



Кафедра телекоммуникационных систем
«Основы математического моделирования»

Раздел 2. Система MATLAB: базовые возможности и функции (Ауд. - 36 ч.: Л (8) – 16 ч., ПЗ (2) – 4 ч., ЛЗ (4) – 16 ч.; Сам. работа – 20 ч.).

Лекция №4:

Основы работы в среде MATLAB

Учебные вопросы:

1. История становления системы MATLAB.
2. Возможности прежних версий MATLAB x.x
3. Интерфейсы графических окон. Операции с рабочей областью и текстом сессии.
4. Справочная система MATLAB.



Введение

В начале 90-х гг. на смену универсальным языкам программирования пришли специализированные системы компьютерной математики (СКМ). Среди них наибольшую известность получили системы Eureka, Mercury, Mathcad, Derive, Mathematica 2/3/4, Maple V R3/R4/R5 и Maple 6 и др.

В разделе №2 рассматривается система **MATLAB**[®], прошедшая многолетний путь развития от узко специализированного матричного программного модуля, используемого только на больших ЭВМ, до универсальной интегрированной СКМ, ориентированной на массовые персональные компьютеры класса IBM PC и Macintosh и рабочие станции UNIX и имеющей мощные средства диалога, графики и *комплексной визуализации*. **MATLAB** представляет собой хорошо апробированную и надежную СКМ, рассчитанную на решение самого широкого круга математических задач с представлением данных в универсальной матричной форме, предложенной фирмой **Math Works, Inc.**

Популярности системы способствует ее мощное расширение **Simulink**, предоставляющее удобные и простые средства, в том числе визуальное объектно-ориентированное программирование, для моделирования линейных и нелинейных динамических систем, а также множество других пакетов расширения системы.



Введение

MATLAB — одна из старейших, тщательно проработанных и проверенных временем систем автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций. Это нашло отражение в названии системы — **MAT**rix **LAB**oratory — матричная лаборатория.

В настоящее время система MATLAB далеко вышла за пределы специализированной матричной системы и стала одной из наиболее мощных универсальных интегрированных СКМ. Слово «интегрированная» указывает на то, что в этой системе объединены удобная оболочка, редактор выражений и текстовых комментариев, вычислитель и графический программный процессор.

В новой версии используются такие мощные типы данных, как многомерные массивы, массивы ячеек, массивы структур, массивы Java и разреженные матрицы, что открывает возможности применения системы при создании и отладке новых алгоритмов матричных и основанных на них параллельных вычислений и



1. История становления системы MATLAB

Система MATLAB была разработана Молером (С. В. Moler) и с конца 70-х гг. широко использовалась на больших ЭВМ. В начале 80-х гг. Джон Литл (John Little) из фирмы MathWorks, Inc. разработал версии системы PC MATLAB для компьютеров класса IBM PC, VAX и Macintosh.

В дальнейшем были созданы версии для рабочих станций Sun, компьютеров с операционной системой UNIX и многих других типов больших и малых ЭВМ. Сейчас свыше десятка популярных компьютерных платформ могут работать с системой MATLAB. К расширению системы были привлечены крупнейшие научные школы мира в области математики, программирования и естествознания.

Одной из основных задач системы было предоставление пользователям мощного языка программирования, ориентированного на математические расчеты и способного превзойти возможности традиционных языков программирования, которые многие годы использовались для реализации численных методов. При этом особое внимание уделялось как повышению скорости вычислений, так и адаптации системы к решению самых ресурсоемких задач.



Введение в MatLab

Возможности **MATLAB** весьма обширны, а по скорости выполнения задач система нередко превосходит своих конкурентов. Она применима для расчетов практически в любой области науки и техники - при **математическом моделировании** различного рода устройств и процессов и систем в области механики, гидродинамике, аэродинамике, акустике, энергетике, телекоммуникаций и т. д.

Этому способствует не только расширенный набор матричных и иных операций и функций, но и наличие пакетов расширения **Toolbox** и **Simulink**, специально предназначенных для решения задач блочного моделирования динамических систем и устройств, решения задач оптимизации, идентификации, обработки изображений и др.

Некоторые из них, например Notebook (интеграция с текстовым процессором Word и подготовка «живых» электронных книг), Symbolic Math и Extended Symbolic Math (символьные вычисления с применением ядра системы Maple V R5) и Simulink (моделирование динамических систем и устройств, заданных в виде системы блоков), настолько органично интегрировались с системой **MATLAB**, что стали ее составными частями.



2. Возможности прежних версий MATLAB x.x

Уже первые ориентированные на Microsoft Windows версии системы (MATLAB 4.x) обладали мощными средствами.

В области математических вычислений:

- ❖ матричные, векторные, логические операторы;
- ❖ элементарные и специальные функции;
- ❖ полиномиальная арифметика;
- ❖ многомерные массивы;
- ❖ массивы записей;
- ❖ массивы ячеек.

