Операторы

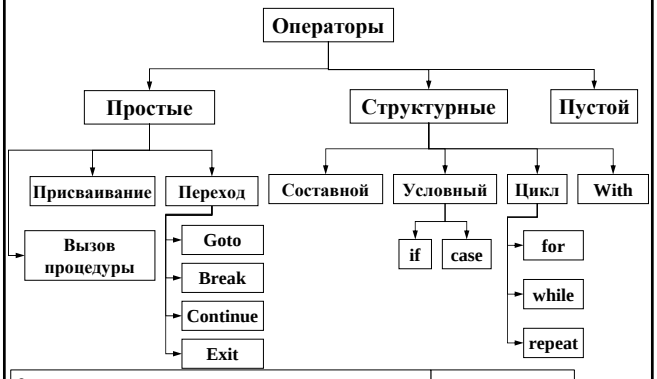
Ясность – это не атрибут письма, ясность – это само письмо.

П. Буаст

Содержание

- Классификация операторов
- Примеры использования операторов
- Понятие структурного программирования

Классификация операторов



Пустой оператор

- Не обозначается и не вызывает никаких действий (дополнительная точка с запятой в тексте программы). Например: if A>5 then ; ; ;
- В целях унификации рекомендуется добавлять пустой оператор как последний оператор составного оператора. Например:

```
if A>5 then begin
    Z:=3;
    C:=i+1; { здесь разделитель не обязателен }
 end;
```


Оператор присваивания

- <Переменная> **:=** <Выражение>
  - замена текущего значения переменной новым;
  - определение значения, возвращаемого функцией
- Типы переменной и выражения должны быть **совместимы по присваиванию**.
- Примеры:

```
A:=A+3; Ch:='S'; S:='Stop'; K:=8.5;
Stop := (Z<10) and (i>3); Z:=Sqr(i)*A+K;
M[i, j+10, k mod 3] := Z+A;
```


Оператор вызова процедуры

- <Имя процедуры>**(**<Список фактических параметров>**)**
  Активизирует процедуру с указанным именем, передавая формальным параметрам значения соответствующих фактических параметров.
- Примеры:

```
ClrScr;
InputData(A, B);
Calculate(A, B, 23, Result);
OutputData(Result);
```

Составной оператор

- begin
  <Список операторов>
  end
  Допустим везде, где допустим один оператор.
- Пример:

```
if A>5 then
begin
    C:=Z-10;
    i:=j+2;
end;
```


Условный оператор **if**

- **if** <Условие> **then**
  <Оператор1>
  [**else**
  <Оператор2>];
- Ключевое слово **else** всегда сопоставляется ближайшему предшествующему и еще не сопоставленному ключевому слову **then**.

```
if C1 then
    if C2 then S1 else S2;
```

```
if C1 then
begin
        if C2 then
                S1
        else
                S2
end;
```


Условный оператор **case**

- **case** <Селектор> **of**
  <Конст11> [.. <Конст12>] : <Оператор1>;
  <Конст21> [.. <Конст22>] : <Оператор2>;
  …
  [**else**
  <ОператорN>]
  end
- Селектор должен иметь формат байта или слова. Все константы выбора должны быть уникальны и принадлежать ординальному типу, совместимому с типом селектора.

Пример: использование оператора **case**

```
case ASuit of
   Spades: WriteLn('Пики');
   Clubs   : WriteLn('Кресты');
   Diamonds: WriteLn('Бубны');
   Hearts   : WriteLn('Черви');
end;

case HexCh of
   '0'..'9': N:=Ord(HexCh)-Ord('0');
   'a'..'f', 'A'..'F': N:=Ord(Upcase(HexCh))-Ord('A')+10;
else
   WriteLn(HexCh, 'не является 16-ричной цифрой!');
end;
```


Оператор цикла **while**

- **while** <Условие> **do**
  <Оператор>;
- Цикл **while** выполняется *пока* <Условие> истинно. Если <Условие> сразу ложно, то цикл не выполняется ни разу.
- Цикл **while** используется, когда заранее не известно число повторений.

