

COMPUTER SIMULATION

---

# Компьютерное моделирование

Лекция 1. Введение

# Зачем?

- **натурные эксперименты не всегда возможны**

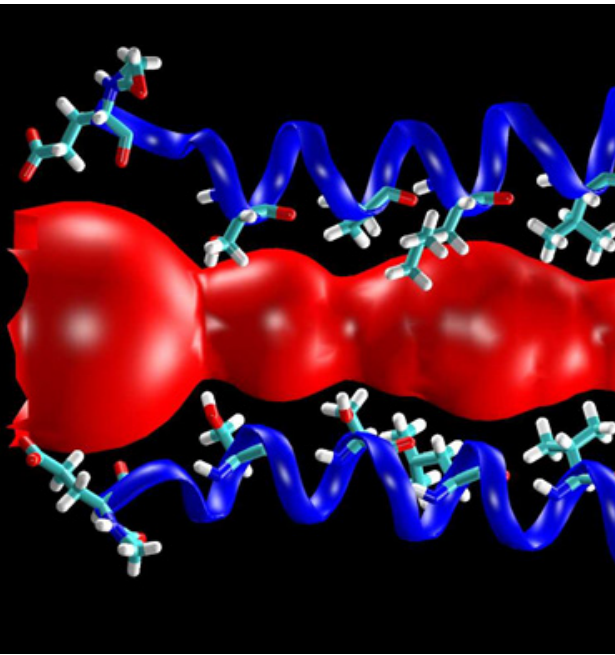
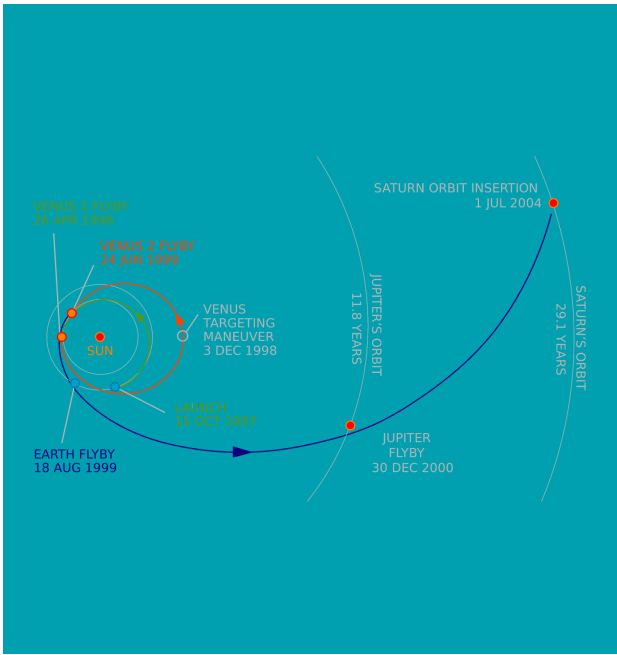
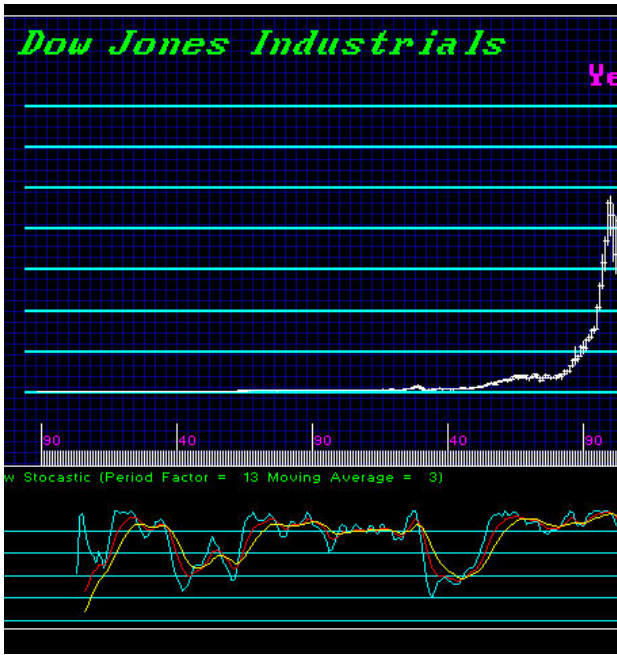
