



# **Тема 1. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

# Особенности сложных систем как объекта модели

1. Сложные системы, как правило, уникальны
2. Слабая структурированность теоретических и фактических знаний о системе
3. Разнородность подсистем и элементов, составляющих систему
4. Случайность и неопределенность факторов, действующих в изучаемой системе
5. Многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе

# Понятие моделирования



1. Лучшее средство для определения свойств объекта - натурный эксперимент
2. Однако во многих случаях натурный эксперимент невозможен.
3. Выход из этого противоречия есть и называется он "моделирование"

# Понятие моделирование

**Моделирование** – это

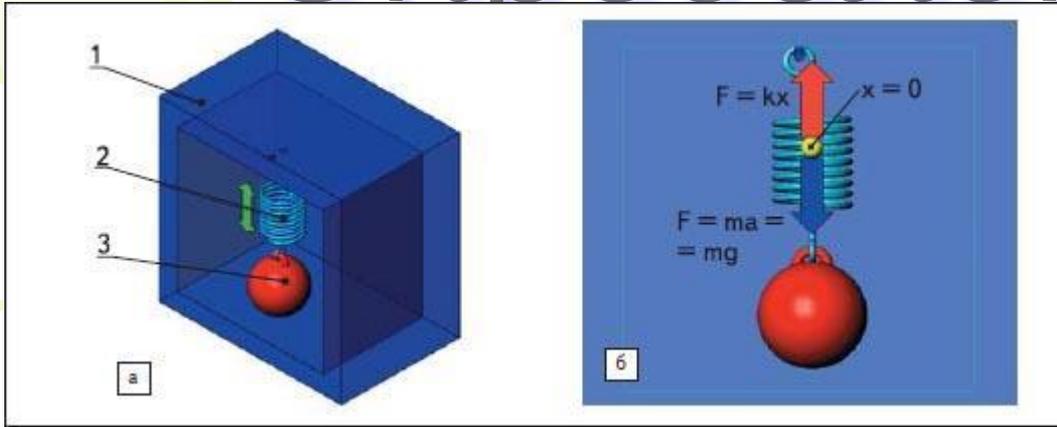
**во-первых**, процесс создания или отыскания в природе объекта, который в некотором смысле может заменить исследуемый объект.

**во-вторых**, это *испытание*, исследование модели.

Модель является одновременно средством эксперимента и объектом эксперимента, заменяющим изучаемый объект

**в-третьих**, это перенос полученных на модели сведений на оригинал или, иначе, приписывание *свойств модели* оригиналу.

