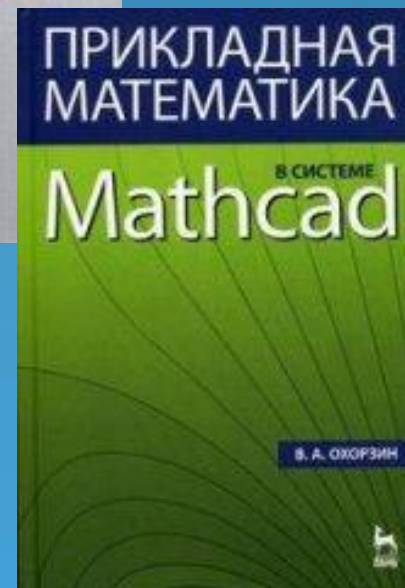




# МОСКОВСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

# Компьютерное моделирование



Бужинский В.А. ктн доцент  
[bva2516@mail.ru](mailto:bva2516@mail.ru)

Тема № 1. Основные понятия компьютерного моделирования.

Тема № 2. Построение моделирующих алгоритмов:  
формализация и алгоритмизация процессов.

Тема № 3. Универсальность математических моделей.

Тема № 4. Математические модели сложных систем.

Тема № 5. Непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, дискретно-вероятностные и непрерывно-вероятностные модели.

В настоящее время моделирование составляет неотъемлемую часть современной фундаментальной и прикладной науки, причем по важности оно приближается к традиционным экспериментальным и теоретическим методам научного познания.

Цель курса - расширить представления студентов о моделировании как методе научного познания, о использовании компьютера как инструмента научно-исследовательской деятельности.

Процесс моделирования требует проведения математических вычислений, которые в подавляющем большинстве случаев являются весьма сложными. Для разработки программ, позволяющих моделировать тот или иной процесс, от обучающихся потребуются не только знание конкретных языков программирования, но и владение методами вычислительной математики. При изучении данного курса представляется целесообразным использовать пакеты прикладных программ для математических и научных расчетов, ориентированные на широкий круг пользователей.

**Компьютерное моделирование**, возникшее как одно из направлений математического моделирования с развитием информационных компьютерных технологий стало самостоятельной и важной областью применения компьютеров. В настоящее время компьютерное моделирование в научных и практических исследованиях является одним из основных методов познания. Без компьютерного моделирования сейчас невозможно решение крупных научных и экономических задач. Выработана технология исследования сложных проблем, основанная на построении и анализе с помощью вычислительной техники математической модели изучаемого объекта.

Такой метод исследования называется **вычислительным экспериментом**. Вычислительный эксперимент применяется практически во всех отраслях науки - в физике, химии, астрономии, биологии, экологии, даже в таких сугубо гуманитарных науках как психология, лингвистика и филология, кроме научных областей вычислительные эксперименты широко применяются в экономике, в социологии, в промышленности, в управлении.

## План вебинара:

1. Компьютерное моделирование как метод научного познания
2. Классификация моделей
3. Основные понятия КМ
4. Этапы компьютерного моделирования

## 1. Компьютерное моделирование как метод научного познания

Курс Компьютерное моделирование - это новый и довольно сложный курс в цикле информационных дисциплин. Постольку, поскольку курс КМ является междисциплинарным курсом для его успешного освоения требуется наличие самых разнообразных знаний: во-первых, знаний в выбранной предметной области - если мы моделируем физические процессы, мы должны обладать определенным уровнем знания законов физики, моделируя экологические процессы - биологических законов, моделируя экономические процессы - знанием законов экономики, кроме того, т.к. компьютерное моделирование использует практически весь аппарат современной математики, предполагается знание основных математических дисциплин - алгебры, матанализа, теории дифференциальных уравнений, матстатистики, теории вероятности.

Для решения математических задач на компьютере необходимо владеть в полном объеме численными методами решения нелинейных уравнений, систем линейных уравнений, дифференциальных уравнений, уметь аппроксимировать и интерполировать функции. И, конечно же, предполагается свободное владение современными информационными технологиями, знание языков программирования и владение навыками разработки прикладных программ.

