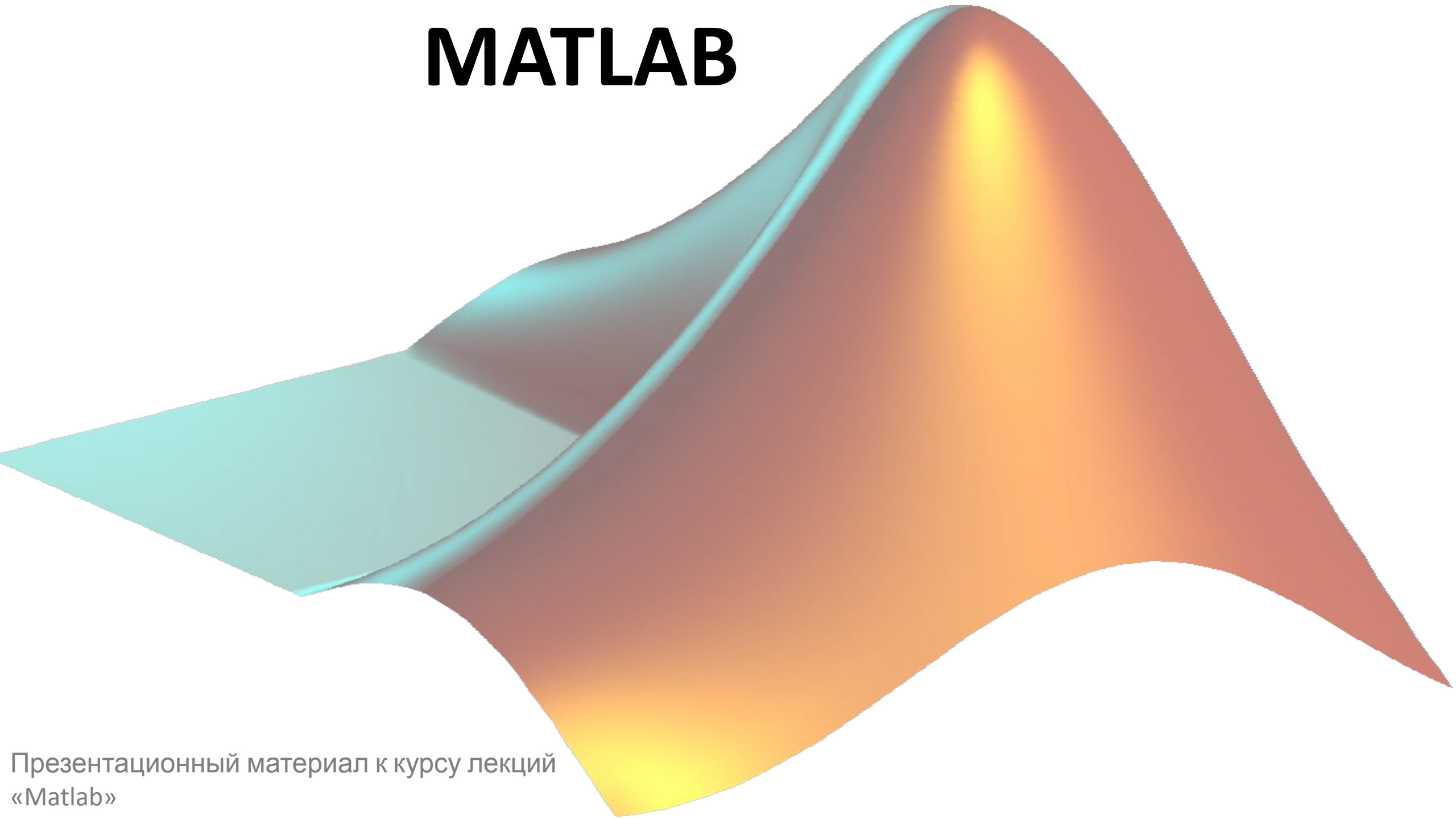


MATLAB



Презентационный материал к курсу лекций
«Matlab»

Что такое MatLab?