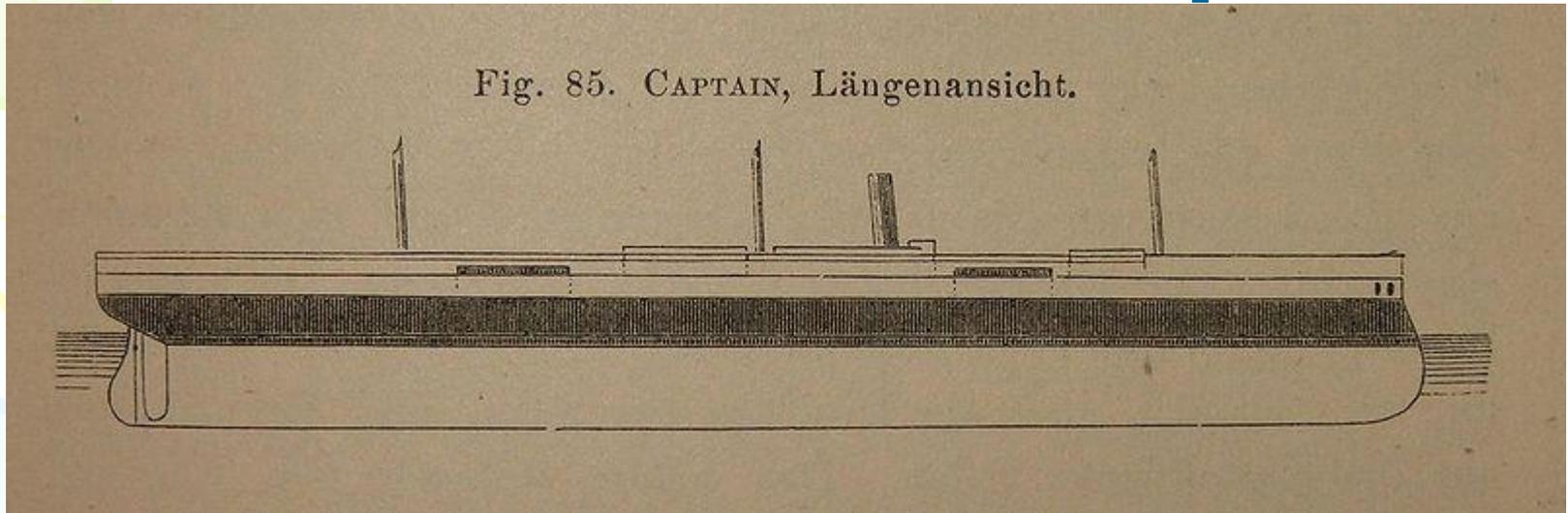
# Определение модели



**Модель** представляет собой абстрактное описание системы (объекта, процесса, проблемы, понятия) в некоторой форме, отличной от формы их реального существования

**Моделирование** является одним из основных методов познания, формой отражения действительности и предназначено для воспроизведения тех или иных свойств реальных объектов, предметов и явлений с помощью других объектов, процессов, явлений, либо с помощью абстрактного описания

# Основные цели моделирования



Прогноз - оценка поведения системы при некотором сочетании ее управляемых и неуправляемых параметров. Прогноз – главная цель моделирования.

Объяснение и лучшее понимание объектов. Здесь чаще других встречаются задачи оптимизации и анализа чувствительности.

# Классификация моделей

**Концептуальное моделирование** – представление системы с помощью специальных знаков, символов, операций над ними;

**Физическое моделирование** – моделируемый объект воспроизводится исходя из соотношения подобия, вытекающего из схожести физических явлений;

**Структурно – функциональное моделирование** – моделями являются схемы (блок-схемы), графики, и т.п.

**Математическое (логико-математическое)**

моделирование – построение модели осуществляется средствами математики и логики

# Признаки классификации

- характер моделируемой стороны объекта;
- характер процессов, протекающих в объекте;
- способ реализации модели.

# Классификация моделей по признаку "характер моделируемой стороны объекта"

- функциональными (кибернетическими);
- структурными;

**Функциональные модели** отображают только поведение, функцию моделируемого объекта.

**Структурное моделирование** это создание и исследование модели, структура которой (элементы и связи) подобна структуре моделируемого объекта.

# **Классификация моделей по признаку "характер процессов, протекающих в объекте"**

**Детерминированные модели** отображают процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия.

**Стохастические модели** отображают вероятностные процессы и события.

**Статические модели** служат для описания состояния объекта в какой-либо момент времени.

**Динамические модели** отображают поведение объекта во времени.

**Дискретные модели** отображают поведение систем с дискретными состояниями.

**Непрерывные модели** представляют системы с непрерывными процессами.

# Классификация моделей и моделирования по признаку "способ реализации модели"

- Абстрактные (мысленные) модели;
- Материальные модели.

**Материальные модели** представляют собой реальные технические конструкции.

**Абстрактные модели** представляют собой определенные конструкции из общепринятых знаков на бумаге или другом материальном носителе или в виде компьютерной программы.

# Абстрактные модели

Абстрактные модели можно разделить на:

- ❖ символические;
- ❖ математические.

Символическая модель - это логический объект, замещающий реальный процесс и выражающий основные свойства его отношений с помощью определенной системы знаков или символов.

Математическая модель— это «эквивалент» объекта, отражающий в математической форме важнейшие его свойства.

# Математические модели

Математические модели могут быть:

- аналитическими;
- имитационными;
- смешанными (аналитико-имитационными)

**Аналитические модели** - это функциональные соотношения:

системы алгебраических, дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений, логических условий.

