Управление

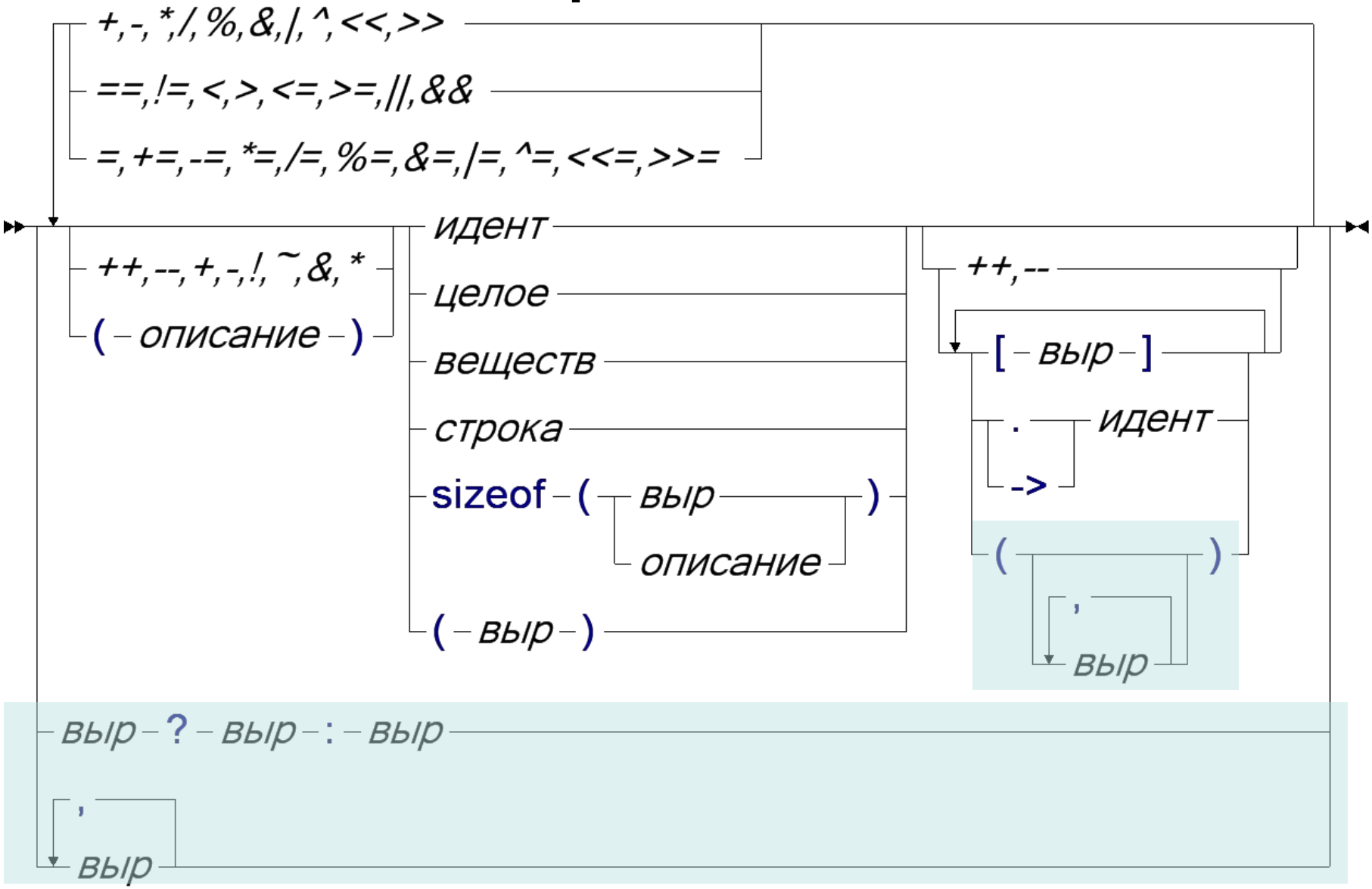
- *Выражения* – вычисление значений
- *Операторы* – последовательность изменений состояния памяти
- *Процедуры и функции* – подпрограммы, рекурсия
- Обработка *исключительных ситуаций* – восстановление после ошибок