- это пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.
- это высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования.
- систем автоматизации математических и научно-технических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций

Концепции программирования MatLab:

- процедурное модульное программирование, основанное на создании модулей - процедур и функций;
- объектно-ориентированное программирование, особенно ценное в реализации графических средств системы;
- визуально-ориентированное программирование, направленное на создание средств графического интерфейса пользователя GUI (Graphics User Interface).

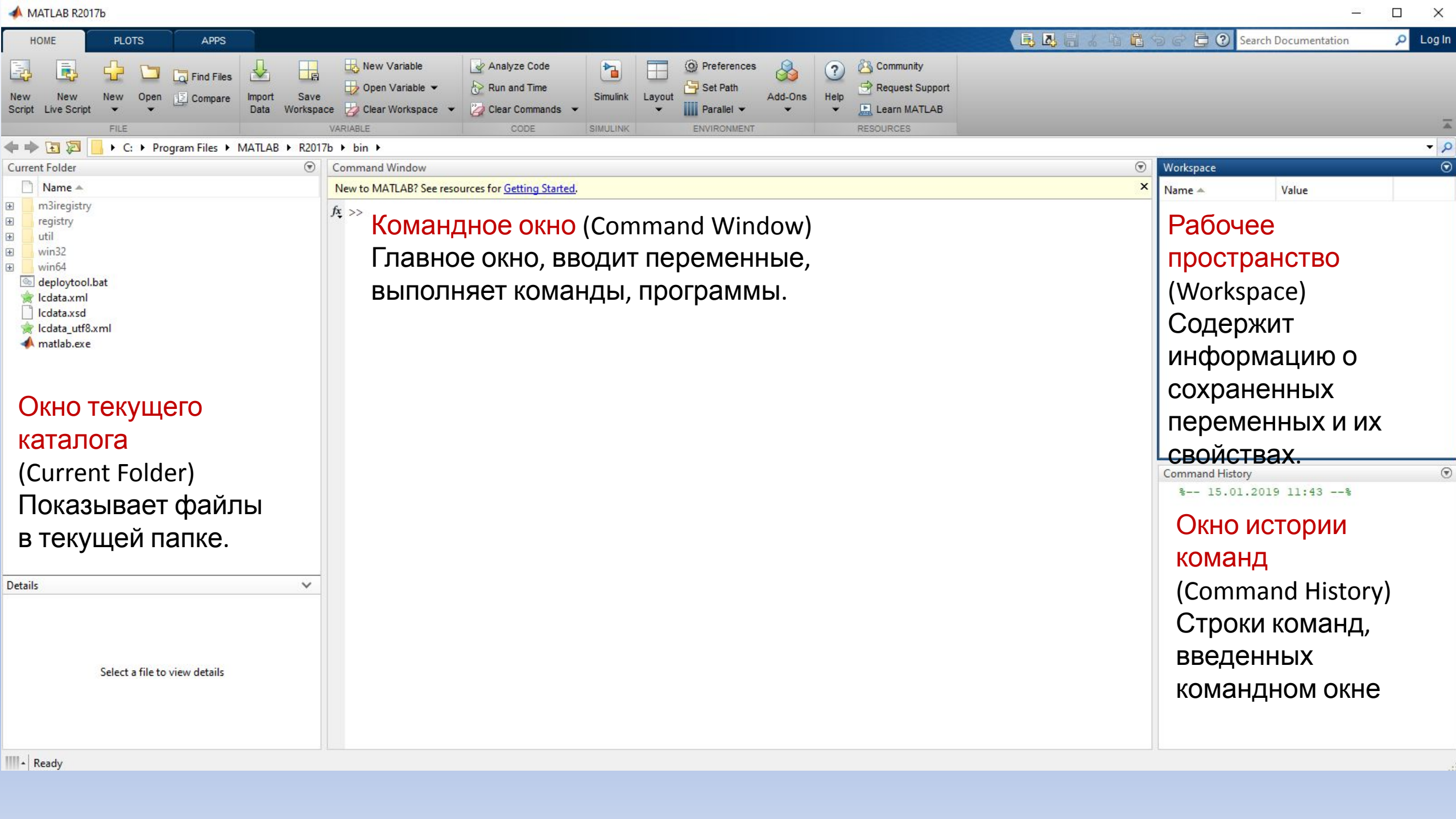
Области

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- обработка сигналов и связь,
- обработка изображений и видео,
- системы управления,
- автоматизация тестирования и измерений,
- финансовый инжиниринг,
- электроэнергетика и т.п.

