

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образование учреждение
высшего профессионального образования

«Российский государственный университет
нефти и газа имени И.М. Губкина»

Кафедра стандартизации, сертификации и управления качеством
производства нефтегазового оборудования

Учебное пособие по программе магистерской подготовки
выполнению практических занятий по дисциплине
«Компьютерные технологии 3D-проектирования в
машиностроении»

С.В. СПИРИДОНОВ

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Издательский центр
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
Москва – 2016

ББК 74.58

И 65

Рецензенты:

Спиридонов С.В.

Компьютерные технологии 3D-проектирования в машиностроении.
Учебное пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М.
Губкина, 2016. – 25 с.

В данном пособии рассматриваются основные вопросы и задачи связанные с работой в пакете MATLAB.

Учебное пособие предназначено для магистрантов, обучающихся по программе - 200503 «Стандартизация и сертификация».

Данное издание является собственностью РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина и его репродуцирование (воспроизведение) любыми способами без согласия университета запрещается

© РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2016

© С.В. Спиридонов, 2016

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальности 200503 «Стандартизация и сертификация» для выполнения практических занятий по дисциплине «Компьютерные технологии 3D-проектирования в машиностроении». В результате выполнения практических занятий обучаемый получит базовые знания по работе в пакете MATLAB, использованию встроенных средств программирования, графическому отображению данных, решению задач комбинаторики, функциям для работы с нормальным распределением.

Ключевые слова: MATLAB, программирование, комбинаторика, нормальное распределение, построение графиков.

Оглавление

Оглавление	4
Введение.....	5
Работа №1. Основы использования пакета MATLAB.....	6
Работа №2. Базовые функции пакета MATLAB	10
Работа №4. Функции для создания и работы с графиками.	15
Работа №4. Комбинаторика. Функции для работы с нормальным распределением.	19
Литература	24

Введение

Практические занятия по дисциплине «Компьютерные технологии 3D-проектирования в машиностроении» предназначена для закрепления и углубления практических знаний, полученных студентами при изучении дисциплины.

Задача проведения практических занятий заключается в ознакомлении студентов с конкретными видами практических работ в пакете MATLAB.

В результате изучения дисциплины студент должен знать и уметь:

- Назначение пакета Matlab;
- Основные элементы интерфейса;
- Порядок работы с рабочими областями;
- Основные типы данных;
- Импорт и экспорт данных;
- Основные арифметические операции;
- Работа с массивами, матрицами;
- Использование функций;
- Основы программирования;
- Создание и использование собственных функций;
- Использование средств, для графического отображения данных;
- Использование элементов интерфейса для работы с графиками;
- Основные функции для работы с графиками
- Команды для создания графиков, масштабирование, изменение режимов отображения;
- Совместное отображение графиков;
- Использовать функции для работы с нормальным распределением.

Работа №1. Основы использования пакета MATLAB.

Темы:

- a. Назначение пакета Matlab.
- b. Основные элементы интерфейса.
- c. Порядок работы с рабочими областями.
- d. Основные типы данных.
- e. Импорт и экспорт данных.

Основные положения.

Пакет MATLAB предоставляет мощные и удобные средства для инженерных и научных расчетов.

Основные рабочие области состоят из следующих элементов: главное окно, область вычислений, область значений, история, файловый менеджер, предварительный просмотр файлов.

Главное окно программы, включающее в себя остальные области.

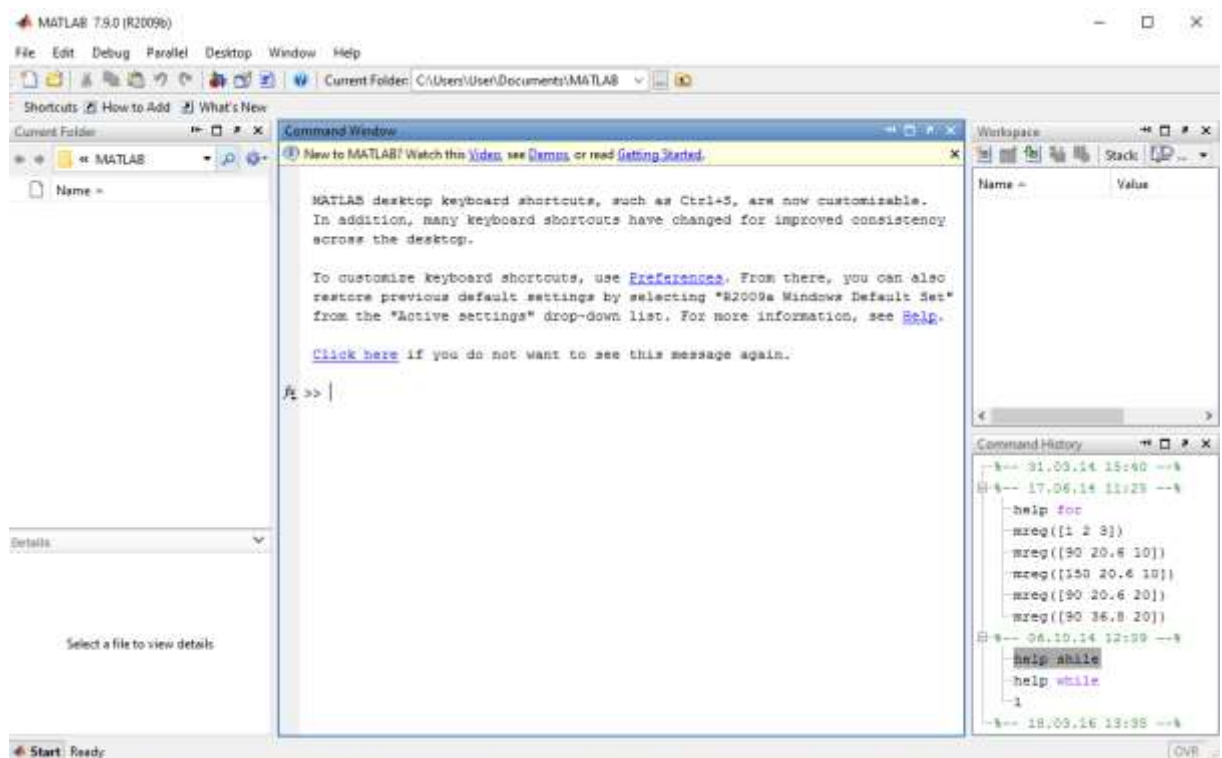


Рисунок 1. Пакет MATLAB.