Выражения

Выражения строятся из

- имён переменных
- литеральных значений и имён констант
- применения операций
- разыменования, взятия адреса, выборки компонент массивов и структур
- явного приведения типа и вычисления размера типа
- вызова функций и процедур
- группирования вычислений скобками
- условного и последовательного выражений

Выражения


+,-,*,/,%,&,|,^,<<,>>
==,!=,<,>,<=,>=,||,&&
=,+=,-=,*=,/=,%=,&=,|=,^=,<<=,>>=
++,--,+,-,!,~,&,*
(описание)
идент
целое
веществ
строка
sizeof (выр)
описание
(выр)
++,--
[выр]
.
->
идент
( )
,
выр
выр ? выр : выр
,
выр

Выражения – приоритет операций

1	() [] -> .	Скобки, выбор поля
2	! ~ - + * & sizeof (*тип*)	Унарные, приведение типа, sizeof
3	* / %	Умножение
4	+ -	Сложение
5	<< >>	Битовый сдвиг
6	< <= > >=	Сравнения
7	== !=	Равенство

8	&	Побитовое AND
9	^	Побитовое XOR
10	|	Побитовое OR
11	&&	Логическое AND
12	||	Логическое OR
13	?:	Условное
14	= += -= *= /= %= &= |= ^= <<= >>=	Присваивания

Выражения – приоритет операций (пример)

- x = (*a[i+1].b + c * 2) & ((x&y|07) << 3)
  - [] и . сильнее, чем *
  - * сильнее, чем +
  - & сильнее, чем |
  - << сильнее, чем |
  - & сильнее, чем =
- Пусть int a = 30000; тогда
  ((long) a * a) равно 60000
  (long) (a * a) – переполнение
  - (long) сильнее *
- Скобки (в умеренном количестве) облегчают понимание

Условные выражения

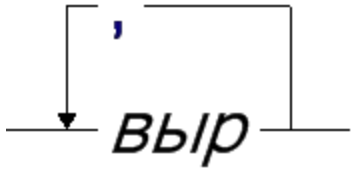
- Условное — *выр* – ? – *выр* – : – *выр* —
  - Вычисляется только одна из ветвей
    i < 0 || i>=N ? 0 : A[i]
  - Тип – минимальный больший типов ветвей
- Логические связки (John McCarthy)

  A && B эквивалентно (A ? B : 0)

  A || B эквивалентно (A ? 1 : B)
  - Пример: i < N && A[i] != 0
    сравнить i<N AND A[i] <> 0 (Pascal)
  - Пример: A[i] > max && A[i]=max эквивалентно
    if (A[i] > max) A[i]=max;

Последовательное выражение

- Осмысленно только для выражений с побочным эффектом



- Результат – значение последнего выражения
- Пример:

  c = (a=3, b=2+a, a+b)

