**Введение**

Формализация задачи и применение численных методов позволяют использовать хорошо изученные приемы решения и стандартное (универсальное) математическое обеспечение ЭВМ.

Применение ЭВМ повышает эффективность научных исследований, позволяет проводить моделирование сложных объектов и явлений.

Математическое моделирование включает следующие шаги:

1)   выбор расчетной схемы и определение необходимой детализации;

2)   математическое описание (составление системы уравнений);

3)   выбор метода решения;

4)   приведение модели (включающей уравнения, метод, исходные данные и начальные условия) к виду, удобному для решения на ЭВМ;

5)   составление программы для ЭВМ;

6)   проведение расчетов (моделирование);

7)   при необходимости повторить шаги 3 - 6;

8)   анализ результатов;

9)   при необходимости повторить шаги 1 - 8;

10) оформление отчета (описание, схемы, рисунки, графики, формулы);

11) при необходимости повторить шаги 1 - 10, 3 - 10, 8 - 10.

Развитие ЭВМ и программного обеспечения приводит к ускорению и облегчению выполнения каждого шага моделирования.

До недавнего времени преобладал традиционный подход, отработанный на “больших” ЭВМ.

При этом каждый этап был изолирован от других и рассчитан на работу специализированной группы. Так постановкой задачи занимались “постановщики”, разрабатывали методы решения и программировали математики и программисты, обработкой на ЭВМ и построением графиков решения занимались операторы и т.д. Большое количество времени (человеческого и машинного) требовалось на отладку программ. Решение на ЭВМ проводилось в основном в пакетном режиме. Т.е. закладывали пакет входных данных (на перфокартах, магнитных лентах или в другом виде) и получали выходные данные (в основном на бумаге, реже на магнитном носителе).

При традиционном подходе хорошо решаются многовариантные задачи на хорошо отработанных моделях. Многомодельные системы в основном используются в дорогих САПР.

Увеличение быстродействия ЭВМ и развитие графического интерфейса позволило получать и отображать результаты в графическом виде в темпе решения, что значительно сократило объем промежуточных распечаток и бумажных отчетов.

На шаге 3 широко используются стандартные пакеты прикладных программ, для которых есть обоснование и контрольные примеры. Программисты со стажем наверняка помнят знаменитый пакет прикладных научных подпрограмм SSPLIB для ЕС ЭВМ, значительно расширивший вычислительные возможности языка Фортран.

Модульный состав пакета соответствует модульной структуре самого Фортрана и широко используемого в то время подхода: наработка необходимого набора методов решения и ряда моделей для определенного класса задач.

При системном подходе к моделированию должен рассматриваться весь комплекс вопросов: планирование, проведение и обработка результатов вычислительного эксперимента.

Важной задачей является обработка результатов вычислений. На этом этапе используются методы, хорошо зарекомендовавшие себя при экспериментах с реальными объектами. Результаты, полученные на математических моделях, могут быть сравнимы с результатами натурного эксперимента.

Первые персональные компьютеры в основном облегчали этап оформления результатов моделирования (шаг 10). Здесь используются текстовые редакторы, графические редакторы, программы построения графиков.

Наверное, нет смысла перечислять все текстовые редакторы, которые в разное время использовались для оформления научно-технических отчетов. Однако, на наш взгляд, особое (историческое) место занимает Лексикон, с использование которого можно было получить печатный текст, похожий на машинописный, как требовалось по ГОСТу.

Для построения графиков результатов использовался известный многим пакет GRAPHER, первые версии которого работали еще под MS DOS.

Современные пакеты подготовки печатной продукции включают средства оформления текста, подготовки математических формул, графиков, схем, таблиц. Современные технологии позволяют подготовить документ, включающий как объекты документы других типов или гиперссылки на другие документы и программы обработки.

Наибольшее применение (по количеству) в задачах моделирования получили персональные компьютеры. Изначально широкое их использование определялось не их быстродействием, а возможностью гармонично настроить рабочее место исследователя, организовать передачу данных между задачами, получить законченный отчет.

Рассмотрим программное обеспечение персональных компьютеров, используемое на различных этапах математического моделирования.

В последние годы в развитии программного обеспечения для персональных ЭВМ прослеживается тенденция применения интегрированных пакетов, включающих наряду со специализированными программами и программы подготовки отчетов.

**Пакет MATLAB**

Модульный подход к моделированию прослеживается и в современных пакетах.