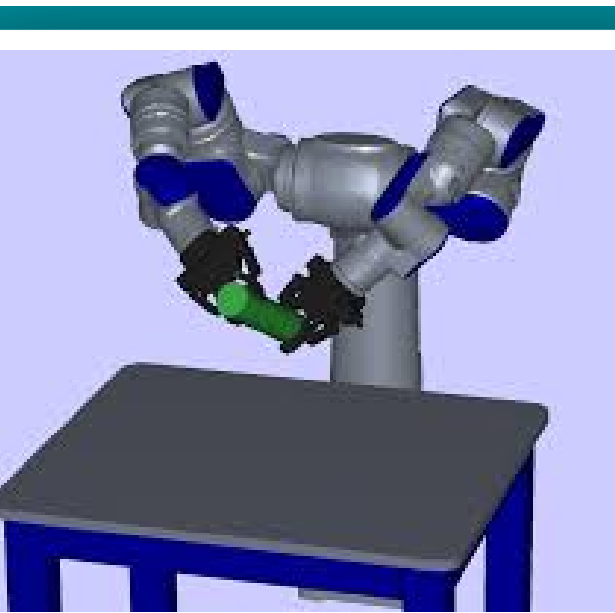
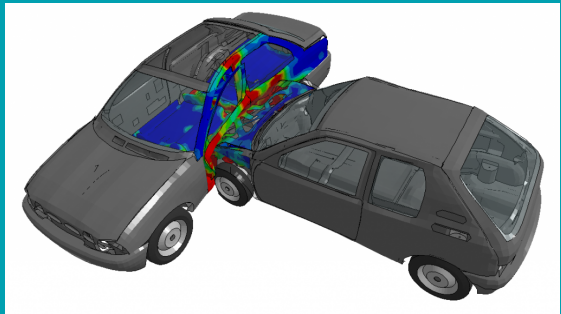
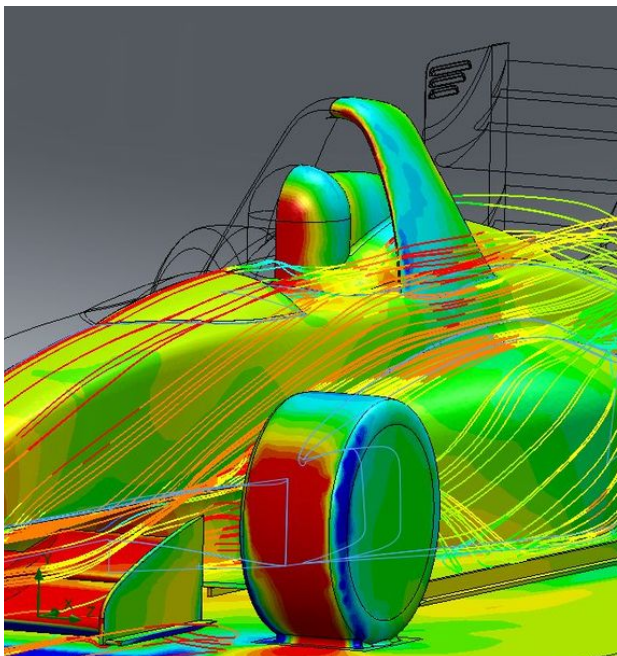
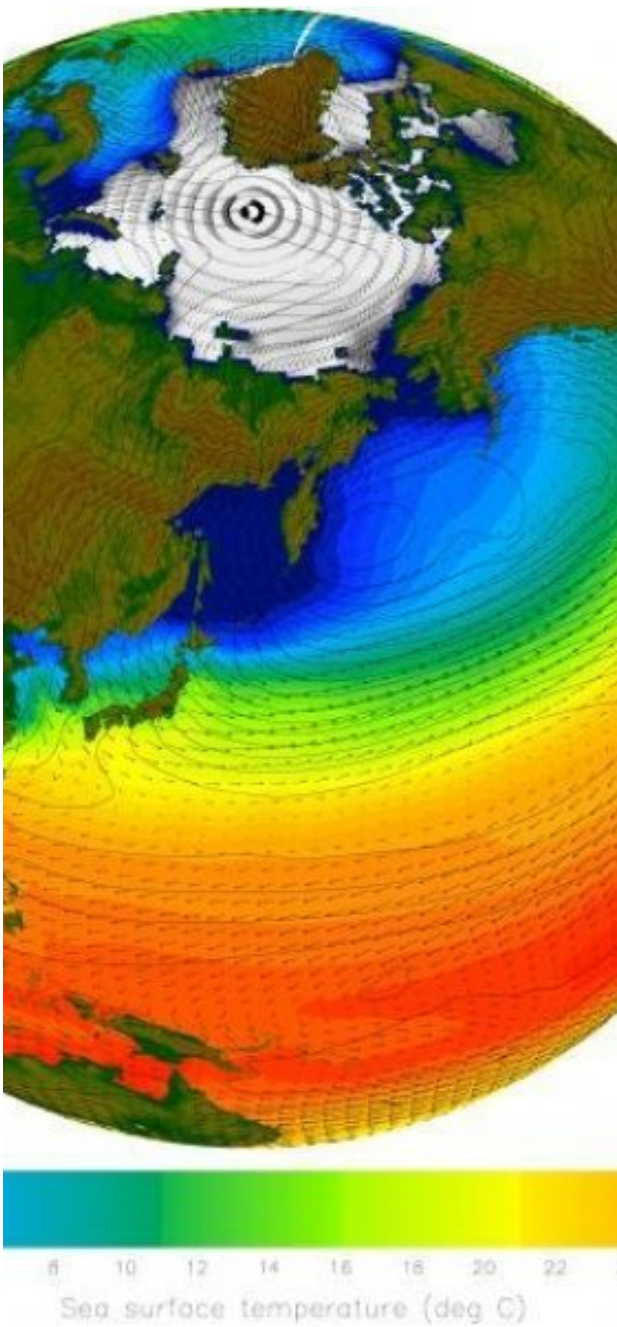
эксперимент может быть слишком дорог, трудновыполним, опасен или неэтичен

