ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATLAB.

Программирование в среде MATLAB

Программами в системе MatLab являются m-файлы текстового формата, содержащие запись программ в виде программных кодов. Язык программирования системы MatLab имеет следующие средства:

- *данные различного типа;*
- *константы и переменные;*
- *операторы, включая операторы математических выражений;*
- *встроенные команды и функции;*
- *функции пользователя;*
- *управляющие структуры;*
- *системные операторы и функции;*
- *средства расширения языка.*

В MatLab определены следующие основные типы данных, в общем случае представляющих собой многомерные массивы:

- ***single** — числовые массивы с числами одинарной точности;*
- ***double** — числовые массивы с числами удвоенной точности;*
- ***char** — строчные массивы с элементами-символами;*
- ***sparse** — наследует свойства double, разреженные матрицы с элементами-числами удвоенной точности;*
- ***cell** — массивы ячеек; ячейки, в свою очередь, тоже могут быть массивами;*
- ***struct** — массивы структур с полями, которые также могут содержать массивы;*
- ***function_handle** — дескрипторы функций:*
- ***int32, uint32** — массивы 32-разрядных чисел со знаком и без знаков;*
- ***int16,uint16** — массивы 16-разрядных целых чисел со знаком и без знаков;*
- ***int8, uint8** — массивы 8-разрядных целых чисел со знаками и без знаков.*

Программирование в среде MATLAB

Язык программирования системы MatLab вобрал в себя почти все средства, необходимые для реализации различных технологий программирования:

- *процедурного;*
- *операторного;*
- *функционального;*
- *логического;*
- *структурного (модульного);*
- *объектно-ориентированного;*
- *визуально-ориентированного.*

В основе процедурной, операторной и функциональной технологии программирования лежат процедуры, операторы и функции, используемые как основные объекты языка. Эти типы объектов присутствуют в MatLab. Логическое программирование реализуется в MatLab с помощью логических операторов и функций.

Наиболее ярко в MatLab представлены идеи структурного программирования. Подавляющее большинство функций и команд языка представляют собой вполне законченные модули, обмен данными между которыми происходит через их входные параметры, хотя возможен обмен информацией и через глобальные переменные.

Объектно-ориентированное программирование также широко представлено в системе MatLab. Оно особенно актуально при программировании задач графики. Что касается визуально-ориентированного программирования, то в MatLab оно представлено в основном в пакете моделирования заданных блоками устройств и систем Simulink.

M-файл

Для более сложных задач число команд возрастает, и работа в командной строке становится непродуктивной. Использование истории команд, сохранение переменных рабочей среды или ведение дневника при помощи diary незначительно повышают производительность работы. Эффективное решение состоит в оформлении собственных алгоритмов в виде программ (M-файлов), которые можно запустить из рабочей среды или из редактора. Встроенный в MATLAB редактор M-файлов позволяет не только набирать текст программы и запускать ее целиком или частями, но и отлаживать алгоритм. Подробная классификация M-файлов приведена ниже.

Типы М-файлов. Файл-программы

М-файлы в MATLAB бывают двух типов: файл-программы (Script M-Files), содержащие последовательность команд, и файл-функции (Function M-Files), в которых описываются функции, определяемые пользователем.

***Файл-программы** представляют собой простейший тип М-файлов. Они не имеют входных и выходных аргументов и оперируют переменными, существующими в рабочей среде, или могут создавать новые переменные. Все переменные, объявленные в файл-программе, становятся доступными в рабочей среде после ее выполнения.*

Последовательность поиска MATLAB говорит о том, что очень важно правильно задавать имя собственной файл-программы при сохранении ее в М-файле. Во-первых, ее имя не должно совпадать с именем существующих функций в MATLAB. Узнать, занято имя или нет можно при помощи функции exist.

Во-вторых, имя файла не должно начинаться с цифры, знаков "+" или "-", словом с тех символов, которые могут быть интерпретированы MATLAB как ошибка при вводе выражения.

Очень распространена еще одна ошибка при задании имени файл-программы, которая на первый взгляд имеет необъяснимые последствия: программа запускается только один раз. Повторный запуск не приводит к выполнению программы.

