Система MatLab

Методические указания к выполнению лабораторных работ

Петербургский государственный университет путей сообщения

Кафедра «Прикладная математика»

"ОСНОВЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ MATLAB"

Первое вводное практическое занятие в дисплейном классе

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бестужева А.Н., Вьюненко Л.Ф.* Основы работы в системе MATLAB. Учебное пособие для заочников. – СПб.: ПГУПС, 2004. – 36 с.
2. *Вьюненко Л.Ф., Вяххи И.Э., Сухих Р.Д.* Нетрадиционная робототехника. ПГУПС, 2001.
3. *Дьяконов В.П.* MATLAB 6: учебный курс. - СПб: Питер, 2001.
4. *Дьяконов В.П.* Справочник по применению системы PC MatLAB.-М.: Наука,1993.
5. *Потемкин В.Г.* Система MATLAB: Справочное пособие.– М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1997. – 350 с.

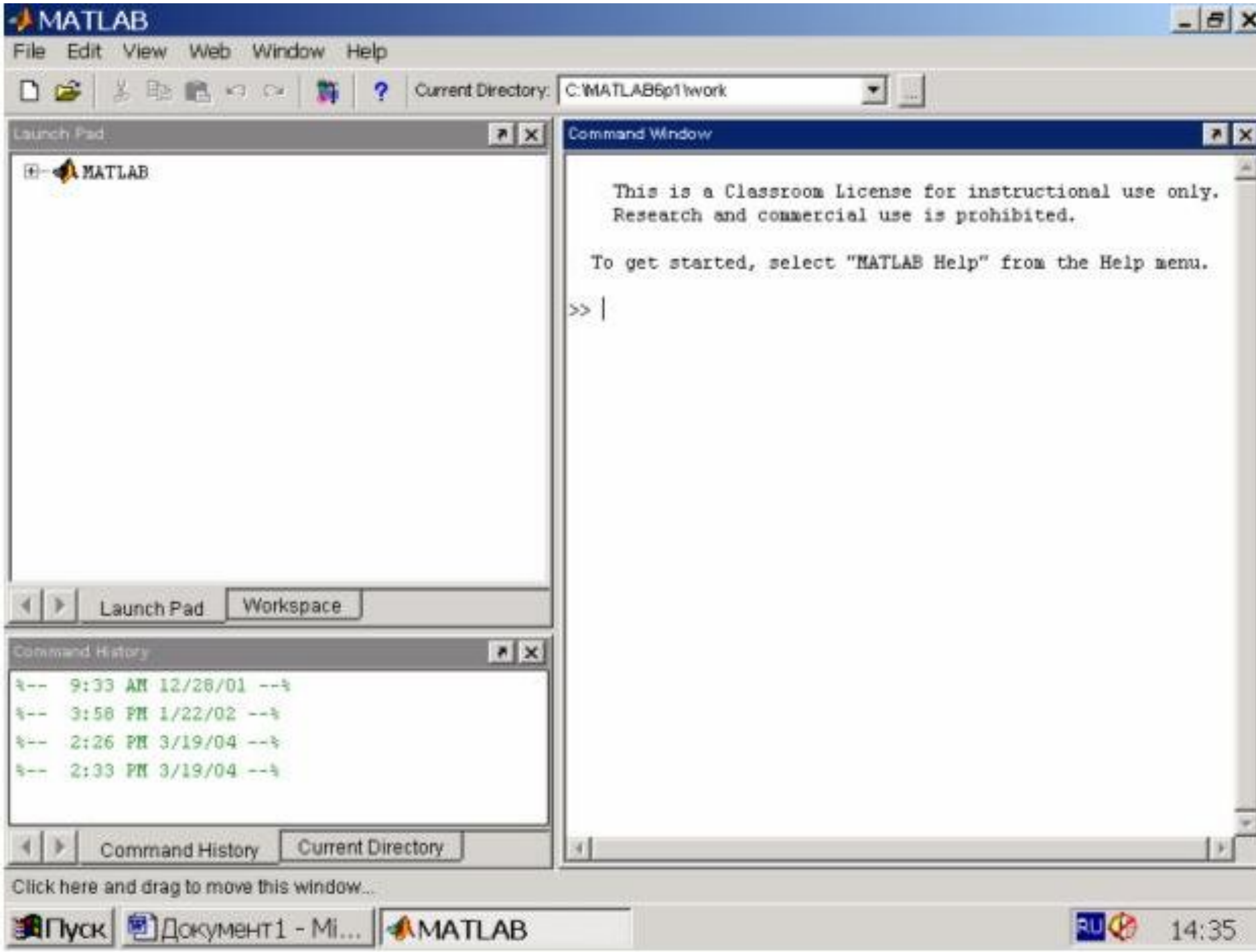
Начало работы

Указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Численные методы" ориентированы на применение системы научных и технических вычислений MATLAB. На сегодняшний день пользователю сети ПГУПС доступна версия MATLAB-6.

