

# Моделирование

**Моделирование** – это способ исследования каких либо явлений или объектов путем построения и анализа их моделей.

В теории и практике моделирования основными понятиями являются «СИСТЕМА» и «МОДЕЛЬ».

**Система** - целостный комплекс взаимосвязанных элементов, который имеет определенную структуру и взаимодействует с внешней средой.

**Структура системы** – организованная совокупность связей между ее элементами.

**Внешняя среда** – совокупность элементов внешнего мира, которые не входят в систему, которые влияют на ее поведение или свойства.

**Открытая система** – если имеется внешняя среда.

**Закрытая система** – отсутствует внешняя среда.

**Целевая система** – функционирует для достижения некоторой цели.

# Уровни абстрактного описания систем:

- Символический, или лингвистический;
- Теоретико-множественный;
- Абстрактно-алгебраический;
- Топологический;
- Логико-математический;
- Теоретико - информационный;
- Динамический;
- Эвристический.

Для теоретико-множественного описания

$$S = \langle X_s, R_s \rangle$$

# ПОНЯТИЕ МОДЕЛИ

Теория подобия □ Понятие аналогии □  
Математическое подобие □ Геометрическое  
подобие □ Физическое подобие

# Постулат функционально- структурного изоморфизма явлений природы и объектов:

Если структура одной системы и внешние функции ее элементов изоморфны структуре другой системы и внешним функциям ее элементов, то внешние свойства этих систем не отличаются в области их изоморфизма.

## Постулат модельности:

Описанием структуры и функций некоторой системы может быть изоморфная относительно нее система. Одна из них есть **моделью** другой.

**В философской литературе термином модель называют некоторую воображаемую или реально существующую систему, которая, заменяя или отображая в познавательных целях другую систему - оригинал, находится с ней в отношении подобия.**