Возможности

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



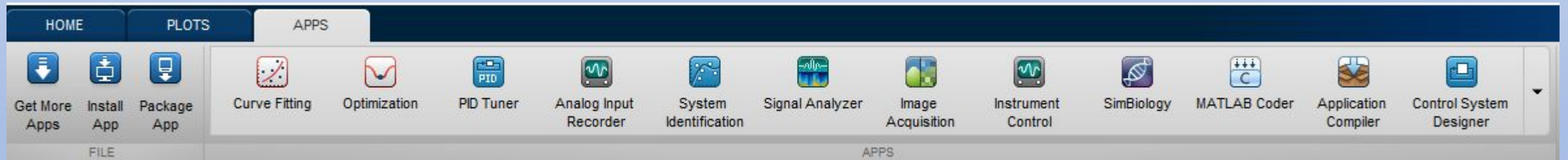
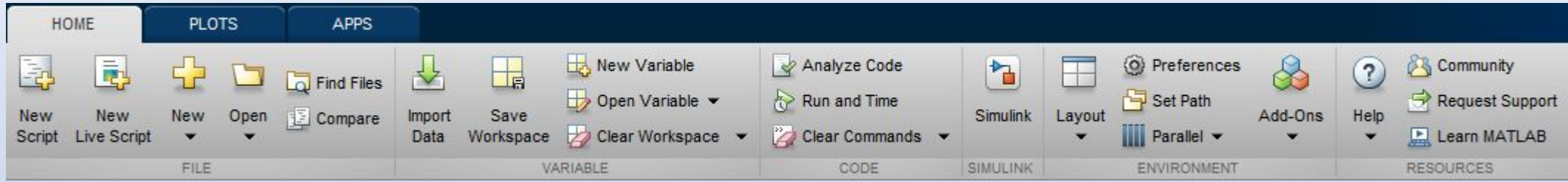
Окно текущего каталога
(Current Folder)
Показывает файлы в текущей папке.

Командное окно (Command Window)
Главное окно, вводит переменные, выполняет команды, программы.

Рабочее пространство
(Workspace)
Содержит информацию о сохраненных переменных и их свойствах.

Окно истории команд
(Command History)
Строки команд, введенных в командном окне

Лента инструментов



Изменение вида рабочего окна Matlab

The screenshot displays the MATLAB environment with several key components:

- Layout Menu:** Located at the top left, it includes options like 'Preferences', 'Set Path', 'Add-Ons', and 'Help'. Below it, a 'SELECT LAYOUT' menu is open, showing options: 'Default', 'Two Column', 'All but Command Window Minimized', and 'Command Window Only'. A 'SHOW' menu is also open, listing various toolbars and their visibility status (e.g., 'Current Folder', 'Workspace', 'Panel Titles', 'Shortcuts Tab', 'Toolstrip', 'Command History', 'Quick Access Toolbar', 'Current Folder Toolbar').
- Command Window:** Contains the MATLAB prompt and the following code:

```
>> as=4;  
>> d=6;  
>> asd=as+d  
  
asd =  
  
    10  
  
>>
```
- Workspace:** A table showing the current workspace variables:

Name	Value	Size
as	4	1x1
asd	10	1x1
d	6	1x1

A context menu is open over the table, showing options like 'Name', 'Value', 'Size', 'Bytes', 'Class', 'Min', 'Max', 'Range', 'Mean', 'Median', 'Mode', 'Var', and 'Std'. The 'Value' and 'Size' options are currently selected.
- Command History:** Located at the bottom right, it shows a list of executed commands with their execution times:

```
%-- 15.01.2019 11:43 --%  
as=4; 0,15 sec  
d=6;  
asd=as+d 0,14 sec
```

Работа в командном окне.