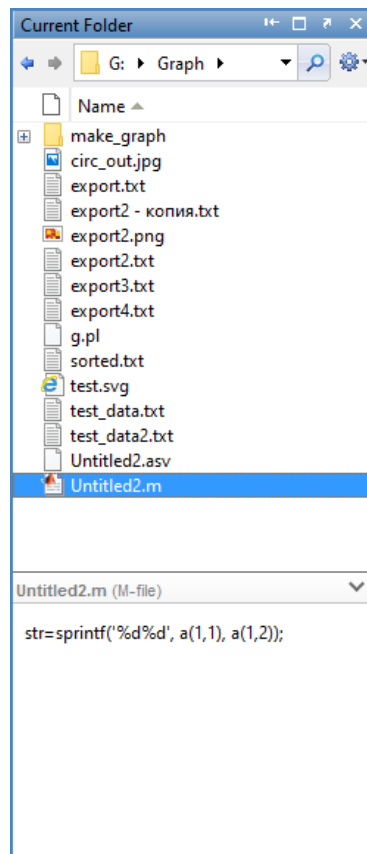


Рисунок 2. Область навигации, просмотра файлов.

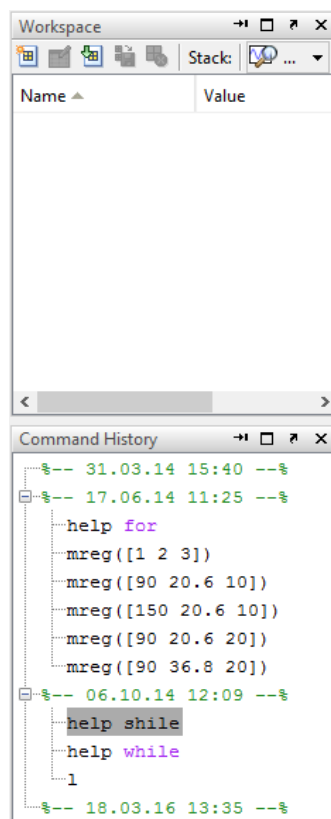


Рисунок 3. Область данных, история команд.

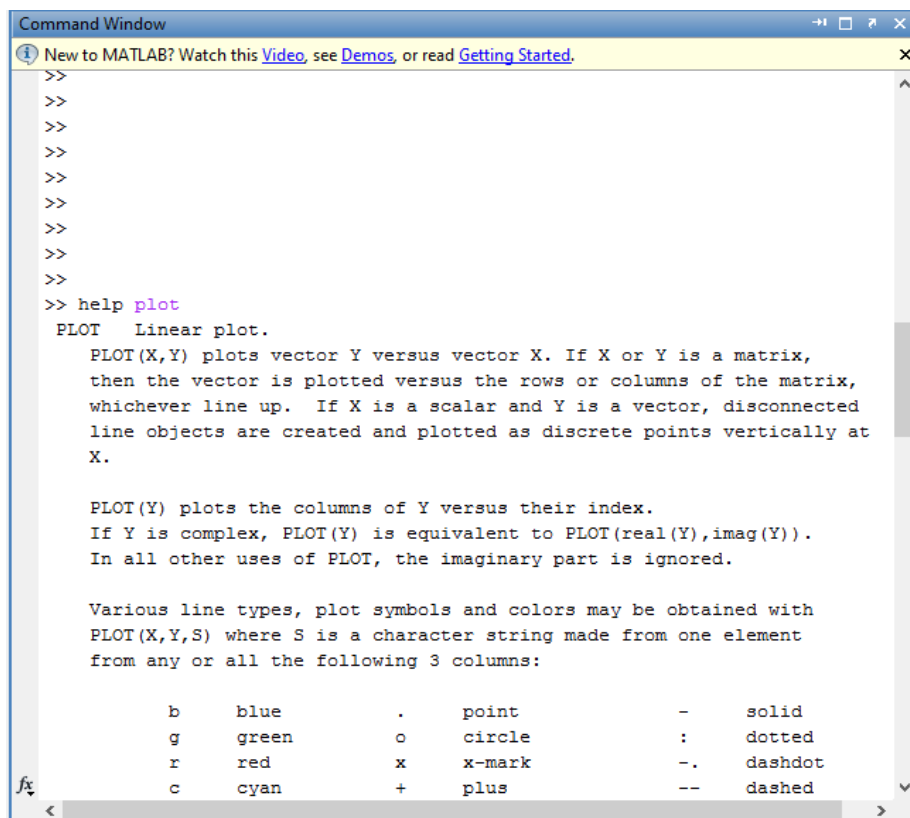


Рисунок 4. Область командного интерпретатора.

Ввод-вывод команд осуществляется в области ввода-вывода командного интерпретатора (command window) при этом, по умолчанию, ведется история ввода (command history). Результаты вычислений располагаются в области данных (workspace). Файловая навигация осуществляется как посредством команд, так и с помощью графического интерфейса.

Переменные регистро-зависимые, т.е. `arg`, `Arg`, `ARG` – это три разные переменные. По умолчанию используется вещественный тип переменных `double` (двойное слово). Так же существуют целочисленный знаковый (беззнаковый) тип (`int`), строка и другие специальные типы.

Для импорта значений можно воспользоваться мастером (Import Wizard). В нем определяется тип данных, имя переменной, разделитель. После выполнения импорта будет создана переменная в области данных.

