

MatLab 5.3/6.x

САМОУЧИТЕЛЬ



Основы
программирования

Использование
графических
возможностей пакета

Решение
специальных задач

Интеграция
с MS Word и MS Excel



Дискета содержит
M-файлы примеров

**Эффективное средство для решения
математических задач**

Игорь Ануфриев

САМОУЧИТЕЛЬ

MatLab 5.3/6.x

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2002

УДК 681.3.06

Ануфриев И. Е.

Самоучитель MatLab 5.3/6.x. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 736 с.: ил.

ISBN 5-94157-107-0

Книга посвящена применению пакета MatLab для решения различных математических задач. Изложены основы программирования в MatLab. Подробно рассмотрены реализация численных методов, создание приложений с графическим интерфейсом пользователя, возможности специализированных модулей (ToolBox), связь MatLab с другими средами программирования, интегрирование с Word и Excel. Книга содержит большое количество последовательно усложняющихся примеров и задач.

Для исследователей и разработчиков

УДК 681.3.06

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Анатолий Адаменко</i>
Зав. редакцией	<i>Анна Кузьмина</i>
Редактор	<i>Леонид Кочин</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Смирновой</i>
Корректор	<i>Наталья Першакова</i>
Дизайн обложки	<i>Игоря Цырульников</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 29.03.02.

Формат 70×100¹/₁₆. Печать офсетная. Усл. печ. л. 59,34.

Тираж 4000 экз. Заказ №

"БХВ-Петербург", 198005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар № 77.99.1.953.П.950.3.99
от 01.03.1999 г. выдано Департаментом ГСЭН Минздрава России.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в Академической типографии "Наука" РАН
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12.

ISBN 5-94157-107-0

© Ануфриев И. Е., 2002

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2002

Содержание

Введение	1
Часть I. Основы работы в MatLab	15
Глава 1. Простейшие вычисления	17
Рабочая среда MatLab	17
Арифметические вычисления	19
Простейшие вычисления	19
Форматы вывода результата вычислений	20
Использование элементарных функций	23
Встроенные элементарные функции	27
Тригонометрические, гиперболические и обратные к ним функции	28
Экспоненциальная функция, логарифмы, степенные функции	28
Функции для работы с комплексными числами	29
Округление и остаток от деления	29
Использование переменных	30
Сохранение рабочей среды	32
Просмотр переменных	34
Глава 2. Работа с массивами	36
Основные определения и соглашения	36
Вектор-столбцы и вектор-строки	37
Ввод, сложение и вычитание векторов	37
Обращение к элементам вектора	40
Применение функций обработки данных к векторам	42
Позлементные операции с векторами	44
Построение таблицы значений функции	47
Построение графиков функции одной переменной	50
Умножение векторов	54
Скалярное произведение	55
Векторное произведение	55
Внешнее произведение	56
Двумерные массивы, матрицы	57
Ввод матриц, простейшие операции	58

Различные способы ввода.....	58
Обращение к элементам матриц.....	59
Сложение, вычитание, умножение, транспонирование и возведение в степень.....	60
Перемножение матрицы и вектора.....	62
Решение систем линейных уравнений.....	62
Считывание и запись данных.....	63
Блочные матрицы.....	64
Конструирование блочных матриц.....	64
Выделение блоков.....	66
Удаление строк и столбцов.....	66
Заполнение матриц при помощи индексации.....	67
Создание матриц специального вида.....	68
Визуализация матриц.....	72
Поэлементные операции и встроенные функции.....	73
Поэлементные операции с матрицами.....	74
Вычисление математических функций от элементов матриц.....	75
Применение функций обработки данных к матрицам.....	76
Графики функций двух переменных.....	80

