

# ОПИСАНИЕ MATLAB

## Окна системы MATLAB

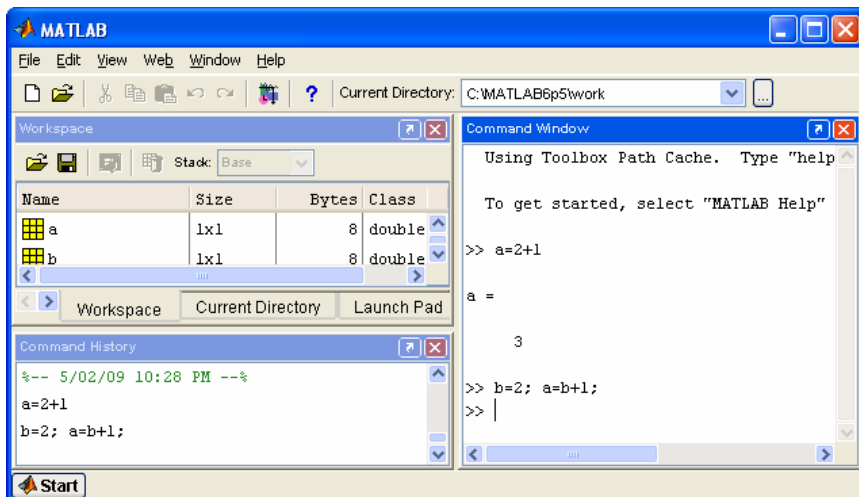


Рис. 4. Основное окно системы MATLAB

После запуска программы MATLAB на экране появляется основное окно системы (рис. 4), составленное из окон следующего назначения:

Command Window	предназначено для ввода команд и вывода результатов вычислений и сообщений об ошибках;
Command History	в окне выводится список выполнявшихся ранее команд и время загрузок системы;
Workspace	обеспечивает просмотр переменных и внесение в них изменений;
Current Directory	предназначено для просмотра и установки текущей папки;
Launch Pad	обеспечивает быстрый доступ к установленным расширениям MATLAB, справочной системе и документации.

Вычисления в режиме диалога выполняются в командном окне Command Window.

>> приглашение для ввода команды. Команда выполняется после нажатия клавиши Enter.  
Точка с запятой в конце выражения подавляет вывод результата.

Программы создаются в окне Редактора, вызываемого командой File> New> M-File (рис. 5).

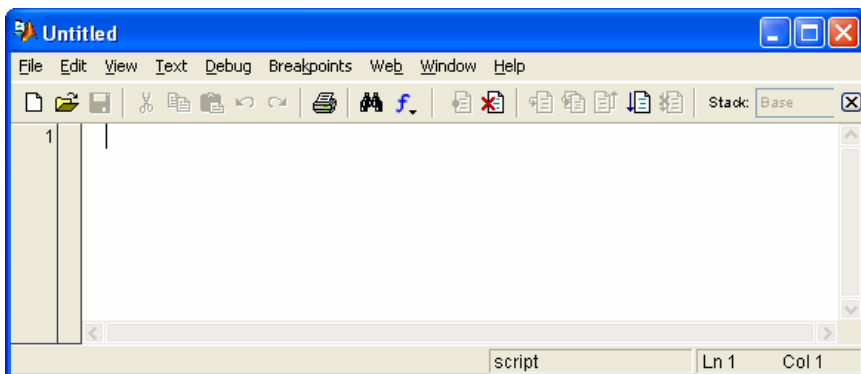


Рис. 5. Окно Редактора MATLAB

### **Константы**

Константы (постоянные величины) могут быть числовыми и символьными:

0.9093	дробное число. Десятичная точка отделяет целую часть числа от дробной;
1.6021e-20	число $1,6021 \cdot 10^{-20}$ в экспоненциальной форме (без пробелов);
3i или 3j	мнимое число;
2+3i	комплексное число;
pi	число $\pi = 3,14159265\dots$ ;
'текст'	символьная константа;
%текст	текстовый комментарий.

## Переменные

Имена переменных состоят из букв английского алфавита, цифр и символа подчеркивания. Первым символом в имени должна быть буква. MATLAB идентифицирует число символов не более 31. MATLAB различает прописные и строчные буквы.

$a=3$                     присвоение переменной  $a$  значения 3;  
 $A=2$                     присвоение другой переменной  $A$  значения 2.