**Вебстернский толковый словарь:**

**Модель – это упрощенное описание сложного явления или процесса.**



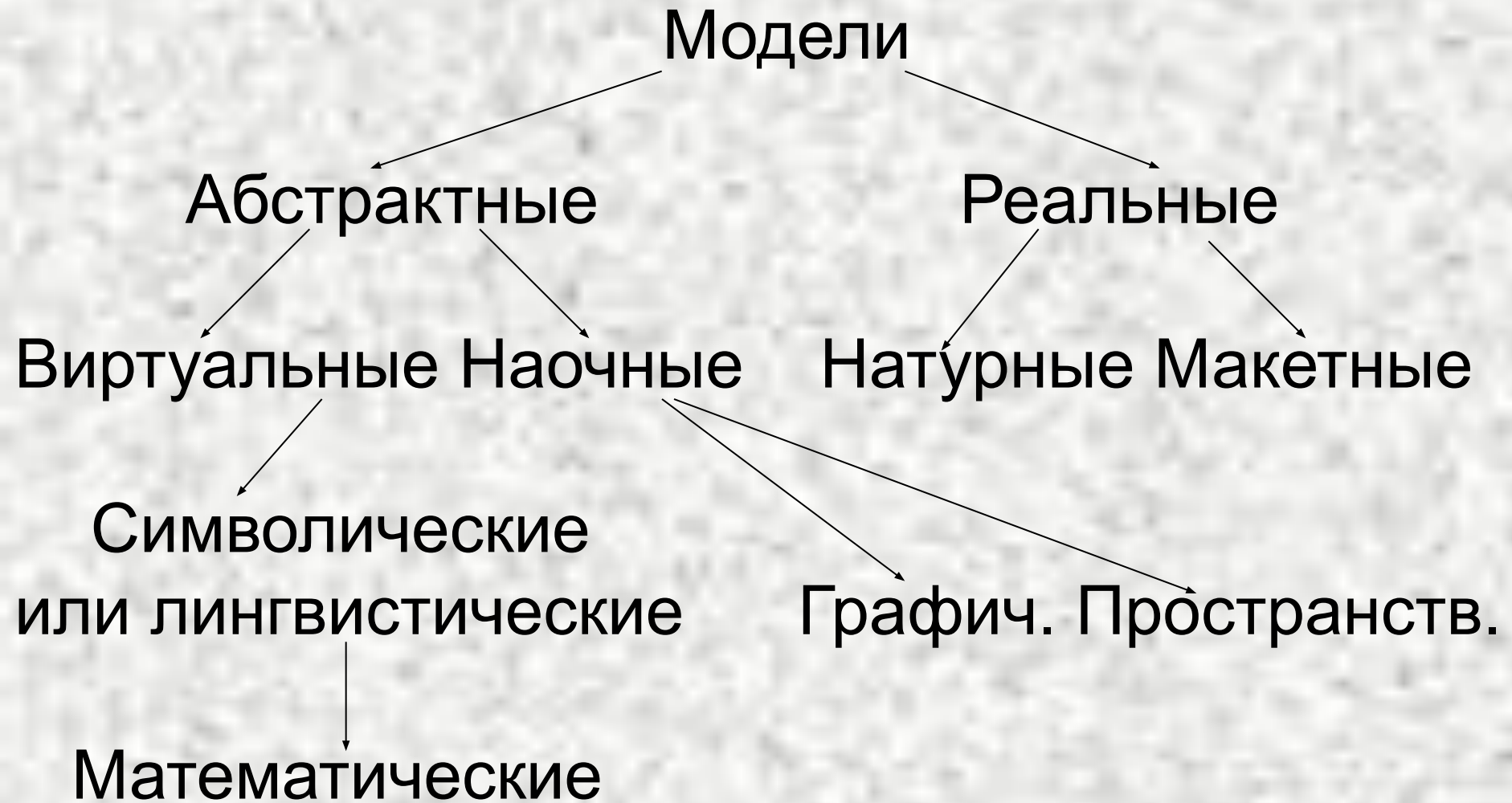
# Соотношение между моделью и системой

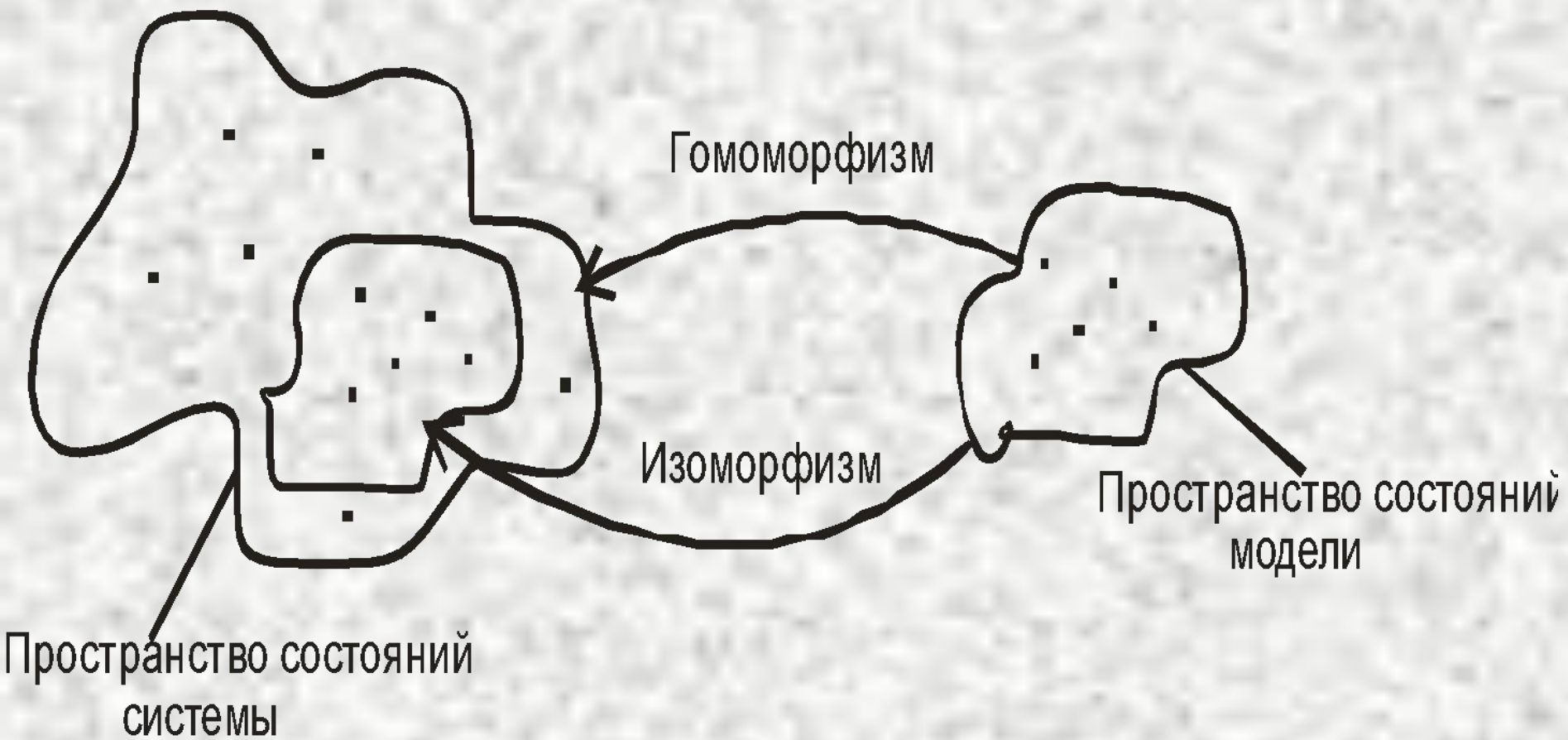
Изоморфизм  
гомоморфизм

**Отношения между системой и моделью  
могут быть:**

- Детерминированные;
- Вероятностные с конечным множеством состояний;
- Вероятностные с бесконечным множеством состояний.

# Классификация моделей





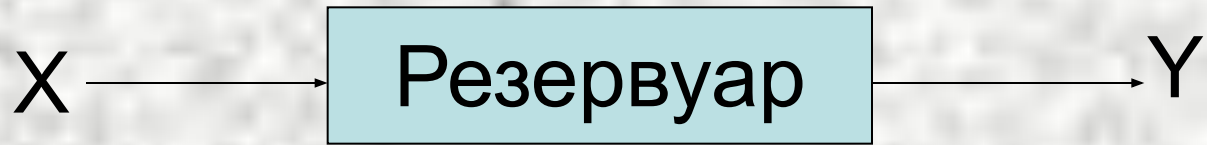
# Требования к моделям

- Независимость результатов решения задачи от физической интерпретации элементов модели;
- Содержательность, т.е. возможность отображать истинные черты и свойства моделируемого процесса;
- Дедуктивность, т.е. возможность конструктивного использования модели для получения результата;
- Индуктивность, т.е. изучение причин и следствий.