В области реализации численных методов:

- ❖ дифференциальные уравнения;
- ❖ вычисление одномерных и двумерных квадратур;
- ❖ поиск корней нелинейных алгебраических уравнений;
- ❖ оптимизация функций нескольких переменных;
- ❖ одномерная и многомерная интерполяция.



Возможности прежних версий MATLAB 4.x

В области программирования:

- ❖ свыше 500 встроенных математических функций;
- ❖ ввод/вывод двоичных и текстовых файлов;
- ❖ применение программ, написанных на Си и ФОРТРАН;
- ❖ автоматическая перекодировка процедур MATLAB в тексты программ на языках Си и C++;
- ❖ типовые управляющие структуры.

В области визуализации и графики:

- ❖ возможность создания двумерных и трехмерных графиков;
- ❖ осуществление визуального анализа данных.

Эти средства сочетались с открытой архитектурой систем, позволяющей изменять уже существующие функции и добавлять свои собственные. Входящая в состав MATLAB программа Simulink дает возможность имитировать реальные системы и устройства, задавая их моделями, составленными из функциональных блоков. Simulink имеет обширную и расширяемую пользователями библиотеку блоков и простые средства задания и изменения их параметров.

Возможности прежних версий MATLAB 5.x

В версиях системы MATLAB 5.x введены новые мощные средства.

Улучшенная среда программирования:

- ❖ профилировщик m-файлов для оценки времени исполнения фрагментов программ;
- ❖ редактор/отладчик m-файлов с удобным графическим интерфейсом;
- ❖ объектно-ориентированное программирование, включая переназначение функций и операторов;
- ❖ средства просмотра содержимого рабочей области и путей доступа;
- ❖ конвертирование m-файлов функций в промежуточный p-код.

Графический интерфейс пользователя (GUI - Graphic User Interface):

- ❖ интерактивное средство построения графического интерфейса пользователя — GUI;
- ❖ форма диалоговых панелей и панелей сообщений;
- ❖ многострочный режим редактирования текста;
- ❖ запоминание последовательности графических элементов управления;
- ❖ расширение параметров элементов управления;
- ❖ свойство переносимости между платформами;
- ❖ курсор, определяемый пользователем.

Возможности прежних версий MATLAB 5.x



Новые типы данных:

- ❖ массивы структур (записей);
- ❖ массивы ячеек данных разного типа;
- ❖ массивы символов с 16-разрядной кодировкой;
- ❖ массивы с 8-разрядной кодировкой элементов.

Средства программирования:

- ❖ списки аргументов переменной длины;
- ❖ переназначение функций и операторов;
- ❖ применение локальных функций в m-файлах;
- ❖ оператор-переключатель switch...case...end;
- ❖ оператор wait for;
- ❖ функции обработки битов.

Математические вычисления и анализ данных:

- ❖ пять новых численных методов решения (solver) обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ);
- ❖ вычисление собственных значений и сингулярных чисел для матриц разреженной структуры;
- ❖ многомерная интерполяция;
- ❖ анализ и обработка многомерных массивов;
- ❖ функции обработки времени и даты.

Возможности прежних версий MATLAB 5.x

Презентационная графика и звук:

- ❖ двойные x- и y-оси;
- ❖ легенда — пояснение в виде отрезков линий со справочными надписями, размещаемое внутри графика или около него;
- ❖ управление шрифтом текстовых объектов;
- ❖ надстрочные, подстрочные и греческие символы;
- ❖ трехмерные диаграммы, поля направлений, ленточные и стержневые графики;
- ❖ увеличенное количество стилей для маркировки линий;
- ❖ 16-битный стереозвук.

Версия **MATLAB 5.3.1** (выпуск 11.1) интегрирует в своем составе 42 программных продукта, среди которых основу составляют базовая система **MATLAB** и новая реализация пакета расширения **Simulink 3.1**. В систему введен ряд новых компонентов, включая следующие:

- ✓ Data Analysis, Visualization and Application Development — анализ данных, их визуализация и применение;
- ✓ Control Design — проектирование устройств управления;
- ✓ DSP and Communications System Design — проектирование коммуникационных систем и систем цифровой обработки сигналов.



Новые возможности MATLAB 6

- ▢ доведенное до более чем 600 число встроенных функций и команд;
- ▢ новый интерфейс с набором инструментов для управления средой, включающий в себя окно команд (Command Window), окно истории команд (Command History), браузер рабочей области (Workspace Browser) и редактор массивов (Array Editor);
- ▢ новые инструменты, позволяющие при помощи мыши интерактивно редактировать и форматировать графики, оптимизировать их коды и затраты памяти на графические команды и атрибуты;
- ▢ новая библиотека FFTW (быстрых преобразований Фурье) Массачусетского технологического института Кембриджского университета (США);
- ▢ ускоренные методы интегральных преобразований;
- ▢ новые, более мощные и точные, алгоритмы интегрирования дифференциальных уравнений и квадратур;
- ▢ новые современные функции визуализации: вывод на экран двумерных изображений, поверхностей и объемных фигур в виде прозрачных объектов;
- ▢ новые, современные инструменты проектирования графического пользовательского интерфейса;
- ▢ новый интерфейс (последовательный порт) для обмена данными с внешним оборудованием из MATLAB;
- ▢ существенно обновленные пакеты расширения, в частности новые версии пакета моделирования динамических систем Simulink 4 и Real Time Workshop 4.