## Вектора и матрицы

По умолчанию все числовые переменные в MATLAB считаются матрицами. Матрицей принято называть прямоугольный массив чисел или выражений. Скалярная величина есть матрица порядка  $1 \times 1$ . Вектором является одномерный массив размера  $1 \times n$  (вектор-строка) или  $m \times 1$  (вектор-столбец).

$v=[4 \ 0]$             ввод вектор-строки  $v = (4 \ 0)$ .

$v=[4,0]$             Элементы отделяются пробелами или запятыми.

$u=[5;6]$             ввод вектор-столбца  $u = \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix}$ .

Элементы отделяются точкой с запятой.

$M=[1 \ 2; \ 3 \ 8]$     ввод матрицы  $M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 8 \end{pmatrix}$ .

$p1=M(1,2)$         переменной  $p1$  присваивается значение элемента матрицы  $M$  из 1-й строки 2-го столбца, равное 2.

$p2=M(3)$             значение переменной  $p2$  равно 2. Матрица  $M$  рассматривается как длинный вектор, сформированный из столбцов исходной матрицы.

$r=M(:,1)$            создается вектор-столбец  $r = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$ , элементы которого равны элементам 1-го столбца матрицы  $M$ .

$q=M(2,:)$            создается вектор-строка  $q = (3 \ 8)$ , элементы которого равны элементам 2-й строки матрицы  $M$ .

$A=M$                 создается матрица  $A$ , равная матрице  $M$ .

<code>A(2,:)=[ ]</code>	удаление 2-й строки матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \end{pmatrix}$ .
<code>C=[M u]</code>	объединение матрицы $M$ и вектора $u$ в одну матрицу $C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 3 & 8 & 6 \end{pmatrix}$ .
<code>x=0:2:6</code>	формирование вектора как диапазона чисел от 0 до 6 с шагом 2 $x = (0 \ 2 \ 4 \ 6)$ .
<code>t=1:5</code>	формирование вектор-строки с элементами от 1 до 5 с шагом 1 $t = (1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5)$ .
<code>z=linspace(1,9,5)</code>	формирование вектор-строки из 5 элементов, значения которой равномерно распределены на отрезке от 1 до 9.
<code>E=eye(3)</code>	задание единичной матрицы размера $3 \times 3$ .
<code>Z=zeros(3)</code>	задание нулевой матрицы размера $3 \times 3$ .
<code>N=ones(3,4)</code>	задание матрицы из единиц размера $3 \times 4$ .
<code>size(N)</code>	размер матрицы $N$ в виде вектор-строки $[3 \ 4]$ (3 строки, 4 столбца).
<code>zeros(size(N))</code>	нулевая матрица такого же размера, как $N$
<code>length(z)</code>	длина вектора $z$ .

### Функции

MATLAB предоставляет большое количество встроенных математических функций. Имя функции записывается строчными буквами, аргументы указываются в круглых скобках через запятую. В качестве аргументов можно использовать выражения и другие функции.

<code>abs(a)</code>	абсолютная величина $( a )$ ;
<code>sign(a)</code>	знак числа $a$ ;
<code>sqrt(x)</code>	корень квадратный из $x$ ( $\sqrt{x}$ );
<code>exp(x)</code>	экспонента ( $e^x$ );
<code>log(x)</code>	натуральный логарифм ( $\ln x$ );
<code>log10(x)</code>	десятичный логарифм ( $\lg x$ );
<code>sin(x), cos(x)</code>	синус ( $\sin x$ ), косинус ( $\cos x$ );
<code>asin(x), acos(x)</code>	арксинус ( $\arcsin x$ ), арккосинус;
<code>tan(x), cot(x)</code>	тангенс ( $\operatorname{tg} x$ ), котангенс ( $\operatorname{ctg} x$ );
<code>atan(x), acot(x)</code>	арктангенс ( $\operatorname{arctg} x$ ), арккотангенс.

Большинство функций может работать с аргументами в виде векторов и матриц, вычисляя значения для каждого их элемента. Данная операция называется векторизацией и обеспечивает упрощение записи операций, производимых одновременно над всеми элементами векторов и матриц, и существенное повышение скорости их выполнения.

```
>>x=0:0.1:0.5
>>y=sin(x)
y=
    0.0998    0.1987    0.2955    0.3894    0.4794
```

### ***Справочная система MATLAB***

help	список разделов справки;
help раздел	список команд указанного раздела;
help имя_команды	описание команды с указанным именем;
help ops	операторы и специальные символы;
help elfun	элементарные математические функции;
help demos	список примеров;
type имя_m-файла	просмотр текста m.файла.

