

Тема 4.

**Программирование
на языке MATLAB**

Вопросы для изучения

- 4.1 Назначение и состав программного комплекса MATLAB
- 4.2 Характеристика языка, символы языка
- 4.3 Простейшие конструкции: константы, переменные, стандартные функции и выражения. Приоритет операций.
- 4.4 Назначение, классификация, структура m-файлов
- 4.5 Интерфейс редактора/отладчика m-файлов

4.1 Назначение и состав программного комплекса MATLAB

Общая характеристика пакета MatLab

Слово MatLab означает матричная лаборатория (Matrix Laboratory).

Пакет MatLab представляет собой современное программное средство для матричных вычислений, включающее в себя вычисления, визуализацию и программирование в удобном виде, где задачи и их решения выражаются в форме, близкой к математической. Основным элементом обработки в MatLab является массив.

В промышленности MatLab - это инструмент для исследований, разработки и анализа данных.

Наибольшее применение MatLab находит в

- математических вычислениях;
- создании алгоритмов;
- моделировании;
- анализе данных, исследовании и визуализации;
- научной и инженерной графике;
- разработке приложений, включая создание графического интерфейса.

Система MatLab состоит из пяти основных частей.

1. **Язык MatLab.** Язык матриц высокого уровня с управлением потоками, функциями, структурами данных, вводом-выводом и особенностями объектно-ориентированного программирования. Это позволяет создавать несложные программы и большие и сложные приложения.

2. **Среда MatLab.** Набор инструментов и приспособлений, с которыми работает пользователь или программист MatLab. Она включает в себя средства для управления переменными в рабочем пространстве MatLab, вводом и выводом данных, а также создания, контроля и отладки М-файлов и приложений MatLab.

3. **Управляемая графика.** Графическая система MatLab, которая включает в себя команды для визуализации двух- и трехмерных данных, обработки изображений, анимации и иллюстрационной графики.

4. **Библиотека математических функций.** Обширная коллекция вычислительных алгоритмов от элементарных функций, таких как: сумма, синус, косинус, комплексная арифметика, - до более сложных, таких как: обращение матриц, нахождение собственных значений, функции Бесселя, быстрое преобразование Фурье.

5. **Программный интерфейс.** Библиотека, которая позволяет писать программы на Си и Фортране, взаимодействующие с MatLab. Она включает и средства для вызова программ из MatLab (динамическая связь).

В MatLab имеется дополнение **Simulink**, представляющее собой сопутствующую программу, которая является интерактивной системой для моделирования нелинейных динамических систем, которая позволяет моделировать процесс путем перетаскивания блоков диаграмм на экране и их манипуляцией. Simulink работает с линейными, нелинейными, непрерывными, дискретными, многомерными системами.

Blocksets. Дополнения к Simulink, которые обеспечивают библиотеки блоков для специализированных приложений: связь, обработка сигналов, энергетические системы.

Real-Time-Workshop. Программа, которая позволяет генерировать код из блоков диаграмм и запускать их на выполнение на различных системах реального времени.

В начале работы с системой MATLAB следует выбрать активную папку, которая будет по умолчанию использоваться при выполнении операций работы с файлами. С этой целью необходимо мышью нажать на кнопку **Browse for folder**  (просмотр файловой системы), расположенной под лентой рядом с адресной строкой.

Выполнение этой команды приводит к открытию стандартного диалогового окна, в котором надо установить имя текущего каталога.

Окно MATLAB, представлено на рисунке 1.1.

На нем расположены следующие объекты:

- строка меню,
- лента,
- командное окно (Command Window),
- окно рабочего пространства (Workspace),
- окно текущего каталога (Current Directory),
- окно истории команд (Command History),
- кнопка пуск (Start).

Главным из перечисленных окон является командное окно. В нем выводятся символы команд набираемых пользователем с клавиатуры, результаты выполнения команд, диагностические сообщения об ошибках выполнения программ. Ввод команд осуществляется в командную строку MATLAB. Признаком того, что система готова к приему новой команды является приглашение `>>`, справа от которого расположен мигающий курсор.

В окне Workspace отображаются имена и значения переменных созданных пользователем в течение сеанса работы с MATLAB. Двойной щелчок мышью по имени переменной приводит к появлению окна Array Editor, в котором можно отредактировать значение выбранной переменной.