Глава 3. Высокоуровневая графика..... 83

Диаграммы и гистограммы.....	83
Представление векторных данных.....	83
Диаграммы векторных данных.....	83
Гистограммы векторных данных.....	89
Представление матричных данных.....	92
Графики функций.....	95
Графики функций одной переменной.....	96
Графики в линейном масштабе.....	96
Графики в логарифмических масштабах.....	98
Изменение свойств линий.....	99
Оформление графиков.....	101
Графики параметрических и кусочно-заданных функций.....	102
Графики функций двух переменных.....	104
Трехмерные графики функций.....	104
Контурные графики.....	109
Оформление графика.....	112
Поворот графика, изменение точки обзора.....	117
Построение параметрически заданных поверхностей и линий.....	119
Построение освещенной поверхности.....	122
Анимированные графики.....	123
Работа с несколькими графиками.....	125
Вывод графиков в отдельные окна.....	125
Вывод нескольких графиков на одни оси.....	127
Несколько графиков в одном графическом окне.....	129

Глава 4. Редактирование графиков	132
Редактирование графиков в MatLab 5.3	132
Изменение свойств осей, подписи, заголовок.....	132
Свойства линий	134
Дополнительные элементы оформления.....	135
Сохранение, экспорт и печать графиков.....	136
Редактирование графиков в MatLab 5.3 при помощи редактора свойств	138
Структура объектов в MatLab	138
Установка свойств объектов.....	141
Заголовок, подписи осей	141
Свойства линий и поверхностей.....	142
Свойства осей.....	144
Управление камерой.....	146
Свойства графического окна.....	148
Редактирование графиков в MatLab 6.x.....	148
Запуск редактора свойств.....	149
Свойства осей, подписи, заголовок	151
Пределы, масштаб, разметка, сетка.....	151
Подписи и заголовок	152
Свойства линий и поверхностей.....	153
Свойства линий	154
Свойства поверхностей	154
Дополнительные элементы оформления.....	156
Управление освещением графика.....	157
Изменение точки обзора	160
Сохранение, экспорт и печать.....	162
 Глава 5. М-файлы	165
Работа в редакторе М-файлов	165
Типы М-файлов	167
Файл-программы	168
Установка путей.....	169
Установка путей в версии 5.3.....	169
Установка путей в версии 6.x.....	170
Команды для установки путей	172
Файл-функции	172
Файл-функции с одним входным аргументом	173
Файл-функции с несколькими входными аргументами	175
Файл-функции с несколькими выходными аргументами.....	176
 Часть II. Численные методы и программирование.....	177
 Глава 6. Вычисления в MatLab	179
Исследование функций	179

Решение уравнений.....	179
Решение произвольных уравнений.....	179
Вычисление всех корней полинома	183
Минимизация функций.....	184
Минимизация функции одной переменной.....	184
Минимизация функции нескольких переменных	185
Задание дополнительных параметров	187
Интегрирование функций	189
Вычисление определенных интегралов.....	189
Вычисление двойных интегралов.....	191
Вычисление некоторых интегралов.....	192
Интегралы, зависящие от параметра.....	192
Интегралы с переменным верхним пределом	193
Полиномы и интерполяция	194
Операции с полиномами	194
Умножение, деление, сложение и вычитание	194
Вычисление производных.....	196
Интерполирование	196
Приближение по методу наименьших квадратов	197
Интерполяция сплайнами	198
Интерполяция двумерных и многомерных данных.....	200
Задачи линейной алгебры	202
Системы уравнений, определители, обращение матриц.....	202
Системы с плохо обусловленными матрицами.....	202
Переопределенные и недоопределенные системы	204
Обращение матриц	206
Собственные числа и векторы матрицы, функции матриц	207
Решение дифференциальных уравнений.....	209
Схема решения задач с начальными условиями.....	209
Решение уравнений Лотка—Вольтерра.....	212
Управление процессом решения	214
Солверы для решения задач с начальными условиями	214
Задание точности вычислений.....	215
Решение граничных задач.....	219
Схема решения.....	219
Простой пример граничной задачи	220

Глава 7. Основы программирования в MatLab.....223

Операторы цикла.....	223
Цикл <i>for</i>	223
Цикл <i>while</i> , суммирование рядов.....	231
Операторы ветвления.....	234
Условный оператор <i>if</i>	234
Проверка входных аргументов.....	234
Организация ветвления.....	238
Оператор <i>switch</i>	244

