

## Что такое MATLAB?

MATLAB – это высокопроизводительный язык для технических расчетов. Он включает в себя вычисления, визуализацию и программирование в удобной среде, где задачи и решения выражаются в форме, близкой к математической. Типичное использование MATLAB – это:

- математические вычисления
- создание алгоритмов
- моделирование
- анализ данных, исследования и визуализация
- научная и инженерная графика
- разработка приложений, включая создание графического интерфейса

MATLAB – это интерактивная система, в которой основным элементом данных является массив. Это позволяет решать различные задачи, связанные с техническими вычислениями, особенно в которых используются матрицы и вектора, в несколько раз быстрее, чем при написании программ с использованием "скалярных" языков программирования, таких как Си или Фортран.

# Основные компоненты MATLAB

Система MATLAB (**MAT**rix**LAB**oratory) разрабатывается фирмой MathWorks, создана для работы в среде Windows и представляет собой интерактивную среду для вычислений и моделирования, причем она может работать как в режиме непосредственных вычислений, так и в режиме интерпретации написанных программ. Сильная сторона системы – виртуозная работа с матрицами и векторами.

**Среда разработки** – набор инструментов и средств обслуживания (графические пользовательские интерфейсы, рабочий стол, окна, редактор-отладчик, браузеры)

**Библиотека математических функций** – собрание вычислительных алгоритмов

**Язык** – высокого уровня объектно-ориентированного программирования

**Графика** – функции высокого уровня для визуализации данных, обработки изображений, анимации

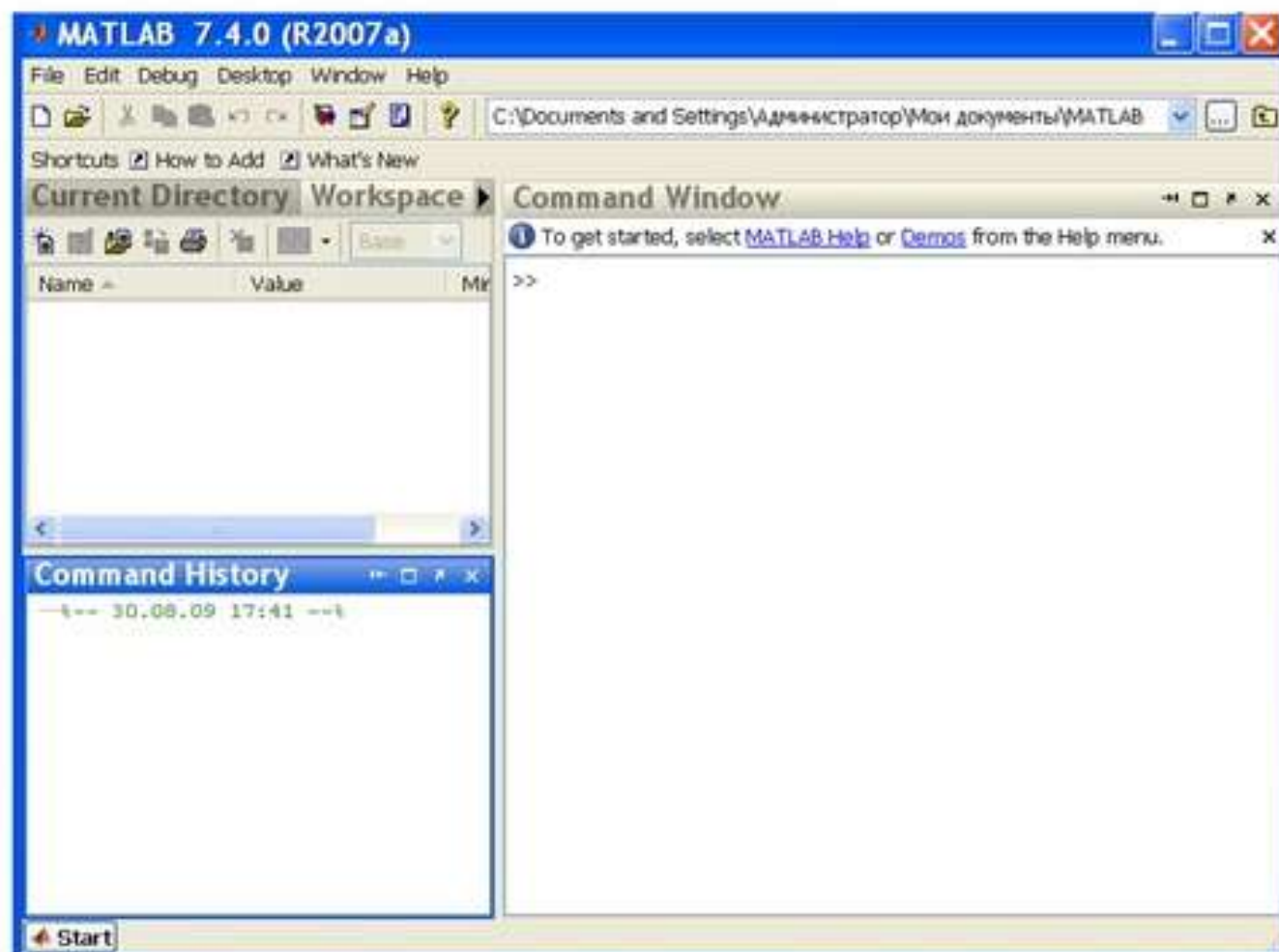
**MATLAB API** (Application Program Interface) – библиотека, позволяющая писать программы на языках Fortran и C совместно с MATLAB