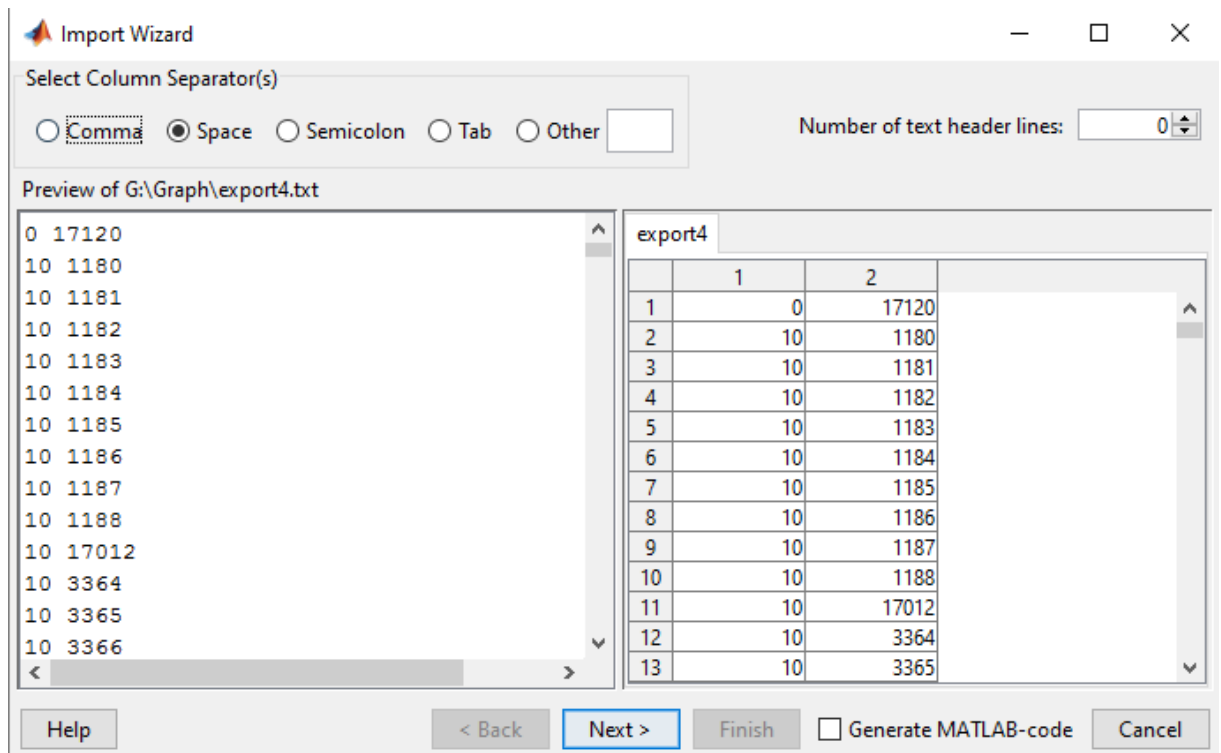


Рисунок 5. Мастер импортирования данных.

Переменную можно отредактировать – задать новое имя, поменять значения и т.д. в окне редактирования (Variable editor)

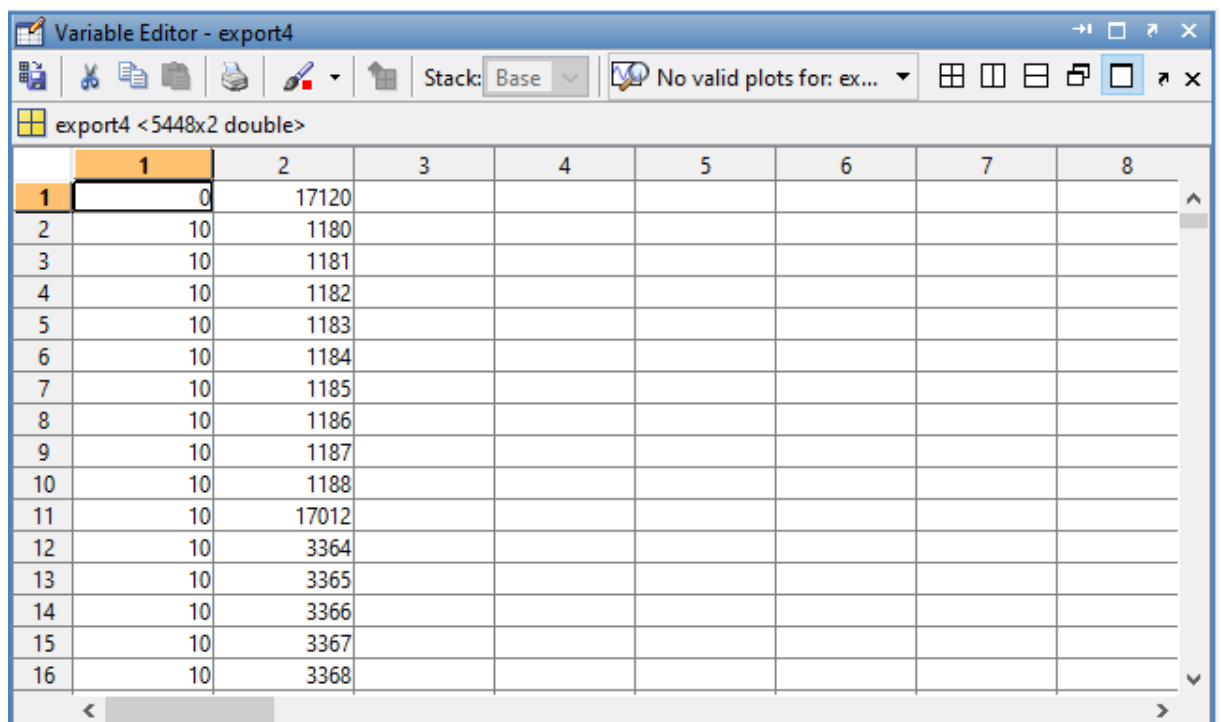


Рисунок 6. Редактор переменных.

Для экспорта значений необходимо сохранить область данных (например, через меню File – Save Workspace As...).