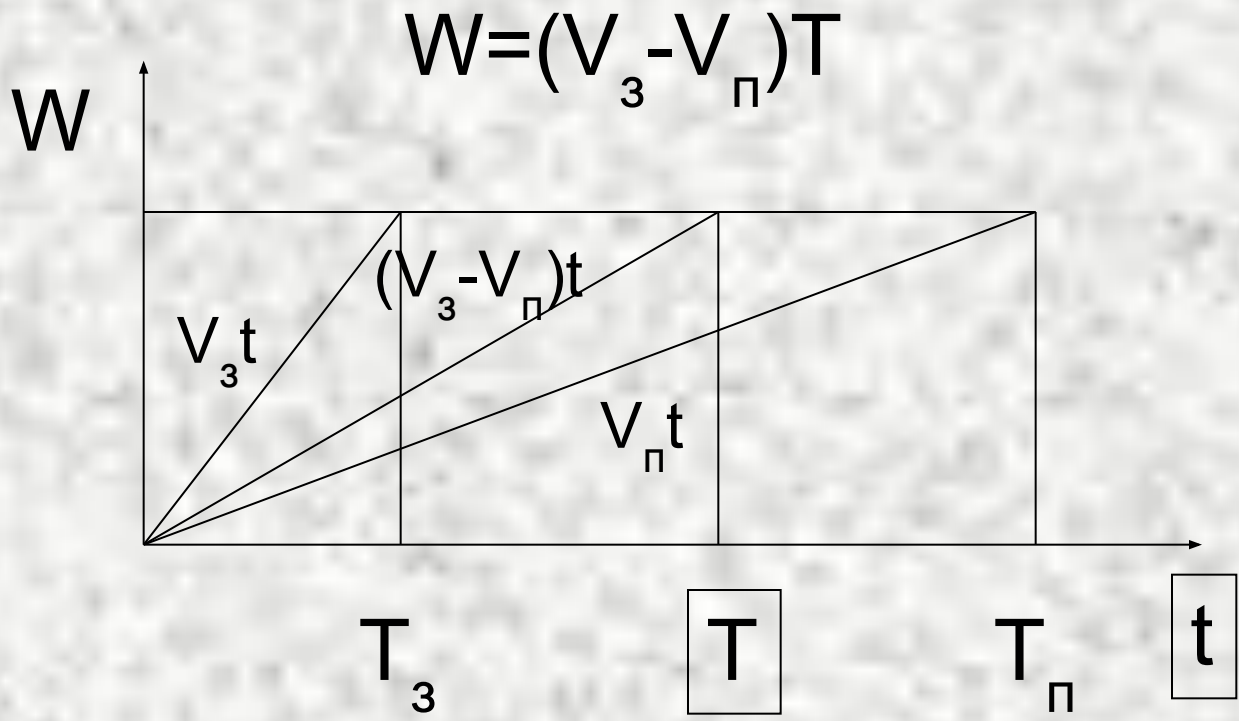
## Основные виды моделирования

Единой классификации видов моделирования не существует.

Различают: Компьютерное, математическое, имитационное, статистическое.



$$T = W / (V_3 - V_{\Pi})$$



# Декомпозиция систем и пространство состояний

При построении модели система упрощается и производится ее декомпозиция на подсистемы.



# Формальные методы построения моделей

По методу использования модель может быть:

- Описательной,
- Предписывающей.

Во время построения модели выполняются такие этапы:

- Словесно- смысловое описание объекта или явления ;
- Численное выражение моделируемой реальности для выявления количественной меры и границ соответствующих качеств (математико- статистическая обработка эмпирических данных);

- Переход к выбору или формулировке моделей явлений или процессов и описание их в формализованном виде;
- Задание начального состояния и параметров модели;
- Изучение модели с помощью доступных методов.

# Кибернетический подход

Система рассматривается как черный ящик  
Для построения модели используется теория  
идентификации:

- Выбор класса и структуры модели и языка ее описания;
- Выбор класса и типа входных воздействий  $X$
- Обоснование критериев подобия системы и модели;
- Выбор метода идентификации и разработка соответствующих алгоритмов оценивания параметров системы ;
- Проверка адекватности модели, полученной в результате идентификации.

## Системная динамика

В 1960 году Форрестер Дж. предложил метод системной динамики для построения модели с помощью причинных диаграмм циклов и схем вида «фонд-поток».

Относительно причинно-следственных явлений рассматриваются такие разновидности:

- Изолированные представления,
- Линейная связь,
- Причинный цикл.

Причинно - следственные элементы описываются простыми дифференциально-разностными уравнениями.

# Теоретико-множественный подход

$$M = \langle T, X, Y, Z, z(t), P \rangle,$$

T-модельное время,

X-множество входных переменных,

Y-множество выходных переменных,

Z-множество состояний,

z(t)- функция состояний,

P-множество процессов.

Процесс задается парой  $\langle x, z(t_s, t) \rangle$

# Принципы построения моделей

- Принцип информационной достаточности  
Существует некоторый критический уровень априорных знаний о системе, по достижении которого можно построить адекватную модель.
- Принцип целесообразности  
Модель строится для достижения некоторых целей.
- Принцип осуществимости  
Модель должна обеспечить достижение целей с учетом граничных ресурсов и граничного времени.

- Принцип множественности моделей

Модель отображает в первую очередь те свойства системы, которые влияют на выбранный показатель эффективности. Для исследования множества показателей требуется множество моделей.

- Принцип агрегации

Сложную систему можно представить таким образом, что она состоит из агрегатов (подсистем). Это отражается на структуре модели.

- Принцип параметризации

Подсистемы можно изменять путем параметризации. Это упрощает процесс и время моделирования.



# **Методология итерационного многоуровневого моделирования**

**(Степень детализации и блочность приводят к многоуровневости и итерационности). Рационально начинать с простых, постепенно ведя усложнение.**

# Технология моделирования

- Формулировка проблемы и смысловая постановка задачи;
- Разработка концептуальной модели;
- Разработка программной реализации модели (компьютерная модель):
  - разработка структурной схемы модели и составление описания ее функционирования,
  - программная реализация модели,
- Проверка адекватности модели (верификация и валидация);

- Организация и планирование проведения экспериментов, что включает оценивание точности результатов моделирования, результатов исследования;
- Интерпретация результатов моделирования и принятия решений;
- Оформление результатов.