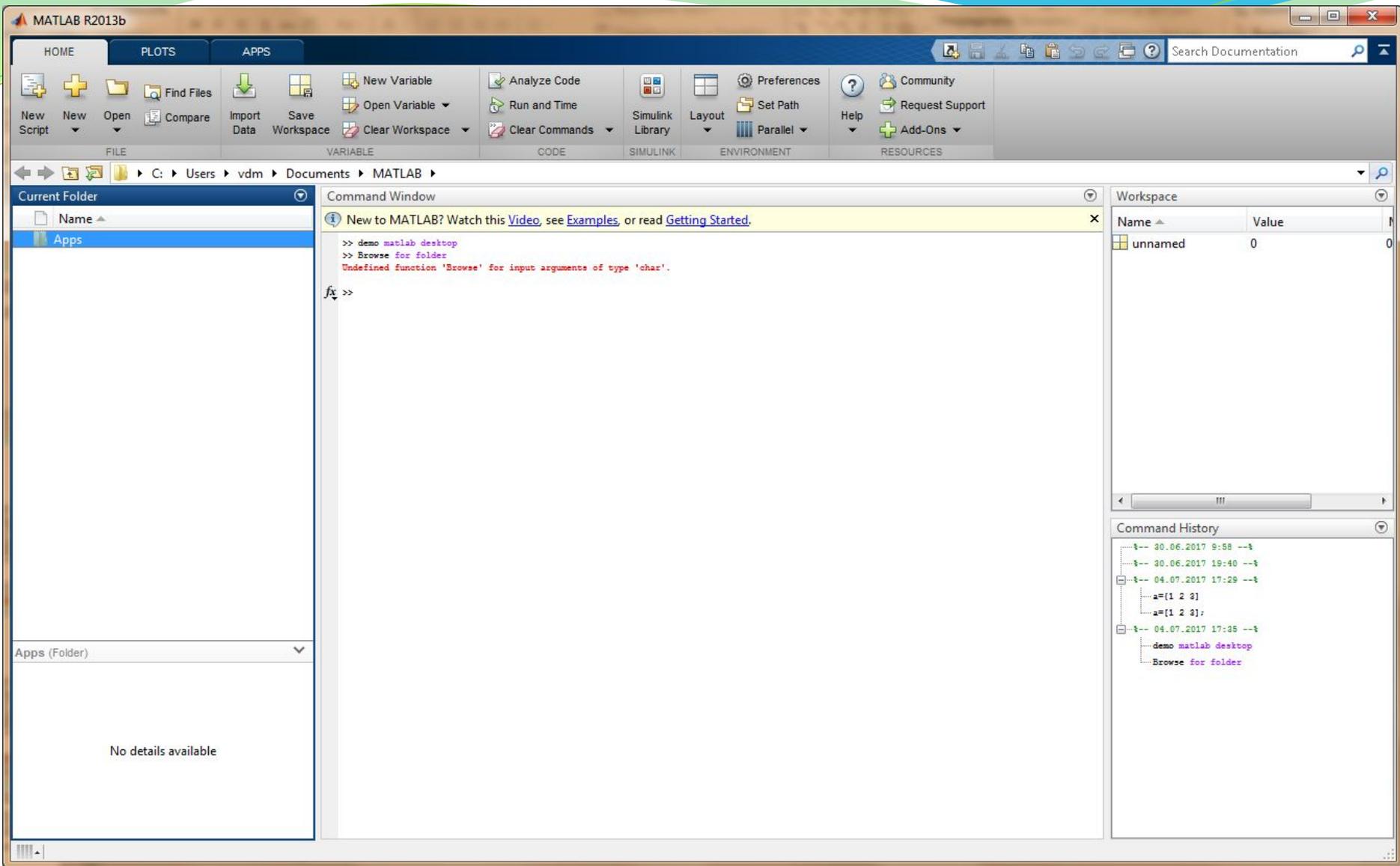


Рисунок 4.2 Главное окно MATLAB

Командное окно пакета MATLAB

Структура окна Command Window, состоящая из строки меню, панели инструментов, рабочей области и полосы состояния (рис. 1.2), аналогична структуре Windows-приложений.



В рабочей области окна Command Window находится строка ввода команд, отмеченная знаком

>>

в которой можно вводить числа, имена переменных и знаки операций, составляющие в совокупности выражение. Имена переменных должны начинаться с буквы и состоять из букв, цифр и знаков препинания. MATLAB распознает в именах переменных до 31 символа и различает регистр символов.

После отображения результата вычисления в командном окне создается новая строка ввода команд, отмеченная знаком >>.

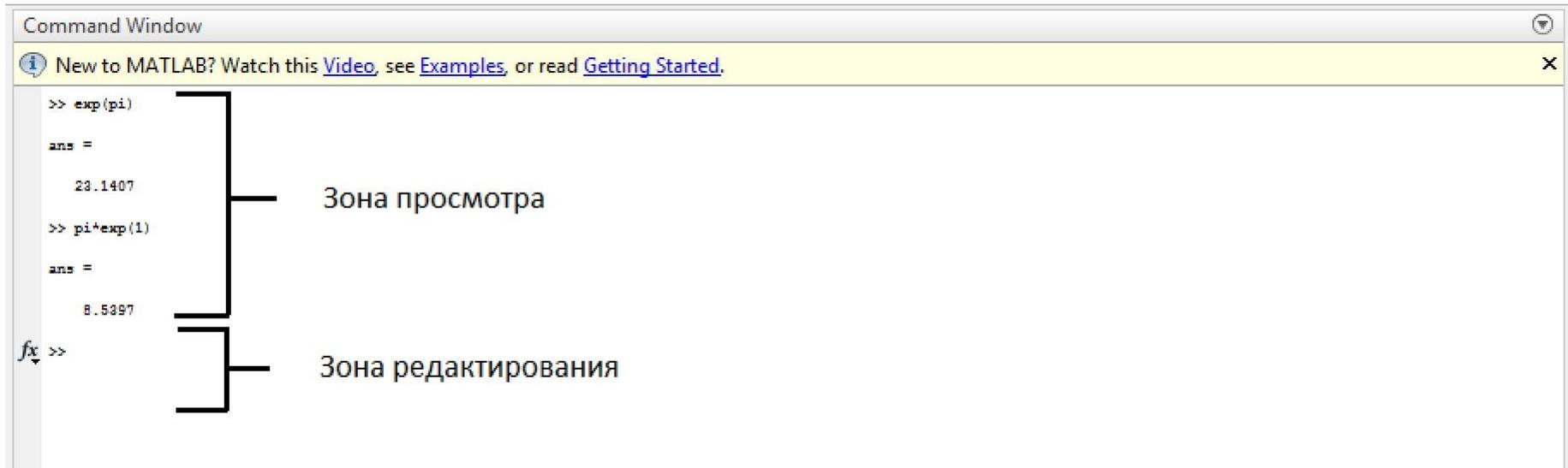
Для просмотра выполненных команд и результатов вычислений, не уместяющихся в командном окне, имеются полосы горизонтальной и вертикальной прокрутки (скроллинга).