Одним их из них является MATLAB фирмы “The MathWorks Inc” (USA), который по существу переместился с “больших” машин на персональные компьютеры.

Система MATLAB предназначена для выполнения инженерных и научных расчетов и высококачественной визуализации получаемых результатов. Эта система применяется в математике, вычислительном эксперименте, имитационном моделировании.

В пакет входит множество хорошо проверенных численных методов (решателей), операторы графического представления результатов, средства создания диалогов. Отличительной особенностью MATLAB по сравнению с обычными языками программирования является матричное представление данных и большие возможности матричных операций над данными. Используя пакет MATLAB можно как из кубиков построить довольно сложную математическую модель, или написать свою программу (весьма похожую на Фортран-программу). А можно используя SIMULINK и технологию визуального моделирования составить имитационную модель или систему автоматического регулирования.

Гибкий язык MATLAB дает возможность инженерам и ученым легко реализовывать свои идеи. Мощные численные методы и графические возможности позволяют проверять предположения и новые возникающие идеи, а интегрированная среда дает возможность быстро получать практические результаты.

Сегодня MATLAB используется во множестве областей, среди которых обработка сигналов и изображений, проектирование систем управления, финансовые расчеты и медицинские исследования. Его открытая архитектура делает возможным использование MATLAB и сопутствующих продуктов для исследования данных и создания собственных инструментов, использующих функциональные возможности MATLAB.

Для проектирования систем управления, цифровой обработки сигналов, коммуникационных систем широко используется Simulink, позволяющий моделировать динамические системы, оценивать их работу, модифицировать проект с помощью графических блок-диаграмм. Simulink - это интерактивная среда для моделирования и анализа широкого класса динамических систем.

Благодаря тесной интеграции с MATLAB, Simulink имеет непосредственный доступ к широкому диапазону средств проектирования и анализа. Традиционный подход к проектированию систем обычно заключается в создании прототипа, за которым следует всестороннее тестирование и внесение соответствующих изменений. Этот подход требует больших временных и финансовых затрат. Эффективной и общепринятой альтернативой является имитационное моделирование. Simulink - мощный инструмент для моделирования, обеспечивающий быстрое построение и тестирование виртуальных прототипов, и дающий доступ к любому уровню детализации проекта с минимальными усилиями. Используя Simulink для итеративного исправления проекта до построения прототипа, инженер может разработать проект быстро и эффективно.

**Пакет MATHCAD**

Другая сторона развития программного обеспечения — ориентация на “непрограммирующего пользователя”. В этом случае пользователь такого пакета получает возможность сосредоточиться на сущности самой задачи, а не способах ее программной реализации. В свою очередь пользователь должен ясно представлять возможности используемого пакета и заложенных в нем методов, а также уметь выбрать необходимый пакет, соответствующий решаемой задаче.

 Все этапы создания и использования математической модели легко проследить при работе с пакетом MATHCAD фирмы “MathSoft Inc.” (USA).

MATHCAD — универсальный математический пакет, предназначенный для выполнения инженерных и научных расчетов. Математическое обеспечение пакета позволяет решать многие задачи в объеме инженерного вуза.

Разработчики пакета совершенствуют пакет от версии к версии. В настоящее время существуют версии MATHCAD 8.0 и MATHCAD 2000, обладающей еще большими возможностями. Существуют оригинальная (англоязычная) и русифицированная версии программы.

Что отличает пакет MATHCAD от калькулятора: вычисление с произвольной точностью, работа с различными типами данных (комплексные, векторы, матрицы), использование библиотеки математических функций (которая может быть дополнена программами на ФОРТРАНе).

Основное преимущество пакета перед типичными языками программирования — естественный математический язык, на котором формулируется решаемая задача.

Пакет объединяет в себе: редактор математических формул, интерпретатор для вычислений, библиотеку математических функций, процессор символьных преобразований, текстовый редактор, графические средства представления результатов. Пакет MATHCAD относится к интегрированным пакетам, т.е. позволяет не только произвести вычисления, но и получить документ - итоговый отчет с комментариями, формулами, таблицами и графиками. В отличие от издательских систем формулы в MATHCAD работают!

К положительным качествам MATHCAD следует отнести открытость - все приведенное в документе может быть воспроизведено, а интеграция в одном документе исходных данных, метода решения и результатов позволяет сохранить настройки для решения подобных задач.

