



# **МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ**

## **Лекция 2**

- ? **МОДЕЛЬ** (от лат. **modulus** — мера, мерило, образец, норма) — это образ (в том числе условный или мысленный — изображение, описание, схема, чертёж, график, план, карта и т.п.) или прообраз (образец) какого-либо объекта или системы объектов («оригинала» данной модели), используемый при определённых условиях в качестве их «заместителя» или «представителя»
- ? Важнейшие: материальные и языковые (вербальные)



- ? С точки зрения **информатики** под моделью объекта часто понимается его описание в виде текста на некотором языке кодирования, содержащее определенную информацию об объекте. **Языки программирования** – «универсальные моделирующие системы»
- ? В **естественных науках** (например, в физике) моделью называют «описание» какого-либо объекта или явления на формальном языке некоторой научной теории. (Прим: химическая или математическая формула, уравнение, система уравнений, теория в целом)



**В технике и строительстве** понятие «модель» в течение многих веков, чаще всего, подразумевало материальный объект:

- ? **образец**, служащий эталоном (стандартом) для серийного или массового воспроизведения (модель автомобиля, модель одежды и т.п.), а также тип, марка какого-либо изделия, конструкции;
- ? **изделие** (изготовленное из дерева, глины, воска, гипса и др.), с которого снимается форма для воспроизведения в другом материале (металле, гипсе, камне и др.)





# КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В ТЕХНИКЕ

В зависимости от **предметной области и задач** моделирования: прочностные, аэродинамические, термодинамические, конструкторские, технологические и др.

По характеру применяемого **метода моделирования** или используемого **математического аппарата**: статистические, теоретико-множественные, абстрактно-алгебраические, нечеткие, автоматные и др.

**По способу и форме представления** (в техн: графо-аналитические модели)

**По природе модели** (материальные и абстрактные)



## АБСТРАКТНЫЕ И МАТЕРИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ

- ? **Материальные** (натурные, вещественные)- это осязаемые модели, макеты и прототипы, выполненные из какого-либо реального вещества и объективно существующие независимо от восприятия человеком (Прим: масштабные модели изделий, модели для литья и пр.)
- ? Используются при проведении натурных экспериментов



## АБСТРАКТНЫЕ И МАТЕРИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ

- ? **Абстрактная**, теоретическая модель, в отличие от материальной, может существовать в невещественном виде и не является объективной реальностью.
- ? Среди теоретических моделей выделяют **функциональные, логические, структурные, информационные модели**
- ? Эти модели называют математическими, если они формализованы средствами понятий и языка математики.
- ? В свою очередь, математические модели могут быть **геометрическими, топологическими, вероятностными** и т.п., если они отражают соответствующие свойства объектов.





# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ (В МАТЕМАТИКЕ)

? любое множество объектов, на которых определены те или иные предикаты.

? Под предикатом понимается функция

$$y = f(x_1, \dots, x_n),$$

аргументы ( $x_i$  которой принадлежат данному множеству  $M$ , а значение ( $y$ ) может являться либо истиной, либо ложью

**Предикат** — высказывание, описывающее свойство, которым может обладать набор объектов множества.



# КВАЗИМОДЕЛИ (ПРИБЛИЖЕННЫЕ, РАЗМЫТЫЕ, «ПОЧТИ МОДЕЛИ»)

- ? Получаются путем ослабления требований к формализации или их преодоления. Используются не только аналитические выражения.
- ? Теория игр
- ? Фракталы
- ? Нечеткие множества



## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ (В ТЕХНИКЕ)

- ? **Математическая модель** — это приближённое описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики;
- ? **Математическая модель технического объекта** - есть совокупность математических объектов (чисел, переменных, матриц, множеств и т.п.) и отношений между ними, которая адекватно отображает свойства технического объекта, интересующие инженера, разрабатывающего этот объект.



# ВИДЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В ТЕХНИКЕ

- ? Символьные
- ? Аналитические
- ? Численные (алгоритмические)



## СИМВОЛЬНЫЕ МОДЕЛИ

- ? оперируют не значениями величин, а их символьными обозначениями (идентификаторами).
- ? Используются при концептуальном проектировании и логическом описании (моделировании) структуры и поведения технических объектов.



# АНАЛИТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

? можно представить в виде явно выраженных математическими формулами зависимостей выходных параметров  $Y$  от параметров внутренних  $Q$  и внешних воздействий  $X$

$$Y=f(Q,T)$$



## ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ

- ? Подразумевают наличие известного алгоритма вычислений.
- ? Связь  $Y$ ,  $X$  и  $Q$  задана не явно в виде алгоритма моделирования.
- ? Требуется многократное решение задачи при изменении того или иного параметра
- ? Численное решение может быть получено и для тех задач, для которых аналитического решения нет



# ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

- ? разновидность абстрактных, численных математических моделей, которые отражают основные закономерности физического состояния и функционирования технических объектов и процессов (Прим: описание электромагнитных, тепловых, механических полей и процессов)





# СТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ

- ? Структурные модели (от лат. **structura** — строение, расположение) описывают не функционирование, а состав объектов или систем, их устройство, взаимосвязь составных частей
- ? Чертежи, 3D- модели, графики, схемы, графы, сети и т.п.



# ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

- ? относятся к структурным математическим моделям
- ? Тесно связаны с инженерно-физическими моделями



# ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

- ? информационными называют модели предметной области, определяющие совокупность информационных объектов, их атрибутов и соотношений между ними.
- ? Важнейшая функция комплексной информационной модели изделия состоит в возможности неограниченного накопления любых данных (знаний) об объекте без потери целостного взгляда на технический объект.



## УРОВНИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ

- ? В зависимости от уровня абстрагирования выделяют модели уровней:
- ? **концептуального** (системного, макроуровня)
- ? **предметного** (детального, микроуровня)



## ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ

- ? **Символьная** – с помощью языка (искусственного или естественного)
- ? **Алгоритмическая** – в форме алгоритма
- ? **Аналитическая** – в виде формул и уравнений
- ? **Схемная (графическая)**- на графическом языке



## СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

- ? **Адекватность** - наличие в модели свойств, соответствующих цели моделирования, параметров, необходимых и достаточных для успешного решения задач научного исследования или разработки
- ? **Точность и подробность** - количественные характеристики сходства свойств модели и отображаемого физического объекта (или процесса)
- ? **Практическую ценность и удобство использования** модели можно объективно оценить, сравнивая затраты на получение новой информации с применением альтернативных вариантов моделей





# МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ

# МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ

**Моделирование** - исследование реальных объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей предметов и явлений (живых и неживых систем, инженерных конструкций, разнообразных процессов — физических, химических, биологических, социальных) и конструируемых объектов (для определения, уточнения их характеристик, рационализации способов их построения и т.п.) //БЭС





# МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ

- ? Моделирование можно трактовать не только как один из основных методов познания реального мира, но и процесс созидания новых материальных и абстрактных объектов этого мира, а значит, и его изменения, создания новой искусственной среды существования человека.



# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- ? Компьютерная модель - являющаяся одновременно и средством, и объектом экспериментального исследования, заменяющим изучаемый объект.
- ? Компьютерное моделирование позволяет изучать такие объекты, прямой эксперимент над которыми затруднён, экономически невыгоден либо вообще невозможен в силу тех или иных причин.



# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- ? Под **компьютерной моделью технического объекта** понимается любая из перечисленных выше видов абстрактных моделей, созданную и используемую при помощи компьютерных технологий.
- ? Компьютерное моделирование на цифровых вычислительных машинах является знаковым по форме, и может быть самым разнообразным по своему содержанию в зависимости от типа реализуемой модели.



# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ

- ? Компьютерные модели допускают не только фиксацию технических решений, но и исследование зависимости характеристик от параметров модели, позволяющие **оптимизировать** проектные решения.



## ЗАДАЧИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

- ? **создание** (синтез) моделей объектов и систем для дальнейшей их практической реализации или подготовки производства изделий в промышленности;
- ? **анализ** свойств объектов и систем на основе исследования их моделей, которые используются для выявления значений параметров проектируемых объектов систем и поддержки процессов принятия инженерных решений.



## Подзадачи СИНТЕЗА

- ? отыскание оптимальной структуры проектируемых систем (структурный синтез, или **структурная оптимизация**);
- ? выбор наилучших значений параметров элементов систем (параметрический синтез, или **параметрическая оптимизация**)



# ЭТАПЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

- ? 1. Постановка задачи.
- ? 2. Построение концептуальной модели
- ? 3. Формализация
- ? 4. Планирование и проведение компьютерных экспериментов
- ? 5. Анализ и интерпретация результатов
- ? 6. Уточнение модели и (или) оптимизация



# ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

- ? Большинство из сложных реальных технических объектов и систем не могут быть точно описаны с помощью аналитических формул и соотношений, поэтому компьютерное моделирование становится единственно возможным методом их проектирования.
- ? Моделирование позволяет вычислить точные параметры изделия (массу, площадь, объем и т.д.), оценить эксплуатационные показатели проектируемой системы еще до ее создания или материальной реализации.
- ? Путем моделирования можно сравнивать предлагаемые альтернативные варианты проектов системы (или альтернативные стратегии процессов), чтобы определить, какой из них больше соответствует указанным требованиям.
- ? Моделирование позволяет изучить длительный интервал функционирования системы (скажем, экономической) в сжатые сроки или, наоборот, изучить более подробно работу системы в развернутый интервал времени.
- ? Компьютерное моделирование позволяет сократить затраты и трудоемкость исследований и разработок, по сравнению с использованием материальных образцов и реальных технических систем.





## НЕДОСТАТКИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

- ? Существует погрешность моделирования – поэтому адекватность модели нужно проверять с помощью аналитической модели
- ? Количество данных или убедительность анимации не являются критериями адекватности модели
- ? По возможности использовать альтернативные методы



# ПРЕПЯТСТВИЯ ДОСТИЖЕНИЮ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

- ? неправильное понимание целей моделирования;
- ? нечеткая или неточная постановка задач моделирования и отсутствие плана работ;
- ? неполные или несогласованные с руководителем и остальными участниками проекта исходные данные;
- ? недостаточный уровень проработки существенных элементов и частей модели;
- ? формальный подход к моделированию как к простому упражнению в освоении программного обеспечения;
- ? отсутствие в команде, работающей над моделью, специалистов со знанием предметной области и методологии моделирования;
- ? недостаточные знания математических методов моделирования и оптимизации;
- ? неподходящее программное обеспечение, выбранное для моделирования;
- ? использование неверных критериев оценки итогов работы