3. Интерфейсы графических окон.

The screenshot displays the MATLAB 6.5 environment with several windows open:

- Code Editor:** Contains MATLAB code for solving a problem, including variable declarations, matrix operations, and optimization calls like `asin` and `pz1`.
- Command History:** Shows the execution of the code, including dates and times for each command.
- Workspace:** Lists variables such as `A`, `Aeq`, `Aeq1`, `alfa`, `ans`, `b`, `beq`, and `cost` with their dimensions and classes.
- Current Directory:** Shows the file structure of the current working directory.
- Figure No. 7:** A plot showing optimization results for different algorithms: `1-path` (green triangles), `loadbalans` (magenta triangles), `QoS+loadbalans` (black squares), `IGRP` (red stars), and `Gallager` (blue pluses). The x-axis ranges from 0 to 1, and the y-axis ranges from 0 to 0.01.

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications, including Internet Explorer and MATLAB.

Системные требования под установку MatLab 6

Для успешной установки **MATLAB** необходимы следующие минимальные средства:

- ❖ компьютер с микропроцессором не ниже Pentium и **математическим сопроцессором**, рекомендуются процессоры Pentium PRO, Pentium II, Pentium III, Pentium IV или AMD Athlon;
- ❖ устройство считывания компакт дисков (привод CD-ROM) (для установки), мышь, 8-разрядный графический адаптер и монитор, поддерживающие не менее 256 цветов;
- ❖ операционная система Windows 95/98 (оригинальная или второе издание) / Me (Millennium Edition) /2000/ (допускается также NT4 с сервис-пакетами 5 или 6a);
- ❖ ОЗУ емкостью 64 Мбайт для минимального варианта системы (рекомендуется иметь память не менее 128 Мбайт);
- ❖ до 1500 Мбайт дискового пространства при полной установке всех расширений и всех справочных систем.



Типы оконных интерфейсов

1. Меню используемых разделов текущей папки файловой системы – окно «**Current Directory**»;
2. Окно с вкладками «**Launch Path**» (Доступ к частям системы) и «**Workspace**» (Рабочая область);
3. Окно с вкладками «**Command History**» (Обзор ранее исполненных команд);
4. Окно «**Command Window**» - для ввода команд и вывода результатов расчета.

4. Справочная система MATLAB

Help Navigator

Product filter: All Selected

Contents Index Search Demos Favorites

- Printable Documentation (PDF)
- Product Page (Web)
- MATLAB COM Builder
- MATLAB Compiler
- MATLAB Excel Builder
- MATLAB Link for Code Composer Studio Developm
- MATLAB Report Generator
- MATLAB Runtime Server
- MATLAB Web Server
- Communications Toolbox
- Control System Toolbox
- Filter Design Toolbox
- GARCH Toolbox
- Instrument Control Toolbox
- Mapping Toolbox
- Optimization Toolbox
 - Getting Started
 - Examples
 - Tutorial
 - Standard Algorithms
 - Optimization Overview
 - Unconstrained Optimization**
 - Least-Squares Optimization
 - Nonlinear Systems of Equations
 - Constrained Optimization
 - Multiobjective Optimization
 - Selected Bibliography
 - Large-Scale Algorithms
 - Functions - By Category

Optimization Toolbox: Standard Algorithms: Unconstrained Optimization

the minimum is thought to lie. The simplest of these is the method of steepest descent in which a search is performed in a direction, $-\nabla f(x)$, where $\nabla f(x)$ is the gradient of the objective function. This method is very inefficient when the function to be minimized has long narrow valleys as, for example, is the case for Rosenbrock's function

$$f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2 \quad (3-2)$$

The minimum of this function is at $x = [1, 1]$ where $f(x) = 0$. A contour map of this function is shown in [Figure 3-1](#), along with the solution path to the minimum for a steepest descent implementation starting at the point $[-1.9, 2]$. The optimization was terminated after 1000 iterations, still a considerable distance from the minimum. The black areas are where the method is continually zigzagging from one side of the valley to another. Note that toward the center of the plot, a number of larger steps are taken when a point lands exactly at the center of the valley.



Выводы

Система **MatLab** занимает одно из лидирующих мест на рынке специализированных систем компьютерной математики, наряду с MathCad, Maple, Mathematica и др.

Основные преимущества системы **MatLab** – удобство пользовательского интерфейса, высокие вычислительные возможности (богатая библиотека) и широкая область применения результатов расчета, открытость и постоянная наращиваемость архитектуры.