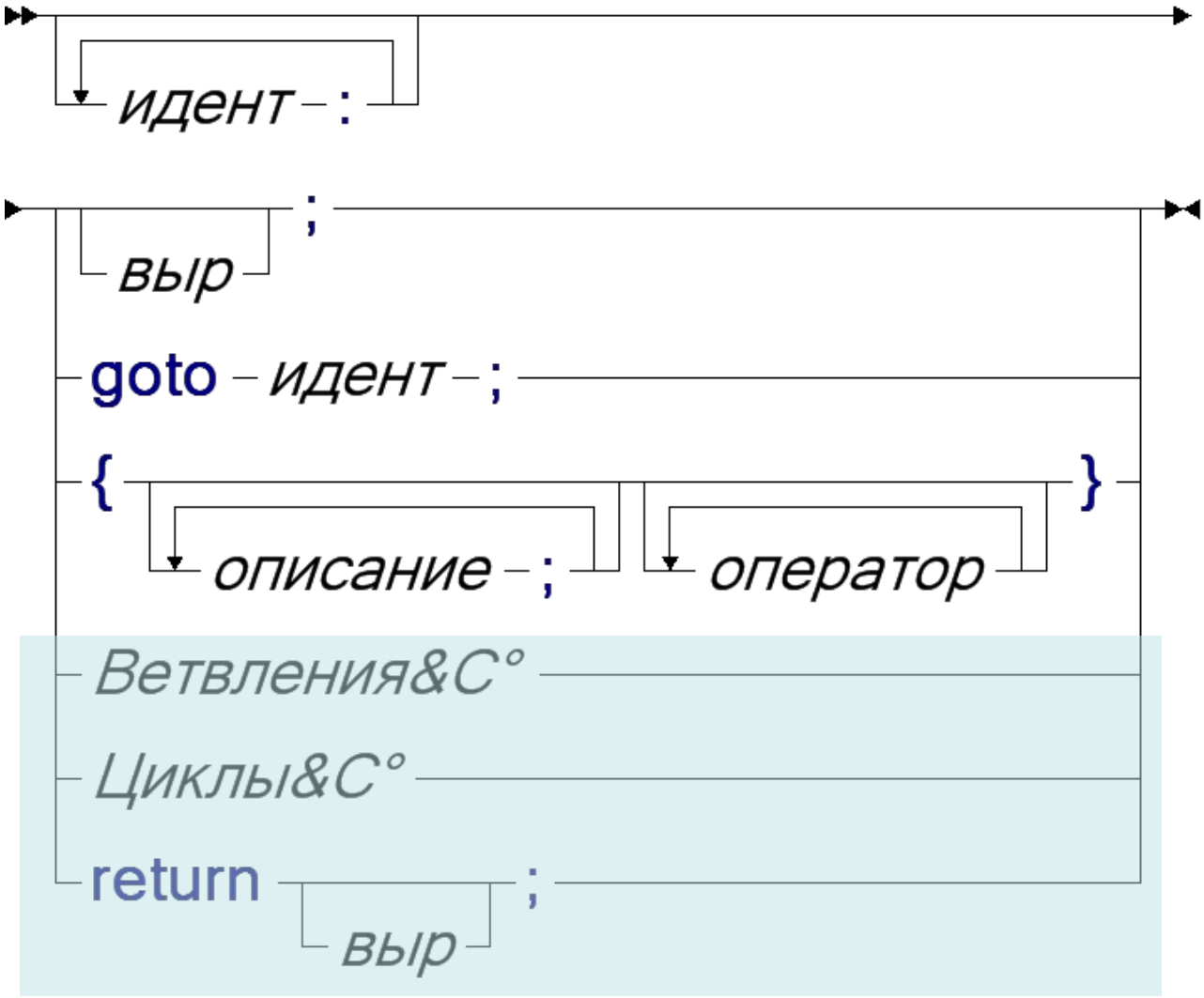
  A[i,j] = i+j эквивалентно A[j] = i+j

Операторы

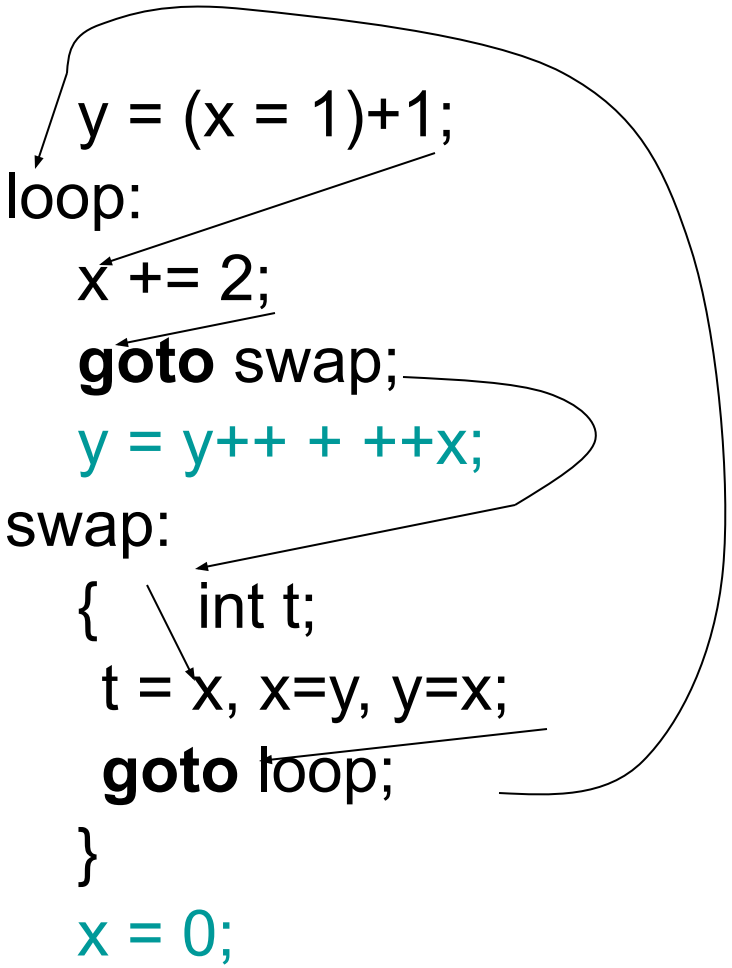
- Синтаксис:

; - пустой, ничего не делать

выр; - вычислить выражение и забыть.