Контрольные вопросы:

1. Как организована рабочая область пакета?
2. Как осуществляется формирование переменной?
3. Какие типы переменных существуют?
4. Как осуществляется импорт и экспорт переменных?

Работа №2. Базовые функции пакета MATLAB

Темы:

- a. Основные арифметические операции.
- b. Работа с массивами, матрицами.
- c. Использование функций.
- d. Основы программирования.
- e. Создание и использование собственных функций.

Основные положения.

Базовые функции:

- ABS - абсолютное значение
- ANGLE - аргумент комплексного числа
- REAL, IMAG - действительная и мнимая части комплексного числа
- CONJ - операция комплексного сопряжения
- SIGN - вычисление знака числа
- CEIL, FIX, FLOOR, ROUND - функции округления
- REM - функция остатка
- GCD - наибольший общий делитель
- LCM - наименьшее общее кратное
- RAT, RATS - представление результата в виде рационального числа или цепной дроби.

Трансцендентные функции:

- SQRT - квадратный корень
- EXP - экспоненциальная функция
- LOG - функция натурального логарифма
- POW2 - экспонента по основанию 2
- NEXTPOW2 - ближайшая степень по основанию 2

- LOG2 - функции логарифма
- LOG10 - функции логарифма.

Тригонометрические функции:

- SIN, SINH - функции синуса
- ASIN, ASINH - функции обратного синуса
- CSC, CSCH - функции cosecant
- ACSC, ACSCH - функции обратного cosecant
- COS, COSH - функции косинуса
- ACOS, ACOSH - функции обратного косинуса
- SEC, SECH - функции secant
- ASEC, ASECH - функции обратного secant
- TAN, TANH - функции тангенса
- ATAN, ATAN2, ATANH - функции обратного тангенса
- COT, COTH - функции cotangent
- ACOT, ACOTH - функции обратного cotangent.

Формирование массивов специального вида:

- ZEROS - формирование массива нулей
- ONES - формирование массива единиц
- EYE - формирование единичной матрицы
- RAND - формирование массива элементов, распределенных по равномерному закону
- RANDN - формирование массива элементов, распределенных по нормальному закону
- CROSS - векторное произведение
- KRON - формирование тензорного произведения
- Linspace - формирование линейного массива равноотстоящих узлов
- LOGSPACE - формирование узлов логарифмической сетки
- MESHGRID - формирование узлов двумерной и трехмерной сеток
- : - формирование векторов и подматриц

Операции над матрицами:

- DIAG - формирование или извлечение диагоналей матрицы
- TRIL - формирование нижнетреугольной матрицы (массива)
- TRIU - формирование верхнетреугольной матрицы (массива)
- FLIPLR - поворот матрицы относительно вертикальной оси
- FLIPUD - поворот матрицы относительно горизонтальной оси
- ROT90 - поворот матрицы на 90 градусов
- RESHAPE - преобразование размеров матрицы

Специальные матрицы:

- COMPAN - сопровождающая матрица характеристического многочлена

- HADAMARD - матрица Адамара (Hadamard matrix)
- HANKEL - матрица Ганкеля (Hankel matrix)
- HILB, INVHILB - матрица Гильберта (Hilbert matrix)
- MAGIC - магический квадрат
- PASCAL - матрица Паскаля (Pascal matrix)
- ROSSER - матрица Рессера (Rosser matrix)
- TOEPLITZ - матрица Теплица (Toeplitz matrix)
- VANDER - матрица Вандермонда (Vandermonde matrix)
- WILKINSON - матрица Уилкинсона (Wilkinson matrix)

Характеристики матриц:

- COND - число обусловленности матрицы
- NORM - нормы векторов и матриц
- RCOND - оценка числа обусловленности матрицы
- RANK - ранг матрицы
- DET - определитель матрицы
- TRACE - след матрицы
- NULL - нуль-пространство (ядро) матрицы
- ORTH - ортонормальный базис матрицы
- SUBSPACE - угол между двумя подпространствами
- RREF - треугольная форма матрицы

Решение линейных уравнений:

- \, / - решатели систем линейных уравнений
- CHOL - разложение Холецкого
- LU - LU-разложение
- INV - обращение матрицы
- PINV - псевдообращение матрицы по Муру-Пенроузу
- QR, QRDELETE, QRINSERT - QR-разложение
- PLANEROT - преобразование Гивенса
- NNLS - метод наименьших квадратов с ограничениями
- LSCOV - метод наименьших квадратов в присутствии шумов

Вычисление собственных значений и сингулярных чисел:

- EIG, CDF2RDF - собственные значения и собственные векторы матрицы
- BALANCE - масштабирование матрицы
- HESS - приведение к форме Хессенберга
- SCHUR, RSF2CSF - приведение к форме Шура
- CPLXPAIR - сортировка комплексносопряженных пар
- QZ - приведение пары матриц к обобщенной форме Шура

- POLYEIG - вычисление собственных значений матричного полинома
- SVD - сингулярное разложение матрицы

Вычисление функций от матриц:

- EXPM, EXPM1, EXPM2, EXPM3 - вычисление матричной экспоненты
- LOGM - вычисление логарифма матрицы
- SQRTM - вычисление функции $A^{1/2}$
- FUNM - вычисление произвольных функций от матрицы

Полиномы и операции над ними:

- POLYVAL - вычисление полинома
- POLYVALM - вычисление матричного полинома
- CONV - умножение полиномов
- DECONV - деление полиномов
- POLYDER - вычисление производных
- ROOTS - вычисление корней полиномов
- POLY - вычисление характеристического полинома
- RESIDUE, RESI2 - разложение на простые дроби

Необходимо отметить, что математические функции в MATLAB являются так же «функциями» в смысле программирования. Функция – некий алгоритм, принимающий на входе значения (аргумент) и возвращающая результат. Входных значение может быть много (аргументы), а может и не быть вовсе, но возвращается (если предусмотрен возврат) всегда только одно значение, при этом это может быть матрица (вектор) или структура (что снимает ограничение на фактическое количество возвращаемых значений).

Функции хранятся в М-файлах и при одинаковых именах вызываются на основе очередности расположения (Path). Для создания файла функции можно выбрать Function M-file в меню File-New...