Необходимо отметить, что в MATLAB клавиши управления курсором используются для возврата в строку ввода ранее выполненных команд, каждая из которых перед ее выполнением запоминается в **стеке команд**.

Стек команд — это область оперативной памяти ПК, отведенная для хранения выполненных в данном сеансе работы команд.

При этом просмотр стека осуществляется с его конца, то есть последняя выполненная команда будет отображаться в строке команд первой.

Командное окно MATLAB разделено на две принципиально различных зоны: зону просмотра и зону редактирования



Исправление информации в зоне просмотра невозможно, несмотря на то, что в любую строку, находящуюся в данной зоне можно поместить курсор. Попытка любая попытка редактирования текста, размещенного в зоне просмотра, приведет к автоматическому перемещению курсора в строку ввода, расположенную в зоне редактирования.

В зоне просмотра можно выделить любой фрагмент текста, затем скопировать его в буфер обмена операционной системы Windows.

Зона редактирования находится в строке командного окна MATLAB, от-меченной знаком ». Отметим, что существует возможность «удлинения* командной строки за счет

Зона редактирования находится в строке командного окна MATLAB, отмеченной знаком `>>`.

Существует возможность удлинения командной строки за счет размещения вводимой команды на несколько физических строках командного окна.

Такая строка называется **логической строкой ввода**. При вводе команды, размещаемой в нескольких физических строках, каждая текущая строка завершается тремя точками `...` и нажатием на клавишу ENTER

В этом случае зона редактирования распространяется только на строку, в которой находится курсор. Его перемещение на выбранную строку можно осуществлять, как в любом текстовом редакторе, с помощью мыши, после чего можно использовать клавиши управления курсором `◆-*»`, Суммарная длина логической строки ввода не может превышать 256 символов.

Очистка командного окна MATLAB осуществляется командой `clc`, которая, однако, оставляет неизменным содержимое буфера команд и рабочего пространства MATLAB. Действительно, если после этого набрать имя ранее вычисленной переменной `d`, то после нажатия клавиши ENTER мы снова увидим ее значение:

Рабочее пространство MATLAB

Для того чтобы узнать текущее значение любой переменной, размещенной в рабочем пространстве MATLAB достаточно набрать в командной строке имя переменной и нажать клавишу «Enter», либо использовать окно Workspace, в котором отображаются все переменные, использованные в данном сеансе работы с пакетом.

Двойной щелчок левой кнопкой мыши по строке, содержащей имя переменной приводит к появлению окна **Array Editor**, в котором можно просматривать и менять значения выбранной переменной.

Отметим, что эффективность работы пакета будет снижаться по мере увеличения объема рабочего пространства, поэтому при исчезновении в текущем сеансе работы необходимости хранения некоторых переменных, их следует удалять из памяти компьютера командой, имеющей следующий синтаксис

```
clear name1 name2
```

Для отображения имен переменных, размещенных в данный момент в рабочем пространстве, нужно выполнить команду

```
who или whos
```

Данная команда отображает в рабочем окне список всех переменных, находящихся в рабочем пространстве MATLAB.

После завершения сеанса работы с MATLAB все ранее вычисленные переменные теряются.

Для сохранения в файле на диске компьютера содержимого рабочего пространства, нужно выполнить команду меню **File - Save Workspace as...**

С назначением и приемами работы других объектов главного окна MATLAB можно познакомиться, запустив из командной строки обучающую видеопрограмму **demo matlab desktop**.

Работать в системе MATLAB можно в командном (как описано выше), либо в программном режимах. В обоих режимах пользователю доступны все возможности системы, в том числе вывод информации в графической форме.

Работа в программном режиме осуществляется путем вызова имени программы написанной пользователем на языке программирования MATLAB.

Достоинство программного способа в том, что он позволяет сохранять разработанные вычислительные алгоритмы, и благодаря этому повторять вычисления при других исходных данных. Работа в командном режиме проще (не надо писать программу). В связи с этим при изучении основных возможностей MATLAB будет использован командный режим работы.

4.2 Характеристика языка, символы языка

Система MatLab представляет собой набор универсальных программных и алгоритмических средств с широкой гаммой специализированных приложений.

Входной язык и среда программирования MatLab очень близки к современным системам визуального программирования на базе универсальных алгоритмических языков типа Basic, C++, Java, Object Pascal.