Пример: использование оператора **while**

```
{Вычисление r=y mod x, d=y div x }
r:=y;
d:=0;
while r>=x do
begin
      r:=r-x;
      d:=d+1;
end
```

Оператор цикла **repeat**

- **repeat**
  <Оператор>
  until <Условие>;
- Цикл **repeat** заканчивается, когда <Условие> истинно. Цикл **repeat** выполняется как минимум один раз.
- Цикл **repeat** используется, когда заранее не известно число повторений.

Пример: использование оператора **repeat**

```
{Ввод 16-ричной цифры с клавиатуры }
repeat
    Write('Введите 16-ричную цифру: ');
    ReadLn(HexCh);
until HexCh in ['0'..'9', 'A'..'F', 'a'..'f'];
```


Оператор цикла **for**

- **for** <Счетчик>:=<Начало> **to** <Конец> **do**
  <Оператор>
- Цикл выполняется для каждого значения *счетчика* из интервала *начало..конец* (все ординального типа). Значение счетчика цикла при каждой итерации возрастает на один номер. Если начальное значение больше конечного, цикл не выполняется ни разу.
- В качестве начального и конечного значений могут указываться выражения. Их вычисление происходит один раз перед первым выполнением цикла.
- Цикл **for** с **downto** вместо **to** выполняется в обратном порядке; конечное значение не должно превосходить начальное.
- **Не рекомендуется изменять значение переменной цикла внутри цикла.**

Пример: использование оператора **for**

```
const
        N=3;
        M=3;
type
        Matrix=array [1..N, 1..M] of Real;
var A, B, C: Matrix;
{ Сумма матриц C[n×m]=A[n×m]+B[n×m] }
for i:=1 to N do
        for j:=1 to M do
                C[i, j]:=A[i, j]+B[i, j];
```


Эквивалентность операторов цикла

- **while** C **do**
  S;

⇒

```
if C then
    repeat
        S
    until not C;
```

- **for** i:=Start **to** Stop **do**
  S;

⇒

```
i:=Start;
while i<=Stop do
begin
    S;
    i:=Succ(i);
end;
```


Оператор **with**

- **with** <Ссылка на запись или объект> **do**
  <Оператор>
- Позволяет ссылаться на поля записи (поля и методы объекта) без указания имени записи (объекта).
- Пример:

```
var Person: TPerson;
with Person do begin
    FirstName:='Владимир';
    LastName:='Путин';
end;
```

Операторы перехода

- **Goto** <Метка>;
  - <Метка> представляет собой целое без знака или идентификатор (только Турбо Паскаль), определяется в секции **Label** того же блока и находится в том же блоке, что и оператор **Goto**.
- Операторы **Break** и **Continue** (только Турбо Паскаль) – "синтаксический сахар" оператора **Goto**:
  - **Break** досрочно прекращает выполнение цикла;
  - **Continue** досрочно начинает очередную итерацию цикла.

Операторы © М.Л. Цымблер 19

Пример: использование операторов перехода

```
Label 1, 2, 3;
begin
  1: ;
  S1;
  if C1 then
    Goto 1;
  S2;
  2: ;
  if C2 then
    Goto 3
  else begin
    S3;
    Goto 2;
  end;
  3: ;
end.
```

```
begin
  repeat
    S1;
  until not C1;

  S2;

  while not C2 do
    S3;




end.
```

```
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    break;
  S2;
end;
```

```
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    continue;
  S2;
end;
```

```
Label 1;
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    Goto 1;
  S2;
end;
1: ;
```

```
Label 1;
1: ;
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    Goto 1;
  S2;
end;
```

Операторы © М.Л. Цымблер 20

Пример: использование операторов перехода

```
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    break;
  S2;
end;
```

```
Label 1;
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    Goto 1;
  S2;
end;
1: ;
```

```
if C1 then
  S1;
while C1 and C2 do
begin
  S1;
  if not C2 then
    S2;
end;
```

```
while C1 do
begin
  S1;
  if C2 then
    continue;
  S2;
end;
```

```
Label 1;
while C1 do
begin
  1: ;
  S1;
  if C2 then
    Goto 1;
  S2;
end;
```

```
while C1 do
begin
  if C2 then
    S1
  else begin
    S1;
    S2;
  end;
end;
```

Операторы © М.Л. Цымблер 21

Структурное программирование

- *Структурное программирование* – построение программы с использованием *только* следующих конструкций:
  - следование (операторы присваивания и вызова процедуры);
  - ветвление (условный оператор);
  - повторение (оператор цикла).
- Структурная программа *не должна* использовать *оператор безусловного перехода*.