Для решения вычислительных задач и написания собственных приложений в MATLAB часто требуется программировать файл-функции, которые производят необходимые действия с входными аргументами и возвращают результат в выходных аргументах. Число входных и выходных аргументов зависит от решаемой задачи – может быть только один входной и один выходной аргумент, несколько и тех и других, или только ***входные аргументы.***

Файл-функции с одним входным аргументом.

Предположим, что в вычислениях часто необходимо использовать значение функции:

$$e^{-x}\sqrt{\frac{x^2+1}{x^4+0.1}}$$

Имеет смысл один раз написать файл-функцию, а потом вызывать ее всюду, где необходимо вычисление этой функции для заданного аргумента. Для этого необходимо открыть в редакторе М-файлов новый файл и набрать текст:

```
function f = myfun(x)
f = exp(-x)*sqrt((x^2 + 1)/(x^4 + 0.1));
```

Слово function в первой строке определяет, что данный файл содержит файл-функцию. Первая строка является заголовком функции, в которой размещаются имя функции и списки входных и выходных аргументов. Входные аргументы записываются в круглых скобках после имени функции. В нашем примере есть только один входной аргумент – x. Выходной аргумент f указывается слева от знака равенства в заголовке функции.

Теперь созданную функцию можно использовать так же, как и встроенные sin, cos и другие, например, из командной строки:

```
>> y=myfun(1.3)
y =
0.2600
```

При создании файл-функции myfun мы подавили вывод значения f в командное окно, завершив оператор присваивания точкой с запятой. Если этого не сделать, то оно выведется при обращении y=myfun(1.3). Как правило, лучше избегать вывода в командное окно результатов промежуточных вычислений внутри файл-функции.

Файл-функция, приведенная в предыдущем примере, имеет один существенный недостаток.

Попытка вычисления значений функции от массива приводит к ошибке, а не к массиву значений так, как это происходит при использовании встроенных функций.

```
>> x=[1.3 7.2];
>> y=myfun(x)
??? Error using ==> ^
Matrix must be square.
Error in ==> C:\MATLAB6p5\work\myfun.m
On line 2 ==> f = exp(-x)*sqrt((x^2 + 1)/(x^4 + 0.1));
```

Очевидно, что для избежания этой ошибки необходимо использовать поэлементные операции. В частности, для правильной работы нашей функции необходимо текст функции переписать в следующем виде:

```
function f = myfun(x)
f = exp(-x).*sqrt((x.^2 + 1)./(x.^4 + 0.1));
```

Теперь аргументом функции myfun может быть как число, так и вектор или матрица значений, например:

```
>> x=[1.3 7.2];
>> y=myfun(x)
y =
0.2600 0.0001
```

Переменная y, в которую записывается результат вызова функции myfun, автоматически становится вектором нужного размера.

Рассмотрим пример использования функций. Строим график функции myfun на отрезке [0,4] при помощи файл-программы или из командной строки:

```
>> x=0:0.5:4;
>> y=myfun(x);
>> plot(x,y)
```

Рассмотрим сейчас только один простой пример того, как использование файл-функций упрощает визуализацию математических функций. Только что мы построили график при помощи plot. Что для вычисления вектора y не обязательно было вызывать myfun – можно сразу записать выражение для него и потом указать пару x и y в plot. Имеющаяся в нашем распоряжении файл-функция myfun позволяет обратиться к специальной функции fplot, которой требуется указать имя нашей файл-функции (в апострофах) или указатель на нее (с оператором @ перед именем функции) и границы отрезка для построения графика (в векторе из двух элементов)

```
>> fplot('myfun', [0 4])
```
или
```
>> fplot(@myfun, [0 4])
```

Следует добавить алгоритм функции fplot автоматически подбирает шаг аргумента, уменьшая его на участках быстрого изменения исследуемой функции, что дает пользователю хорошее отображение данных.

Файл-функции с несколькими входными аргументами.

Написание файл-функций с несколькими входными аргументами практически не отличается от случая одного аргумента. Все входные аргументы размещаются в списке через запятую. Следующий пример содержит файл-функцию, вычисляющую длину радиус-вектора точки трехмерного пространства (x2 + y2 + z2)^1/2.

```
function r = radius3(x,y,z)
r = sqrt(x.^2 + y.^2 + z.^2);
```

Для вычисления длины радиус-вектора теперь можно использовать функцию radius3, например:

```
>> R = radius3(1, 1, 1)
R = 1.7321
```

Кроме функций с несколькими аргументами, MATLAB позволяет создавать функции, возвращающие несколько значений, т. е. имеющих несколько выходных аргументов.