По ряду аспектов MatLab уступает указанным системам (режим интерпретации, небольшой запас визуальных компонентов). Однако с его библиотекой численных методов ни по объему, ни по качеству не может сравниться ни одна из систем программирования. Кроме того, в пакете MatLab тщательно отработаны средства визуализации результатов вычислений и отображения различных графических объектов. На базе ядра MatLab созданы многочисленные расширения, обеспечивающие моделирование и анализ систем в разнообразных сферах человеческой деятельности.

Среда MATLAB включает интерпретатор команд на языке высокого уровня, графическую систему, пакеты расширений и реализована на языке C. Вся работа организуется через командное окно (Command Window), которое появляется при запуске программы matlab.exe. В процессе работы данные располагаются в памяти (Workspace), для изображения кривых, поверхностей и других графиков создаются графические окна.

Базовые элементы MATLAB.

Алфавит. Лексемы. Знаки операций. Литералы. Комментарии.

Алфавит включает:

- прописные и строчные буквы латинского алфавита, а также знак подчеркивания;

- арабские цифры от 0 до 9;

- специальные символы: + (плюс); - (минус); * (звездочка); / (дробная черта, слеш); = (равно); > (больше); <(меньше); ; (точка с запятой); &(амперсant); [] (квадратные скобки); { } (фигурные скобки); () (круглые скобки); _ (знак подчеркивания) ; (пробел); . (точка); , (запятая); : (двоеточие); # (номер); % (процент); ~ (поразрядное отрицание); ? (знак вопроса); ! (восклицательный знак); \ (обратный слеш и др.

Большие и малые буквы это разные переменные и константы.

4.3 Простейшие конструкции. Приоритет операций

Из символов алфавита формируются лексемы языка – минимальные значимые единицы текста в программе: - идентификаторы; - ключевые (зарезервированные) слова; - знаки операций; - константы; - разделители (скобки, точка, запятая, пробельные символы).

Границы лексем определяются другими лексемами, такими, как разделители или знаки операций, а также комментариями.

Знак операции – это один или более символов, определяющих действие над операндами. Внутри знака операции пробелы не допускаются.

Основными объектами системы MATLAB являются:

- числа,
- константы,
- переменные,
- функции,
- комментарии,
- операторы,
- выражения.

Числа могут быть действительными или комплексными. Ввод действительных чисел осуществляется по правилам принятым в языках программирования высокого уровня, например, как

0 -1 845 1.35 0.00177 2.3466e10 -3567.2323e-16,

а комплексных чисел – путем записи строки следующего вида:

<значение_ДЧ> + <значение_МЧ>i

Здесь ДЧ – действительная часть комплексного числа, МЧ – мнимая часть действительного числа, i – системная константа, задающая мнимую единицу.

В MATLAB имеется возможность создания упорядоченных числовых значений (ранжированных переменных), подчиняющихся закону арифметической прогрессии.

Они формируются по правилу

<начальное значение>:<шаг приращения>:<конечное значение>

Эта запись порождает последовательность чисел, изменяющуюся от начального до конечного значения с заданным шагом. Если шаг не задан, то он принимает значение 1.

Переменная - именованная область памяти, в которой хранятся данные определенного типа, которые можно изменить в любой момент работы программы.

У переменной есть имя (идентификатор) и значение. Имя служит для обращения к области памяти, в которой хранится значение.

С помощью операции присваивания, вводимой знаком равно (=) переменным можно задавать определенные значения

<имя переменной> = <выражение>[;]

Типы переменных как правило в MATLAB заранее не объявляются. Они определяются выражением, значение которого присваивается переменной.

Константа - именованная область памяти, в которой хранятся данные определенного типа, эти данные неизменны в процессе работы программы. У константы есть имя и значение. Имя служит для обращения к области памяти, в которой хранится значение константы. Тип константы определяется по ее значению

Константы это предварительно определенные числовые или символьные значения, представленные уникальным именем. К числовым константам относятся числа, например 10, -3.1, 12.35e-11, а к символьным любые последовательности символов заключенные в апострофы, например 'Summa', 'Fun2'.

Комментарии

Еще один базовый элемент языка программирования – комментарий, – не является лексемой. Внутри комментария можно использовать любые допустимые на данном компьютере символы, а не только символы из алфавита языка программирования, поскольку компилятор комментарии игнорирует.

Они вводятся с помощью символа `%`, например, так

`% процедура правых частей дифференциальных уравнений`

Комментарии могут ограничиваются парами символов `/*` и `*/`, символами `//` и заканчивается символом перехода на новую строку.

Функции это имеющие имена объекты, выполняющие определенные преобразования над своими аргументами и возвращающие результаты этих преобразований. Для обращения к функции используется форма

<имя результата> = <имя функции>(<список аргументов>)

Со списком элементарных функций встроенных в ядро MATLAB можно познакомиться, выполнив из командной строки команду **help elfun**.

Создание программы, как правило, начинается с определения переменных и способа представления данных. Следовательно, чтобы правильно организовать описание данных программы, необходимо знать, как задавать переменные в MatLab и какие виды переменных возможны.

Самый простой и наиболее распространенный тип данных – это **число**.

