

Информатика

Тема 3.

Модели решения  
функциональных и  
вычислительных задач

# Вопросы к теме 3.

1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем
2. Математические модели
3. Информационные модели
4. Моделирование информационных процессов

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

*Модель* — это искусственно созданный объект, дающий упрощенное представление о реальном объекте, процессе или явлении, отражающий существенные стороны изучаемого объекта с точки зрения цели моделирования.

Модель играет системообразующую и смыслообразующую роль в научном познании, позволяет понять явление, структуру изучаемого объекта. Не построив модель, вряд ли удастся понять логику действия системы.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

Классический (индуктивный) подход к моделированию рассматривает систему, переходя от частного к общему, и синтезирует ее путем слияния компонент, разрабатываемых отдельно.

Классический метод построения модели использует функциональный подход, при котором рассматриваются функции поведения системы, причем каждая функция описывает поведение одного свойства при внешнем воздействии.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

Системный же подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель моделирования. Важным для системного подхода является определение *структуры системы* – совокупности связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

При структурном подходе выявляется состав выделенных элементов системы и связи между ними. Это означает, что модель позволяет разложить систему на элементы, связи, механизмы, объяснить действие системы, определить причины явлений, характер взаимодействия составляющих.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

С усложнением моделируемых систем применяется системный метод, основанный на структурном подходе. Система разбивается на ряд подсистем со своими свойствами, которые описывают функциональными зависимостями и определяются связи между подсистемами. В этом случае система функционирует в соответствии со свойствами отдельных подсистем и связей между ними. Это избавляет от необходимости описывать взаимосвязи между свойствами всей системы, т.к. изменение свойств одной из подсистем

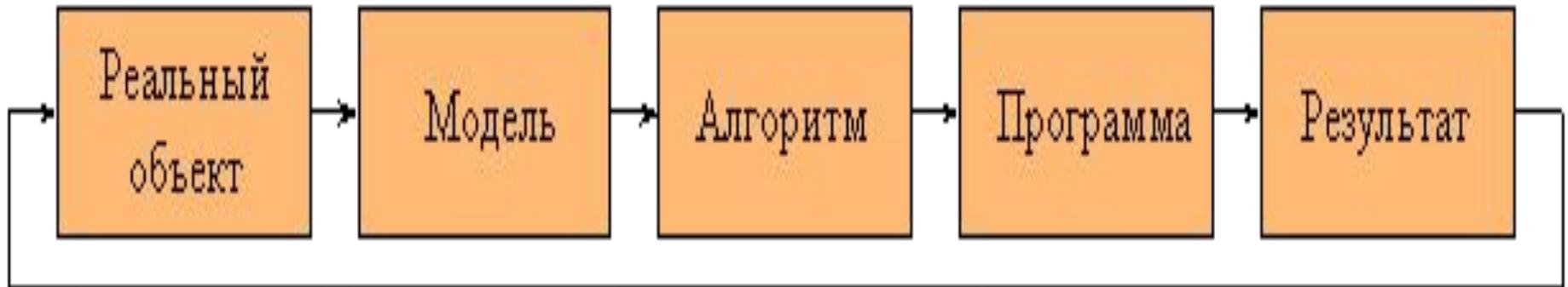
# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

*Задачи*, которые мы решаем, по своему назначению можно разделить на две категории:

- вычислительные задачи, целью которых является определение некоторой величины;
- функциональные задачи, предназначенные для создания некоего аппарата, выполняющего некоторые действия, функции. Например, экскаватор, бульдозер и т.п. – как решение функциональных задач

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

С точки зрения информатики, решение любой задачи представляет замкнутую технологическую последовательность



# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

Деятельность человека обычно идет по двум направлениям: исследование свойств объекта с целью их использования (или нейтрализации); создание новых объектов, имеющих полезные свойства. Первое направление относится к научным исследованиям и большую роль при их проведении имеет предсказание свойств объекта при недостаточной его изученности. Второе направление относится к инженерному проектированию. При этом важную роль играет понятие аналогии - суждения о каком-либо сходстве известного и проектируемого

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

Любой аналог (образ) какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве заменителя (представителя) оригинала, называется *моделью* (от лат. *modulus* ≈ образец).