Элементы синтаксиса языка Matlab

Правила и особенности:

1. Ввод выражений после знака >>
2. Команда (выражение) выполняется после нажатия клавиши Enter.
3. Выполняется только последняя команда. Команды, набранные выше заново не исполняются.
4. На одной строке можно ввести несколько выражений через запятую (или через «;» для запрета вывода результата).
При нажатии клавиши Enter, команды выполняются в порядке слева направо.
5. Невозможно вернуться к предыдущей строке, которая остается выведенной на экран в командном окне, сделайте исправление, и затем повторно выполните команду. Ранее введенные команды запоминаются и могут быть введены заново при помощи клавиш со стрелками вверх и вниз.
6. Если команда не уместится на одной строке, она может быть продолжена на следующей строке при помощи многоточия ... и нажатия клавиши Enter для перехода на следующую строку.
7. Если в конце команды поставлена точка с запятой «;», результат команды не выводится на экран
8. Знак % в начале строки задает комментарий к расчету.
9. Команда «clc» очищает командное окно. Команда «clear a» очищает переменную «a», clear all – все переменные
10. Скобки [] используются для задания векторов и матриц.
11. Знак «;» разделяет строки в матрице и элементы в векторе столбце.
12. Запятая используется для разделения элементов строк (наравне с пробелом), и для разделения аргументов функций.

Форматы вывода

Пользователь может управлять форматами вывода результатов расчета на экран.

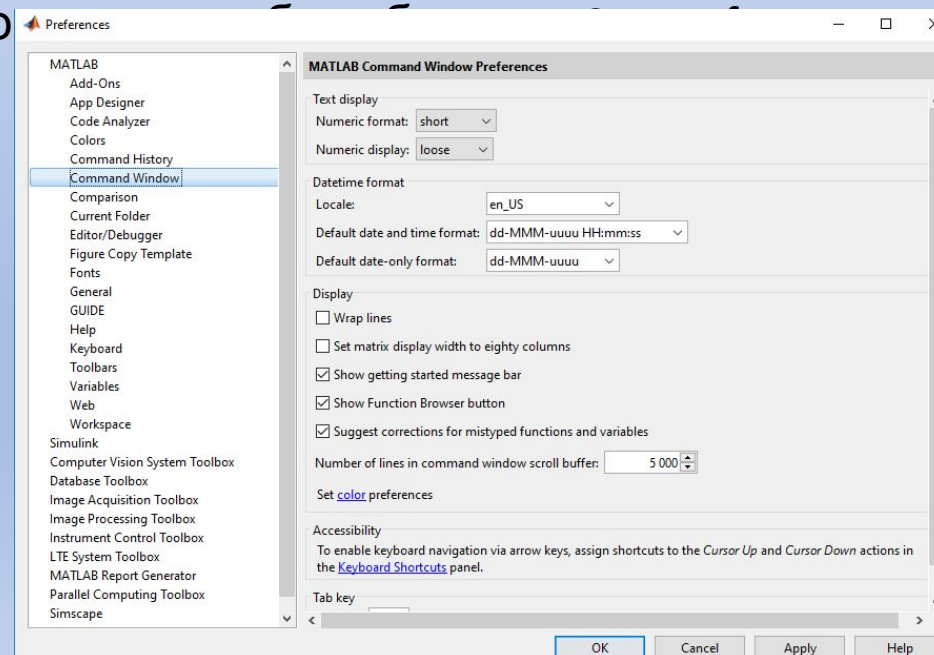
Форматом по умолчанию является формат с фиксированной точкой с четырьмя десятичными знаками, называемый коротким, `short`. Формат может быть изменен с командой `format` аргументом которой выступает название формата. Изменение осуществляется в CW заданием нужной команды.