### ***Арифметические операции***

В MATLAB реализованы два типа арифметических операций: операции над матрицами в соответствии с правилами линейной алгебры и поэлементные операции. Чтобы их различить, поэлементным операциям предшествует точка.

u=[1;3]	$u = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}, v = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}, M = \begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}.$
v=[2;4]	
M=[5 6; 7 8]	
M+2	ко всем элементам матрицы $M$ прибавляется число 2.
u+v	складываются соответствующие элементы векторов.
M*u	матричное умножение.
v*u	ошибка. При матричном умножении число столбцов первого сомножителя должно быть равно числу строк второго.
v.*u	поэлементное умножение.

$M.*u$	ошибка. Массивы должны быть одинакового размера.
$M^2$	степень матрицы. Если показатель степени целое положительное число, то матрица перемножается сама на себя.
$M.^2$	поэлементное возведение в степень.
$M \setminus u$	левое деление. Равносильно $M^{-1} \cdot u$ .
$u ./ v$	поэлементное деление.
$M'$	транспонирование матрицы. Строки становятся столбцами.
$u'$	транспонирование. Вектор-столбец становится вектор-строкой.

### **Решение системы линейных уравнений**

Систему линейных уравнений

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

...

$$a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n$$

обычно кратко записывают в матричном виде

$$Ax = b$$

Решение системы линейных уравнений в MATLAB находят с помощью левого деления

$$x = A \setminus b.$$

### **Матричные вычисления**

По умолчанию действует следующее правило: вычисляется соответствующая операция для элементов столбцов и результат помещается в вектор-строку. Чтобы проделать вычисления построчно, можно вначале транспонировать исходную матрицу, а затем полученный в результате вектор-столбец превратить в строку. Кроме того, для многомерных массивов можно явно указать размерность, по которой будет действовать операция.

$\text{sum}(u)$	возвращается сумма элементов вектора $u$ .
$\text{sum}(M)$	возвращается вектор-строка, содержащая
или $\text{sum}(M, 1)$	сумму элементов по столбцам матрицы $M$ .

<code>sum(M, 2)</code>	возвращается вектор-столбец с суммой элементов массива $M$ по строкам.
<code>min(M)</code>	определение минимальных элементов столбцов матрицы $M$ .
<code>max(M)</code>	определение наибольших элементов столбцов матрицы $M$ .
<code>[C, I]=max(M)</code>	кроме максимальных значений возвращается вектор индексов этих элементов.
<code>prod(M)</code>	произведение элементов столбцов матрицы.
<code>mean(M)</code>	определение средних элементов матрицы.
<code>sort(M)</code>	сортировка элементов матрицы по возрастанию.

### **Полиномы в MATLAB**

`p=[1 0 -2 -5]` представление полинома  $p(x) = x^3 - 2x - 5$  с помощью вектор-строки, содержащей упорядоченные по убыванию степени коэффициенты полинома.

`polyval(p, x)` вычисляет значения многочлена  $p$  в точках  $x$ .

### **Построение графиков**

<code>x=0:pi/50:2*pi</code>	задание диапазона $0 \leq x \leq 2\pi$ .
<code>y=sin(x)</code>	вычисление функции.
<code>plot(x, y)</code>	создается кусочно-линейный график зависимости компонент вектора $y$ от $x$ .
<code>x2=0:pi/10:2*pi</code>	
<code>y2=sin(x2-0.25)</code>	строятся две кривые на одном графике.
<code>plot(x, y, 'k:', x2, y2, 'ro')</code>	строятся графики с заданными цветом, стилем линий и маркерами (рис. 6).