Исследование объектов, процессов или явлений путем построения и изучения их моделей для определения или уточнения характеристик оригинала называется *моделированием*.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

## **Способы моделирования:**

*Аналитическое моделирование* заключается в построении модели, основанной на описании или поведения объекта или системы объектов в виде аналитических выражений – формул. Объект описывается системой линейных или нелинейных алгебраических или дифференциальных уравнений, решение которых может дать представление о свойствах объекта.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

## **Способы моделирования:**

*Имитационное моделирование* предполагает построение модели с характеристиками, адекватными оригиналу, на основе какого-либо его физического или информационного принципа. При таком моделировании отсутствует общая аналитическая модель большой размерности, а объект представлен системой, состоящей из элементов, взаимодействующих между собой и внешним миром. Задавая внешние воздействия, можно получить характеристики системы и провести их анализ.

# 1. Основные понятия. Системный подход к моделированию систем

## **Классификация видов моделей.**

*По цели использования:* научный эксперимент, комплексные испытания и производственный эксперимент, оптимизационные модели.

*По наличию воздействий на систему:* детерминированные, стохастические.

*По отношению ко времени:* статистические, динамические (дискретные и непрерывные).

*По возможности реализации:* мысленные (символические, математические), реальные (натурные, физические), информационные.

*По области применения:* универсальные, специализированные.

## 2. Математические модели

***Математическая модель*** — приближенное описание объекта моделирования, выраженное с помощью математической символики. Математическая модель — это уравнения, системы уравнений, системы неравенств, дифференциальные уравнения или системы таких уравнений и пр.

Математические модели появились вместе с математикой много веков назад. Огромный толчок развитию математического моделирования придало появление ЭВМ.

## 2. Математические модели

Применение вычислительных машин позволило проанализировать и применить на практике многие математические модели, которые раньше не поддавались аналитическому исследованию.

Реализованная на компьютере математическая модель называется *компьютерной математической моделью*, а проведение целенаправленных расчетов с помощью компьютерной модели называется вычислительным экспериментом.

# Этапы компьютерного математического моделирования:

*Первый этап:* определение целей моделирования. Эти цели могут быть различными:

- Понимание – модель нужна для того, чтобы понять, как устроен конкретный объект, какова его структура, основные свойства, законы развития и взаимодействия с окружающим миром;
- Управление – модель нужна для того, чтобы научиться управлять объектом или процессом и определить наилучшие способы управления при заданных целях и критериях;
- Прогнозирование – модель нужна для того, чтобы прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействия на объект.

# Этапы компьютерного математического моделирования:

- *Второй этап:* определение входных и выходных параметров модели; разделение входных параметров по степени важности влияния их изменений на выходные. Такой процесс называется ранжированием, или разделением по рангам.
- *Третий этап:* построение математической модели. На этом этапе происходит переход от абстрактной формулировки модели к формулировке, имеющей конкретное математическое представление.

## Этапы компьютерного математического моделирования:

- *Четвертый этап:* выбор метода исследования математической модели. Чаще всего здесь используются численные методы, которые хорошо поддаются программированию. Как правило, для решения одной и той же задачи подходит несколько методов, различающихся точностью, устойчивостью и т.д. От верного выбора метода часто зависит успех всего процесса моделирования.
- *Пятый этап:* разработка алгоритма, составление и отладка программы для ЭВМ — трудно формализуемый процесс.

## Этапы компьютерного математического моделирования:

- *Шестой этап:* тестирование программы. Работа программы проверяется на тестовой задаче с заранее известным ответом. Обычно тестирование заканчивается тогда, когда пользователь по своим профессиональным признакам сочтет программу верной.

# Этапы компьютерного математического моделирования:

- *Седьмой этап:* вычислительный эксперимент, в процессе которого выясняется, соответствует ли модель реальному объекту или процессу. Модель достаточно адекватна реальному процессу, если некоторые характеристики процесса, полученные на ЭВМ, совпадают с экспериментально полученными характеристиками с заданной степенью точности. В случае несоответствия модели реальному процессу возвращаемся к одному из предыдущих этапов.

# Классификация математических моделей

В основу классификации математических моделей можно положить различные принципы. Можно классифицировать модели по отраслям наук (математические модели в физике, биологии, социологии и т.д.). Можно классифицировать по применяемому математическому аппарату (модели, основанные на применении обыкновенных дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных, стохастических методов, дискретных алгебраических преобразований и т.д.).