В MatLab число хранится в переменной, которая имеет некоторое уникальное имя, например,

a = 5;

задает переменную с именем a и присваивает ей значение 5.

Идентификаторы (имена) и ключевые слова

Идентификатор (в дальнейшем, для краткости - ID) – это имя программного объекта (константы, переменной, метки, типа, функции, модуля, поля в структуре).

В идентификаторе могут использоваться латинские буквы, цифры и знак подчеркивания; первым символом ID может быть буква или знак подчеркивания, но не цифра, пробелы внутри ID не допускаются.

Типы данных, доступные в MatLab, представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Основные типы данных в MatLab

`double` - вещественный, 64 бит

`single` - вещественный, 32 бит

`int8` - знаковый целочисленный, 8 бит

`int16` - знаковый целочисленный, 16 бит

`int32` - знаковый целочисленный, 32 бит

`int64` - знаковый целочисленный, 64 бит

`uint8` - беззнаковый целочисленный, 8 бит

`uint16` - беззнаковый целочисленный, 16 бит

`uint32` - беззнаковый целочисленный, 32 бит

`uint64` - беззнаковый целочисленный, 64 бит

По умолчанию используется тип `double`, который имеет наибольшую точность представления вещественного числа и является потому универсальным типом. Однако, если необходимо экономить память ЭВМ, то можно указывать самостоятельно желаемый тип.

Например по умолчанию переменная `a` является вещественной (тип `double`), т.е. может принимать как целые так и дробные значения, например,

```
a = -7.8;
```

задает значение переменной `a` равное `-7,8`.

Изменить тип переменной можно, указав тип присваиваемого числа с помощью соответствующего ключевого слова, например,

```
a = int16(5);
```

выполнит присваивание числа `5` как целочисленного 16-битового значения. В результате выполнения такой операции тип переменной `a` будет соответствовать `int16`.

MATLAB по умолчанию использует формат `short` для вывода вещественных чисел, при котором показываются только четыре десятичных цифры после запятой.

Арифметические выражения представляют собой последовательности чисел, констант, переменных и функций, объединенных знаками арифметических операций.

В арифметических выражениях языка MatLAB используются следующие знаки и соответствующие арифметические операции:

- + - сложение;
- - вычитание;
- * - умножение;
- / - деление слева направо;
- \ - деление справа налево;
- ^ - возведение в степень.

Приоритет возведения в степень выше приоритетов умножения и деления, приоритет умножения и деления выше сложения и вычитания.

Для повышения приоритета операций нужно использовать круглые скобки.

Степень вложения скобок не ограничивается.

Операции одинакового приоритета выполняются в порядке слева направо, но круглые скобки могут изменить этот порядок.

Вывод результатов выполнения арифметических выражений в командное окно подчиняется следующим правилам:

- если выражение заканчивается точкой с запятой (;), то результат его выполнения не отображается в командном окне, а если не заканчивается, то отображается;
- если запись выражения, вводимого в командную строку не содержит знака присваивания (=), то результат его выполнения присваивается системной переменной `ans`;
- по умолчанию результаты вычислений отображаются в формате фиксированной точки с четырьмя знаками после запятой (формат `Short`).

Для установки другого формата представления результатов вычислений следует выполнить на ленте команду **Preferences Command/Window/Numeric format**. в группе **Enviroment**

Помимо арифметических операций над операндами выполняются еще операции отношения и логические операции.

Операторы отношения служат для сравнения двух величин, векторов или матриц, все операторы отношения имеют две сравниваемые величины и записываются, как показано в таблице знаками или комбинациями знаков

Таблица 4.1 - Операции отношения

Функция	Оператор (синтаксис)
Равно	$= (x = y)$
Не равно	$\sim (x \sim y)$
Меньше	$< (x < y)$
Больше	$> (x > y)$
Меньше или равно	$\leq (x \leq y)$
Больше или равно	$\geq (x \geq y)$

Данные операторы выполняют поэлементное сравнение векторов или матриц одинакового размера и логическое выражение принимает значение 1 (True), если элементы идентичны, и значение 0 (False) в противном случае.

Логические операторы служат для реализации поэлементных логических операций над элементами одинаковых по размеру массивов согласно таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Логические операторы

Функция	Оператор (синтаксис)
Логическое И	<code>&</code> ; <i>and (and (a, b))</i>
Логическое ИЛИ	<code> </code> ; <i>or (or (a, b))</i>
Логическое НЕ	<code>~</code> ; <i>not (not (a, b))</i>
Исключающее ИЛИ	<i>xor (xor (a, b))</i>
Верно, если все элементы вектора равны нулю	<i>any (any (a))</i>
Верно, если все элементы вектора не равны нулю	<i>all (all (a))</i>

В MATLAB приоритет логических операций и отношений ниже, чем арифметических, а приоритет отношений выше приоритета логических операций за исключением отрицания

Элементарные функции

Набор элементарных функций представим их описанием. В тригонометрических функциях углы измеряются в радианах.

Общая форма использования функции в MatLAB такова:

<имя результата> = <имя функции>(<перечень аргументов или их значений>).

В языке MatLAB предусмотрены следующие элементарные арифметические функции.