Операторы - пример

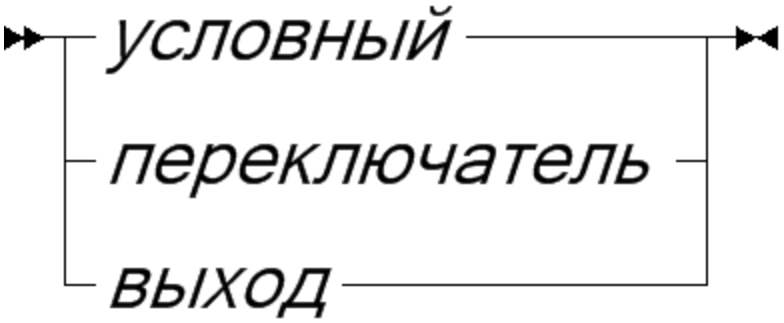


```
    y = (x = 1)+1;
loop:
    x += 2;
    goto swap;
    y = y++ + ++x;
swap:
    {    int t;
     t = x, x=y, y=x;
     goto loop;
    }
    x = 0;
```

- «Спагетти» код.
- Область видимости метки - по тем же правилам, что и для других объектов (?)
- Переменная t доступна только внутри блока
- В программе может быть недоступный код
- **goto** следует использовать только в крайних случаях.

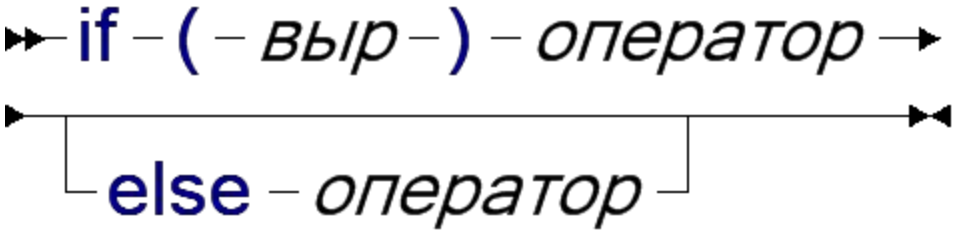
Ветвления&C°

- Выбор одной из ветвей в зависимости от значения выражения (условия)
- Синтаксис:



Условный

- Синтаксис:



- Пример:

C:

```
if (‘a’ <= c && c<=‘z’
 || ‘a’ <= c && c<=‘п’)
    c -= 0x20;
else if (‘р’ <= c && c<=‘я’)
    c -= 0x50;
```

VB:

```
If “a” <= c And c<=“z” _
Or “a” <= c And c<=“п” Then
    c = Chr(Asc(c)-&H20)
ElseIf “р” <= c And c<=“я” Then
    c = Chr(Asc(c)-&H50)
End If
```

Условный оператор или условное выражение?

- Сравнить

```
if (‘a’ <= c && c<=‘z’
 || ‘a’ <= c && c<=‘п’)
    c -= 0x20;
else if (‘р’ <= c && c<=‘я’)
    c -= 0x50;
```

```
c = (‘a’ <= c && c<=‘z’
       || ‘a’ <= c && c<=‘п’
      ? c - 0x20
      :  ‘р’ <=c && c<=‘я’
      ? c - 0x50
      : c);
```

- Операторы внутри выражений (Algol-68)

  (**вещ** s:=0; **для** i = 1 **до** N **цк** s+:= A[i] **кц**; s)

Условный оператор или условное выражение?

- Сравнить

```
if (x>0)
   if (y>0)
      *p ++;
   else
      *p --;
else
   if (y>0)
      *q ++;
   else
      *q --;
```

```
*(x>0 ? p : q) +=
          (y>0 ? 1 : -1)
```

- Условный оператор не вычисляет значения (а в Algol-68, Автокоде Эльбрус – вычисляет).