## Инструментальные средства рабочего стола

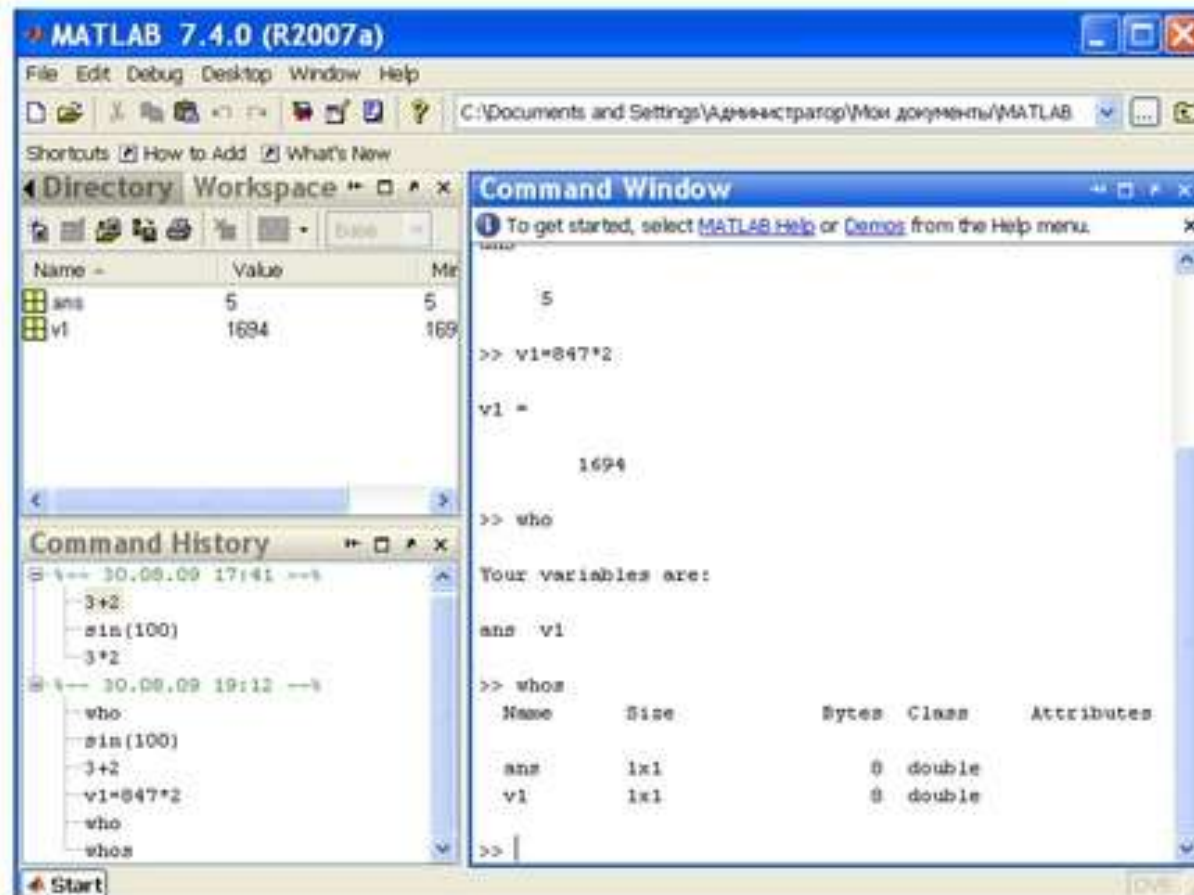
- **Командное окно (Command Window)** – ввод команд, переменных, выполнение функций и m-файлов
- **Браузер рабочей области (Workspace Browser)** – информация обо всех переменных, массивах, созданных в течение сеанса MATLAB
- **Редактор массива (Array Editor)** – для просмотра и редактирования массивов, которые находятся в рабочей области
- **История команд (Command History)** – для просмотра, копирования и выполнения выбранных команд
- **Браузер текущего каталога (Current Directory Browser)** – содержит m-файлы, которые можно выполнить в командном окне
- **Кнопка старта (Start)** – доступ к инструментальным средствам, демо-версиям и документации
- **Браузер справки (Help Browser)**
- **Редактор/отладчик (Editor/Debugger)** - создание и отладка m-файлов
- **Профилировщик (Profiler)** – графический интерфейс пользователя, помогающий улучшать работу m-файлов (команда - profile viewer)