Прерывания цикла, исключительные ситуации	247
Прерывание цикла, оператор <i>break</i>	247
Обработка исключительных ситуаций, оператор <i>try...catch</i>	248
Логические выражения с массивами и числами	249
Операции отношения	249
Логические операции	251
Приоритет операций	252
Логическое индексирование	253
 Глава 8. Тонкости программирования	256
Работа со строками	256
Простейшие операции со строками	256
Ввод и сцепление строк	256
Сервисные функции для работы со строками	257
Массивы строк	260
Текстовые файлы	262
Открытие файла, считывание данных и закрытие файла	262
Запись в текстовый файл	265
Запись строк	265
Форматный вывод	268
Массивы структур и массивы ячеек	271
Массивы структур	271
Создание файл-функций для работы массивами структур	275
Запись данных массивов структур в текстовый файл	276
Считывание информации из текстового файла	278
Операции с массивами структур	282
Массивы ячеек	283
Приложения с интерфейсом из командной строки	288
Простой пример, программа-калькулятор	288
Формирование и исполнение команд, функция <i>eval</i>	292
Файл-функции с переменным числом аргументов	297
Функции от функций	305
Подфункции и приватные функции	309
Подфункции	309
Приватные функции	312
 Глава 9. Дескрипторная графика	313
Графические объекты	313
Свойства графических объектов	314
Функции <i>set</i> и <i>get</i> , текущие объекты	314
Свойства осей	314
Свойства линий и поверхностей	317
Указатели на объекты	319
Изменение свойств линий и осей	320
Добавление линий графиков	322

Удаление и очистка объектов.....	323
Получение информации о свойствах	324
Использование указателей, примеры.....	324
Задание свойств в аргументах графических функций.....	327
Расположение графических окон и осей.....	328
Управление положением графических окон	328
Управление положением осей.....	331
Пример работы с графикой. Исследование функций	334
Размещение текстовой информации	336
Текстовые объекты	336
Размещение текста в графическом окне	341
Часть III. РАБОТА В СРЕДЕ GUIDE.....	343
Глава 10. Принципы создания приложений с GUI	345
Принципы создания приложений в версии 5.3.....	345
Среда разработки приложений GUIDE.....	345
Программирование событий в версии 5.3	348
Принципы создания приложений в версии 6.x.....	353
Среда GUIDE	353
Программирование событий в версии 6.x	355
Глава 11. Конструирование интерфейса в версии 5.3	360
Установка свойств объектов, функция <i>findobj</i>	360
Работа над приложением.....	364
Программирование событий в файл-функции	366
Программирование элементов интерфейса.....	368
Флаги	368
Переключатели	372
Списки.....	379
Полосы скроллинга.....	383
Область ввода текста.....	384
Глава 12. Конструирование интерфейса в версии 6.x	386
Управление свойствами объектов.....	386
Установка свойств при редактировании	386
Программное изменение свойств	387
Работа над приложением.....	389
Запуск приложения.....	389
Оформление интерфейса.....	390
Программирование элементов интерфейса.....	391
Флаги и рамки	391
Переключатели	395

Списки.....	402
Полосы скроллинга.....	406
Область ввода текста.....	408
Глава 13. Диалоговые окна и меню приложения	410
Виды диалоговых окон.....	410
Окно подтверждения.....	410
Окна открытия файла и записи в файл	411
Окно с сообщением об ошибке.....	413
Меню графического окна.....	414
Создание меню в редакторе в версии 5.3	414
Создание меню в редакторе в версии 6.x	417
Программирование пунктов меню в версии 5.3	419
Программирование пунктов меню в версии 6.x	420
Флаги состояния и разделительные линии	424
Пункты меню с флагами состояния	424
Разделительные линии	427
Упорядочение меню в версии 5.3	427
Контекстное меню объектов.....	430
Создание меню в версии 5.3	430
Создание меню в версии 6.x	431
Связывание контекстного меню с объектом.....	431
Программирование контекстного меню в версии 5.3	434
Программирование контекстного меню в версии 6.x	435
Глава 14. Программирование событий	437
Событие осей <i>ButtonDownFcn</i>	437
Размещение элементов интерфейса	437
Программирование приложения	438
События и свойства объектов в MatLab	443
Иерархия объектов.....	444
Объект <i>Root</i>	445
Объект <i>Figure</i>	445
Часть IV. Использование TOOLBOX.....	449
Глава 15. Решение задач математической физики	451
Простой пример	451
Постановка задачи	451
Среда <i>pdetool</i> , конструирование области.....	452
Определение уравнения и граничных условий	455
Решение и визуализация результата.....	457

