Программирование на языке Паскаль

(7 класс)

Программирование на языке Паскаль

Тема 1. Введение

Алгоритм

Алгоритм – это четко определенный план действий для исполнителя.

Свойства алгоритма

- **дискретность**: состоит из отдельных шагов (команд)
- **понятность**: должен включать только команды, известные исполнителю (входящие в СКИ)
- **определенность**: при одинаковых исходных данных всегда выдает один и тот же результат
- **конечность**: заканчивается за конечное число шагов
- **массовость**: может применяться многократно при различных исходных данных
- **корректность**: дает верное решение при любых допустимых исходных данных

Программа

Программа – это

- алгоритм, записанный на каком-либо языке программирования
- набор команд для компьютера

Команда – это описание действий, которые должен выполнить компьютер.

- откуда взять исходные данные?
- что нужно с ними сделать?

Оператор – это команда языка программирования высокого уровня.

1970 – язык Паскаль (Н. Вирт)

Простейшая программа

название программы

```
program qq;
begin { начало программы }
end.  { конец программы }
```

комментарии в фигурных скобках не обрабатываются

Что делает эта программа?

Вывод текста на экран

```
program qq;
begin
   write('2+');
   writeln('2=?'); { на новую строку}
   writeln('Ответ: 4');
end.
```

Протокол:

```
2+
Ответ: 4
```

Задания

«4»: Вывести на экран текст "лесенкой"

```
Вася
    пошел
        гулять
```

«5»: Вывести на экран рисунок из букв

```
  Ж
 ЖЖЖ
ЖЖЖЖЖ
ЖЖЖЖЖЖЖ
 НН  НН
 ZZZZZ
```

Переменные

Задача. Ввести с клавиатуры два числа и найти их сумму.

Протокол:

```
Введите два целых числа
25 30
25+30=55
```

компьютер

пользователь

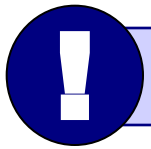
компьютер считает сам!

1. **Как ввести числа в память?**
2. **Где хранить введенные числа?**
3. **Как вычислить?**
4. **Как вывести результат?**

Программа

```
program qq;
begin
   { ввести два числа }
   { вычислить их сумму }
   { вывести сумму на экран }
end.
```

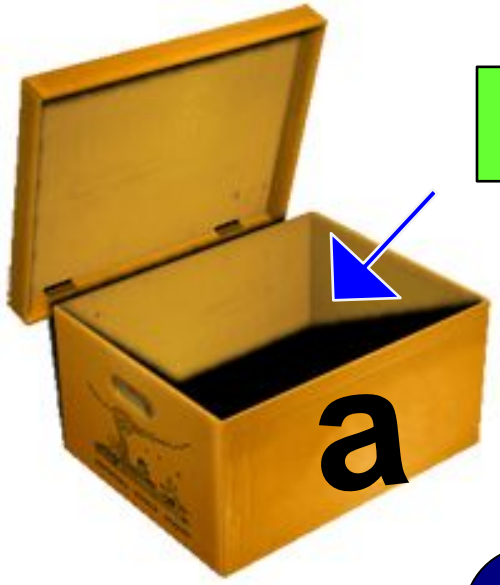
Псевдокод: алгоритм на русском языке с элементами Паскаля.



Компьютер не может исполнить псевдокод!

Переменные

Переменная – это величина, имеющая имя, тип и значение. Значение переменной можно изменять во время работы программы.



Имя

Значение

Другой тип данных

Поместится?

В переменной хранятся данные определенного типа!

Имена переменных

В именах МОЖНО использовать

- латинские буквы (A-Z)

заглавные и строчные буквы не различаются

- цифры

имя не может начинаться с цифры

- знак подчеркивания _

В именах НЕЛЬЗЯ использовать

- русские буквы
- пробелы
- скобки, знаки +, =, !, ? и др.

Какие имена правильные??

AXby R&B 4Wheel Вася “PesBarbos”
TU154 [QuQu] _ABBA A+B

Переменные

Типы переменных:

- integer { целая }
- real { вещественная }
- и другие…

Объявление переменных:

Выделение места в памяти

***var**iable* – переменная

тип – целые

```
var a, b, c: integer;
```

список имен переменных

Как записать значение в переменную?