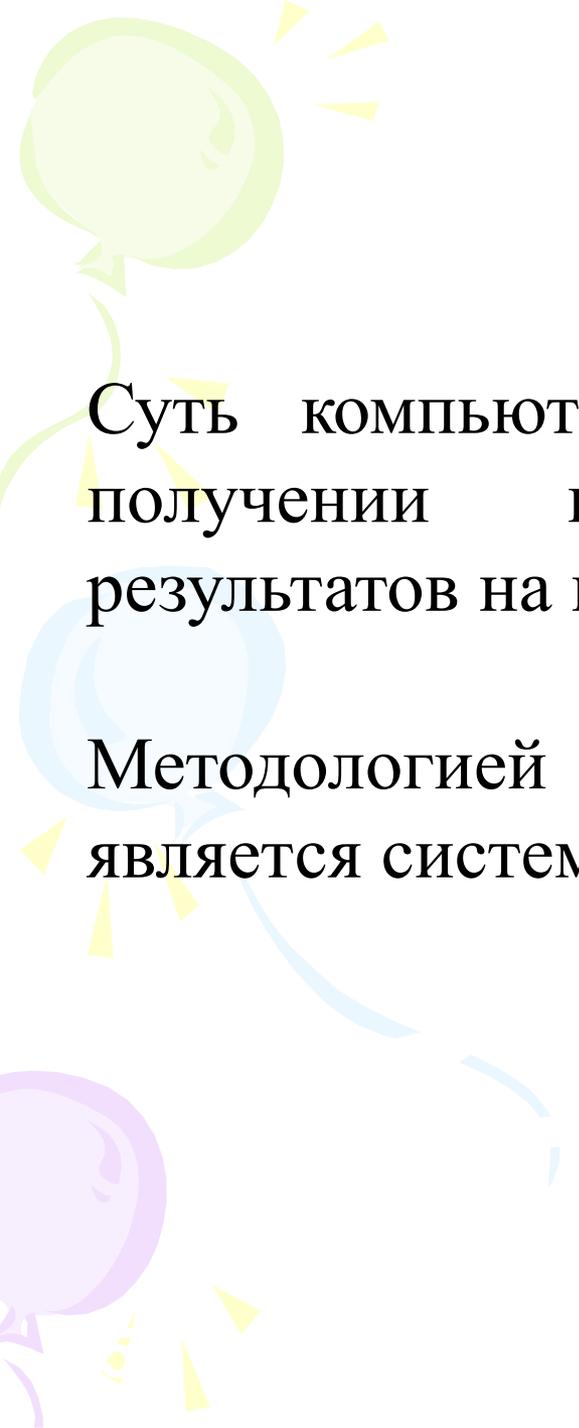
**Имитационное моделирование** предполагает представление модели в виде некоторого алгоритма, выполнение которого имитирует последовательность смены состояний в системе и таким образом представляет собой поведение моделируемой системы.

# Компьютерное моделирование

Компьютерное моделирование – метод решения задач анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели.

Под термином “компьютерная модель”, чаще всего понимают:

1. Условный образ объекта, описанный с помощью взаимосвязанных компьютерных элементов (таблиц, блок-схем, диаграмм и т.д. ), отображающих структуру и взаимосвязи между элементами объекта
2. Отдельную программу, позволяющую с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов, воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта



# Компьютерное моделирование

Суть компьютерного моделирования заключена в получении количественных и качественных результатов на имеющейся модели.

Методологией компьютерного моделирования является системный анализ

# Этапы моделирования

**Первый этап:** уяснение целей моделирования

**Второй этап:** построение концептуальной модели

**Третий этап:** выбор языка программирования или моделирования, разработка алгоритма и программы модели.

**Четвертый этап:** планирование эксперимента.

**Пятый этап:** выполнение эксперимента с моделью.

**Шестой этап:** обработка, анализ и интерпретация данных эксперимента.

# Адекватность модели

Адекватность означает, достаточно ли хорошо с точки зрения целей исследования результаты, полученные в ходе моделирования, отражают истинное положение дел.

Предварительно исходный вариант математической модели подвергается следующим проверкам:

- все ли существенные параметры включены в модель;
- нет ли в модели несущественных параметров;
- правильно ли отражены функциональные связи между параметрами;
- правильно ли определены ограничения на значения параметров;
- не дает ли модель абсурдные ответы, если ее параметры принимают предельные значения;

# Адекватность модели

Для оценки степени подобия структур объектов (физических или математических) существует понятие **изоморфизма** (изо - одинаковый, равный, морфе - форма, греч.).

Две системы изоморфны, если существует взаимно однозначное соответствие между элементами и отношениями (связями) этих систем.

Для оценки подобия в поведении (функционировании) систем существует понятие **изофункционализма**.

Две системы изофункциональны, если при одинаковых воздействиях они проявляют одинаковые реакции.

# Требования, предъявляемые к моделям

Модель должна быть актуальной

Модель должна быть результативной

Модель должна быть достоверной

Модель должна быть экономичной

# Внутренние свойства модели

Модель должна быть:

- 1. Существенной**, т.е. позволяющей вскрыть сущность поведения системы, вскрыть неочевидные, нетривиальные детали.
- 2. Мощной**, т.е. позволяющей получить широкий набор существенных сведений.
- 3. Простой в изучении и использовании**, легко просчитываемой на компьютере.
- 4. Открытой**, т.е. позволяющей ее модификацию. В заключение темы сделаем несколько замечаний.