Файл-функции с несколькими выходными аргументами.

Файл-функции с несколькими выходными аргументами удобны при вычислении функций, возвращающих несколько значений (в математике они называются вектор-функции). Выходные аргументы добавляются через запятую в список выходных аргументов, а сам список заключается в квадратные скобки. Следующий пример приводит файл-функцию hms для перевода времени, заданного в секундах, в часы, минуты и секунды:

```
function [hour, minute, second] = hms(sec)
hour = floor(sec/3600);
minute = floor((sec - hour*3600)/60);
second = sec - hour*3600 - minute*60;
```

При вызове файл-функций с несколькими выходными аргументами результат следует записывать в вектор соответствующей длины:

```
>> [H, M, S] = hms(10000)
H =
2
M =
46
S =
40
```

Если при использовании данной функции явно не указывать выходные параметры, то результатом вызова функции будет только первый выходной аргумент:

```
>> hms(10000)
ans =
2
```

Если список выходных аргументов пуст, т. е. заголовок выглядит так:

function myfun(a, b) или function [ ] = myfun(a, b),

то файл-функция не будет возвращать никаких значений. Такие функции тоже иногда оказываются полезными.

Функции MATLAB обладают еще одним полезным качеством — возможностью получения информации о них при помощи команды help, например, help fplot. Собственные файл-функции так же можно наделить этим свойством, используя строки комментариев. Все строки комментариев после заголовка и до тела функции или пустой строки выводятся в командное окно командой help. Например для нашей функции можно создать подсказку:

```
function [hour, minute, second] = hms(sec)
%hms - перевод секунд в часы, минуты и секунды
% Функция hms предназначена для перевода секунд
% в часы минуты и секунды.
% [hour, minute, second] = hms(sec)
hour = floor(sec/3600);
minute = floor((sec - hour*3600)/60);
second = sec - hour*3600 - minute*60;
```

Подфункция

Рассмотрим еще одну разновидность функций – подфункции. Использование подфункций основано на выделении части алгоритма в самостоятельную функцию, текст которой содержится в том же файле, что и основная функция. Рассмотрим это на примере.

```
function simple;
% Основная функция
a = 2*pi;
f1 = f(1.1, 2.1)
f2 = f(3.1, 4.2)-a
f3 = f(-2.8, 0.7)+a
function z = f(x, y)
% Подфункция
z = x^3 - 2*y^3 - x*y + 9;
```

Первая функция simple является основной функцией в simple.m, именно ее операторы выполняются, если пользователь вызывает simple, например, из командной строки. Каждое обращение к подфункции f в основной функции приводит к переходу к размещенным в подфункции операторам и последующему возврату в основную функцию.

Подфункция

Файл-функция может содержать одну или несколько подфункций со своими входными и выходными параметрами, но основная функция может быть только одна. Заголовок новой подфункции одновременно является признаком конца предыдущей. Основная функция обменивается информацией с подфункциями только при помощи входных и выходных параметров. Переменные, определенные в подфункциях и в основной функции, являются локальными, они доступны в пределах своей функции.

Один из возможных вариантов использования переменных, которые являются общими для всех функций М-файла, состоит в объявлении данных переменных в начале основной функции и подфункции как глобальных, при помощи global со списком имен переменных, разделяемых пробелом.

ОСНОВНЫЕ ОПЕРАТОРЫ М-ЯЗЫКА

```
% Вычисление длины окружности с диалоговым вводом радиуса
r=0;
while r>=0,
r=input('Введите радиус окружности r=');
if r>=0 disp(' Длина окружности l='); disp(2*pi*r), end
end
```

Эта программа служит для многократного вычисления длины окружности по вводимому пользователем значению радиуса r. Обратите внимание на то, что здесь мы впервые показываем пример организации простейшего диалога. Он реализован с помощью команды input:

input('Введите радиус окружности r=');

Следующая строка
if r>=0 disp(' Длина окружности l = '); disp(2*pi*r);end
с помощью команды disp при r>=0 выводит надпись «Длина окружности l=» и вычисленное значение длины окружности. Она представляет собой одну из наиболее простых управляющих структур типа if...end.