Команда	Описание	Пример
<code>format short</code>	Фиксированная точка с 4 десятичными цифрами для: $0.001 \leq \text{число} \leq 1000$ Иначе отображается в формате <code>format short e</code> .	<pre>>> 290/7 ans = 41.4286</pre>
<code>format long</code>	Фиксированная точка с 15 десятичными цифрами для: $0.001 \leq \text{число} \leq 100$ Иначе отображается в формате <code>format long e</code> .	<pre>>> 290/7 ans = 41.428571428571431</pre>
<code>format short e</code>	Экспоненциальное представление с 4 десятичными цифрами.	<pre>>> 290/7 ans = 4.1429e+001</pre>
<code>format long e</code>	Экспоненциальное представление с 15 десятичными цифрами.	<pre>>> 290/7 ans = 4.142857142857143e+001</pre>
<code>format short g</code>	Лучшее 5-значное с фиксированной или плавающей запятой.	<pre>>> 290/7 ans = 41.429</pre>
<code>format long g</code>	Лучшее 15-значное с фиксированной или плавающей запятой.	<pre>>> 290/7 ans = 41.4285714285714</pre>
<code>format bank</code>	Два десятичных знака после запятой.	<pre>>> 290/7 ans = 41.43</pre>
<code>format compact</code>	Удаляет пустые строки для вывода на экран большего числа строк с информацией.	
<code>format loose</code>	Добавляет пустые линии (противоположность <code>compact</code>).	

Детали этих форматов могут быть получены при помощи команды `help format`.

Для изменения настроек формата вывода по умолчанию необходимо воспользоваться окном.

Либо



Определение переменных

Имя_переменной = численное значение, или вычисляемое

```
>> x=4
x =
     4
>> x=x^2-3
x =
    13
```

```
>> A=21;B=3;
>> C=A-B
C =
    18
```

```
>> A=[2:0.1:2.5];
>> B=8;
>> C=(A-B)+40-A/B*10
C =
    31.5000    31.4750    31.4500    31.4250    31.4000    31.3750
```

- Имя переменной должно начинаться с буквы.
- **Может** иметь длину до 63 символов.
- **Может** содержать буквы, цифры и символ подчеркивания.
- **Не может** содержать символы пунктуации (например, апострофы, запяты, точку с запятой) и буквы русского алфавита.
- MATLAB чувствителен к регистру. Например, AA, Aa, aA, и aa – это имена четырех различных переменных.
- Пробелы между символами **недопустимы** (используйте подчеркивание, если нужен пробел).
- **Нельзя** использовать имена встроенных функций для переменных (то есть, избегайте использования cos, sin, exp, sqrt и т. п.). После того, как Вы использовали имя функции для имени переменной, эта функция уже не может быть вызвана.

Определение переменных

Все переменные в MATLAB –

Скаляр. это массив с одним элементом, вектор – это массив с одной строкой или одним столбцом элементов,

матрица – это массив с элементами в строках и столбцах.

Переменная (скаляр, вектор или матрица) определяется вводом при присвоении переменной.

После задания переменной – как скаляра, вектора, или матрицы – она может быть изменена на любой другой размер, или тип переменной.

Предопределенные переменные и зарезервированные слова

Ключевые слова (keywords). Зарезервированы и не могут использоваться как имена переменных.

При вводе отображаются:

break	Global
case	If
catch	Otherwise
Classdef	parfor
Continue	Persistent
Else	Return
elseif	Spmd
End	Switch
For	try
Function	while

Предопределенные
переменные

ans – ответ, если имя не задано ранее

pi – число пи

eps - наименьшая разность между двумя числами. Равна $2^{(-52)}$, что приблизительно равно $2.2204e-016$.

Inf – бесконечность.

i или **j** – мнимая единица.