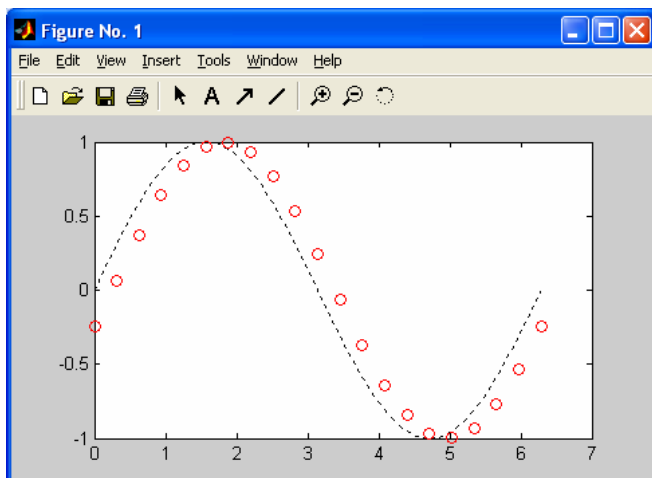


Рис. 6. Построение графиков с заданными свойствами линий

Цвет линий		Стиль линий		Тип маркера	
y	Желтый	-	Сплошная	o	Окружность
m	Фиолетовый	--	Штриховая	x	Крест
c	Голубой	-. .	Штрих-пунктир	+	Плюс
r	Красный	:	Двойной пунктир	*	Звездочка
g	Зеленый			s	Квадрат
b	Синий			d	Ромб
w	Белый			v	Треугольник
k	Черный				

`fplot('sin(t)+0.5',[0 6])` строится график функции, заданной в символьном виде, на интервале от 0 до 6.

### *Трехмерная графика*

`plot3(x,y,z)` трехмерный аналог команды `plot`.  
`[X,Y]=meshgrid(x,y)` формируется прямоугольная сетка, заданная векторами `x` и `y`.  
`[X,Y]=meshgrid([-3:0.15:3]);`  $-3 \leq x, y \leq 3$



```
Z=X.^2+Y.^2;
```

```
mesh(X,Y,Z)
```

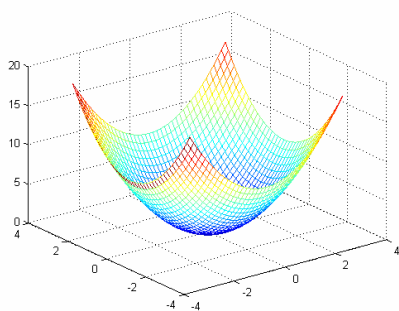
```
surf(X,Y,Z)
```

```
contour(X,Y,Z)
```

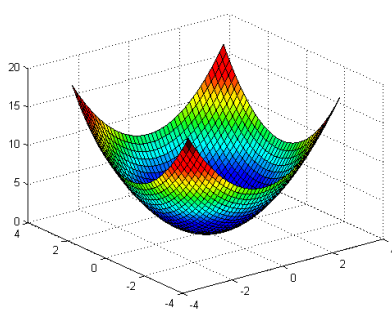
задание функции  $Z(X, Y)$  на сетке  
строится каркасная поверхность  
 $Z(X, Y)$  (рис. 7 а).

строится сплошная цветная поверхность  
(рис. 7 б).

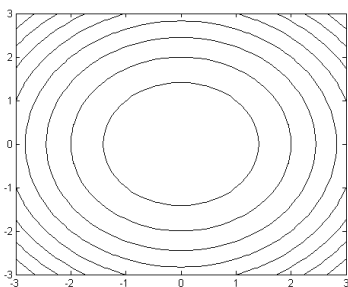
строится контурный график (рис. 7 в).



а)



б)



в)

Рис. 7. Построение трехмерных поверхностей

### **Управление выводом графика**

```
plot(x,y,x2,y2,'r-.'
```

```
)  
title('График','FontName','Arial Cyr')
```

вывод заголовка заданным шрифтом.

```
xlabel('X')
```

маркировка оси  $x$ .

```
ylabel('Y')
```

маркировка оси  $y$ .

<code>text(5.2,4.5,'TEXT')</code>	вывод текста в заданное координатами место графика.
<code>legend('y','y2')</code>	идентификация кривых (легенда).
<code>grid on</code>	нанесение координатной сетки (рис .8).