Если данная программа записана в виде m-файла, то работа с ней будет выглядеть следующим образом:

```
Введите радиус окружности R=1
Длина окружности l=
6.2832
Введите радиус окружности R=2
Длина окружности l=
12.5664
Введите радиус окружности R=-1
»
```

Функция input может использоваться и для ввода произвольных строковых выражений. При этом она задается в следующем виде:

input('Комментарий', V)

При выполнении этой функции она останавливает вычисления и ожидает ввода строкового комментария. После ввода возвращается набранная строка. Это иллюстрирует следующий пример:

```
» S=input('Введите выражение ','s')
Введите выражение (Вводим) 2*sin(l)
S =
    2*sin(l)
» eval(S)
ans =
        1.6829
>>
```

Операторы цикла.

Схожие и повторяющиеся действия выполняются при помощи операторов цикла ***for u while.*** *Цикл* ***for*** *предназначен для выполнения заданного числа повторяющихся действий, а* ***while*** *– для действий, число которых заранее не известно, но известно условие продолжения цикла.*

Цикл for.

Использование ***for*** *осуществляется следующим образом:*

Оператор цикла типа ***for...end*** *обычно используются для организации вычислений с заданным числом повторяющихся циклов. Конструкция такого цикла имеет следующий вид:*

```
for count = start:step:final
      команды MATLAB
end
```

Здесь ***count****— переменная цикла,* ***start*** *– ее начальное значение,* ***final*** *– конечное значение, а* ***step*** *– шаг, на который увеличивается* ***count*** *при каждом следующем заходе в цикл. Цикл заканчивается, как только значение* ***count*** *становится больше* ***final****. Переменная цикла может принимать не только целые, но и вещественные значения любого знака.*

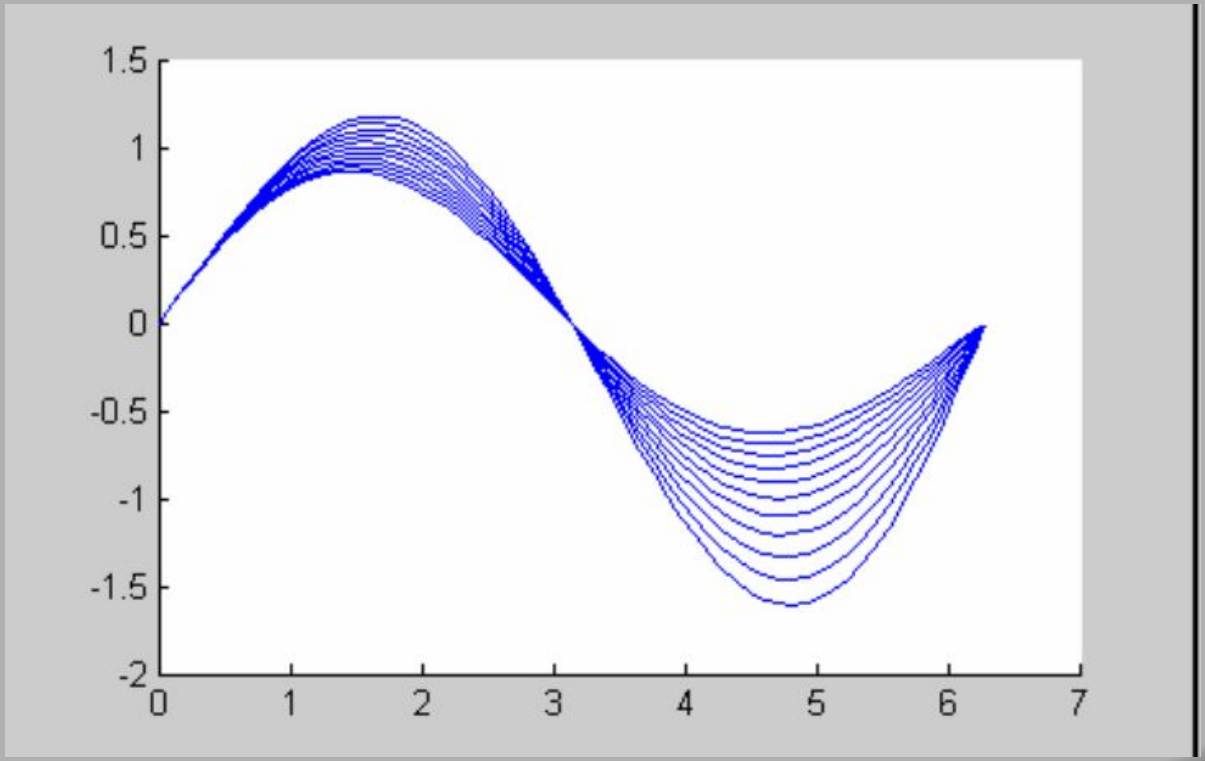
***Приведем пример применения цикла for**. Пусть требуется вывести графики семейства кривых, которое задано функцией , зависящей от параметра a , для значений параметра a от -0.1 до 0.1 с шагом 0.02. Можно, конечно, последовательно вычислять y(x,a) и строить ее графики для различных значений a, но гораздо удобнее использовать цикл for.*