Некоторые характеристики инструментальных средств можно определить, выбирая **Preferences** из меню **File**

# Командное окно (Command Window)



# Браузер рабочей области (Workspace Browser)



Delete в меню Edit; Save Workspace As в меню File; Import Data в меню File

Workspace			
File Edit View Graphics Debug Desktop Window Help			
Stack: <span>Base</span>			
Name	Value	Min	Max
v1	1694	1694	1694
x	<4x4 double>	1	16
y	<4x4 double>	-8	-0.5

**MATLAB 7.4.0 (R2007a)**

File Edit Debug Desktop Window Help

C:\Documents and Settings\Администратор\Мои документы\MATLAB

Shortcuts How to Add What's New

**Command History**

```

30.08.09 19:12 --%
x=magic(4)
y=x*(-0.5)

```

**Command Window**

To get started, select [MATLAB Help](#) or [Demos](#) from the Help menu.

```

>> x=magic(4)

x =

    16     2     3    13
     5    11    10     8
     9     7     6    12
     4    14    15     1

>> y=x*(-0.5)

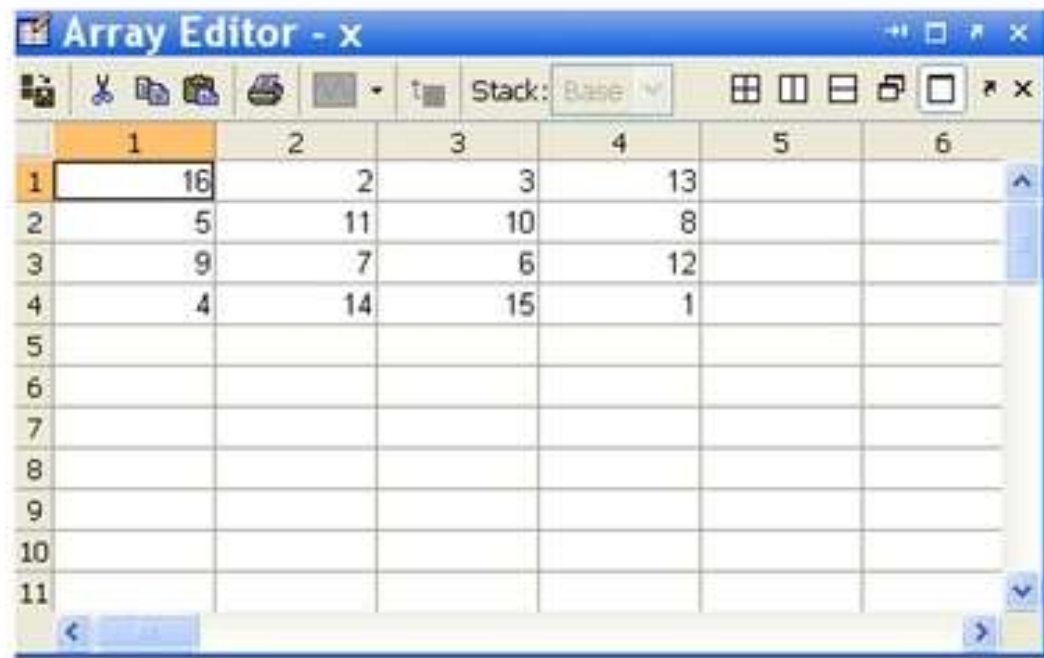
y =

 -8.0000  -1.0000  -1.5000  -6.5000
 -2.5000  -5.5000  -5.0000  -4.0000
 -4.5000  -3.5000  -3.0000  -6.0000
 -2.0000  -7.0000  -7.5000  -0.5000

>>

```

# Редактор массива (Array Editor)

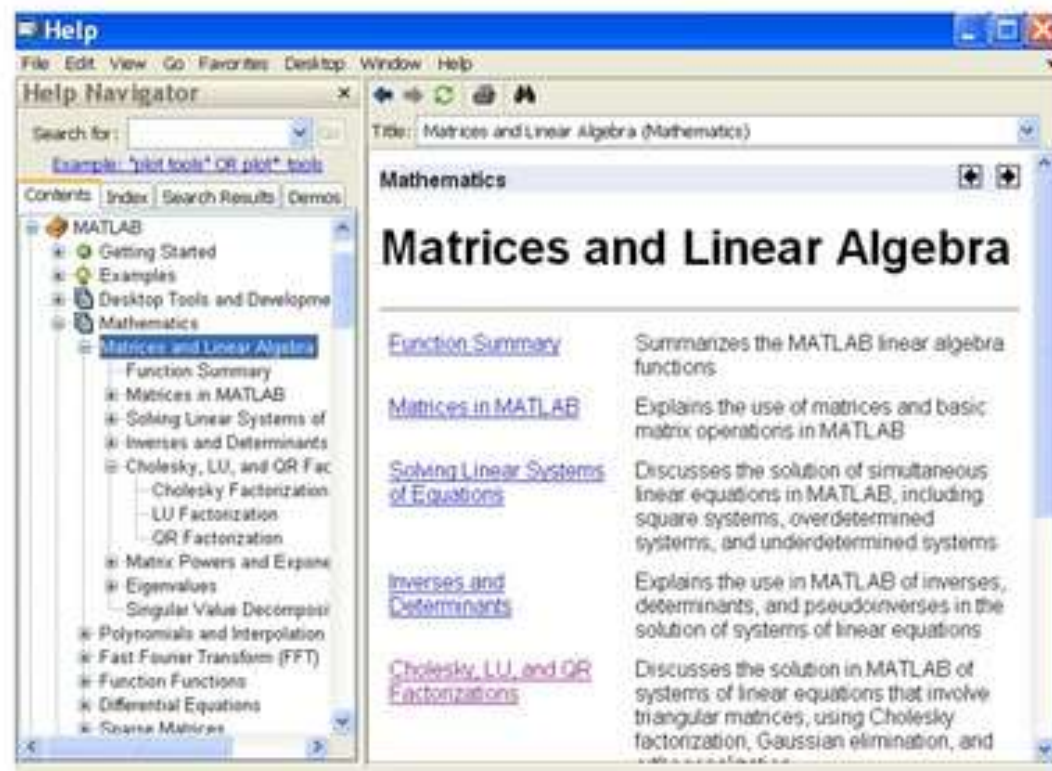


The screenshot shows a window titled "Array Editor - x". It features a toolbar with icons for file operations, a "Stack" dropdown menu set to "Base", and a grid of 11 rows and 6 columns. The grid contains the following values:

	1	2	3	4	5	6
1	16	2	3	13		
2	5	11	10	8		
3	9	7	6	12		
4	4	14	15	1		
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						



# Браузер справки (Help Browser)



Вызов – кнопка справки»?» или команда **helpbrowser**

Электронные книги в формате html

help < имя m-функции> : help magic



- **clc** – эта команда очищает командное окно, но оставляет неизменным содержимое буфера команд и рабочего пространства
- **clear** – удаление всех переменных из **Workspace**
- **who** – отображение имён переменных, размещённых в данный момент в рабочем пространстве
- **whos** – отображение имён массивов, размещённых в данный момент в рабочем пространстве, и их размеров
- При вводе команды длиной в несколько физических строк каждая текущая строка завершается тремя точками и нажатием на клавишу **ENTER**
- После завершения сеанса работы с MATLAB все ранее вычисленные переменные теряются. Для сохранения в файле на диске компьютера содержимого рабочего пространства используют команды:

**Save Workspace As** в меню **File**; **Import Data** в меню **File**

Для загрузки в последующих сеансах работы в оперативную память компьютера ранее сохранённого файла, содержащего рабочее пространство MATLAB, нужно выполнить в меню **File** команду

**Load Workspace**

# Дополнительные команды справочной системы

- **computer** – тип компьютера, на котором установлена текущая версия MATLAB
- **info** – информация о фирме Math Works
- **ver** – информация об установленной версии и пакетах расширений
- **version** – краткая информация об установленной версии
- **what** – имена файлов текущего каталога
- **what name** – имена файлов каталога, заданного именем
- **what newname** – содержимое файлов каталога, заданного именем
- **which name** – путь доступа к функции с данным именем
- **help demos** – список примеров в справочной системе
- **bench** – тест на быстродействие компьютера и сравнение с другими типами компьютеров

# Типы данных MATLAB



RADEON SOFTWARE

ДЛЯ ОТКРЫТИЯ НАЖМИТЕ

AD



- **logical** (true – 1, false – 0)
- **char** – символьная строка
- **numeric** – массивы чисел с плавающей запятой точности `single` или `double`, массивы целых чисел со знаком и без
- **int**: `int8` (массив 8-разрядных целых чисел со знаком, 1 байт на одно число), `int16` (2 байта на одно число), `int32` (4 байта на одно число), `int64` (8 байт на одно число);  
функция преобразования в целый тип со знаком `ix=int(x)`
- **uint**: `uint8` (массив 8-разрядных чисел без знака), `uint16`, `uint32`, `uint64`; функция преобразования `y=uint8(x)`
- **single** – массив чисел с плавающей запятой одинарной точности (4 байта на одно число); функция преобразования `B=single(A)`

- **double** – массив чисел с плавающей запятой двойной точности (16 знаков); все вычисления MATLAB делаются с двойной точностью; функция преобразования `double(...)`
- **cell array** – массив ячеек, в которых можно хранить массивы различных типов и/или размеров
- **structure** – структурированный массив полей для хранения данных с именами
- **function handle** – дескриптор функции (описатель) содержит в виде структуры всю информацию о функции, которая используется в ссылках на неё, для определения местонахождения, выполнения и оценивания функции; обычно передаётся в списке параметров к другим функциям

### **Пример получения дескриптора функции sin:**

`Z=functions(@sin) %получаем массив 1 x 1 типа структура`

`Z=`

`function: 'sin'`

`type: 'simple'`

`file: 'MATLAB built-in function'`

### **Имя переменной:**

длина - до 63 символов;