Тригонометрические и гиперболические функции

$\sin(Z)$ - синус числа Z ;

$\text{asin}(Z)$ - арксинус (в радианах, в диапазоне от $-\pi/2$ к $+\pi/2$);

$\cos(Z)$ - косинус;

$\text{acos}(Z)$ - арккосинус (в диапазоне от 0 к π);

$\tan(Z)$ - тангенс;

$\text{atan}(Z)$ - арктангенс (в диапазоне от $-\pi/2$ к $+\pi/2$);

$\cot(Z)$ - котангенс;

$\text{acot}(Z)$ - арккотангенс;

Экспоненциальные функции

$\exp(Z)$ - экспонента числа Z ;

$\log(Z)$ - натуральный логарифм;

$\log_{10}(Z)$ - десятичный логарифм;

\sqrt{Z} - квадратный корень из числа Z ;

$\text{abs}(Z)$ - модуль числа Z .

Целочисленные функции

$\text{fix}(Z)$ - округление к ближайшему целому в сторону нуля;

$\text{floor}(Z)$ - округление к ближайшему целому в сторону отрицательной бесконечности;

$\text{ceil}(Z)$ - округление к ближайшему целому в сторону положительной бесконечности;

$\text{round}(Z)$ - обычное округление числа Z к ближайшему целому;

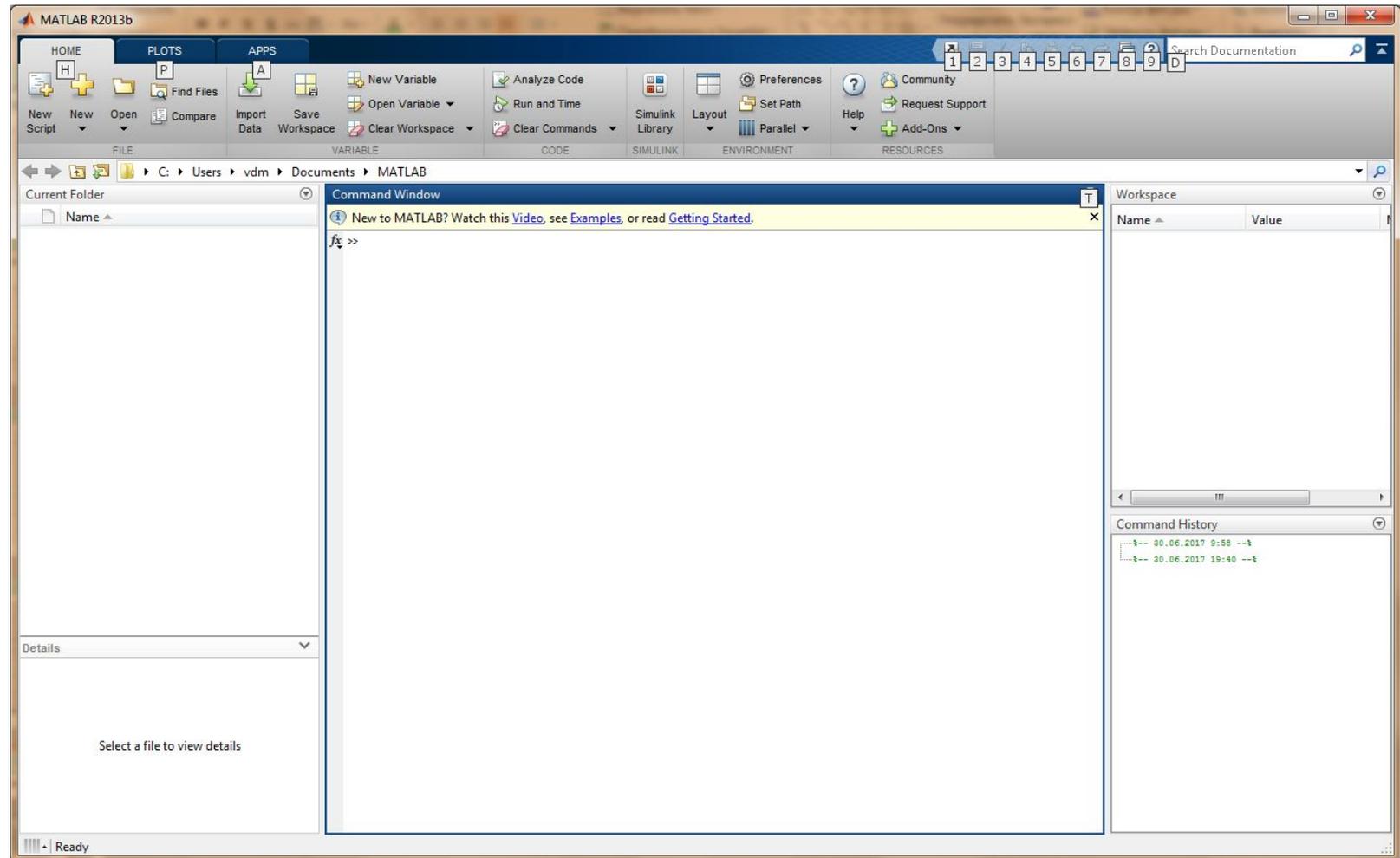
$\text{mod}(X, Y)$ - целочисленное деление X на Y ;

$\text{rem}(X, Y)$ - вычисление остатка от деления X на Y ;

Следует помнить, что все элементарные функции должны записываться в программах малыми буквами.