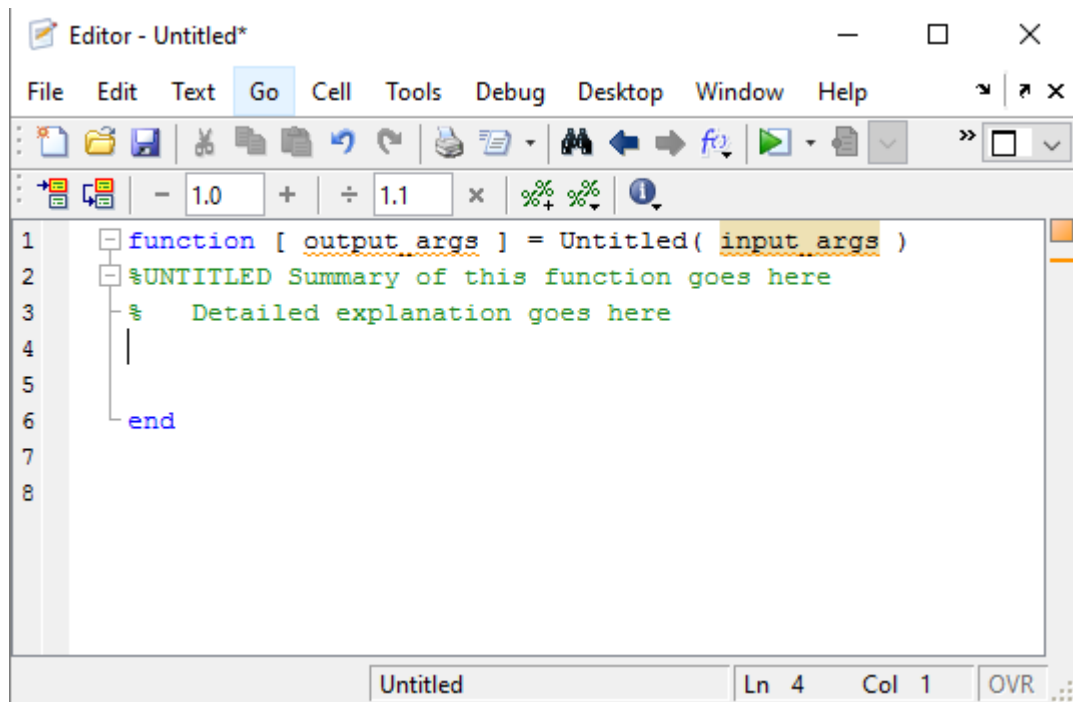


Рисунок 7. Редактор М-файлов.

Типичная функция содержит следующие элементы – ключевое слово `function`, имя функции (оно же имя М-файла), входные аргументы, возвращаемое значение.

Пример выполнения следующей функции (`myfunc`):

```
function [ a,b ] = myfunc( x )
    a=x+1;
    b=a+1;
end
```

```
>> [x y] = myfunc(0)
x =
    1
y =
    2
```

```
>> [x y] = myfunc(-2)
x =
   -1
y =
    0
```

```
>> zz(100)
ans =
   101
```

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют математические функции?

2. Каким образом задается функция?
3. Сколько значений может вернуть функция?

Работа №4. Функции для создания и работы с графиками.

Темы:

- a. Использование средств, для графического отображения данных.
- b. Использование элементов интерфейса для работы с графиками.
- c. Основные функции для работы с графиками
- d. Команды для создания графиков, масштабирование, изменение режимов отображения.
- e. Совместное отображение графиков.

Основные положения.

Функции для построения графиков и управления ими:

- PLOT - график в линейном масштабе
- LOGLOG - график в логарифмическом масштабе
- SEMILOGX, SEMILOGY - график в полулогарифмическом масштабе
- POLAR - график в полярных координатах
- PLOT3 - построение линий и точек в трехмерном пространстве
- MESHGRID - формирование двумерных массивов X и Y
- MESH, MESHX, MESHZ - трехмерная сетчатая поверхность
- SURF, SURFC - затененная сетчатая поверхность
- SURFL - затененная поверхность с подсветкой
- AXIS - масштабирование осей и вывод на экран
- GRID - нанесение сетки
- HOLD - управление режимом сохранения текущего графического окна
- SUBPLOT - разбиение графического окна
- ZOOM - управление масштабом графика
- COLORMAP - палитра цветов
- CAXIS - установление соответствия между палитрой цветов и масштабированием осей
- SHADING - затенение поверхностей
- CONTOURC - формирование массива описания линий уровня

- CONTOUR - изображение линий уровня для трехмерной поверхности
- CONTOUR3 - изображение трехмерных линий уровня

Функции для формирования надписей и пояснений к графикам

- TITLE - заголовки для двух- и трехмерных графиков
- XLABEL, YLABEL, ZLABEL - обозначение осей
- CLABEL - маркировка линий уровня
- TEXT - добавление к текущему графику текста
- GTEXT - размещает заданный текст на графике с использованием мыши
- LEGEND - пояснение к графику
- COLORBAR - шкала палитры

Функции для построения специальных графиков

- BAR - столбцовые диаграммы
- ERRORBAR - график с указанием интервала погрешности
- HIST - построение гистограммы
- STEM - дискретные графики
- STAIRS - ступенчатый график
- ROSE - гистограмма в полярных координатах
- COMPASS, FEATHER - графики векторов
- QUIVER - поле градиентов функции
- COMET - движение точки по траектории
- FILL - закрашка многоугольника
- COMET3 - движение точки по пространственной траектории
- SLICE - сечения функции от трех переменных
- WATERFALL - трехмерная поверхность
- FILL3 - закрашка многоугольника в трехмерном пространстве
- VIEWMTX - вычисление матрицы управления углом просмотра
- VIEW - управление положением точки просмотра

Порядок работы:

Для построения графика необходимо сформировать данные (если функция строится не в аналитическом виде) и на их основе произвести построение:

```
>> x=1:10
```

```
x =
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
>> y=x.^2
```

```
y =
```

```
1 4 9 16 25 36 49 64 81 100
```

```
>> plot(x,y)
```

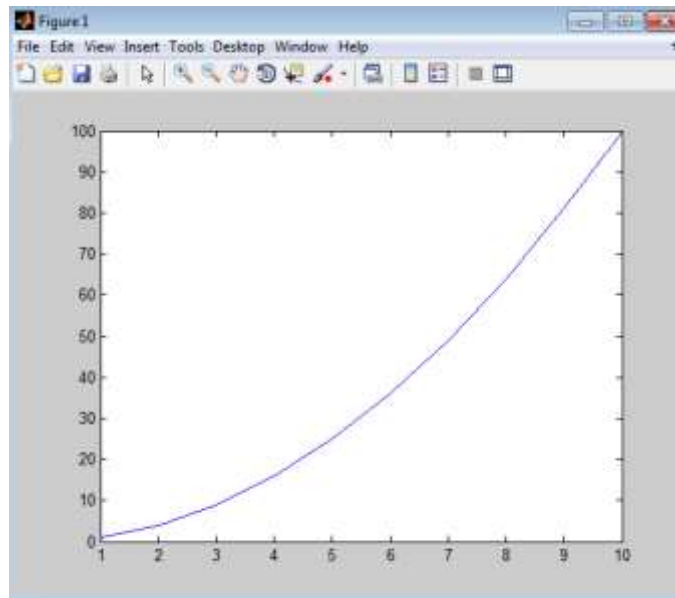


Рисунок 8. График функции $y=x^2$ на отрезке $[1, 10]$.

Отрисовка графиков на одной фигуре выполняется с помощью команды *subplot*:

```
>> subplot(1,2,1)
>> plot(x,y);
>> z=x.^-1;
>> subplot(1,2,2);
>> plot(x,z);
```

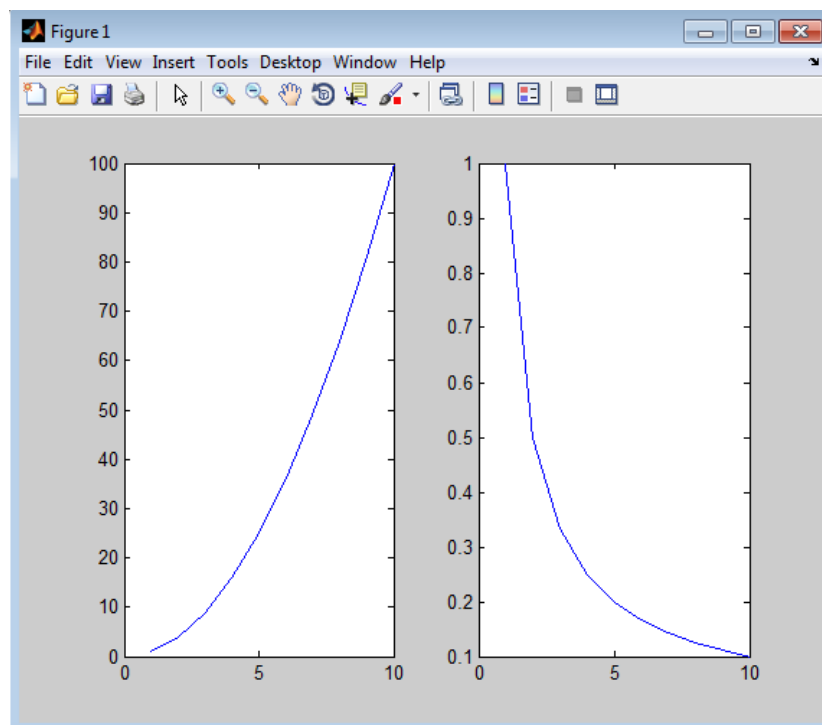


Рисунок 9. Использование команды *subplot*.

Построение трехмерного графика:

```
>> plot3(x,y,z);
```

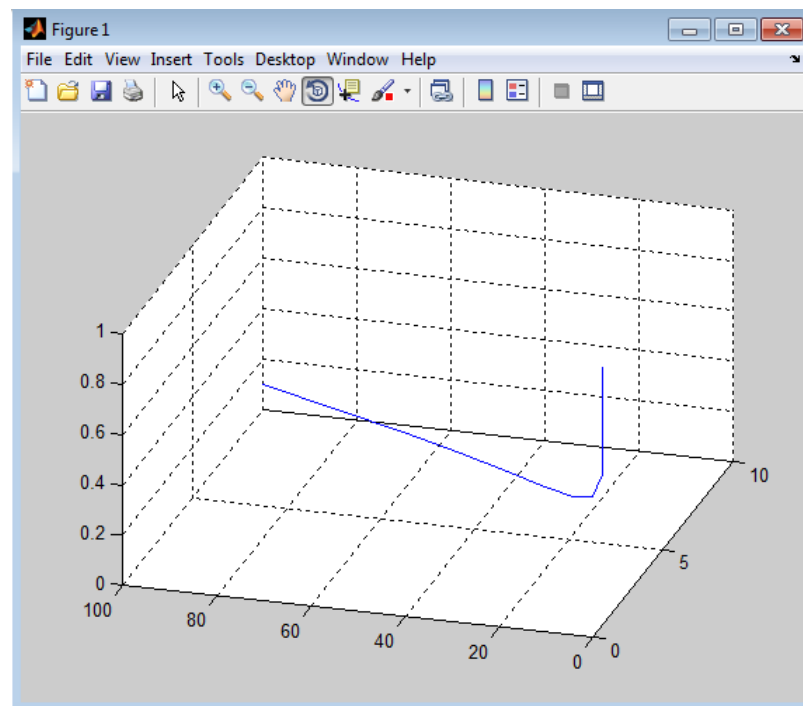


Рисунок 10. Трехмерный график.