Проведение вычислительного эксперимента имеет ряд преимуществ перед так называемым натурным экспериментом:

- для ВЭ не требуется сложного лабораторного оборудования;
- существенное сокращение временных затрат на эксперимент;
- возможность свободного управления параметрами, произвольного их изменения, вплоть до придания им нереальных, неправдоподобных значений;
- возможность проведения вычислительного эксперимента там, где натурный эксперимент невозможен из-за удаленности исследуемого явления в пространстве (астрономия) либо из-за его значительной растянутости во времени (биология), либо из-за возможности внесения необратимых изменений в изучаемый процесс.

Также широко используется КМ в образовательных и учебных целях.

КМ - наиболее адекватный подход при изучении предметов естественнонаучного цикла, изучение КМ открывает широкие возможности для осознания связи информатики с математикой и другими науками - естественными и социальными.

Учитель может использовать на уроке готовые компьютерные модели для демонстрации изучаемого явления, будь это движение астрономических объектов или движение атомов или модель молекулы или рост микробов и т.д., также учитель может озадачить учеников разработкой конкретных моделей, моделируя конкретное явление ученик не только освоит конкретный учебный материал, но и приобретет умение ставить проблемы и задачи, прогнозировать результаты исследования, проводить разумные оценки, выделять главные и второстепенные факторы для построения моделей, выбирать аналогии и математические формулировки, использовать компьютер для решения задач, проводить анализ вычислительных экспериментов.

Таким образом, применение КМ в образовании позволяет сблизить методологию учебной деятельности с методологией научно-исследовательской работы, что должно быть интересно вам, как будущим педагогам.

## 2. Классификация моделей

В зависимости от средств построения различают следующие классы моделей:

- словесные или описательные модели их также в некоторой литературе называют вербальными или текстовыми моделями (например, милицейский протокол с места происшествия, стихотворение Лермонтова "Тиха украинская ночь");
- натурные модели (макет Солнечной системы, игрушечный кораблик);
- абстрактные или знаковые модели. Интересующие нас математические модели явлений и компьютерные модели относятся как раз к этому классу.

Можно классифицировать модели по предметной области:

- физические модели,
- биологические,
- социологические,
- экономические и т.д.

Классификация модели по применяемому математическому аппарату:

- модели, основанные на применении обыкновенных дифференциальных уравнений;
- модели, основанные на применении уравнений в частных производных;
- вероятностные модели и т.д.

В зависимости от целей моделирования различают:

- Дескриптивные модели (описательные) описывают моделируемые объекты и явления и как бы фиксируют сведения человека о них. Примером может служить модель Солнечной системы, или модель движения кометы, в которой мы моделируем траекторию ее полета, расстояние, на котором она пройдет от Земли. У нас нет никаких возможностей повлиять на движение кометы или движение планет Солнечной системы;
- Оптимизационные модели служат для поиска наилучших решений при соблюдении определенных условий и ограничений. В этом случае в модель входит один или несколько параметров, доступных нашему влиянию, например, известная задача коммивояжера, оптимизируя его маршрут, мы снижаем стоимость перевозок. Часто приходится оптимизировать процесс по нескольким параметрам сразу, причем цели могут быть весьма противоречивы, например, головная боль любой хозяйки - как вкуснее, калорийнее и дешевле накормить семью;
- Игровые модели (компьютерные игры);
- Обучающие модели (всевозможные тренажеры);
- Имитационные модели (модели, в которых сделана попытка более или менее полного и достоверного воспроизведения некоторого реального процесса, например, моделирование движения молекул в газе, поведение колонии микробов и т.д.).

Существует также классификация моделей в зависимости от их изменения во времени. Различают:

- Статические модели - неизменные во времени;
- Динамические модели - состояние которых меняется со временем.

### 3. Основные понятия КМ

*Модель* - искусственно созданный объект, который воспроизводит в определенном виде реальный объект - оригинал.