Арифметический условный (FORTRAN)

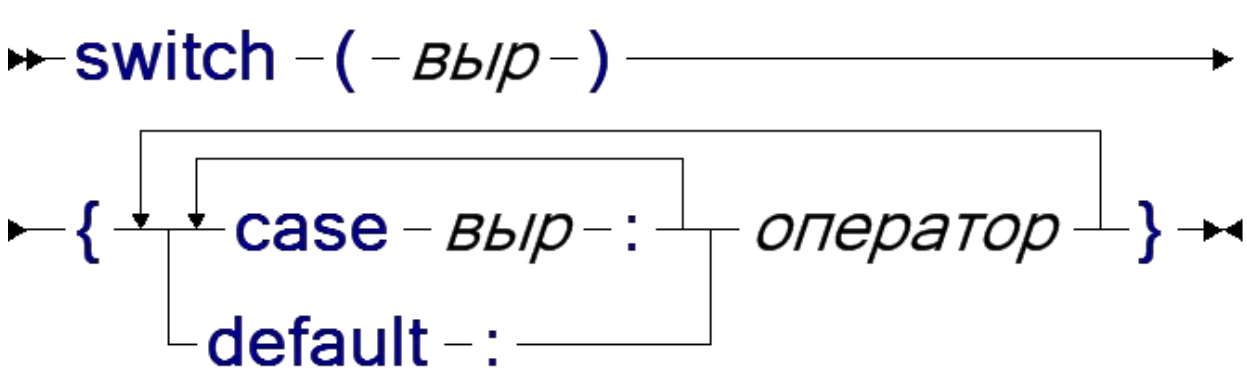
C:

```
L = 0, R = N-1, found = 0;
Loop:
if (L<=R)
{
  i = (L+R) / 2;
  if (A[i] == x)
  {
    found = 1;
    goto Done;
  }
  else if (A[i] < x)
     R =  i-1;
  else
     L = I +1;
   goto Loop;
}
Done:
```

```
      L = 0
      R = N-1
      FOUND = 0
100   IF (L-R) 101,101, 200
101   I = (L+R) / 2
      IF (A(I) – X) 102, 103, 104
102   R = I - 1
      GO TO 100
103   L = I + 1
      GO TO 100
104   FOUND = 1
200
```

Переключатель

- Синтаксис:



выход:

- Семантика:
  - Переход на метку **case**, соответствующую значению выбирающего выражения
  - При отсутствии таковой – переход на метку **default**
  - При отсутствии как нужного **case**, так и **default** – переход на конец переключателя
  - **break; -** переход на конец переключателя.

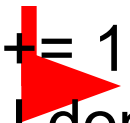
Переключатель – пример (C)

```
switch (x % 6)
{
    case 0 :
    case 2:
     x += 2;
    default :
     x += 1;
     break;
    case 1 :
     x = 0;
     break;
}
```

```
int t  = x % 6;
if (t==0) goto L0
if (t==1) goto L1;
if (t==2) goto L2;
goto Ldefault;
L0 :
L2 :        x += 2;
Ldefault :  x += 1;
            goto Ldone;
L1 :        x = 0;
            goto Ldone;
Ldone:
```

Переключатель – пример (C)

```
int t  = x % 6;
if (t==0) goto L0
if (t==1) goto L1;
if (t==2) goto L2;
goto Ldefault;
L0 :
L2 :        x += 2;
Ldefault :  x += 1;
        goto Ldone;
L1 :        x = 0;
Ldone:
```



- x%6 вычисляется один раз;
- Выбор метки можно реализовать эффективнее (таблица, дихотомия,…)
- «Провал» после x+= 2; - важен порядок ветвей
- Значения case - константы

Переключатель – пример (Pascal)

```
switch (x % 6)
{
    case 0 :
    case 2:
     x += 2;
    default :
     x += 1;
     break;
    case 1 :
     x = 0;
     break;
}
```

```
case x mod 6 of
0, 2: begin
      x := x+2;
      x := x+1;
        end;
1 :   x := x+1;
else
        x := 0;
end
```

Переключатель – пример (Pascal)

```
case ch of
'A'..'Z', 'a'..'z' :
    WriteLn('Буква');
'0'..'9' :
    WriteLn('Цифра');
'+', '-', '*', '/' :
    WriteLn('Оператор');
else
    WriteLn('Спецсимвол')
end
```