Построение поверхности:

```
>> [X,Y] = meshgrid(-2:2:2, -2:2:2);
>> Z = X.*exp(-X.^2 - Y.^2);
>> surf(X,Y,Z)
```

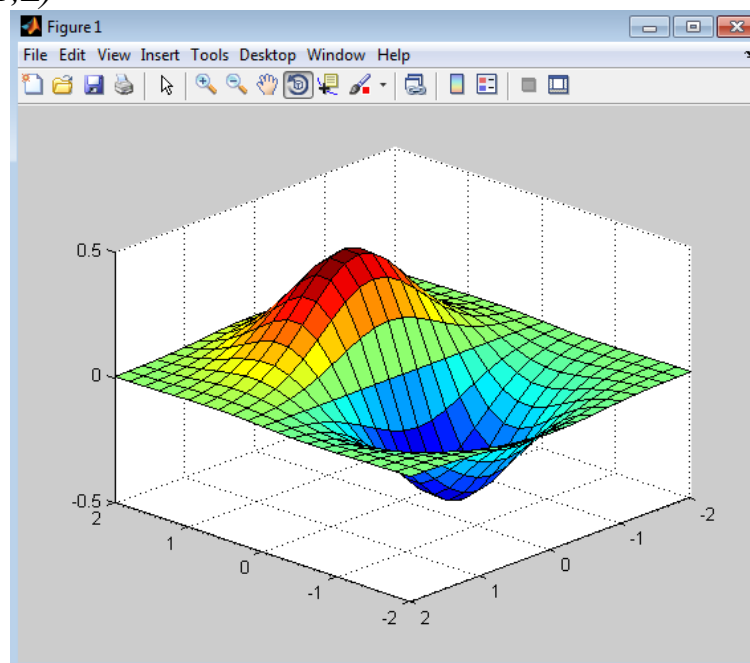


Рисунок 11. График поверхности.

Контрольные вопросы:

1. Средства предоставляет MATLAB для работы с графиками?
2. Какие используются опции для форматирования графиков?
3. Какой набор данных необходим для построения трехмерного графика?

Работа №4. Комбинаторика. Функции для работы с нормальным распределением.

Темы:

- a. Функция factorial.
- b. Функция randperm.
- c. Функция perms.
- d. Функция nchoosek.
- e. Функция fullfact.
- b. Функция unidpdf.
- c. Функция unidcdf.
- d. Функция unidinv.
- e. Функция unidstat.
- a. Функция unidrnd.

Основные положения.

unidinv(P,N) возвращает минимальное положительное целое X, для которого функция распределения вероятностей дискретного равномерного распределения возвращает значение вероятности равное или большее величины P при заданном параметре N. Размерность векторов или матриц P и N должна быть одинаковой. Размерность скалярного параметра увеличивается до размерности другого аргумента. Значение параметра N должно быть целым и положительным. Значение вероятности P должно находиться в интервале [0 1].

unidrnd(N) функция предназначена для генерации псевдослучайного числа по дискретному равномерному распределению для каждого значения параметра N. Параметр N должен положительным целым числом. Размерность матрицы R равна размерности входного параметра.

unidstat(N) функция служит для расчета математического ожидания и дисперсии дискретного равномерного распределения с заданным параметром N. Размерность векторов или матриц M и V совпадает размерностью входного параметра.

unidpdf(X,N) возвращает значение функции плотности вероятности дискретного равномерного распределения для случайной величины X и параметра N. Размерность векторов или матриц X и N должна быть

одинаковой. Размерность скалярного параметра увеличивается до размерности другого аргумента. Значение параметра N должно быть целым и положительным.

`fullfact(levels)` функция предназначена для генерации матрицы полного факторного эксперимента `design` при произвольном числе факторов и заданном количестве уровней для каждого фактора. Количество факторов и число уровней определяется вектором `levels` в формате `levels=[n m k ...]`, где `n`, `m`, `k` - число уровней первого, второго, третьего факторов и т.д. Элементы матрицы плана эксперимента представляются кодированными значениями и соответственно равны `1..n`, `1..m`, `1..k` и т.д. 1 соответствует минимальному значению фактора и далее по возрастанию. Матрица плана эксперимента не рандомизирована и представляет собой последовательный перебор всех возможных комбинаций значений факторов.

Порядок работы:

Построение обратной функции распределения в зависимости от значения параметра N:

```
>> P=0:0.1:1;  
>> N=10;  
>> X1 = unidinv(P,N);  
>> N=20;  
>> X2 = unidinv(P,N);  
>> N=30;  
>> X3 = unidinv(P,N);  
>> plot(P,X1,'o',P,X2,'+',P,X3,'+')  
>> grid on
```

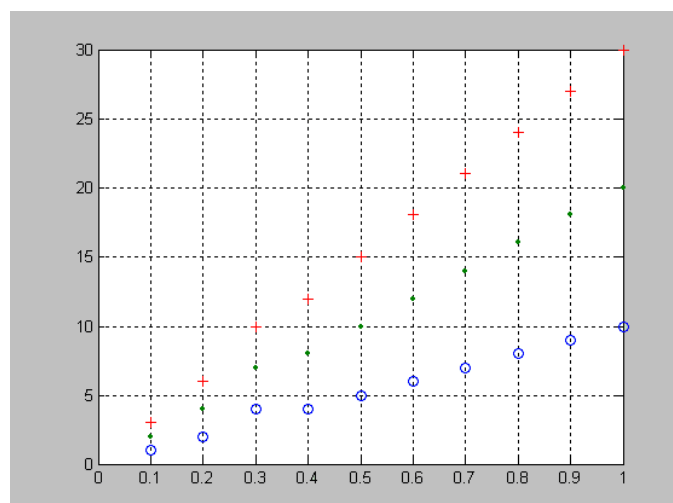


Рисунок 12. Вид обратной функции распределения .