Описание возможностей ToolBox PDE.....	460
Эллиптическое уравнение	460
Переменные коэффициенты и правая часть уравнения	461
Параболическое и гиперболическое уравнения.....	463
Пример нестационарной задачи	463
Задача на собственные значения.....	466
Системы дифференциальных уравнений.....	466
Параметры триангуляции и управление процессом решения.....	468
Конструирование геометрии области	469
Геометрические примитивы	469
Задание структуры области	471
Композитные материалы	472
Использование сетки	474
Использование функций ToolBox PDE	474
Задание геометрии области	474
Триангуляция.....	482
Граничные условия и коэффициенты уравнения.....	484
Солверы.....	486
Визуализация результата.....	488
Решение модельной задачи	489
Функции ToolBox PDE.....	492
Создание геометрических примитивов	492
Геометрия области и триангуляция	492
Глава 16. Разреженные матрицы	495
Работа с разреженными матрицами	495
Схема хранения	495
Создание разреженных матриц.....	497
Операции с разреженными матрицами	502
Задачи линейной алгебры	503
Факторизация матриц	504
Профайлер	507
Решение систем уравнений и исследование спектра	510
Глава 17. Оптимизация	512
ToolBox Optimization.....	512
Линейное и нелинейное программирование.....	512
Линейное программирование.....	512
Квадратичное программирование.....	514
Нелинейное программирование.....	515
Нелинейные задачи.....	517
Решение нелинейных уравнений	518
Метод наименьших квадратов.....	519
Подбор параметров.....	520
Параметры оптимизации	523

Примеры.....	525
Решение большой системы нелинейных уравнений	525
Пример приложения с GUI	529
Глава 18. Символические вычисления	535
Символические переменные и функции	535
Определение переменных и функций и работа с ними.....	535
Матрицы и векторы	537
Преобразование в числовые значения.....	539
Графическое представление функций.....	540
Упрощение и преобразование выражений	542
Решение задач.....	545
Задачи линейной алгебры.....	545
Суммирование и разложение в ряд.....	549
Пределы, дифференцирование и интегрирование	550
Решение уравнений и систем.....	556
Решение дифференциальных уравнений и систем.....	559
Часть V. Дополнительные возможности MatLab	563
Глава 19. Связь MatLab и MS Office.....	565
М-книги	565
Настройка MatLab и создание М-книги	565
Группировка ячеек	567
Управление М-книгой	569
Excel Link	571
Конфигурирование Excel.....	571
Обмен данными между MatLab и Excel.....	572
Обращение к основным функциям Excel Link	574
Функции Excel Link	576
Глава 20. Редактирование приложений с GUI версии 5.3 в версии 6.x.....	578
Пример приложения для MatLab 5.3	578
Модернизация приложения для версии 6.x	580
Сохранение приложения в формате FIG	580
Переход к форматам FIG и М.....	582
Глава 21. Повышение производительности приложений MatLab	586
Ускорение работы М-файлов	586
Поэлементные операции	586
Выделение памяти под массивы.....	589

Компилирование М-файлов	590
Конфигурирование MatLab Compiler.....	591
Компилирование файл-функций.....	592
Компилирование нескольких файл-функций.....	594
Работа с файл-программами	595
Генерация MEX-файлов.....	596
Простой пример, сложение двух чисел	596
Работа с комплексными переменными.....	600
Обмен массивами данных	602
Часть VI. Приложения.....	609
Приложение 1. Основные команды и функции MatLab и ToolBox.....	611
Управление средой, файлами и переменными	611
Получение справочной информации	611
Управление средой MatLab	612
Управление переменными.....	615
Манипулирование файлами и каталогами	616
Операторы и специальные символы	618
Логические операции и операторы	619
Побитовые операции	620
Логические функции	624
Программирование	627
Конструкции языка.....	627
Сервисные функции и переменные	628
Интерактивный ввод.....	631
Объектно-ориентированное программирование и преобразование типов.....	632
Функции даты и времени	632
Двоичные и текстовые файлы	633
Функции для работы с массивами ячеек.....	640
Функции для работы со структурами	644
Звуковые и графические файлы	647
Чтение, запись и преобразование звуковых данных	647
Графические файлы	649
Работа со строками	651
Обработка строк	651
Преобразования строка-число.....	655
Преобразование системы счисления.....	658
Работа с матрицами и массивами.....	659
Создание матриц и массивов	659
Операции с массивами	661
Математические функции	662
Специальные функции	662
Преобразование координат	667