Интервалы значений в альтернативых:

- Наглядность
- Возможность транслятору эффективно реализовать переход

Переключатель – пример (Visual Basic)

```
Select Case True
      Case n = AscW("<")
         t = t & "&lt;"
      Case n = AscW(">")
         t = t & "&gt;"
      Case n = AscW("&")
         t = t & "&amp;"
      Case n = AscW("'")
         t = t & "&apos;"
      Case n = AscW("""")
         t = t & "&quot;"
      Case n > 254, n < 0
         t = t & "&#x"
           & Hex(n And &HFFFF) & ";"
      Case Else
         t = t & Chr(n)
End Select
```

- Выражения в Case – не обязательно константы
- Последовательный выбор альтернативы
- Полностью эквивалентно If … ElseIf… Else … End If

Переключатель – пример (Fortran)

```
int t  = x % 6;
if (t==0) goto L0
if (t==1) goto L1;
if (t==2) goto L2;
goto Ldefault;
L0 :
L2 :          x += 2;
Ldefault :  x += 1;
          goto Ldone;
L1 :          x = 0;
Ldone:
```

```
      t = X – (X/6)*6 +1
      GOTO (0,1,2,3,3,3) t
0     CONTINUE
2     X = X+2
3     X = X+1
      GO TO 100
1     X = 0
100
```

(CONTINUE – пустой оператор)

Вычисляемые метки (Fortran)

```
      t = X – (X/6)*6 +1
      GOTO (0,1,2,3,3,3) t
0     CONTINUE
2     X = X+2
3     X = X+1
      GO TO 100
1     X = 0
100
```