NaN - нечисловое выражение, неопределенность

Встроенные элементарные математические функции

В дополнение к основным арифметическим операциям выражения в MATLAB могут включать функции. у MATLAB есть очень большая библиотека *встроенных функций*. Каждая функции имеет имя и аргумент в круглых скобках.

```
% Элементарные математические функции
'зададим x'
x=3;
sqrt(x) % Квадратный корень
exp(x) % Экспонента
x=-9;
abs(x) % Абсолютное значение (модуль)
log(x) % Натуральный логарифм. Основание - e=2,71
log10(x) % Логарифм по основанию 10.
factorial(abs(x)) % Факториал
factorial(x)
```

```
ans = 'зададим x'
ans = 1.7321
ans = 20.0855
ans = 9
ans =
    2.1972 + 3.1416i
ans =
    0.9542 + 1.3644i
ans = 362880
```

```
Error using factorial (line 20)
N must be an array of real non-negative integers.
```

```
% Тригонометрические функции
x=2;
sin(x) % Синус угла x (x в радианах)
sind(x) % Синус угла x (x в градусах)

cos(x) % Косинус угла x (x в радианах)
cosd(x) % Косинус угла x (x в градусах)

tan(x) % Тангенс угла x (x в радианах)
tand(x) % Тангенс угла x (x в градусах)

cot(x) % Котангенс угла x (x в радианах)
cotd(x) % Котангенс угла x (x в градусах)
```

```
ans = 0.9093
ans = 0.0349
```

```
ans = -0.4161
ans = 0.9994
```

```
ans = -2.1850
ans = 0.0349
```

```
ans = -0.4577
ans = 28.6363
```

```
% Функции округления
x=18/5
round(x) % До ближайшего целого
fix(x) % Усекает знаки после запятой
x=6.32
floor(x) % Целая часть числа. Ближайшее целое слева
x=6.52
floor(x)
x=-3.2
floor(x)
%Остаток
x=14;y=3;
rem(x,y) % Возвращает остаток после деления x на y
```

```
x = 3.6000
ans = 4
```

```
ans = 3
x = 6.3200
```

```
ans = 6
x = 6.5200
```

```
ans = 6
x = -3.2000
```

```
ans = -4
```

```
ans = 2
```

Создание массивов и векторов.

Массив – это основная форма, которую использует MATLAB для хранения и управления данными.

Самый простой (одномерный) массив является строкой или столбцом чисел (вектор). Массив – это список чисел, расположенных в строках и/или столбцах.

Более сложный (двумерный) массив является набором чисел, расположенных в строках и столбцах (матрица).

Задание векторов

```
>> % Вектор-строка
>> A=[1 2 3 4]

A =

     1     2     3     4

>> % Вектор-столбец
>> B=[1;2;3;4]

B =

     1
     2
     3
     4
```

```
>> % Матрица
>> C=[1,2;3 4]

C =

     1     2
     3     4
```

Ранжированная переменная Транспонирование

```
>> X =

     0.1000     0.3000     0.5000

ans =

     0.1000
     0.3000
     0.5000
```

Ранжированная переменная – от начального до конечного с шагом = const

Вектор с равномерно распределенными значениями от начального до конечного, как разновидность дискретной переменной

```
имя_переменной = linspace(xi, xf, n)
>> % функция linspace
>> X3=linspace(0.1,0.5,3)
```

```
X3 =

     0.1000     0.3000     0.5000
```

Первый элемент Последний элемент Число элементов

```
X4=linspace(0.1,0.5)
```

1x100 double

	1	2	3	4
1	0.1000	0.1040	0.1081	0.1121

Формирование массивов из уже существующих

```
>> XX=[X;X]

XX =

     0.1000     0.3000     0.5000
     0.1000     0.3000     0.5000

>> XX1=[X X]

XX1 =

     0.1000     0.3000     0.5000     0.1000     0.3000     0.5000
```

Формирование матрицы из математических выражений

```
>> cd=6; e=3; h=4;
>> Mat=[e, cd*h, cos(pi/3); h^2, sqrt(h*h/cd), 14]

Mat =

     3.0000    24.0000     0.5000
    16.0000     1.6330    14.0000
```


Арифметические операции

со скалярами

```
>> % Арифметические операции со скалярами
>> % Сложение
>> a=3; b=4; c=a+b
```

```
c =
     7
```

```
>> % Арифметические операции со скалярами
>> % Вычитание
>> a=3; b=4; c=a-b
```

```
c =
    -1
```

```
>> % Арифметические операции со скалярами
>> % Умножение
>> a=3; b=4; c=a*b
```

```
c =
    12
```

```
>> % Арифметические операции со скалярами
>> % Деление (ПРАВОЕ)
>> a=3; b=4; c=a/b
```

```
c =
    0.7500
```

```
>> % Арифметические операции со скалярами
>> % Деление (ЛЕВОЕ)
>> a=3; b=4; c=a\b
```

```
c =
    1.3333
```