Какой из пакетов выбрать? У каждого из них есть свои преимущества и недостатки. Лучший выход - ознакомиться с возможностями каждого, чтобы в дальнейшем умело интегрировать их при решении различных задач.

Другие продукты фирмы **MathSoft.**

S-PLUS 2000 - новая версия популярной статистической программы фирмы.

**Пакет STATISTICA**

Во многих естественнонаучных областях статистические методы были и остаются важной составной частью процедуры обработки результатов измерений. Это касается практически всех отраслей знания: физики, химии, биологии, геологии, метеорологии и многих других. Современные программы для статистической обработки данных позволяют применять сложные современные методы анализа даже в тех областях, где ранее такие исследования были чрезвычайно трудоемкими и, следовательно, проводились достаточно редко. Некоторые примеры применения системы STATISTICA для обработки экспериментальных данных можно найти в научных работах, опубликованных в Интернете.

Методы математической статистики изучают не только студенты естественнонаучных специальностей, но и экономисты, инженеры, психологи, социологи и многие другие специалисты. Поэтому курс мат. статистики входит в программу большинства высших учебных заведений, а неотъемлемой его частью становится освоение соответствующего программного обеспечения. Опыт работы многих преподавателей вузов показал, что система STATISTICA может служить не только эффективным инструментом для научных исследований, но и чрезвычайно удобной средой для обучения методам статистического анализа.

Система STATISTICA активно используется в учебном процессе в вузах. Примеры программ курса статистики можно найти в Интернете на web-страницах соответствующих учебных заведений.

Продукты фирмы**StatSoft.**

STATISTICA 5.5 - Мощный пакет статистического и графического анализа данных.

Quick STATISTICA - Базовый набор наиболее часто используемых статистических методов + все графические возможности системы STATISTICA + языки программирования.

Power analysis - Приложение для анализа необходимых условий получения надежных статистических результатов.

Neural Networks - Универсальная программа для проведения нейросетевого анализа.

Student Edition of STATISTICA - Краткая версия  STATISTICA для студентов.

**Другие математические пакеты**

Все многообразие математических пакетов не ограничивается перечисленными выше системами. Не претендуя на полноту, перечислим некоторые:

MAPLE V – система символьных преобразований (частично входит в MATHCAD),

MATHEMATICA – мощная система аналитического решения.

**Графические пакеты**

Графические пакеты предназначены для визуализации результатов расчетов. В качестве наиболее известных назовем следующие продукты компании**Golden Software:**

Surfer 7.0 – для построения пространственных поверхностей, линий уровня и карт;  
Grapher 2 – для построения двумерных графиков,  
MapViewer 3.0  
Didger 2.0

**Основные ссылки**

***Matlab***

* [http://www.mathworks.com](http://www.mathworks.com/) - официальный сайт фирмы **MathWorks**
* Потемкин В.Г. [Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.x (в 2-х томах)](http://www.softline.ru/science/Literature/Matlab5x.asp).
* Потемкин В.Г. [Система MATLAB. Справочное пособие.](http://www.softline.ru/science/Literature/Matlab_handbook.asp) М: Диалог-МИФИ, 1997. - 350 с.
* Потемкин В.Г. [MATLAB 5 для студентов. Справочное пособие.](http://www.softline.ru/science/Literature/Matlab5_student.asp) М: Диалог-МИФИ, 1998. - 314 с.
* Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. [Математическая система MATLAB 5.0/5.3.](http://www.softline.ru/science/Literature/Matlab5_53.asp) М.:Нолидж .-1999.- 640 c.
* Медведев В.С., Потемкин В.Г. [Control System Toolbox - Matlab 5 для студентов](http://www.softline.ru/science/Literature/Matlab_CSToolbox.asp)
* Манзон Б. [Matlab 5.1 – симфония алгоритмов.](http://softline.perm.ru/mathworks/articles/matlab_5_sym.htm)