Обращаем внимание пользователя на то, что диагностическая и справочная информация дается в этой версии системы на английском языке.

Запуск системы

Запуск системы MATLAB производится с помощью иконки системы на рабочем столе. После запуска на экране появляется три окна, одно из них – командное с приглашением вида «**>>**», указывающим, что пользователь находится в режиме прямых вычислений и система ожидает ввода команд.


MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: C:\MATLAB6p1\work
Launch Pad
MATLAB
Command Window
This is a Classroom License for instructional use only.
Research and commercial use is prohibited.
To get started, select "MATLAB Help" from the Help menu.
>>
Launch Pad
Workspace
Command History
%-- 9:33 AM 12/28/01 --%
%-- 3:58 PM 1/22/02 --%
%-- 2:26 PM 3/19/04 --%
%-- 2:33 PM 3/19/04 --%
Command History
Current Directory
Click here and drag to move this window...
Пуск
Документ1 - Mi...
MATLAB
RU
14:35

При работе в сети пользователю рекомендуется работать с локальным диском D. Предварительно скопируйте на локальный диск D необходимые для работы файлы. После запуска системы напротив окна Current Directory нажмите клавишу с многоточием  и выберите локальный диск D. Проверьте, что в соответствующем окне поменялось название рабочего диска. В режиме прямых вычислений рекомендуется работать только с одним окном, а именно, с окном Command Window. Для этого нажмите на клавишу  в правом верхнем углу этого окна.

MATLAB как калькулятор

Простейшее применение системы MATLAB – использование ее для вычислений в качестве обычного калькулятора. Использование системы MATLAB как калькулятора носит диалоговый характер, т.е. пользователь набирает на клавиатуре вычисляемое выражение (арифметические операции обозначаются знаками: + – сложение, - – вычитание, * – умножение, / – деление, ^ – возведение в степень), и завершает набор нажатием клавиши <ENTER>, например:

```
>> sqrt(2)*(sin(pi/8)+exp(-1.43))
```

В результате на экране появится выражение

```
ans =
    0.8796
```

Обращение к встроенной функции системы осуществляется указанием ее имени и аргументов. Имена элементарных функций и математических постоянных традиционны: sin, cos, exp, pi и т.д. Исключение составляют tan (тангенс) и log (натуральный логарифм). Использование строчных букв в именах функций обязательно. Информацию о встроенных функциях и правилах обращения к ним пользователь легко может получить в режиме прямых вычислений с помощью функции оперативной подсказки help, например,

```
>> help tan
TAN    Tangent.
TAN(X) is the tangent of the elements of X.
```

По умолчанию для представления чисел используется format short – короткое представление в фиксированном формате (5 знаков), хотя все вычисления производятся с двойной точностью. При необходимости формат может быть изменен пользователем. Например, последовательность команд

```
>> format long
>> sqrt(2)*(sin(pi/8)+exp(-1.43))
```

даст результат

```
ans =
   0.87963002358020
```

Вводимое выражение можно редактировать с помощью строчного редактора, используя клавиши управления курсором (стрелки, Home, End), клавишу Del для удаления символа под курсором, Back Space для удаления слева от курсора и клавишу Esc или комбинацию клавиш Ctrl+[для удаления всей строки. Для переноса части выражения на следующую строку предназначен знак многоточия (две и более точек), например,

```
>> 0.55*(tan(3*pi/28)+asin(0.9571))*..
(log(13/(2.2753-1.0419))
```

Кроме того, в системе предусмотрен кольцевой буфер для хранения команд: клавиша "стрелка вверх" выводит на экран предыдущую команду, клавиша "стрелка вниз" – последующую, для повторения одной из введенных ранее команд достаточно набрать один или несколько начальных символов и нажать клавишу "стрелка вверх".

Аналогом адресуемых регистров памяти микрокалькулятора в системе MATLAB являются переменные, вводимые с помощью операции присваивания (знак равенства):

ИМЯ ПЕРЕМЕННОЙ = ВЫРАЖЕНИЕ [;]

Имя переменной не должно совпадать с именами функций и служебными словами системы. Длина имени не ограничивается, но запоминаются и идентифицируются только первые 31 символ.