4.4 Назначение, классификация и структура m-файлов

При загрузке системы MATLAB на мониторе появляется основное окно системы, в котором можно выделить окно команд (Command Window).



Система готова к проведению вычислений и созданию программ в командном режиме. Для этого можно на языке MATLAB записывать программы.

Операторы заканчиваются символом ; – точка с запятой.

Одновременно точка с запятой блокирует вывод численного значения результата этого оператора в окне команд.

В одной строке можно записать несколько операторов, а сами строки автоматически нумеруются при нажатии клавиши Enter.

Если программа полностью записана и выходные величины не имеют символа ; то после нажатия клавиши Enter она выполняется.

Ниже программы появляется ее результат. В таком режиме выполнять решения задач нецелесообразно, т.к. исправить возможные ошибки после нажатия клавиши Enter уже нельзя.

Поэтому записывать программы, их редактировать и отлаживать необходимо в так называемых М-файлах.

М-файлы, создаваемые редактором/отладчиком, делятся на два класса:

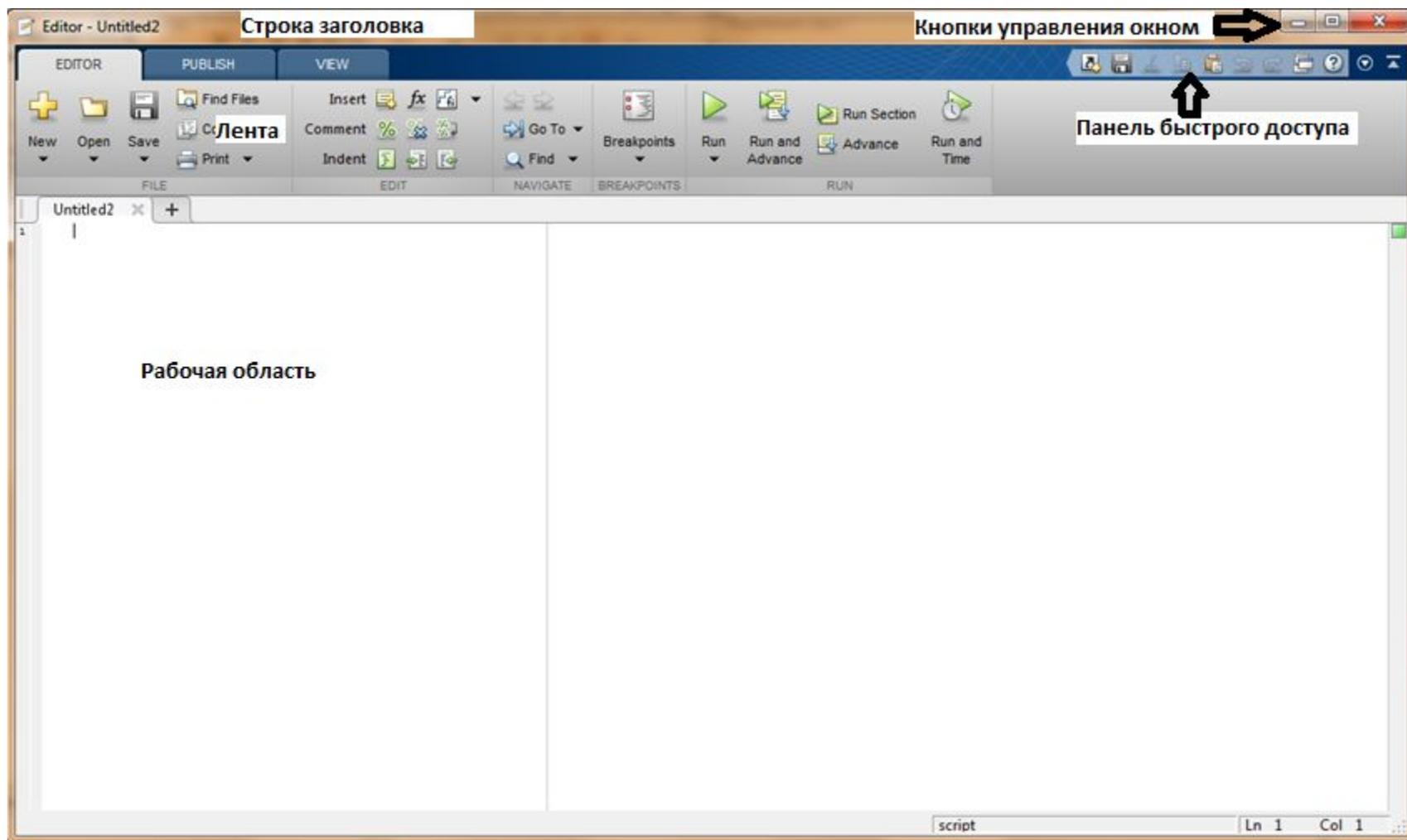
- файлы-сценарии, не имеющие входных параметров;
- файлы-функции, имеющие входные параметры.

Файл-сценарий не имеет списка входных параметров и является примером простой процедуры без параметров. Он использует глобальные переменные, т. е. такие переменные, значения которых могут быть изменены в любой момент сеанса работы и в любом месте программы.