не должно совпадать с именами функций и процедур;

должно начинаться с буквы;

может содержать буквы, цифры, знак подчёркивания;

различаются большие и маленькие буквы

## Форматы представления чисел на экране

- **short** – целая часть (по модулю) менее 1000, после запятой 4 знака:  
>> format short  
x=112.1416
- **short e** – числа с плавающей запятой с 5 знаками: x = 1.1214e+002
- **long** – 16 знаков, целая часть (по модулю) менее 100:  
>> format long  
x=23.14069263277927
- **long e** - числа с плавающей запятой с 16 знаками:  
x=2.314069263277927e+001
- **rat** – числа в виде рациональной дроби: pi=355/113
- **hex** – 16-ричное представление числа с двойной точностью:  
pi=400921fb54442d18



# Арифметические операции

+ - сложение

- - вычитание

\* - умножение

/ - деление

^ - возведение в степень

В одной строке командного окна выражения разделяются  
символом (;)

Перенос длинной командной строки с помощью ( ... )

Оператор присваивания: <имя переменной> = <выражение>

# Алгебраические функции

Sin(Z), sinh(Z), asin(Z), cos(Z), cosh(Z), acos(Z), tan(Z), tanh(Z),  
atan(Z), cot(Z), coth(Z), acot(Z), exp(Z), log(Z), log10(x),  
sqrt(Z), abs(Z), sign(Z), pi

Переменная Z может принимать как действительные, так и комплексные значения.

Комплексные переменные вводятся следующим оператором присваивания:

<имя переменной> = <Действительная часть> + i | j \* Мнимая часть

В MATLAB переменным i, j по умолчанию присвоено значение  $(-1)^{0,5}$

# Задание массивов

Все переменные MATLAB являются массивами

Отдельная переменная – массив 1x1

Числовые массивы по умолчанию имеют тип double

Положение элементов массивов определяется индексами:

$x(n,m)$ , где  $n$  - номер строки,  $m$  - номер столбца, индексация начинается с 1

Элементы массива в строке отделяются запятыми или пробелами,  
а в столбце – точкой с запятой (;)

## Задание одномерных массивов

Задание в командной строке:  $x = [1,2,3,4]$  или  $x = [1\ 2\ 3\ 4]$

Задание отдельных элементов:  $x(3)=3$

Задание как диапазон значений:  $X = XN[HX]:XK$   $x = 1:0.001:5;$

Длину массива можно найти командой: `length(x)`

ans =

4001

(;) в конце команды предотвращает вывод результатов в командное окно

## Некоторые команды для создания одномерных массивов

**linspace (a,b)** – массив из 100 равноотстоящих чисел между a и b, с включением конечных значений a и b;

**linspace (a,b,n)** - массив из n равноотстоящих чисел на отрезке [a,b] с включением конечных значений a и b;

**logspace (a,b)** - массив из n чисел на отрезке  $[10^a, 10^b]$ , равноотстоящих в логарифмическом масштабе с включением конечных значений  $10^a$  и  $10^b$

## Задание двумерных массивов

Задание в командной строке:  $x = [1,2,3,4;5,6,7,8]$

Задание отдельных элементов:  $x(2,3)=7$

Оператор  $[]$  объединяет в матрицы вектор-строки  $X = [u;v;w]$  и вектор-столбцы  $Y = [u,v,w]$ , а также матрицы:

горизонтальное объединение  $X = [A,B]$

вертикальное объединение  $Y = [C;D]$

При этом необходимо соответствие размерностей

Пустой массив задаётся символом  $[]$ , он используется и для удаления элементов и массивов

Обращение к отдельной  $p$ -ой строке массива:  $y = [p,:]$

Обращение к  $k$ -ому столбцу массива:  $y =[:,k]$

Команда  $B = A(:, :)$  обращается ко всем элементам матрицы, т.е. создаёт копию матрицы  $A$