Вычисления в предыдущем примере можно было произвести с использованием переменных следующим образом:

```
>> s=0.55*(tan(3*pi/28)+asin(0.9571));

>> t=log(13/(2.2753-1.0419));

>> s*t

ans =

    2.10718834547014
```

Обратите внимание на роль знака ";"(точка с запятой) в системе MATLAB : если им завершается вводимое выражение, он блокирует вывод на экран результата вычислений.

Сохранение результатов вычислений и завершение сеанса работы

Если возникает необходимость сохранить результаты расчетов по окончании сеанса прямых вычислений, это можно сделать командой **save.** Сохранить значения определенных переменных, например, X и Y, в файле с определенным именем, например, **result,** можно командой

>> save result X Y

Чтобы начать работу с теми значениями переменных, которые они имели в момент окончания предыдущего сеанса, достаточно после запуска системы «выгрузить» сохраненные значения с помощью команды **load** (или **load result** для переменных, сохраненных в файле с именем **result**). Кроме того, в системе MATLAB предусмотрена возможность создания «дневника» вычислений с помощью оператора **diary**. После команды

>> diary <имя файла>

вводимые с клавиатуры и выводимые на экран данные копируются в файл с указанным именем до выключения режима «дневника» с помощью оператора **diary off**.

Выход из системы MATLAB осуществляется командой **quit**, либо **exit**, либо просто закрытием командного окна.

Действия с матрицами

Система MATLAB матрично ориентирована. Это означает, что все действия система MATLAB выполняет только с одним типом объектов – прямоугольными матрицами.

Элементами матриц могут быть целые, вещественные и комплексные числа и текстовые переменные. Скалярным значениям соответствует матрицы размера 1x1, а векторам – матрицы с одним столбцом или строкой. При определении переменных не требуется предварительно указывать их размерность. Ввод матриц осуществляется с помощью следующих операторов:

```
>> A=[1 2;3 4;5 0]

A =

     1  2
     3  4
     5  0
>> B=[7 8 -1 0.5;9 0.1 2 3.3]

B =

     7.0000   8.0000  -1.0000   0.5000
     9.0000   0.1000   2.0000   3.3000
```

Для генерирования некоторых матриц специального вида можно использовать функции

zeros(n,m) – генерация массива нулей размера n*m,

ones(n,m) – генерация массива единиц размера n*m,

eye(n,m) – генерация единичной матрицы размера n*m,

rand(n,m) – генерация массива размера n*m, элементами которого являются случайные величины, распределенные по равномерному закону в интервале (0,1).

Действия над матрицами

Система MATLAB позволяет выполнять практически любые операции с матрицами либо с помощью арифметических операций либо с помощью многочисленных выстроенных специальных функций системы.

Приведем некоторые из них, наиболее часто употребляемые:

A' – транспонирование матрицы A,

det(A) – вычисление определителя матрицы A,

inv(A) – обращение матрицы A (нахождение обратной к A матрицы),

poly(A) – вычисление коэффициентов характеристического многочлена матрицы A,

eig(A) – вычисление собственных значений матрицы A,

size(A) – определение размерности матрицы A,

length(X) – определение длины вектора X,

max(A) и **min(A)** – вычисление наибольших и наименьших элементов матрицы в столбцах (для вектора – наибольшего и наименьшего элемента),

sum(A) – вычисление сумм элементов матрицы по столбцам (для вектора – суммы элементов),

prod(A) – вычисление произведений элементов матрицы по столбцам (для вектора – произведения элементов).

В системе MATLAB используются два типа арифметических операций. Операции ***над матрицами***: сложение (**+**), вычитание (**-**), умножение (*), деление слева направо (**/**), деление справа налево (****), возведение в степень (**^**) – выполняются в соответствии с правилами линейной алгебры. **Обязательным** требованием при выполнении операций над матрицами является соответствие размерностей матричных операндов правилам линейной алгебры. Операции ***над массивами***: сложение (**.+**), вычитание (**.-**), умножение (.*), деление (**./**), возведение в степень (**.^**) – выполняются поэлементно. Различие между операциями **/** и **** обусловлено некоммутативностью операции умножения и состоит в следующем. Если A – квадратная матрица размера n*n и B – вектор размера n*1, то **A\B** равносильно **inv(A)*B** , **B'/A** равносильно **B'*inv(A)**.