*Компьютерная модель* - представление информации о моделируемой системе средствами компьютера.

*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.

*Связь* между элементами описывается с помощью величин и алгоритмов, в частности вычислительных формул.

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

Структура данных, описывающих состояние, не зависит от конкретного состояния и не меняется при смене состояний, меняется только значение характеристик.

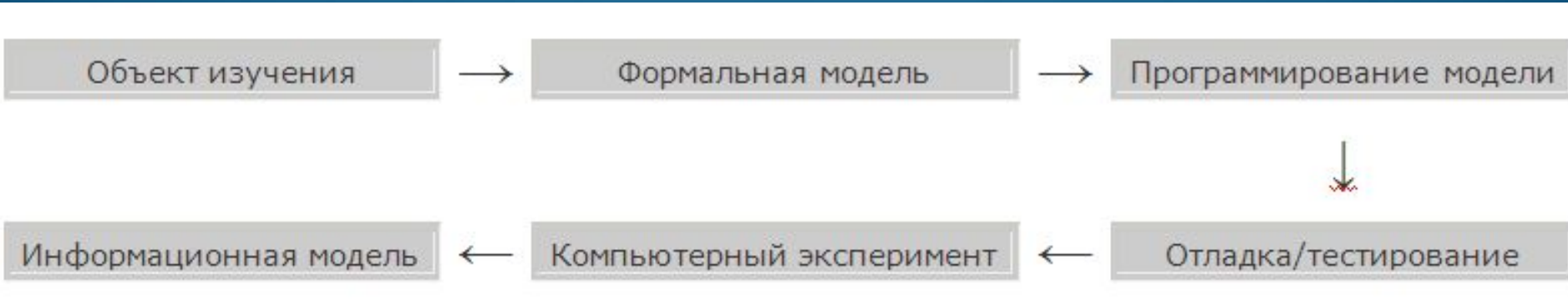
Если состояния системы функционально зависят от некоторого параметра, то *процессом* называют набор состояний, соответствующий упорядоченному изменению параметра.

Параметры в системе могут меняться как непрерывно, так и дискретно.

В компьютерной модели изменение параметра всегда дискретно. Непрерывные процессы можно моделировать на компьютере, выбирая дискретную серию значений параметра так, чтобы последовательные состояния мало чем отличались друг от друга, или, другими словами, минимизируя шаг по времени.

*Статистические 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. В оптимизационных и имитационных моделях последовательность смены состояний соответствует изменению моделируемой системы во времени. В вероятностных моделях смена состояний определяется случайными величинами.

## 4. Этапы компьютерного моделирования



Моделирование начинается с объекта изучения. На 1 этапе формируются законы, управляющие исследованием, происходит отделение информации от реального объекта, формируется существенная информация, отбрасывается несущественная, происходит первый шаг абстракции. Преобразование информации определяется решаемой задачей. Информация, существенная для одной задачи, может оказаться несущественной для другой. Потеря существенной информации приводит к неверному решению или не позволяет вообще получить решение. Учет несущественной информации вызывает излишние сложности, а иногда создает непреодолимые препятствия на пути к решению. Переход от реального объекта к информации о нем осмыслен только тогда, когда поставлена задача. В тоже время постановка задачи уточняется по мере изучения объекта. Т.о. на 1 этапе параллельно идут процессы целенаправленного изучения объекта и уточнения задачи. Также на этом этапе информация об объекте подготавливается к обработке на компьютере.