***MathCad***

* [http://www.mathsoft.com](http://www.mathsoft.com/) – официальный сайт фирмы **MathSoft**.
* [Коллекция Mathcad файлов](html://www.mathsoft.com/eduindex.html)
* Очков В.Ф. [Mathcad 8 Pro для студентов и инженеров.](http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/mc8Pro.book/index.htm) - М.: КомпьютерПресс, 1999.
* Плис А.И., Сливина Н.А. [Mathcad: математический практикум.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad_practicum.asp) - М: Финансы и Статистика. - 1999.
* [MathCad 6.0 Plus. Финансовые, инженерные и научные расчеты в среде Windows 95.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad6Plus.asp) Перевод с англ. - М.: "Филинъ", 1996, 712 с.
* Очков В.Ф. [MathCad 7 Pro для студентов и инженеров.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad7Pro.asp) М: КомпьютерПресс, 1998. -384 с.
* Дьяконов В.П. [Справочник по MathCAD PLUS 6.0 PRO.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad6PlusPro.asp) М.: CK Пресс, 1997.- 336 с.
* Дьяконов В.П. [Справочник по MathCAD PLUS 7.0 PRO.](http://www.softline.ru/science/Literature/MathcadPlus7Pro.asp) М.: CK Пресс, 1998.- 352 c.
* Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. [MathCAD 7 в математике, в физике и в Internet.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad7.asp) М.: Нолидж.- 1998.- 352 с.
* Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. [Mathcad 8 в математике, в физике и в Internet](http://www.mathmod.narod.ru/Mathcad8Pro.asp). М.: Нолидж.- 1999.- 512 с.
* Дьяконов В. П. [Mathcad](http://www.mathmod.narod.ru/Mathcad2000Pro.asp)[8/2000. Специальный справочник](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathcad2000Pro.asp). С. Пб.: ПИТЕР.- 2000 г.- 592 с.

***Maple V***

* Говорухин В.Н., Цибулин В.Г. [Введение в Maple. Математический пакет для всех.](http://www.softline.ru/science/Literature/MapleV_introduction.asp) М: Мир, 1997. - 208 с.
* Прохоров Г.В., Леденев М.А., Колбеев В.В. [Пакет символьных вычислений Maple V.](http://www.softline.ru/science/Literature/MapleV.asp) М: Компания "Петит", 1997. - 200 с.
* Прохоров Г.В., Колбеев В.В., Желнов К.И., Леденев М.А. [Математический пакет Maple V Release 4: Руководство пользователя.](http://www.softline.ru/science/Literature/MapleV4.asp) Калуга: Облиздат, 1998. - 200 с.
* Манзон Б.М. [Maple V Power Edition.](http://www.softline.ru/science/Literature/MapleVPowerEdition.asp) М: Информационно-издательский дом "Филинъ", 1998. - 240 с.
* Дьяконов В.П. [Математическая система Maple V R3/R4/R5](http://www.softline.ru/science/Literature/MapleV345.asp).М.: Солон.- 1998.-400 с.
* Манзон Б.М.[Лекции по физике в среде MAPLE V.](http://www.softline.ru/science/WaterlooMaple/Articles/Content_Lectures.asp)

***Mathematica***

* Воробьев Е.М. [Введение в систему "Математика": Учеб. пособие.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathematica_introdution.asp) М: Финансы и статистика, 1998. - 262 с.
* Аладьев В.З., Шишаков М.Л. [Введение в среду пакета Mathematica 2.2.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathematica22.asp) М: Информационно-издательский дом "Филинъ", 1997. - 368 с.
* Дьяконов В.П. [Системы символьной математики Mathematica 2 и Mathematica 3. Справочное издание.](http://www.softline.ru/science/Literature/Mathematica23.asp) М.: СК ПРЕСС.- 1998.- 328 c.

***Statistica***

* [www.statsoft.com](http://www.mathmod.narod.ru/www.statsoft.com) - домашняя страница фирмы **StatSoft**
* [www.statsoft.ru](http://www.mathmod.narod.ru/www.statsoft.ru) - русская страница фирмы **StatSoft.**
* [Электронный учебник по статистике.](http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm) StatSoft Inc.,1999.- WEB: http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm.
* Боровиков В.П., Боровиков И.П.. [STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows](http://www.softline.ru/science/Literature/Statistica.asp). М: Информационно-издательский дом "Филинъ", 1997. - 608 с.
* Боровиков В.П. [Популярное введение в программу STATISTICA.](http://www.softline.ru/science/Literature/Statistica_introduction.asp) М: КомпьютерПресс, 1998. - 267 с.

***Графические пакеты***

* [www.goldensoftware.com](http://www.mathmod.narod.ru/www.goldensoftware.com) – официальный сайт фирмы **Golden Software**