Генерация одного числа соответствующего определенному значению параметра В:

```
>> N=10;  
>> R = unidrnd(N)  
R =  
    10  
>> N=[10 20 30 40 50];  
>> R = unidrnd(N)  
R =  
     3    13    15    36    39
```

Генерация вектора с размерностью 1x5 элементов псевдослучайных чисел:

```
>> N=10;  
>> m=[1 5];  
>> R = unidrnd(N,m)  
R =  
     5     1     9     5     7
```

Расчет математического ожидания и дисперсии дискретного равномерного распределения для параметра N:

```
>> N=10  
N =  
    10  
>> [M,V] = unidstat(N)  
M =  
    5.5000  
V =  
    8.2500
```

Вид функции плотности вероятности дискретного равномерного распределения для N=10 и N=15:

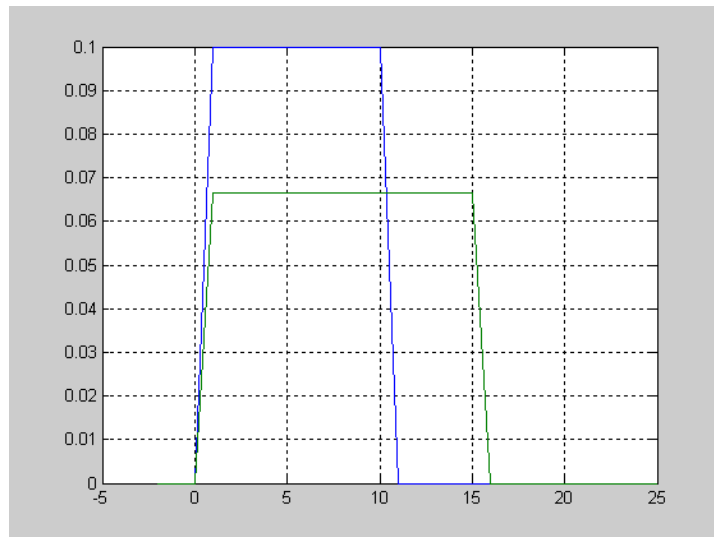


Рисунок 13. Плотность вероятности дискретного равномерного распределения.

Генерация матрицы плана эксперимента для трех факторов изменяющихся на 3 уровнях:

```
>> levels=[3 3 3]
```

```
levels =
```

```
    3    3    3
```

```
>> design = fullfact(levels)
```

```
design =
```

```
    1    1    1
```

```
    2    1    1
```

```
    3    1    1
```

```
    1    2    1
```

```
    2    2    1
```

```
    3    2    1
```

```
    1    3    1
```

```
    2    3    1
```

```
    3    3    1
```

```
    1    1    2
```

```
    2    1    2
```

```
    3    1    2
```

```
    1    2    2
```

```
    2    2    2
```

```
    3    2    2
```

```
    1    3    2
```

```
    2    3    2
```

```
    3    3    2
```

```
    1    1    3
```

```
    2    1    3
```

```
    3    1    3
```

1	2	3
2	2	3
3	2	3
1	3	3
2	3	3
3	3	3

Вычисление факториала:

```
>> factorial(5)
```

```
ans =
```

```
120
```

```
>> factorial(0)
```

```
ans =
```

```
1
```

```
>> factorial(1)
```

```
ans =
```

```
1
```

Случайные перестановки:

```
>> randperm(3)
```

```
ans =
```

```
3 1 2
```

```
>> randperm(3)
```

```
ans =
```

```
3 2 1
```

```
>> randperm(3)
```

```
ans =
```

```
1 2 3
```

Получение списка всех возможных перестановок:

```
>> perms(1:3)
```

```
ans =
```

```
3 2 1
```

```
3 1 2
```

2 3 1

2 1 3

1 2 3

1 3 2

>> perms(1:2)

ans =

2 1

1 2

Контрольные вопросы:

4. Средства предоставляет MATLAB для решений задач комбинаторики?
5. С помощью каких функций производится работа с нормальным распределением?

Литература

1. Давыдов Е.Г. Решение математических задач с помощью программных пакетов Scientific WorkPlace, Scientific Notebook, Mathcad, Mathematica и Matlab [Текст] . М.: УРСС, 2012. - 240 с.
2. Бозиев С.Н., Бондаренко В.В. Прикладные программные продукты в нефтегазовом деле. Система MATLAB: учеб. пособие РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина Каф. физики [Текст] . М.: ИЦ РГУ нефти и газа, 2014. - 166 с.
3. Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде Matlab: курс лекций [Текст] : учеб. пособие для вузов / К. Э. Плохотников. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 496 с.
4. Шампайн Л.Ф. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB [Текст] : учеб. пособие / Л. Ф. Шампайн, И. Гладвел, С. Томпсон. - СПб. : Лань, 2009. - 300 с.
5. В. С. Лялин, И. Г. Зверева, Н. Г. Никифорова. Статистика. Теория и практика в Excel –М: Финансы и статистика, Инфра-М. 2010
6. Карминский А.М., Черников Б.В. Информационные системы в экономике: В 2-х ч. Ч. 2. Практика использования – М: Финансы и статистика, 2006

7. С.П. Иглин. Математические расчеты на базе Matlab. Издательство "ВНУ-Санкт-Петербург" 2005г.
8. Кривилев А. Основы компьютерной математики с использованием системы MATLAB. Лекс-Книга, 2005
9. И.Ф. Цисарь. MATLAB Simulink. Компьютерное моделирование экономики. М.: Солон-Пресс, 2008.
10. Поршнев С.В. MATLAB 7. Основы работы и программирования. Учебник. ISBN: 5-9518-0137-0. Издательство "Бином. Лаборатория знаний" 2006г.
11. Сирота А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем : учеб. пособие для вузов / А. Сирота. - М. : Техносфера, 2006. - 280 с.
12. Бозиев С.Н. MATLAB 2006a в примерах / С. Н. Бозиев ; РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина ; Каф. физики. - М., 2006. - 150 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

СПИРИДОНОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Редактор _____

Художник-график _____

Технический редактор _____

Корректор _____

Компьютерная верстка _____

Подписано в печать _____. Формат 60х90/16. Усл. п.л. 1,25.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Тираж 150 экз. Заказ №231

Издательский центр
РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
119991, Москва, Ленинский проспект, 65
Тел./факс: _____