Функции для решения задач линейной алгебры	667
Матричный анализ	668
Решение спектральных задач	670
Решение линейных уравнений, разложения и обращение матриц	671
Вычисление функций от матриц	674
Решение различных математических задач	674
Поиск корней	674
Интерполяция	676
Минимизация и оптимизация	677
Дифференцирование и конечные разности	678
Интегрирование	679
Решение дифференциальных уравнений и систем	680
Графика и визуализация данных	680
Двумерные графики	680
Трёхмерные графики	683
Визуализация функции на непрямоугольной области	696
Оформление графиков	699
Управление видом графика	702
Приложение 2. Описание дискеты	711
Литература	712

Введение

Пакет MatLab был создан компанией MathWorks более десяти лет назад. Работа сотен ученых и программистов направлена на постоянное расширение его возможностей и совершенствование заложенных алгоритмов. В настоящее время MatLab является мощным и универсальным средством решения задач, возникающих в различных областях человеческой деятельности. Спектр проблем, исследование которых может быть осуществлено при помощи MatLab, охватывает: матричный анализ, обработку сигналов и изображений, задачи математической физики, оптимизационные задачи, обработку и визуализацию данных, работу с картографическими изображениями, нейронные сети, нечеткую логику и многие другие. Специализированные средства собраны в пакеты, называемые ToolBox, и могут быть выборочно установлены вместе с MatLab по желанию пользователя. В состав многих ToolBox входят приложения с графическим интерфейсом пользователя, которые обеспечивают быстрый и наглядный доступ к основным функциям. Пакет Simulink, поставляемый вместе с MatLab, предназначен для интерактивного моделирования нелинейных динамических систем, состоящих из стандартных блоков.

Обширная и удобная справочная система MatLab способна удовлетворить потребности как начинающего, так и достаточно опытного пользователя. Полная гипертекстовая информационная система (на английском языке) содержит описание встроенных функций и достаточно большое число примеров их использования. Ссылки позволяют переходить к разделам, имеющим отношение к изучаемому вопросу, что облегчает самостоятельный поиск интересующей информации и увеличивает объем знаний начинающего пользователя. Доступ из командной строки к кратким сведениям о встроенных функциях обеспечивает возможность выбора нужного варианта обращения к функциям. Инженерам и научным работникам, проводящим самостоятельные исследования, оказываются полезными прилагаемые к пакету электронные книги в формате PDF. Данные книги не только дублируют справочную систему MatLab и каждого ToolBox, но и содержат теоретические сведения и математическую базу, необходимые для осознанного использования описываемых средств. Справочная система снабжена ссылками на книги и статьи, посвященные реализованным алгоритмам в MatLab и ToolBox, что позволяет исследователю и разработчику собственных алгоритмов вникнуть в суть дела.

Огромным преимуществом MatLab является открытость кода, что дает возможность опытным пользователям разбираться в запрограммированных алгоритмах и, при необходимости, изменять их. Впрочем, разнообразие набора

функций MatLab и ToolBox допускает решение большинства задач без каких-либо предварительных модификаций.

MatLab прекрасно интегрируется с Microsoft Word и Excel. Связь MatLab и Word обеспечивает возможность написания в редакторе Word интерактивных документов, так называемых М-книг, основанных на специальном шаблоне. Пользователь, работающий с М-книгой, может запускать блоки команд MatLab непосредственно из документа Word, причем результат выполнения команд отображается в М-книге. Данное средство прекрасно подходит для создания отчетов и учебных пособий, поскольку позволяет дополнить документ примерами и результатами расчетов.