с массивами

```
>> % Арифметические операции с массивами
```

```
>> % Задание массивов
>> a=[1 2;3 4];
>> b=[2 2; 3 3 ];
>> % Сложение
>> c=a+b
```

```
c =
     3     4
     6     7
```

```
% Арифметические операции с массивами
>> % Задание массивов
a=[1 2;3 4];
b=[2 2; 3 3 ];
>> % Вычитание
c=a-b
```

```
c =
    -1     0
     0     1
```

```
>> % Арифметические операции с массивами
```

```
>> % Задание массивов
a=[1 2;3 4];
b=[2 2; 3 3 ];
>> % Умножение
c=a*b
```

```
c =
     8     8
    18    18
```

```
>> % Арифметические операции с массивами
```

```
>> % Задание массивов
a=[1 2; 3 4];
b=[13 12; 13 13];
>> % Деление (ПРАВОЕ)
cR=a/b
```

```
>> % Деление (ЛЕВОЕ)
cL=a\b
```

```
cR =
   -1.0000    1.0769
   -1.0000    1.2308
```

```
cL =
  -13.0000  -11.0000
   13.0000   11.5000
```

Приоритет

Приоритет	Математическая операция
Первый	Круглые скобки. Для вложенных круглых скобок, сначала выполняются самые внутренние.
Второй	Возведение в степень.
Третий	Умножение, деление (равный приоритет).
Четвертый	Сложение и вычитание.

поэлементные операции

```
>> % Арифметические операции с массивами
```

```
% Задание массивов
a=[1 2; 3 4];
b=[13 12; 13 13];
>> % Применение поэлементных операций
>> % умножение
UMN=a.*b
```

```
% деление
DEL=a./b
>> % возведение в степень
STEP=a.^b
```

```
UMN =
     13     24
     39     52
```

```
DEL =
     0.0769    0.1667
     0.2308    0.3077
```

```
STEP =
           1           4096
1594323    67108864
```


Формирование массивов специального вида

Команды для создания матриц, элементы которых имеют специальные значения

массив нулей

```
>> zeros(2)

ans =

     0     0
     0     0

>> zeros(4,2)

ans =

     0     0
     0     0
     0     0
     0     0
```

массив единиц

```
>> ones(2)

ans =

     1     1
     1     1

>> ones(2,4)

ans =

     1     1     1     1
     1     1     1     1
```

единичная матрица

```
>> eye(2)

ans =

     1     0
     0     1

>> eye(4,2)

ans =

     1     0
     0     1
     0     0
     0     0
```

случайные числа от 0 до 1

```
>> rand(2)

ans =

     0.7303     0.5785
     0.4886     0.2373

>> rand(4,2)

ans =

     0.4588     0.2316
     0.9631     0.4889
     0.5468     0.6241
     0.5211     0.6791
```

```
>> A=[3 4 5; 6 7 6; 7 8 9];
>> Ar=rand(size(A));
>> A

A =

     3     4     5
     6     7     6
     7     8     9

>> Ar

Ar =

     0.3955     0.0377     0.7962
     0.3674     0.8852     0.0987
     0.9880     0.9133     0.2619
```

Функция zeros формирует массив

нулей

Функция ones формирует массив

единиц

Функция eye формирует единичную

матрицу

Функция rand формирует матрицу случайных чисел от 0

до 1

Функция rand(size(A)) формирует массив соразмерный с

матрицей A,

элементами которого являются случайные величины,

распределенные по равномерному закону в интервале (0, 1)

Адресация (индексация) массива

К элементам массива (вектор или матрица) можно обратиться индивидуально или к подгруппе

Векто

Адрес (индекс) элемента в векторе – это его позиция в строке (или столбце).

```
>> VCT=[35 46 78 23 5 14 81 3 55] %Определение вектора

VCT =

    35    46    78    23     5    14    81     3    55

>> VCT(4) % Вывод 4-го элемента

ans =

    23

>> VCT(2)+VCT(8) % Использование элементов вектора в математических выражениях

ans =

    49
```

Адресация (индексация) массива

Матриц

Адрес элемента в матрице – это его позиция, определяемая его номером строки и номером столбца.

```
>> MAT=[3 11 6 5; 4 7 10 2; 13 9 0 8]
```