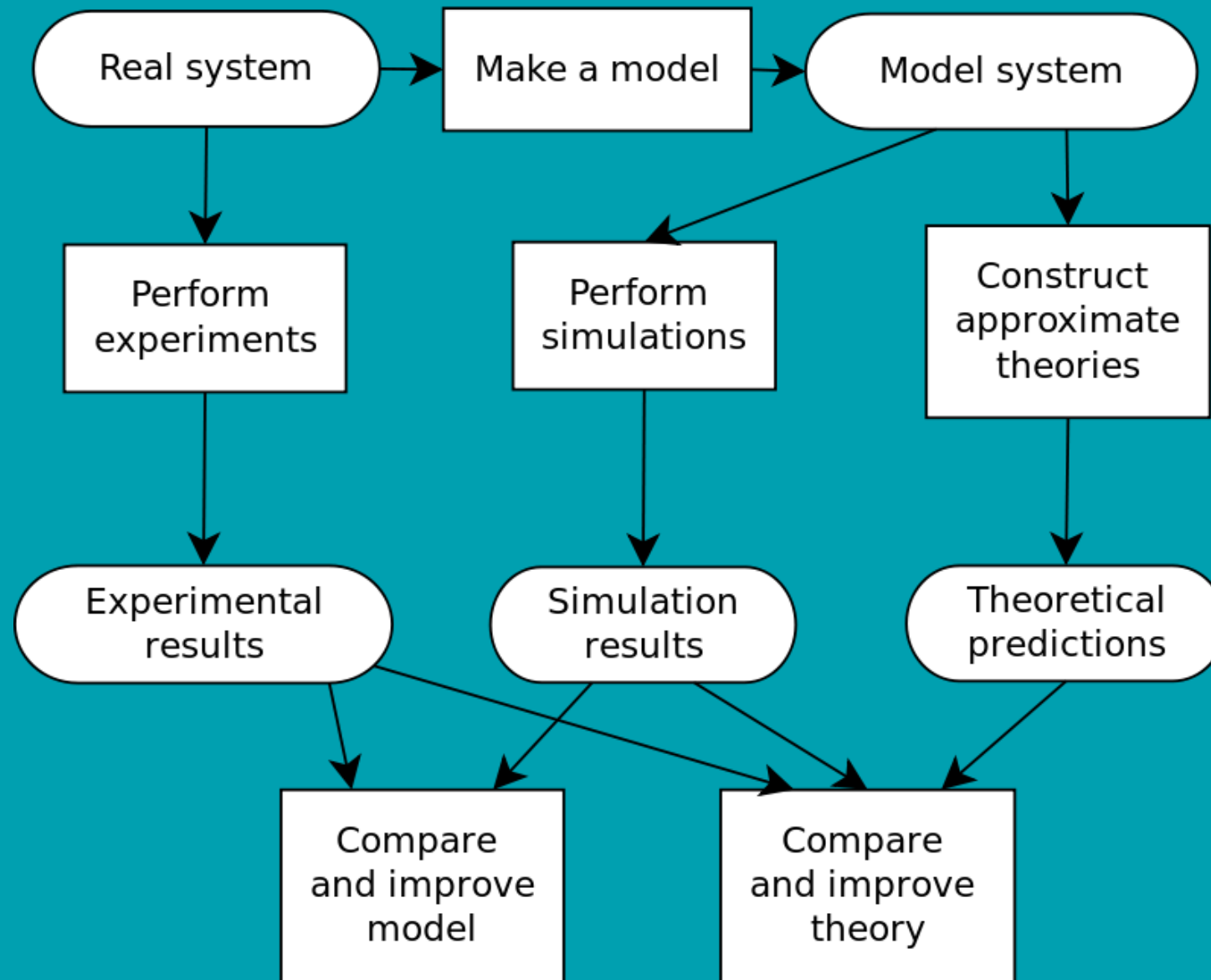
- **до середины XX века - аналитическое моделирование**