Настройка Excel Link, поставляемая вместе с MatLab, существенно расширяет возможности Excel, обеспечивая доступ пользователя к функциям MatLab и ToolBox. Подготовка данных осуществляется непосредственно в электронных таблицах, а обращение к функциям производится либо из ячеек рабочего листа, либо в модуле, написанном на Visual Basic.

Символические вычисления в MatLab основаны на библиотеке, являющейся ядром пакета Maple. Решение уравнений и систем, интегрирование и дифференцирование, вычисление пределов, разложение в ряд и суммирование рядов, поиск решения дифференциальных уравнений и систем, упрощение выражений — вот далеко не полный перечень возможностей MatLab для проведения аналитических выкладок и расчетов. Поддерживаются вычисления с произвольной точностью. Пользователи, имеющие опыт работы в Maple, могут напрямую обращаться ко всем функциям данного пакета (кроме графических) и вызывать процедуры, написанные на встроенном языке Maple.

Информация, хранящаяся в базах данных многих популярных форматов, может быть импортирована в MatLab, нужным образом обработана и исследована при помощи функций MatLab, а затем экспортирована в какую-либо другую базу данных. Для обмена данными используются команды языка запросов SQL. Поддерживается, в частности, связь с Microsoft Access, Microsoft SQL Server, Oracle. Имеется приложение с графическим интерфейсом, которое облегчает работу пользователей, не знакомых с языком запросов SQL.

MatLab обладает хорошо развитыми возможностями визуализации двумерных и трехмерных данных. Высокоуровневые графические функции призваны сократить усилия пользователя до минимума, обеспечивая, тем не менее, получение качественных результатов. Редактор графиков помогает оформить результат требуемым образом: добавить стрелки, поясняющие надписи, задать цвета и стиль линий и поверхностей, словом, получить изображение, пригодное для помещения в отчет или статью. Полный доступ к изменению свойств отображаемых графиков дают низкоуровневые функции, но их применение подразумевает понимание принципов компьютерной графики. Создание приложений MatLab с графическим выводом требует от програм-

миста умения управлять видом графиков при помощи низкоуровневых функций и средств дескрипторной графики.

В MatLab реализованы классические численные алгоритмы решения уравнений, задач линейной алгебры, нахождения значений определенных интегралов, интерполяции, решения дифференциальных уравнений и систем. Применение базовых вычислительных возможностей требует знания основных численных методов в рамках программы технических вузов. Решение специальных задач, разумеется, невозможно без соответствующей теоретической подготовки, впрочем, сведения, изложенные в справочной системе, оказываются неоценимым подспорьем для желающих самостоятельно разобраться в обширных возможностях пакета MatLab.

Простой встроенный язык программирования позволяет легко создавать собственные алгоритмы. Простота языка программирования компенсируется огромным множеством функций MatLab и ToolBox. Данное сочетание позволяет достаточно быстро разрабатывать эффективные программы, направленные на решение практически важных задач.

Визуальная среда GUIDE предназначена для написания приложений с графическим интерфейсом пользователя. Работа в среде GUIDE достаточно проста, но предполагает владение основами программирования и дескрипторной графики. Наличие определенного навыка работы в среде GUIDE предоставляет возможность создать визуальную среду для проведения собственных исследований, что значительно облегчает работу и существенно экономит время.

MatLab является интерпретатором, т. е. каждая строка программы преобразуется в код и затем выполняется. Разумеется, интерпретирование команд существенно увеличивает время работы алгоритма, содержащего циклически повторяемые действия. Для повышения производительности вычислений в составе пакета имеется дополнительный модуль MatLab Compiler, который обеспечивает компиляцию программ, написанных на языке MatLab.

Объектно-ориентированный подход, заложенный в основу MatLab, обеспечивает современную эффективную технологию программирования. С учетом специфики решаемой задачи разработчик приложений MatLab в дополнение к существующим классам имеет возможность создавать собственные каждый со своими методами.