# Элементарные матрицы

- **zeros(n,m)** - матрица из нулей размера  $n \times m$
- **ones(n,m)** – матрица из единиц размера  $n \times m$
- **rand(n,m)** – матрица случайных чисел размера  $n \times m$
- **eye(n)** – единичная матрица порядка  $n$
- **eye(n,m)** – матрица из единиц на главной диагонали размера  $n \times m$
- **magic(n)** – магическая матрица порядка  $n$



# Операции над матрицами

- $+$  - сложение матриц – функция `plus(A,B)`
- $-$  - вычитание матриц – функция `minus(A,B)`
- $*$  - умножение матриц – функция `mtimes(A,B)`
- $.*$  - поэлементное умножение матриц – функция `times(A,B)`
- $.^{\wedge}$  - поэлементное возведение в степень – функция `power(A,B)`
- $'$  - комплексное сопряжение и транспонирование – функция `ctranspose(A,B)`
- $.'$  – транспонирование матрицы – функция `transpose(A)`
- $/$  и  $\backslash$  - матричное деление – функции `A*inv(B)` и `inv(A)*B`
- $./$  и  $.\backslash$  - поэлементное деление матриц – функции `rdivide(A,B)` и `ldivide(A,B)`

Удаление  $p$ -ой строки матрицы: `y(p,:)=[]`

Пусть  $A$ -матрица порядка  $n \times m$  и  $(s(1), \dots, s(n))$  – перестановка чисел индексов  $(1, \dots, n)$  строк, тогда команда

`B=[A(s(1),:); A(s(2),:); ... A(s(n),:)]`; задаёт перестановку строк

# Функции матриц

- $\det(A)$  – определитель матрицы
- $B=\text{inv}(A)$  – обратная матрица
- $[n,m]=\text{size}(A)$  – размерность матрицы
- $S=\text{length}(A)$  - максимальный размер матрицы  $A$ ,  $s=\max(\text{size}(A))$
- $\text{trace}(A)$  – след матрицы, сумма диагональных элементов, матрица может быть не квадратной
- $\text{sum}(A)$  – вектор, состоящий из сумм элементов столбцов
- $\text{prod}(A)$  - вектор, состоящий из произведений элементов столбцов
- $V=\text{diag}(A)$  – вектор-столбец элементов главной диагонали
- $A=\text{diag}(V)$  – диагональная матрица с вектором  $V$  элементов главной диагонали
- $U=\text{triu}(A)$  – верхняя треугольная часть матрицы
- $U=\text{tril}(A)$  – нижняя треугольная часть матрицы
- $P=\text{poly}(A)$  – характеристический полином матрицы  $A$
- $J=\text{Jordan}(A)$  – Жорданова форма матрицы  $A$

# Символьная математика

Инструментарий символьной математики –

## Symbolic Math Toolbox

>> **help symbolic** - перечень команд и функций

>> **funtool** – вызов графического окна для выполнения операций над символьными функциями и для построения графиков функций.

Для работы с символьной математикой тип объектов `sym`.

### Примеры

Задание символьного выражения (138байт):

```
expr=sym('2*x+3*y');
```

Задание символьной переменной  $x$  (126байт): `x=sym('x');`

Задание символьного числа  $\pi$  (128байт): `pi=sym('pi');`

Задание символьных переменных  $y, z, t$ : `syms y z t;`

Символьный вывод выровнен слева.

1) >> syms x y

>> (x-y)\*(x-y)^2

ans =

(x-y)^3

2) >> expand(ans)

ans =

$x^3 - 3x^2y + 3xy^2 - y^3$

3) >> factor(ans)

ans =

(x-y)^3

## Функции, задаваемые пользователем

- Задать функцию  $f(x)=x^2$

1. `>> f = @ (x) x^2`

`f =`

`@ (x) x^2`

2. `>> f1 = inline ('x^2','x')`

`f1 =`

Inline function:

`f1(x) = x^2`

Обращение к заданной функции:

`>> f(4)`      или      `>> f1(4)`