Текст файл-программы:

```
figure % создание графического окна
x = 0:pi/30:2*pi; % вычисление вектора значений аргумента

% перебор значений параметра в цикле
for a = -0.1:0.02:0.1
% вычисление вектора значений функции для текущего значения ...
параметра
  y = exp(-a*x).*sin(x); % добавление графика функции
  hold on
  plot(x, y)
end
```

В результате выполнения этой файл-программы появится графическое окно, которое содержит требуемое семейство кривых.



Циклы for *могут быть вложены друг в друга, при этом переменные вложенных циклов должны быть разными. Вложенные циклы удобны для заполнения матриц.*

Пример создания матрицы Гильберта:

```
n = 4;
a = zeros(n);
      for i = 1:n
      for j = 1:n
       a(i, j) = 1/(i+j-1);
end
end
```

```
%
for i=1:3
for j=1:3
A(i.j)=i+j;
end
end
```

В результате выполнения этого цикла формируется матрица A:

```
>> Пример4-3-12
%%%
>>A
A =
     2  3  4
     3  4  5
     4  5  6
>>
```

Следует отметить, что формирование матриц с помощью оператора : (двоеточие) обычно занимает намного меньше времени, чем с помощью цикла. Однако применение цикла нередко оказывается более наглядным и понятным. MatLab допускает использование в качестве переменной цикла массива A размера m x n. При этом цикл выполняется столько раз, сколько столбцов в массиве A, и на каждом шаге переменная var представляет собой вектор, соответствующий текущему столбцу массива A:

```
» A=[1 2 3:4 5 6]
A =
     1 2 3
     4 5 6
» for var=A; var, end
var =   1   4
var =   2   5
var=    3   6
>>
```

В качестве значений переменной цикла допускается использование массива значений:

for count = A
команды MATLAB
end

Если A — вектор-строка, то count последовательно принимает значение ее элементов при каждом заходе в цикл. В случае двумерного массива A на i-ом шаге цикла count содержит столбец A(:,i). Разумеется, если A является вектор-столбцом, то цикл выполнится всего один раз со значением count, равным A.

Цикл for *оказывается полезным при выполнении определенного конечного числа действий. Существуют алгоритмы с заранее неизвестным количеством повторений, реализовать которые позволяет более гибкий цикл* ***while.***

Цикл while *служит для организации повторений однотипных действий в случае, когда число повторений заранее неизвестно и определяется выполнением некоторого условия. Рассмотрим пример разложение* ***sin(x)*** *в ряд:*

$$S(x)=\sum_{k=0}^{\infty}(-1)^k\frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$

Конечно, до бесконечности суммировать не удастся, но можно накапливать сумму с заданной точностью, например, 10^{-10}. Очевидно, что число членов ряда в данном случае неизвестно, поэтом использование оператора `for` невозможно. Выход состоит в применении цикла `while`, который работает, пока выполняется *условие цикла:*

```
while условие повторения цикла
    команды MATLAB
end
```