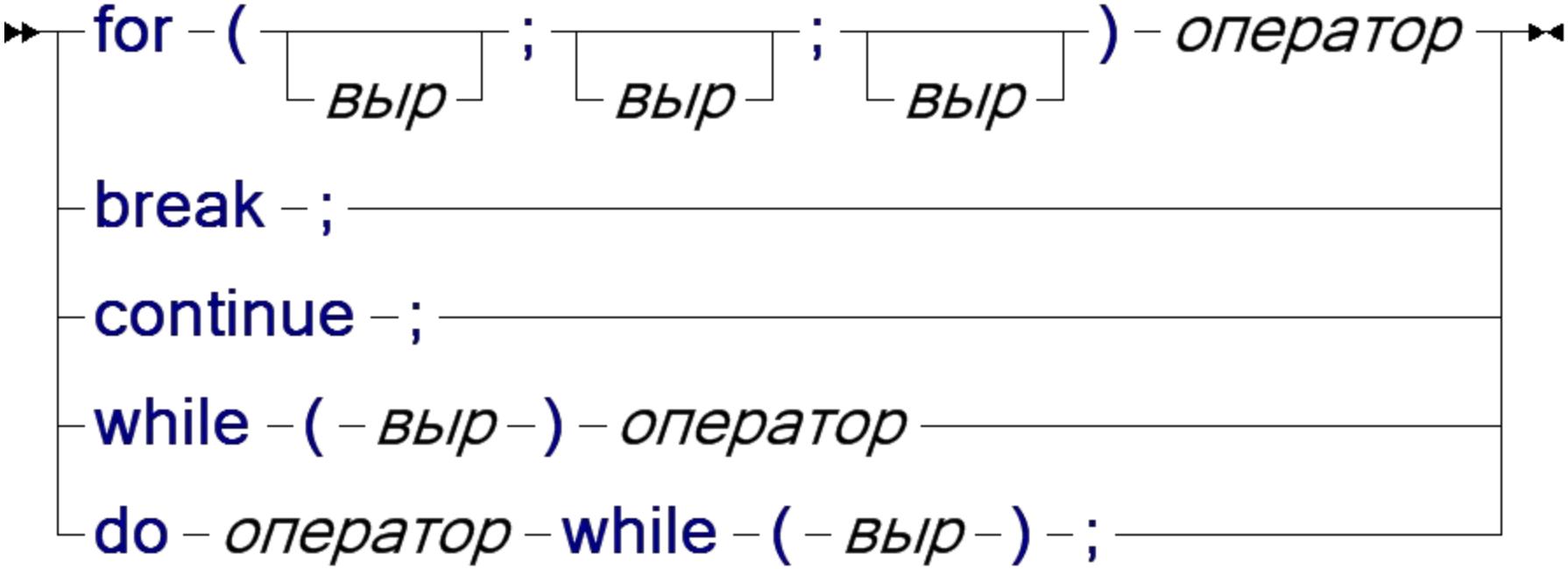
0,1,2,4,100 – метки

0,1,2,6 - константы

```
      t = X – (X/6)*6
      ASSIGN 3 TO L
      IF (t .EQ.0) ASSIGN 0 TO L
      IF (t .EQ.1) ASSIGN 1 TO L
      IF (t .EQ.2) ASSIGN 2 TO L
      GOTO L, (0,1,2,3)
0     CONTINUE
2     X = X+2
3     X = X+1
      GO TO 100
1     X = 0
100
```

Циклы & C°

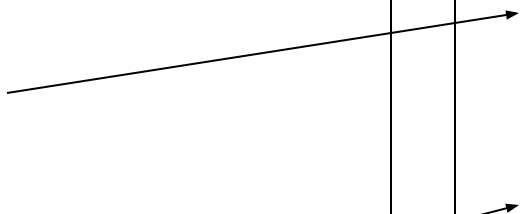
Синтаксис:



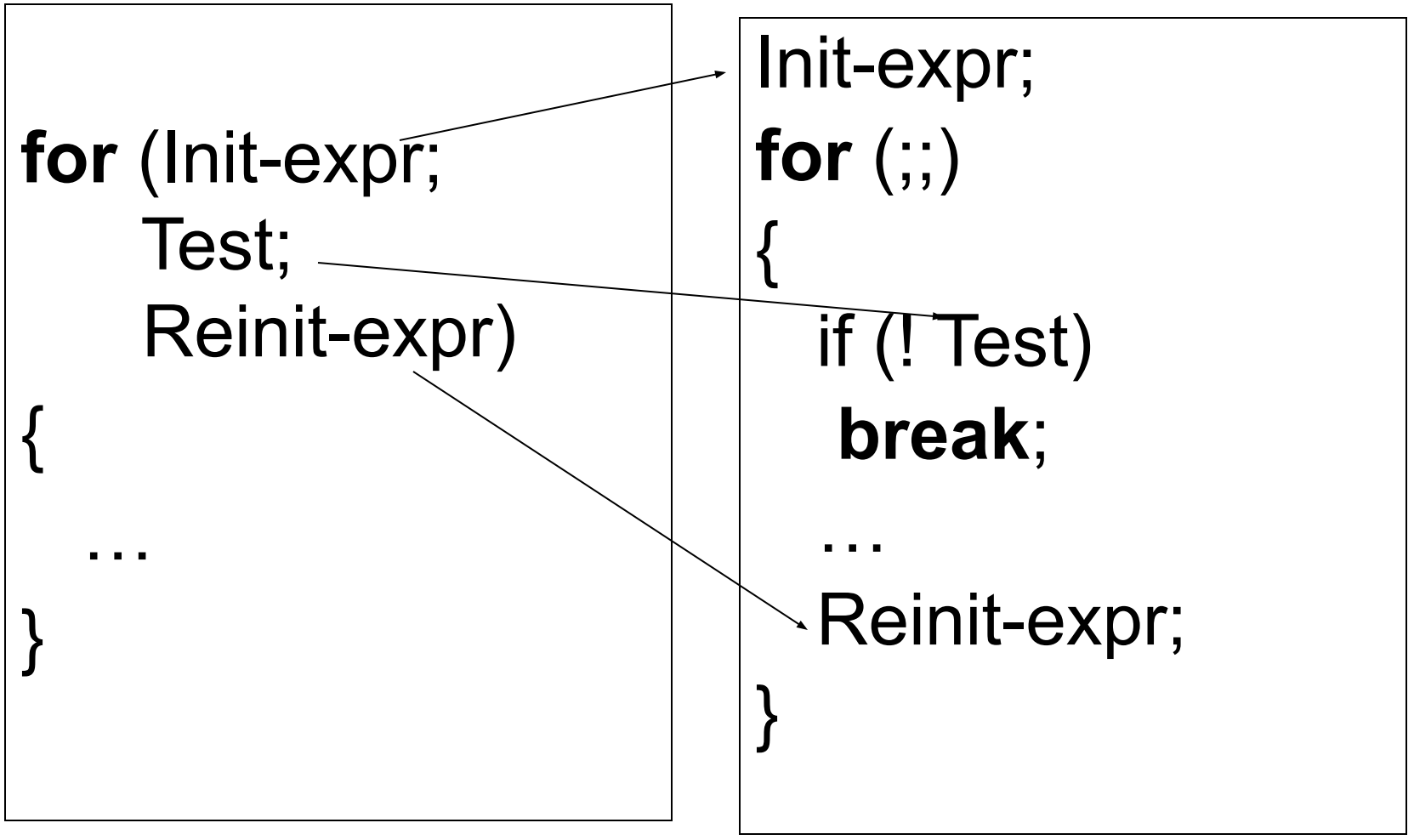
Базовая форма цикла

```
for (;;)
{
    …
    break;
    …
    continue;
    …
}
```

```
Loop:
{
    …
    goto Done;
    …
    goto Loop;
    …
    goto Loop;
}
Done:
```