Создание матрицы 3 × 4.

```
MAT =
```

3	11	6	5
4	7	10	2
13	9	0	8

```
>> MAT(3,1)=20
```

Присвоение нового значения элементу (3,1).

```
MAT =
```

3	11	6	5
4	7	10	2
20	9	0	8

```
>> MAT(2,4)-MAT(1,2)
```

Использование элементов

```
ans =
```

в математическом выражении.

```
-9
```

Адресация (индексация) массива

Использование двоеточия в адресации массивов

Для вектора:

- $va(:)$ – обращается ко всем элементам вектора va (как для вектора строки, так и для вектора столбца).
- $va(m:n)$ – обращается к элементам вектора va в позиции от m до n .

```
>> V=rand(1,6)
V =
    0.7224    0.1499    0.6596    0.5186    0.9730    0.6490
```

**Формирован
ие**

```
>> V(3:6)
ans =
    0.6596    0.5186    0.9730    0.6490
```

**Выбор с 3 по
6**

```
>> X=[V(1) V(3) V(6)]
X =
    0.7224    0.6596    0.6490
```

**Выбор 1,3 и
6**

```
>> Vv=V([3, 5, 6])
Vv =
    0.6596    0.9730    0.6490
```

Для матриц:

- $X(:, n)$ – обращается к элементам во всех строках n -го столбца матрицы X .
- $X(n, :)$ – обращается к элементам во всех столбцах n -ой строки n -ой матрицы X .
- $X(:, m:n)$ – обращается к элементам во всех строках между столбцами m и n матрицы X .
- $X(m:n, :)$ – обращается к элементам во всех столбцах между строками m и n матрицы X .
- $X(m:n, p:q)$ обращается к элементам в строках от m до n и в столбцах от p до q матрицы X .

```
x =
    0.4899    0.7127    0.0596
    0.1679    0.5005    0.6820
    0.9787    0.4711    0.0424
```

```
>> x(1,:)
ans =
    0.4899    0.7127    0.0596
```

```
>> x(:,1)
ans =
    0.4899
    0.1679
    0.9787
```

```
>> xx(1:2,5:6)
ans =
    7.1269    0.5962
    5.0047    6.8197
```

```
>> xx=10*[x x; x x]
xx =
    4.8990    7.1269    0.5962    4.8990
    1.6793    5.0047    6.8197    1.6793
    9.7868    4.7109    0.4243    9.7868
    4.8990    7.1269    0.5962    4.8990
    1.6793    5.0047    6.8197    1.6793
    9.7868    4.7109    0.4243    9.7868
```

```
>> xx(:,2:4)
ans =
    7.1269    0.5962    4.8990
    5.0047    6.8197    1.6793
    4.7109    0.4243    9.7868
    7.1269    0.5962    4.8990
    5.0047    6.8197    1.6793
    4.7109    0.4243    9.7868
```

Добавление элементов к существующим переменным

```
>> DF=1:4
```

Задание вектора DF с 4 элементами.

```
DF =  
    1     2     3     4
```

```
>> DF(5:10)=10:5:35
```

Добавление 6 элементов начиная с 5-го.

```
DF =  
    1     2     3     4    10    15    20    25    30    35
```

```
>> AD=[5 7 2]
```

Задание вектора AD с 3 элементами.

```
AD =  
     5     7     2
```

```
>> AD(8)=4
```

Присвоение значения 8-му элементу.

```
AD =  
     5     7     2     0     0     0     0     4
```

```
>> AR(5)=24
```

Присвоение значения 5-му элементу нового вектора.

```
AR =  
     0     0     0     0    24
```

Добавление элементов к матрице

К существующему вектору новые элементы могут быть добавлены путем присваивания значения **НОВЫМ**

элементам.

Если вектор имеет n элементов и новое значение присваивается элементу с адресом $n + 2$ или больше, тогда MATLAB присваивает нулевые значения элементам, которые расположены между

```
>> R=[1 2 3];
```

```
>> C=[2 4 6];
```

```
>> L=[R C]
```

```
L =
```

```
     1     2     3
```

```
     2     4     6
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

```
     0     0     0
```

Элементы могут также быть добавлены к вектору при помощи добавления существующих векторов.

```
     1     2     3     2     4     6
```


Встроенные функции для управления массивами

Файлы сценария