В данном примере условием повторения цикла является то, что модуль текущего слагаемого $x^{2k+1}/(2k+1)!$ больше 10^{-10}. Текст файл-функции mysin, вычисляющей сумму ряда на основе рекуррентного соотношения:

$$a_k=\frac{x^2}{2k(2k+1)}a_{k-1}$$

Операторы цикла.

```
function s = mysin(x)
% Вычисление синуса разложением в ряд
% Использование: y = mysin(x), -pi < x < pi
% вычисление первого слагаемого суммы для к = О
k = 0;
u = x;
s = u;
% вычисление вспомогательной переменной
x2 = x*x;
while abs(u) > 1.0e-10
k = k + 1;
u = -u* x2/(2*k)/(2*k + 1);
s = s + u;
end
```

Условие цикла while может содержать логическое выражение, составленное из операций отношения и логических операций или операторов. Для задания условия повторения цикла допустимы операции отношения

==	**Равенство**
<	**Меньше**
<=	**Меньше или равно**
>	**Больше**
>=	**Больше или равно**
~=	**Не равно**

Матрицы в операциях сравнения должны иметь одинаковые размеры. Все операции сравнения производят поэлементное сравнение матричных элементов. Результатом операции сравнения является матрица из нулей и единиц и того же размера, что и сравниваемые матрицы.

Задание более сложных условий производится с применением логических операторов или операций

Тип выражения	Выражение	Логический оператор	Логическая операция
Логическое “и”	x <3 и 4 = k	and(x<3,k==4)	(x<3)&(k==4)
Логическое “или”	x =1 или 2	or(x==1,x==2)	(x==1)|(x==2)
Логическое “не”	a≠1.9	not(a==1.9)	-(a==1.9)

Операнды логических операций и операторов должны иметь одинаковые размеры. Логические операции производят поэлементные операции над матричными элементами. Результатом логической операции всегда является матрица из нулей и единиц и того же размера, что и операнды.

Условный оператор if и оператор переключения switch позволяют создать гибкий разветвляющийся алгоритм, в котором при выполнении определенных условий выполняется соответствующий блок операторов или команд MATLAB. Практически во всех языках программирования имеются аналогичные операторы.

Условный оператор if.

Условный оператор if в общем виде записывается следующим образом:

```
if  Условие1
   Инструкции_1
else lf  Условие2
        Инструкции_2
     else
  Инструкции_3
End
```

Эта конструкция допускает несколько частных вариантов. В простейшем случае

```
if  Условие
   Инструкции
end
```

Пока Условие возвращает логическое значение 1 (то есть «истина»), выполняются Инструкции, составляющие тело структуры if...end. При этом оператор end указывает на конец перечня инструкций. Инструкции в списке разделяются оператором, (запятая) или ; (точка с запятой). Если Условие не выполняется (дает логическое значение 0, «ложь»), то Инструкции также не выполняются.

Еще одна конструкция

if Условие
Инструкции_1
else
Инструкции_2
end

выполняет Инструкции_1, если выполняется Условие, или Инструкции_2 в противном случае.

Условия записываются в виде:

Выражение_1 Оператор_отношения Выражение_2,

причем в качестве Операторов_отношения используются следующие операторы: ==, <, >, <=, >= или ~=.

В общем случае применение этих структур достаточно очевидное. Приведем только один общий пример:

```
function ifdem(a)
% пример использования структуры if-elseif-else
if (a == 0)
disp('a - ноль')
  elseif a == 1
disp('a - единица')
   elseif a >= 2
disp('a - двойка или больше')
   else
disp('a меньше двух, но не ноль и не единица')
end
```

Следует обратить внимание, что в данном примере мы использовали специальную функцию disp, которая позволяет выводить текстовую информацию.

Оператор switch.

Для осуществления множественного выбора (или ветвления) используется конструкция с переключателем типа ***switch:***

switch Выражение
case Значение
Список инструкций
case {Значение1, Значение2, Значение3, ...}
Список инструкций
otherwise,
Список инструкций
end

Каждая ветвь определяется оператором case, переход в нее выполняется тогда, когда ' Выражение' оператора switch принимает значение, указанное после case, или одно из значений списка case. После выполнения какой-либо из ветвей происходит выход из switch, при этом значения, заданные в других ветвях case, уже не проверяются. Если подходящих значений не нашлось, то выполняется ветвь оператора переключения, соответствующая otherwise.

```
function switchdem(a)
% пример использования оператора switch
switch a
case 3
disp('Март')
case 4
disp('Апрель')
case 5
disp('Май')
case {1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}
disp('Не весенние месяцы')
otherwise
disp('Ошибка задания')
end
```