Цикл **for**


for (Init-expr;
Test;
Reinit-expr)
{
…
}
Init-expr;
for (;;)
{
if (! Test)
break;
…
Reinit-expr;
}

Циклы **while** и **do…while**

```
while (Test)
{
    …
}
```

```
for (;Test;)
{
    …
}
```

```
do
{
    …
} while (Test);
```

```
for (;;)
{
    …
    if (!Test) break;
}
```

Другие формы цикла

Альфа-6	N **раз** …	**for** (k=N; k--;) …
Pascal	**repeat** … **until** x<0.01	**do** … **while** (x>=0.01);
Algol-60	**for** x:=0.2 **step** 0.01 **until** 1.0 **do** …	**for** (x=0.2; x<=1.0; x+=0.01) …
Algol-60	**for** i=1,2,-3,4,10 **do** …	**int** is[] = {1,2,-3,4,10}; **for** (k=0; i=is[k], k<5; k++) …
Algol-60	**for** i=1, 4 **while** x<0.01, N **step** -1 **until** 10 **do** …	i=1; … **for** (i=4; x<0.01;) … **for** (i=N; i>=10; i--) …
Visual Basic	**Dim** A(1 **To** N) **As Integer** **For Each** x **In** A … x … **Next** x	**int** A[100], *x, i; **for** (*x=A, i=100; i--; x++) … *x …
SETL	**print**({n **in** {2..N} | **forall** m **in** {2..n - 1} | n **mod** m > 0});	

Циклы - SETL

```
print({n in {2..N} |
   forall m in {2..n - 1} | n mod m > 0});
```

```
for (int n=2; n<=maxN; n++)
{
   int test = 0, m;
   for (test=0, m=2; m<=n-1 && (test=n % m); m++);
    if (test)
     printf("%d ", n);
}
```

Переменная цикла

- Pascal – значение переменной после выполнения цикла неопределено:

```
for i:=1 to N do
   if A[i] = 0 then break;
WriteLn(i);
```

- Algol-68 – переменная цикла является константой в теле цикла

```
for i from 1 to N do
   if A[i] = 0 then i:=N+1 fi
od
```

- C – допускается определение переменной в заголовке цикла

```
for (int i=0; i<N; i++) printf("%d\n",i+=2);
```

Границы цикла

- Алгол-68, Visual Basic – вычисляются один раз
- C – вычисляется каждый раз, поскольку понятия «границы цикла» нет

```
int L = strlen(s), i;
char * p = s;
for (i=0,p=s; i<L; p++)
      *p == ‘a’ ? (strcpy(p,p+1), L--) : i++;
```

Помеченные циклы

Проблема: **break** и **continue** действует на ближайший охватывающий цикл или переключатель

Пример: первая строка матрицы с нулевым элементом

```
for (i=0; i<n; i++)
{
  found = 0;
  for (j=0; j<N; j++)
    if (A[i][j] == 0)
      {
        found = 1;
        break;
      }
  if (found) break;
}
```

Неправильно:

```
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=0; j<N; j++)
    if (A[i][j] == 0)
      break;
```

```
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=0; j<N; j++)
    if (A[i][j] == 0)
      goto done;
done:
```

Java:

```
iloop:
for (i=0; i<n; i++)
  for (j=0; j<N; j++)
    if (A[i][j] == 0)
      break iloop;
```