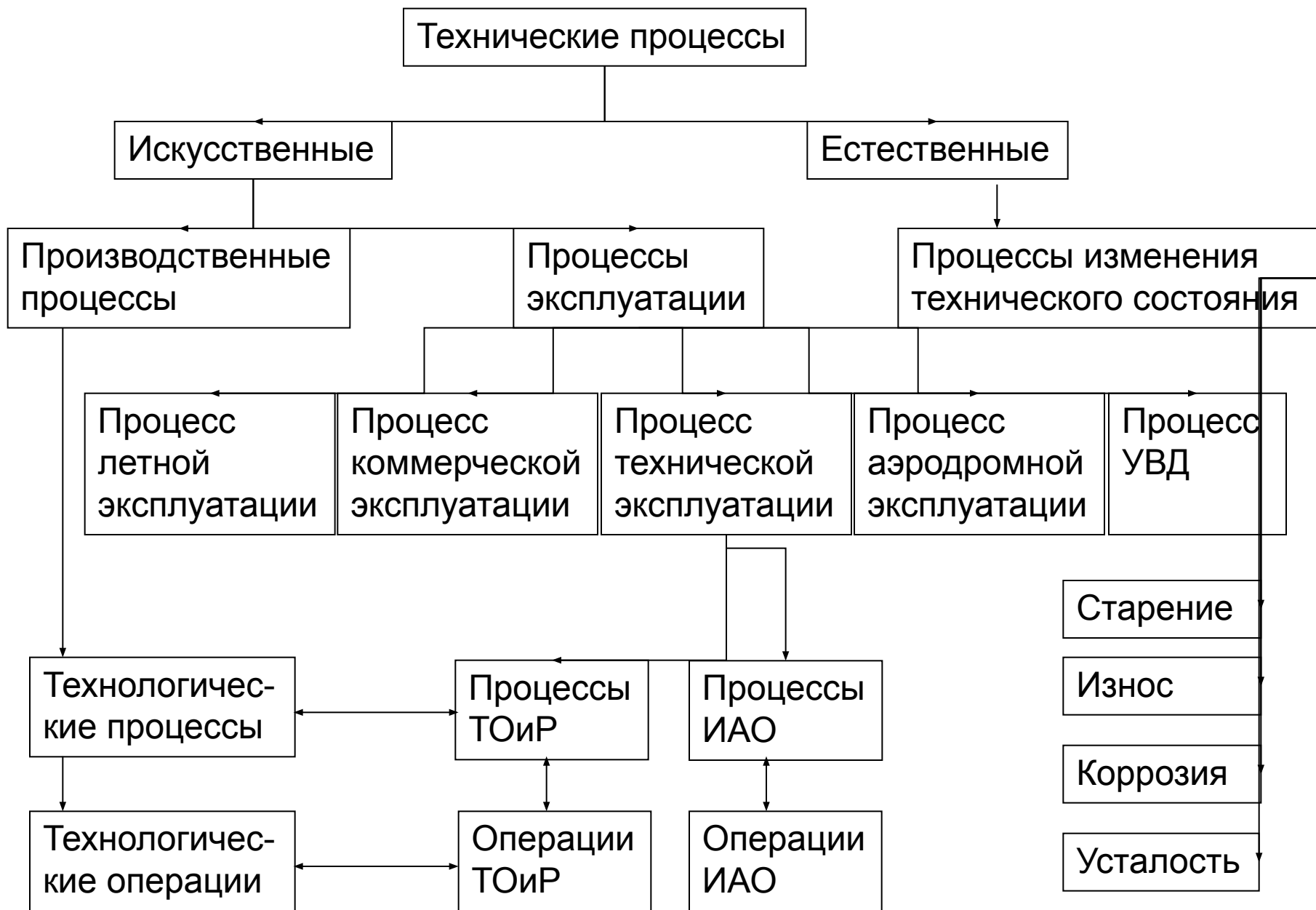


# Процессы

- Технический процесс
- Производственный процесс
- Технологический процесс



- Системы типа «объект» - это системы, элементами которых являются предметы (двигатель, самолет, строение, агрегат и т.д.)
- Системы типа «процесс» - это системы, элементами которых являются операции (изготовление, транспортировка, обслуживание, ремонт и т.д.)



**Случайный процесс** – изменение во времени любой физической величины, обусловленное неконтролируемыми факторами, аналитически выражаемой вещественной функцией  $X(t)$ .

Значение этой функции при различных  $t$  называются **состояниями системы**:

$$X(t_0)=S_0, X(t_1)=S_1, \dots X(t_n)=S_n$$

Совокупность всех значений состояний  $S=(S_0, S_1, \dots S_n)$  называют **пространством состояний**.

# Классификация случайных процессов

- 1. Дискретная случайная последовательность**  
(дискретное состояние и дискретное время). Параметр  $t$  принимает ряд дискретных значений  $t_0, t_1, \dots, t_n$ , а дискретная случайная величина  $X(t_n) = X_n$  принимает множество дискретных значений  $x_0, x_1, \dots, x_n$ .
- 2. Процесс с непрерывным множеством состояний и дискретным временем.** Случайная величина  $X(t_n)$  может принимать континуум значений.
- 3. Процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем.** Величина  $X(t)$  принимает дискретные значения  $x_0, x_1, \dots, x_n$ , а время континуум значений.
- 4. Непрерывный случайный процесс.** Аргумент  $t$  и сама случайная величина  $X(t)$  изменяются непрерывно, причем траектория процесса не имеет больших вертикальных скачков.

# Марковские случайные процессы

**Марковские процессы** обладают следующим свойством: для каждого момента времени  $t_i$  вероятность любого состояния системы в будущем (при  $t > t_i$ ) зависит только от ее состояния в настоящем (при  $t = t_i$ ) и не зависит от того, когда и каким образом система пришла в это состояние.

**Граф состояний** - наглядная геометрическая схема, изображающая возможные состояния системы с указанием (в виде стрелок) возможных переходов из состояния в состояние.