Программный интерфейс приложения (API) реализует связь среды MatLab с программами, написанными на C или Fortran. Библиотека программного интерфейса позволяет вызывать имеющиеся модули C или Fortran из среды или программ MatLab, обращаться к функциям MatLab из программ на C или Fortran, осуществлять обмен данными между приложениями MatLab и другими программами, создавать приложения типа клиент-сервер.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что начинающий пользователь MatLab может в процессе работы совершенствовать свои зна-

ния как в области моделирования и численных методов, так и программирования и визуализации данных.

Обзор возможностей MatLab представляет демонстрационная программа, для ее запуска следует набрать в командной строке, обозначаемой символом ">>", команду `demo` и нажать клавишу <Enter>. Появляется окно программы **MATLAB Demo Window**, приведенное на рис. В1.

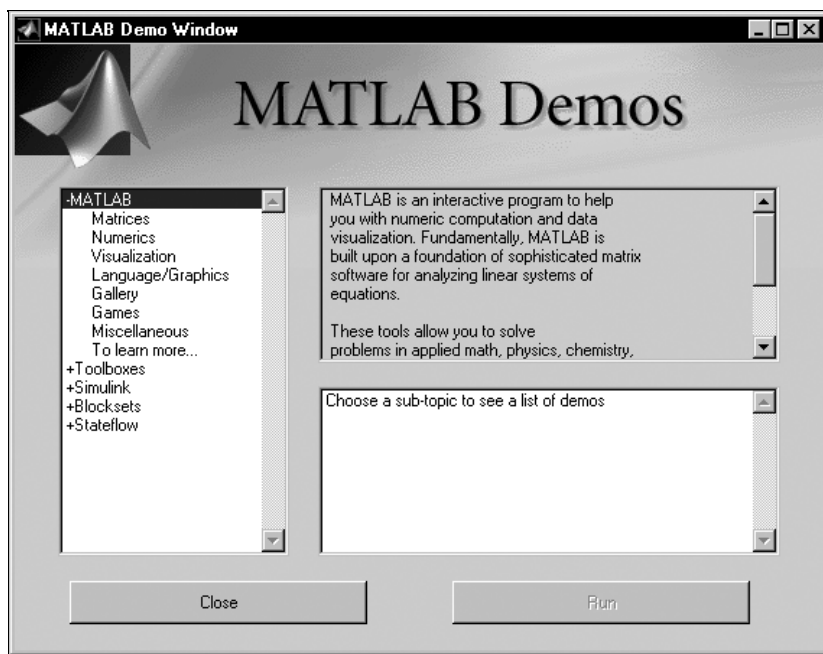


Рис. В1. Окно **MATLAB Demo Window**

Левое поле окна содержит разделы, охватываемые данной демонстрационной программой. При выборе раздела в правом нижнем окне отображаются доступные темы. Нажатие на кнопку **Run** приводит к появлению отдельного окна, предназначенного для показа возможностей MatLab, связанных с выбранной темой. К примеру, перейдите к **3-D Plots of complex functions** в разделе **Visualization** (в версии 5.3) или **Plots of complex functions** в разделе **Graphics** (в версии 6.x) и запустите демонстрацию, нажав на кнопку **Run 3-D Plots of...** Интерфейс появляющегося окна **Examples of Complex Functions Plots** достаточно прост. Выберите один из предлагаемых вариантов функции комплексной переменной при помощи соответствующей кнопки в правой части окна, к примеру **Square root**. На графике отображается риманова поверхность исследуемой функции, а в области **MiniCommandWindow** — команды MatLab, приводящие к визуализации этой поверхности (см. рис. В2).

Строки, начинающиеся со знака процента, являются комментариями. Оказывается, что для изучения поведения квадратного корня из комплексного аргумента достаточно использовать всего одну функцию `cplxroot`, разумеется, с подходящими аргументами.