Строится так называемая **формальная модель** явления, которая содержит:

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

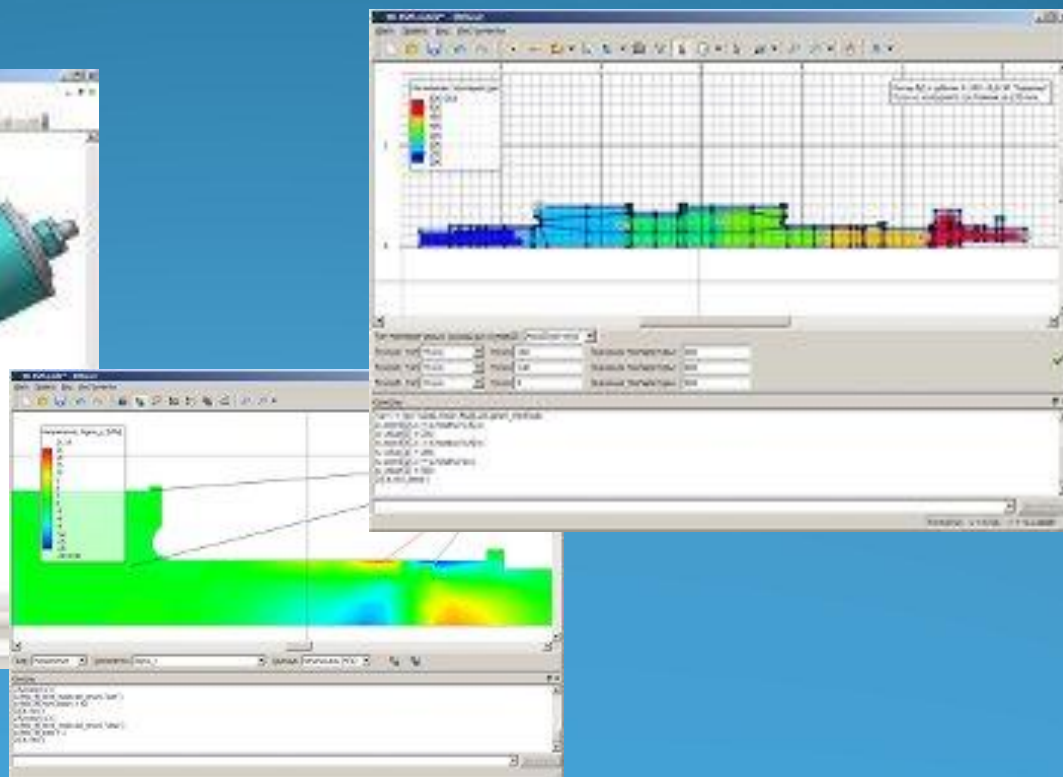
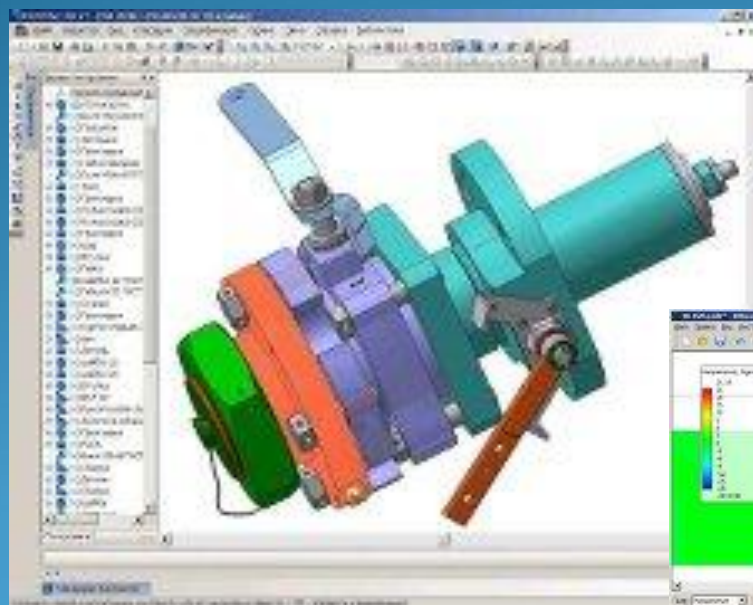
На 2 этапе формальная модель реализуется на компьютере, выбираются подходящие программные средства для этого, строится алгоритм решения проблемы, пишется программа, реализующая этот алгоритм, затем написанная программа отлаживается и тестируется на специально подготовленных тестовых моделях.