Файл-функция отличается от файла-сценария прежде всего тем, что созданная им функция имеет входные параметры, список которых указывается в круглых скобках. Используемые в файле-функции переменные являются локальными переменными, изменение значений которых в теле функции никоим образом не влияет на значения, которые те же самые переменные могут иметь за пределами функции.

Локальные переменные могут иметь те же имена (идентификаторы), что и глобальные переменные (хотя правила культурного программирования не рекомендуют смешивать имена локальных и глобальных переменных).

M-файл создается при выполнении команды **New script** вкладки **File**, получаем окно M-файла, на котором можно записывать, редактировать и отлаживать любые программы решения научных и инженерных задач.



Окно редактора m-файлов включает:

Строку заголовка окна.

Кнопки управления окном.

Ленту – это полоса в верхней части экрана, на которой размещаются все основные наборы команд, сгруппированные по тематикам на отдельных вкладках и в группах.

Панель быстрого доступа – настраиваемая панель инструментов с наиболее часто используемыми командами.

Рабочая область – создаются и добавляются различные объекты документа.

Группы команд ленты дают наиболее простой и удобный (особенно для начинающих пользователей) способ работы с системой MATLAB.

Основные команды вводятся указанием курсором мыши на нужную кнопку с нажатием левой клавиши мыши.

Кнопки имеют изображение, явно подсказывающее их назначение.

На первый взгляд может показаться, что редактор/отладчик – просто лишнее звено в цепочке "пользователь – MATLAB". Однако на деле редактор/отладчик выполняет важную роль. Он позволяет создать m-файл (программу) без той многочисленной "шелухи", которая сопровождает работу в командном режиме. Редактор обеспечивает синтаксический контроль файла.

Редактор имеет и другие важные отладочные средства – он позволяет устанавливать в тексте файла специальные метки, именуемые точками прерывания (breakpoints). При их достижении вычисления приостанавливаются, и пользователь может оценить промежуточные результаты вычислений (например, значения переменных), проверить правильность выполнения циклов и т. д.

Для удобства работы с редактором/отладчиком строки программы в нем нумеруются в последовательном порядке. Редактор является многооконным. Окно каждой программы оформляется как вкладка.

Редактор/отладчик m-файлов выполняет синтаксический контроль программного кода по мере ввода текста. При этом используются следующие цветовые выделения:

- ключевые слова языка программирования – синий цвет;
- операторы, константы и переменные – черный цвет;
- комментарии после знака % – зеленый цвет;
- символьные переменные (в апострофах) – зеленый цвет;
- синтаксические ошибки – красный цвет.

Благодаря цветовым выделениям вероятность синтаксических ошибок снижается.

Ошибки, связанные с неверным применением операторов или функций (например, применение оператора - вместо + или функции $\cos(x)$ вместо $\sin(x)$ и т. д.), не способна обнаружить ни одна система программирования.

Устранение такого рода ошибок (их называют семантическими) – дело пользователя, отлаживающего свои алгоритмы и программы.

M-файл по умолчанию имеет название **Untitled** (Безымянный). Чтобы дать ему имя, необходимо в меню этого окна **File** выполнить команду **Save as** и в диалоговом окне указать папку и имя этого файла.

После указания имени и сохранения M-файла он готов для выполнения записанной программы. Для этого необходимо щелкнуть мышкой по пиктограмме **Выполнить**. Результат выполнения программы или сообщения об ошибках появится в окне команд. Описанный процесс называется **созданием M-файла сценария сессии**.

Файл-сценарий, именуемый также **Script-файлом**, имеет весьма простую структуру:

% Основной комментарий, если необходимо.

% Дополнительный комментарий, если необходимо.

Тело программы с любыми выражениями.

Важными являются следующие **свойства файлов-сценариев**:

1. Они не имеют входных и выходных аргументов.
2. Работают с данными из рабочей области.
3. В процессе выполнения не компилируются.
4. Представляют собой последовательность операций, аналогичную той, что используется в сессии.

Кроме М-файла сценария, в MATLAB существует М-файл функция. Отличие М-файла функции от сценария состоит в том, что он является аналогом подпрограммы типа function в языке Pascal.

Структура М-файла функции с одним выходным параметром имеет вид:

```
function [выходной параметр] = ИМЯ (входной параметр)
```

```
% Основной комментарий, если необходимо.
```

```
% Дополнительный комментарий, если необходимо.
```

```
    Тело программы с любыми выражениями.
```

```
end
```

М-файл функция обладает такими свойствами:

1. Он начинается с ключевого слова `function`, после которого указывается имя переменной `var` – выходного параметра, имя самой функции `f_name` и список ее входных параметров, отделенных запятой.

Внимание: Имя М-файла функции должно совпадать с самой `f_name` (именем самой функции). MATLAB автоматически присваивает данное имя при выполнении команды `Save as`.

2. Результат выполнения М-файла функции присваивается имени функции, которое может использоваться в математических выражениях подобно функциям $\sin(x)$, $\log(x)$ и т. п.

3. Все переменные, используемые в файле-функции, являются локальными, т.е. действуют только в пределах тела функции.

4. Файл-функция является самостоятельным программным модулем, который связан с другими модулями и головной программой через входные и выходные параметры.

5. При обнаружении файла-функции он компилируется и затем исполняется.