Теорема о структурном программировании

- Для любой неструктурной программы существует эквивалентная ей структурная программа.
  - Две программы эквивалентны, если для любых входных данных результаты их работы совпадают (выдают одинаковые выходные данные, завершаются по одной и той же ошибке времени выполнения или зависают).
  - Для любой (не обязательно осмысленной!) программы с операторами Goto существует эквивалентная ей программа без операторов Goto.
- Существует *конструктивное* доказательство данной теоремы (указывающее алгоритм построения эквивалентной структурной программы). *Попробуйте доказать ее самостоятельно*.

Операторы Goto: недостатки

- Не являются необходимыми
- Затрудняют чтение программы
- Затрудняют понимание программы
- Затрудняют формальное доказательство правильности программы

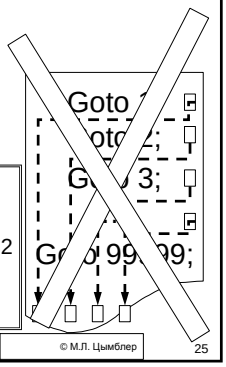
Пример: программы с Goto

```
if not C Goto 2;
1: S;
if C Goto 1;
2: ;
```

```
while C do S;
```

```
if C1 Goto 1;
if C2 Goto 2;
if C3 Goto 3;
1: S1; Goto 4;
2: S2; Goto 4;
3: S3;
4: ;
```

```
if C1 then S1
   else
      if C2 then S2
         else
            S3;
```



Операторы Goto: достоинства (?!)

- Пример: линейный поиск элемента в массиве.

```
Label
   NotFound, Found;
for i:=1 to N do
   if A[i]=X then
      Goto Found;
NotFound: … { не нашли };
Found: … { нашли };
```

```
i:=1;
while (i<=N) and (A[i]<>X) do
   i:=i+1;
if i>N then;
   … { не нашли }
else
   … { нашли };
```


Операторы Goto: достоинства (?!)

- Пример: исключительная ситуация.

```
if not C1 then
   ErrorCode:=-1
else
   if not C2 then
      ErrorCode:=-2
   else
      if not C3 then
         ErrorCode:=-3
      else
         if not C4 then
            ErrorCode:=-4
         else  begin
            { Основной алгоритм }
         end;
```

```
if (not C1) or (not C2) or (not C3) or (not C4) then
   Goto Error;
{ Основной алгоритм }
Goto Done;
Error:
if not C1 then
   ErrorCode:=-1
else
   if not C2 then
      ErrorCode:=-2
   else
      if not C3 then
         ErrorCode:=-3
      else
         if not C4 then
            ErrorCode:=-4;
Done: ;
```

Операторы Goto: достоинства (?!)

- Пример: логика алгоритма.

```
function F(…): …;
begin
   S1;
   S2;
   if C1 then begin
      S3;
      if C2 then begin
         F:=V1;
         Goto Done;
      end
      else
         S4;
   end;
   S5;
   if C3 then begin
      F:=V2;
      Goto Done;
   end;
   S6;
   if C3 then begin
      F:=V3;
      Goto Done;
   end;
   S7;
   F:=V4;
Done: ;
end;
```

Операторы © М.Л. Цымблер 28

Структурное программирование vs структурированные программы

- Структурное программирование не может улучшить плохо структурированную программу
  - механическая замена операторов Goto на структурные не может повысить ясность и читаемость, улучшить логику плохо спроектированной программы.
- Структурное программирование следует безусловно применять, *но* не ценой ухудшения структуры программы
  - полный отказ, равно как и безусловное использование операторов Goto может понизить ясность, читаемость и ухудшить логику программы

Операторы © М.Л. Цымблер 29