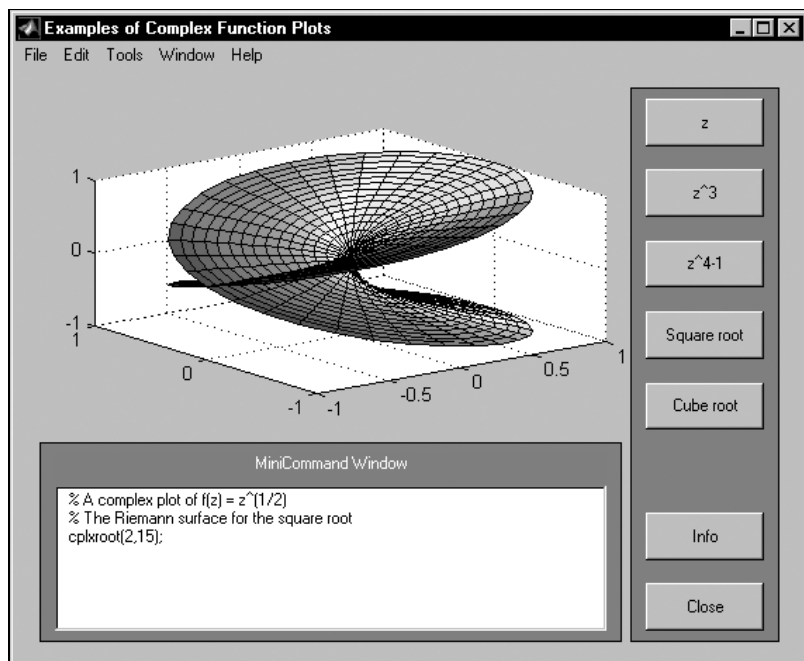


Рис. В2. Риманова поверхность квадратного корня

Двойной щелчок мышью по разделу **ToolBoxes** (со знаком плюс слева от названия) приводит к раскрытию списка подразделов. Темы каждого подраздела охватывают многие практически важные задачи, которые могут быть решены при помощи данного ToolBox. На самом деле возможности ToolBox MatLab значительно шире. Далее приведено краткое описание некоторых ToolBox. Команда `ver`, выполняемая из командной строки, выводит список всех установленных ToolBox с указанием их версий. Следует иметь в виду, что в MatLab 6.0 и 6.1 расширены возможности многих ToolBox по сравнению с версией 5.3.

Signal Processing Toolbox предназначен для исследования и обработки сигналов. Основными возможностями данного ToolBox являются:

- ☐ генерация, импорт и экспорт сигналов;
- ☐ разработка, анализ и применение фильтров с конечной и бесконечной импульсной характеристикой;

- ☐ спектральный анализ и статистическая обработка сигналов;
- ☐ моделирование линейных систем.

В состав Signal Processing ToolBox входит несколько приложений с графическим интерфейсом, предназначенных для облегчения доступа к функциям ToolBox. Данные приложения позволяют импортировать, визуализировать и исследовать сигналы, изучать спектр сигналов, интерактивно создавать фильтры с заданными характеристиками.

Image Processing ToolBox содержит большое число функций цифровой обработки и анализа изображений, в частности:

- ☐ импорт и экспорт графической информации;
- ☐ геометрические операции, например такие, как изменение размеров и поворот;
- ☐ получение статистической информации об изображении;
- ☐ анализ изображений, например нахождение границ интенсивности;
- ☐ обработка изображений: изменение контрастности, применение фильтров;
- ☐ разработка линейных фильтров;
- ☐ дискретные преобразования, в частности быстрое преобразование Фурье;
- ☐ операции над соседними элементами;
- ☐ работа с картой цветов;
- ☐ различные методы представления цветов;
- ☐ преобразование типов изображений.

В состав ToolBox Image Processing входит несколько демонстрационных приложений, охватывающих решение задач о нахождении границ изображений, фильтрации и разработки фильтров, сжатии изображения.

Функции и приложения **Statistics ToolBox** покрывают широкий спектр статистических задач и реализуют основные методы их решения. Доступно более двадцати классических распределений, для них имеются функции распределения вероятности (и обратной к ней), плотности вероятности, вычисления моментов распределений и генерации выборки из распределения. Основные классы статистических задач могут быть исследованы при помощи ToolBox Statistics, включая:

- ☐ исследование линейных моделей;
 - ☐ параметрическое оценивание;
 - ☐ проверка гипотез;
 - ☐ планирование эксперимента;
 - ☐ задачи кластерного анализа
- и др.