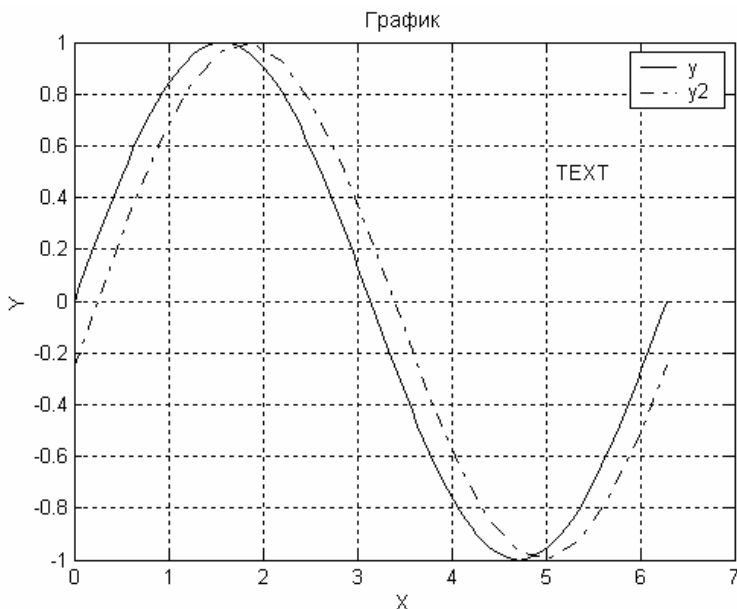


Рис. 8. Нанесение надписей на графике

<code>hold on</code>	продолжение вывода графиков в текущее окно.
<code>hold off</code>	отменяет режим продолжения.
<code>figure</code>	открывается новое графическое окно.
<code>subplot(m,n,p)</code>	разбивает графическое окно на $m \times n$ подокон, $p$ – номер текущего подокна, нумерация идет по строкам (рис. 9).

```

t=0:pi/50:2*pi;
subplot(1,2,1); plot(t,sin(t))
title('Fig.1')
subplot(1,2,2); plot(t,t.^2)
title('Fig.2')

```

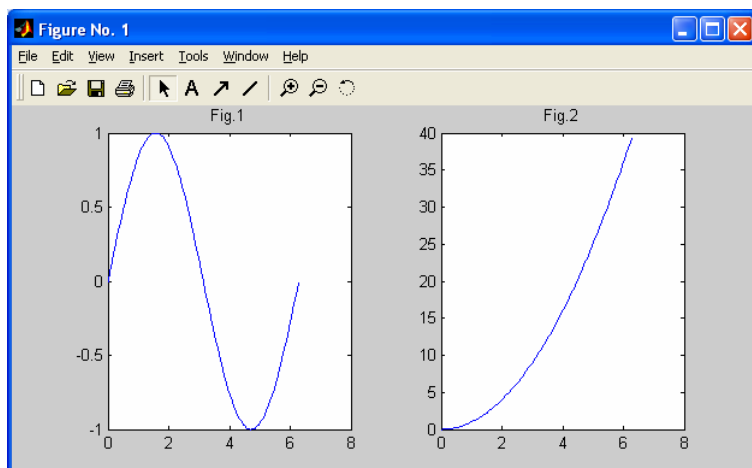


Рис. 9. Вывод графиков в одном графическом окне

### **Программирование в среде MATLAB**

Программы создаются в окне Редактора, вызываемого щелчком по кнопке New M-File на панели инструментов. Программы на языке программирования MATLAB сохраняются в виде текстовых файлов с расширением *m* (*m-файлы*).

%Комментарий  
операторы

*m*-файл сценарий. Работает с данными из рабочей области

```

function
[v1,v2,...]=fname(p1,p2..)
%Комментарий
операторы
var1=...
var2=...

```

*m*-файл функция *fname* содержит входные (*p1,p2,...*) и выходные (*v1,v2,...*) параметры и использует локальные переменные, доступные только в пределах данной функции.

```
global X Y Z
```

Объявление переменных  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  глобальными. Чтобы несколько программных модулей могли совместно использовать глобальную переменную, ее идентификатор должен быть объявлен как *global* во всех этих модулях.

### Управляющие конструкции языка программирования

```
s=0;
for i=1:5
    s=s+v(i)
end
```

цикл с определенным числом повторений.  
вычисление суммы элементов вектора  $v$ .

```
x=[]; k=1;
while k<5
    x=[x k^3];
    k=k+1;
end
```

цикл с неопределенным числом повторений обеспечивает выполнение команд тела цикла, пока истинно проверяемое условие;  
формирование вектора  $x$  с элементами  $k^3$  ( $k<5$ ).

```
if x<0
    y=0;
elseif x>1
    y=x;
else
    y=x.^2;
end
```

условный оператор выполняет группу операторов, если логическое выражение истинно;  
вычисление функции  $y = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x^2, & 0 \leq x \leq 1 \\ x, & x > 1 \end{cases}$

```
r=9; h=10; d=13
flag=1
switch flag
case 1
    S=pi*r^2
case 2
    S=h*d
end
```

оператор переключения;  
вычисление площади фигуры в зависимости от ее типа (1 – круг, 2 – прямоугольник).