# Классификация математических моделей

Если исходить из общих задач моделирования в разных науках, наиболее естественна такая классификация:

- дескриптивные (описательные) модели;
- оптимизационные модели;
- многокритериальные модели;
- игровые модели.

### 3. Информационные модели

*Информационная модель* - это совокупность информации об объекте, описывающая свойства и состояние объекта, процесса или явления, а также связи и отношения с окружающим миром. Информационные модели представляют объекты в виде словесных описаний, текстов, рисунков, таблиц, схем, чертежей, формул и т.д. Информационную модель нельзя потрогать, у нее нет материального воплощения, она строится только на информации.

### 3. Информационные модели

Информационную модель можно выразить на языке описания (знаковая модель) или языке представления (наглядная модель). Информационные модели во многих случаях опираются на математические модели, так как при решении задач математическая модель исследуемого объекта, процесса или явления неизбежно преобразуется в информационную для её реализации на компьютере

# Основные понятия информационной модели

Определим такие основные понятия информационной модели, как информационный объект, реквизит, отношения и связи.

*Информационным объектом* называется описание реального объекта, процесса или явления в виде совокупности его характеристик (информационных элементов), называемых реквизитами.

# Основные понятия информационной модели

Информационный объект определённой структуры (реквизитного состава) образует тип (класс), которому присваивают уникальное имя. *Информационный объект* с конкретными характеристиками называют экземпляром. Каждый экземпляр идентифицируется заданием ключевого реквизита (ключа). Одни и те же реквизиты в различных информационных объектах могут быть как ключевыми, так и описательными. Информационный объект может иметь несколько ключей.

# Основные понятия информационной модели

П р и м е р. Информационный объект СТУДЕНТ имеет реквизиты: номер (номер зачетной книжки  $\approx$  ключевой реквизит), фамилия, имя, отчество, дата рождения, код места обучения.

Информационный объект ЛИЧНОЕ ДЕЛО: номер студента, домашний адрес, номер аттестата о среднем образовании, семейное положение.

Информационный объект МЕСТО ОБУЧЕНИЯ включает реквизиты: код (ключевой реквизит), наименование вуза, факультет, группа.

# Основные понятия информационной модели

Информационный объект ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: код (ключевой реквизит), кафедра, фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, должность.

*Отношения*, существующие между реальными объектами, определяются в информационных моделях как *связи*. Существует три вида связей: один к одному ( $1 : 1$ ), один ко многим ( $1 : \infty$ ) и многие ко многим ( $\infty : \infty$ ).

- *Связь один к одному* определяет соответствие одному информационному объекту  $X$  не более одного информационного объекта  $Y$ , и наоборот.

# Основные понятия информационной модели

- П р и м е р. Информационные объекты СТУДЕНТ и ЛИЧНОЕ ДЕЛО будут связаны отношением один к одному. Каждый студент имеет определенные уникальные данные в личном деле.
- При связи *один ко многим* одному экземпляру информационного объекта  $X$  может соответствовать любое количество информационных объектов  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , но каждый объект  $Y_i, i = 1, 2, \dots, n$ , связан не более чем с одним объектом  $X$ .

# Основные понятия информационной модели

- П р и м е р. Между информационными объектами МЕСТО ОБУЧЕНИЯ и СТУДЕНТ необходимо установить связь один ко многим. Одно и то же место обучения может многократно повторяться для различных студентов.
- Связь *многие ко многим* предполагает соответствие каждому информационному объекту  $X_j, j = 1, 2, \dots, m$ , любое количество экземпляров объекта  $Y_i, i = 1, 2, \dots, n$ , и наоборот.

# Основные понятия информационной модели

- П р и м е р. Информационные объекты СТУДЕНТ и ПРЕПОДАВАТЕЛЬ имеют связь многие ко многим. Каждый студент обучается у множества преподавателей, а каждый преподаватель учит множество студентов.

### 3. Информационные модели

Тогда *информационная модель* определяется как связанная совокупность *информационных объектов*, описывающих информационные процессы в исследуемой предметной области.

Информационные модели делятся на универсальные и специализированные.

Универсальные модели предназначены для использования в различных предметных областях, к ним относятся БД, СУБД, БЗ, СУБЗ, искусственный интеллект, экспертные системы. Специализированные модели предназначены для описания конкретных систем, являются уникальными по своим возможностям