Поясним применение оператора switch на примере

```
switch var
  case {1,2,3}
      disp('Первый квартал')
  case {4,5,6}
      disp('Второй квартал')
  case {7,8,9}
     disp('Третий квартал')
  case {10.11,12}
     disp('Четвертый квартал')
  otherwise
    disp('Ошибка в задании')
end
```

Эта программа в ответ на значения переменной ***var*** *– номера месяца – вычисляет, к какому кварталу относится заданный месяц, и выводит соответствующее сообщение:*

```
>> var=2; swl
Первый квартал
>>var=4;swl
Второй квартал
>> var=7:swl
Третий квартал
>> var=12;swl
Четвертый квартал
>var=-1;swl
Ошибка в задании
>>
```

*В управляющих структурах, в частности в циклах **for и while**, часто используются операторы, влияющие на их выполнение.*

*Так, оператор **break** может использоваться для досрочного прерывания выполнения цикла. Как только он встречается в программе, цикл прерывается.*

*Оператор **continue** передает управление в следующую итерацию цикла, пропуская операторы, которые записаны за ним, причем во вложенном цикле он передает управление на следующую итерацию основного цикла.*

*Оператор **return** обеспечивает нормальный возврат в вызывающую функцию или в режим работы с клавиатурой.*

*В управляющих структурах, в частности в циклах **for и while**, часто используются операторы, влияющие на их выполнение.*

*Так, оператор **break** может использоваться для досрочного прерывания выполнения цикла. Как только он встречается в программе, цикл прерывается.*

*Оператор **continue** передает управление в следующую итерацию цикла, пропуская операторы, которые записаны за ним, причем во вложенном цикле он передает управление на следующую итерацию основного цикла.*

*Оператор **return** обеспечивает нормальный возврат в вызывающую функцию или в режим работы с клавиатурой.*

Для остановки программы используется оператор pause. Он используется в следующих формах:

- *pause — останавливает вычисления до нажатия любой клавиши;*
- *pause(N) — останавливает вычисления на N секунд;*
- *pause on — включает режим отработки пауз;*
- *pause off — выключает режим отработки пауз.*

Следующий пример поясняет применение команды pause:

```
for i=1:20;
x =rand(1,40); y =rand(1,40); z = sin(x.*y);
tri = delaunay(x.y);
trisurf(tri,x,y,z)
pause;
end
```

Команда pause обеспечивает показ 20 рисунков - построений трехмерных поверхностей из треугольных окрашенных областей со случайными параметрами.

Рациональная техника программирования.

MATLAB интерпретирует команды, записанные в М-файлах, в машинный код и последовательно выполняет их. Процесс интерпретации занимает много времени в том случае, когда алгоритм обработки большого объема данных содержит циклы, поскольку каждая строка цикла интерпретируется столько раз, сколько выполняется цикл. Следовательно, при разработке приложений MATLAB необходимо свести использование циклов к минимуму. Эффективность приложений также определяется распределением памяти под создаваемые большие массивы.

```
clear all
tic
x=0:2*pi/10000:2*pi;
y=exp(-x.^2).*cos(x);
toc
clear all
tic
for i=1:10001
x(i)=2*pi/10000*(i-1);
y(i)=exp(-x(i)^2)*cos(x(i));
end
toc
```

Работа этой файл-программы состоит из двух частей. Первая часть начинается с вызова функции tic - таймера, затем вычисляются значения двух массивов x и y, и вызывается функция toc – вывести на экран время в секундах, прошедшее с момента включения таймера.

**

Вторая часть файл-программы выполняет такие же действия начинается вновь с включения таймера. Затем в цикле for вычисляются значения массивов x и y. Обе части файл-программы делают практически одно и тоже, но используя разные операторы. После запуска файл-программы на моем компьютере я получил, что время выполнения первой части 0.016 секунды, а второй - 1.36 секунды.

использование циклов снижает быстродействие программы более чем на два порядка.

Старайтесь свести использование циклов в программах к минимуму. Иногда бывает полезно делать вставки на C, C++ или Fortran в тех местах программы, где циклы существенно снижают быстродействие.