**Тестирование** - это процесс исполнения программы с целью выявления ошибок. Подбор тестовой модели - это своего рода искусство, хотя для этого разработаны и успешно применяются некоторые основные принципы тестирования.

Тестирование - это процесс деструктивный, поэтому считается, что тест удачный, если обнаружена ошибка. Проверить компьютерную модель на соответствие оригиналу, проверить насколько хорошо или плохо отражает модель основные свойства объекта, часто удается с помощью простых модельных примеров, когда результат моделирования известен заранее.

На 3 этапе, работая с компьютерной моделью мы осуществляем непосредственно вычислительный эксперимент. Исследуем, как поведет себя наша модель в том или ином случае, при тех или иных наборах динамических параметров, пытаемся прогнозировать или оптимизировать что-либо в зависимости от поставленной задачи.

Результатом компьютерного эксперимента будет являться информационная модель явления, в виде графиков, зависимостей одних параметров от других, диаграмм, таблиц, демонстрации явления в реальном или виртуальном времени и т.п.



Информационное моделирование на современном этапе развития информатики невозможно без привлечения технических средств, прежде всего компьютеров и средств телекоммуникаций, без использования программ и алгоритмов, а также обеспечения условий применения указанных средств на конкретном рабочем месте, т.е. достижений науки под названием эргономика.

*Эргономика* – это наука, изучающая взаимодействие человека и машины в конкретных условиях производственной деятельности с целью рационализации производства.

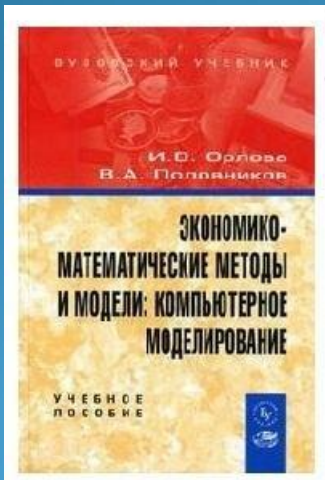
Требования эргономики состоят:

- в оптимальном распределении функций в системе «человек–машина»;
- рациональной организации рабочего места;
- соответствии технических средств психофизиологическим, биомеханическим и антропологическим требованиям;
- создании оптимальных для жизнедеятельности и работоспособности человека показателей производственной среды;
- обязательном соблюдении санитарно-гигиенических требований к условиям труда.

В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. Учебное пособие для студентов и аспирантов. 2008 год. 91 стр.



Компьютерное моделирование физических задач в Microsoft Visual Basic. Учебник Author: Алексеев Д.В. СОЛОН-ПРЕСС, 2009 г



Автор: Орлова И.В., Половников В.А.  
Издательство: Вузовский учебник  
Год: 2008

Анфилов, В. С. Системный анализ в управлении [Текст]: учеб. пособие / В. С. Анфилов, А. А. Емельянов, А. А. Кукушкин; под ред. А. А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

Веников, В.А.. Теория подобия и моделирования [Текст] / В. А. Веников, Г. В. Веников.- М.: Высш.шк., 1984. – 439 с.

Евсюков, В. Н. Анализ автоматических систем [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения практических заданий / В. Н. Евсюков, А. М. Черноусова. – 2-е изд., исп. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. - 179 с.

Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике [Текст]: учеб. для вузов / Под ред. В. С.Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2001. – 496 с.

Колесов, Ю. Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы [Текст]: уч. пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 224 с.

Колесов, Ю.Б. Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход [Текст] : Уч. пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 192 с.

Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования [Текст]: учеб.для вузов / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 360 с.

Скурихин, В.И. Математическое моделирование [Текст] / В. И. Скурихин, В. В.

Шифрин, В. В. Дубровский. - К.: Техника, 1983. – 270 с.

**Черноусова, А. М. Программное обеспечение автоматизированных систем проектирования и управления: учебное пособие [Текст] / А. М. Черноусова, В. Н. Шерстобитова. - Оренбург: ОГУ, 2006. - 301 с.**