Примеры выполнения матричных операций

Пример 1. Вычисление произведения двух матриц:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 0 \end{pmatrix}, \ B = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 1 \\ 9 & 0 & 2 \end{pmatrix}.$$

Рассмотрим последовательность необходимых для этого действий. Операторы ввода матриц:

```
>> A=[1 2;3 4;5 0];
>> B=[7 8 1;9 0 2];
```

Теперь можно выполнить умножение введенных матриц:

```
>> C=A*B
```

После ввода последней команды на экране появится результат:

```
C =

   25    8    5
   57   24   11
   35   40    5
```

Пример 2. Транспонирование матрицы.

```
>> D=C'
```

В результате на экране появится ответ

```
D =

    25   57   35
     8   24   40
     5   11    5
```

Пример 3. Вычисление определителя матрицы с помощью функции det.

```
>> d=det(C)
```

Ответ, получаемый в результате такого обращения к функции det:

```
d =

     0
```

Пример 4. Обращение матрицы с помощью функции inv.

```
>> A=[1 2 3;4 0 6;7 1 9];

>> D=inv(A)

D =

   -0.3333   -0.8333    0.6667

    0.3333   -0.6667    0.3333

    0.2222    0.7222   -0.4444
```

Убедимся, что построенная таким образом матрица D является обратной к A, т.е. произведение A*D представляет собой единичную матрицу:

```
>> A*D

ans =

    1.0000   -0.0000    0.0000

   -0.0000    1.0000   -0.0000

   -0.0000    0.0000    1.0000
```

Пример 5. Решение системы линейных алгебраических уравнений вида A*X=B, где A – матрица коэффициентов, B – вектор (столбец) правых частей, X – вектор решения системы

```
>> A=[5 1 2;2 3 1;7 2 -1];

>> B=[5;5;0];

>> X=A\B

ans =

     0
     1
     2
```

Использованная в примере операция равносильна умножению обратной к A матрицы на вектор B:

```
>> inv(A)*B

ans =

     0
     1
     2
```

Пример 6. Операции "вырезки" из матрицы. Зададим матрицу А

```
>> A=[1 3 2 6 5;2 6 7 4 1];
```

Выделение определенной последовательности элементов матрицы производится следующим образом:

```
>> A(2,3)            %выделение одного элемента

ans =
       7
>> A(2,:)            %выделение строки

ans =
       2 6 7 4 1
>> A(:,4)            %выделение столбца

ans =
        6
        4
>> A(1:2,2:4)         %выделение прямоугольного фрагмента

ans =
       3 2 6
       6 7 4
```

Пример 7. Операции сравнения.

Существуют операторы отношения <, <=, >, >=. Операторы отношения производят **поэлементное** сравнение двух матриц и возвращают матрицу той же размерности с элементами 1, где отношение истинно, и 0, где отношение ложно:

< – меньше чем (<= означает "меньше или равно");

> – больше чем (>= означает "больше или равно").

Выполним некоторые из этих операций для матриц A и D из примера 4:

```
>> A>D

     1     1     1
     1     1     1
     1     1     1
>> A<=D

     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
```

Пример 8. Логические операции осуществляются с помощью операторов:

== – логический оператор эквивалентности;

& – логическое "И". A&B – это матрица, элементы которой равны 1, если соответствующие элементы и A и B ненулевые, иначе равны 0;

| – логическое "ИЛИ". A|B – это матрица, элементы которой равны 1, если соответствующие элементы или A или B ненулевые, иначе равны 0;

~= – логическое дополнение "НЕ"(~= означает не "равно").

Например, для тех же матриц A и D

```
>> A&D

     1     1     1
     1     0     1
     1     1     1
>> A==D

     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
```

Задание к лабораторной работе 1

1. Составить систему линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), заведомо имеющую единственное решение, записать ее в виде матричного уравнения

$$A * X = B \qquad (*)$$

2. Найти решение СЛАУ средствами системы MATLAB и проверить, что найденное решение удовлетворяет уравнению (*).

3. Средствами системы MATLAB построить матрицу, обратную матрице А, и убедиться в том, что полученная матрица обладает требуемым свойством. Получить решение СЛАУ (*) методом обратной матрицы, т.е. путем вычисления произведения матрицы, обратной А, и вектора В.

4. Используя операции "вырезки" блоков из матрицы, заменить в матрице А элементы прямоугольного блока 2x3 нулями.

5. Выполнить четыре из перечисленных в примерах 7,8 операций сравнения двух матриц – одна единичная, полученная в ходе выполнения лабораторной работы, другая, тоже единичная, но заданная с помощью встроенной функции системы MatLab.