никто не знал как выглядит фрактал Мандельброта или множество Жулиа.  
Математические модели часто трудно создавать

- **эксперимент с компьютерной моделью**

может быть значительно проще натурального эксперимента и создания аналитической модели





# Особенности

- Изучение предметной области
- Использование математического аппарата
- Программирование

# Чем нужно владеть?

- **Дифференциальные уравнения**
- **Численные методы**  
решение нелинейных уравнений, СЛАУ, интерполяция, аппроксимация
- **Теория вероятностей и математическая статистика**
- **и др. разделы математики**
- **Математические и научные модули языка**

# Моделирование

**Моделирование** - это замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала.

Оригинальный объект замещается **моделью**.

**Модель** и сам процесс **моделирования** для одного и того же объекта зависят также от цели исследования

# Примеры простых моделей?

- Материальная точка
- Второй закон Ньютона
- Закон прямолинейного движения
- Длина тормозного пути автомобиля



# Modeling vs simulation

## Modeling

is the act of building a model

## simulation

is the process of using a model

в русскоязычной литературе такой термин не используется

# Как описать модель?

- **словесные или описательные модели**  
также **вербальные или текстовые модели**

например, милицейский протокол с места происшествия,  
стихотворение Лермонтова “Тиха украинская ночь”

- **натурные модели**

макет Солнечной системы, аэродинамическая модель

- **абстрактные или знаковые модели**

математические модели явлений и компьютерные модели

# Основные понятия

- **система** - совокупность взаимосвязанных элементов, обладающих свойствами, отличными от свойств отдельных элементов
- **элемент** - это объект, обладающий свойствами, важными для целей моделирования
- В компьютерной модели свойства элемента представляются величинами - **характеристиками элемента**

# Основные понятия

- **состояние системы** представляется в компьютерной модели набором характеристик элементов и связей между элементами.

Структуры данных, описывающих состояние, не зависят от конкретного состояния и не меняются при смене состояний, меняется только значение характеристик.

- Если состояния системы функционально зависят от некоторого параметра, то **процессом** называют набор состояний, соответствующий упорядоченному изменению параметра.

# Модели

- **Статические модели** - модели, в которых предоставлена информация об одном состоянии системы
- **Динамические модели** - модели, в которых предоставлена информация о состояниях системы и процессах смены состояний. Оптимизационные, имитационные и вероятностные модели являются динамическими моделями.

# Модели

- **Детерминированные** модели отображают процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия.
- **Стохастические** модели отображают вероятностные процессы и события.

# Модели

- **Дискретные** модели отображают поведение систем с дискретными состояниями.
- **Непрерывные** модели представляют системы с непрерывными процессами.
- **Дискретно-непрерывные** модели строятся тогда, когда исследователя интересуют оба эти типа процессов.

# Этапы моделирования

1

## Объект изучения

формируется существенная информация отбрасывается несущественная происходит первый шаг абстракции.

2

## Формальная модель

3

## Программирование модели

4

## Отладка\тестирование

5

## Компьютерный эксперимент

6

## Информационная модель



# Формальная модель

- 1 **Набор постоянных величин**, констант, которые характеризуют моделируемый объект в целом и его составные части; называемых статистическим или постоянными параметрами модели
- 2 **Набор переменных величин**, меняя значение которых можно управлять поведением модели, называемых динамическим или управляющими параметрами;
- 3 **Формулы и алгоритмы, связывающие величины** в каждом из состояний моделируемого объекта;
- 4 **Формулы и алгоритмы, описывающие процесс смены состояний** моделируемого объекта.

# Информационная модель

- графики
- диаграммы
- таблицы
- демонстрации явления в реальном или виртуальном времени
- и т.п.

# Инструменты моделирования

- **Классический язык программирования**

Например Python (Jupyter Notebook, Anaconda)

- **Математическое ПО**

Mathcad, Mathematica, MATLAB и др. (содержат свои языки программирования) и др

- **Специализированное ПО**

ANSYS, GPSS World, SolidWorks, SIMULIA Abaqus и др.

# Литература

- **Теория вероятностей**

Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика  
— 12-е изд.

- **Дополнительно**

Тaleb Н. Н. Одураченные случайностью. О скрытой роли шанса в бизнесе и в жизни

# Для вдохновения

- Документальный фильм BBC: Тайная жизнь хаоса The Secret Life of Chaos
- Сериал “числа” (Numb3rs)
- Книга “Играет ли Бог в кости?”, Иэн Стюарт