Оператор присваивания

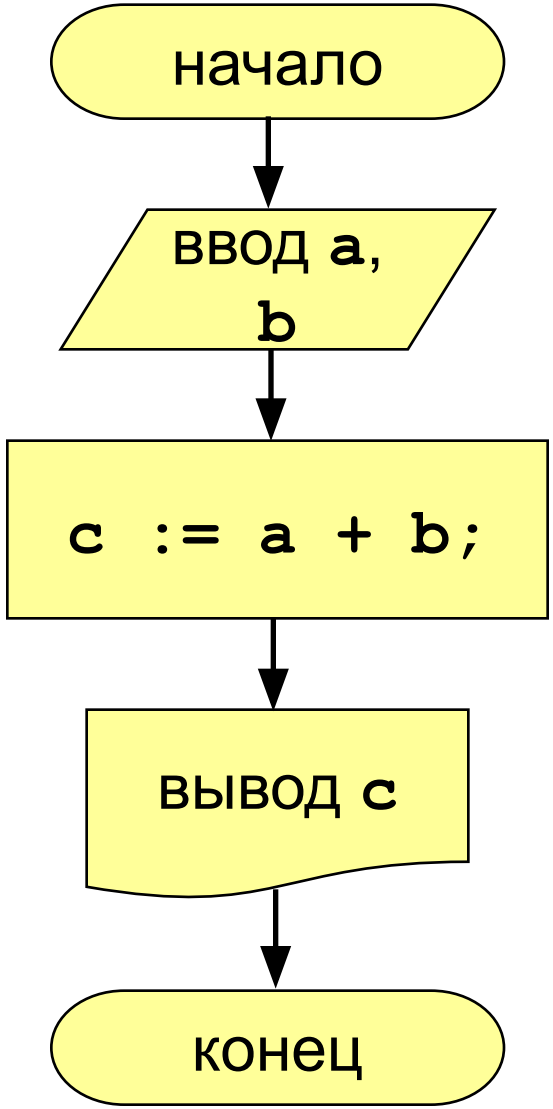
```
a := 5;
```

При записи нового значения старое стирается!

Оператор – это команда языка программирования (инструкция).

Оператор присваивания – это команда для записи нового значения в переменную.

Блок-схема линейного алгоритма



блок «начало»

блок «ввод»

блок «процесс»

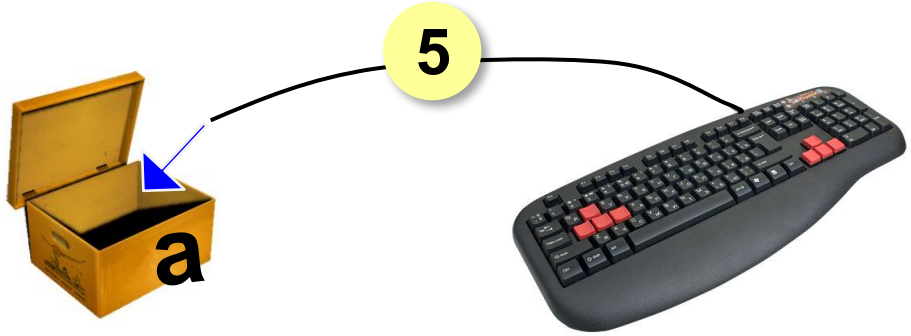
блок «вывод»

блок «конец»

Как ввести значение с клавиатуры

Оператор ввода

```
read ( a );
```



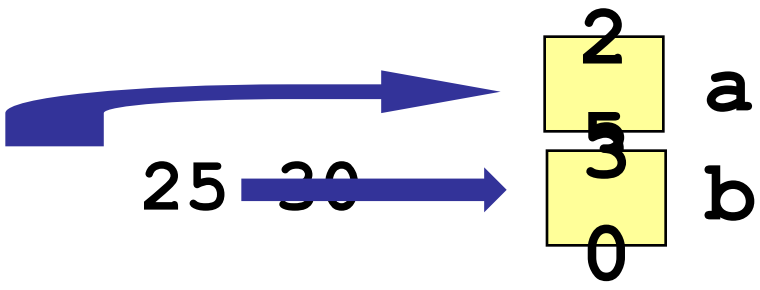
1. **Программа ждет, пока пользователь введет значение и нажмет *Enter*.**
2. **Введенное значение записывается в переменную `a`.**

Ввод значений двух переменных

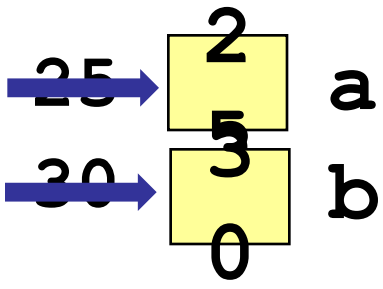
```
read ( a, b );
```

Ввод значений двух переменных (через пробел или *Enter*).

через пробел:



через *Enter*:



Оператор вывода

```
write( a );
```
{ вывод значения переменной a}

```
writeln( a );
```
{ вывод значения переменной a и переход на новую строчку}

```
writeln( 'Привет!' );
```
{ вывод текста }

```
writeln( 'Ответ: ', c );
```
{вывод текста и значения переменной c}

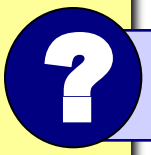
```
writeln ( a, '+', b, '=', c );
```

Сложение двух чисел

Задача. Ввести два целых числа и вывести на экран их сумму.

Простейшее решение:

```
program qq;
var a, b, c: integer;
begin
   read ( a, b );
   c := a + b;
   writeln ( c );
end.
```



Что плохо?

Полное решение

```
program qq;
var a, b, c: integer;
begin
   writeln('Введите два целых числа');
   read ( a, b );
   c := a + b;
   writeln ( a, '+', b, '=', c );
end.
```

Протокол:

компьютер

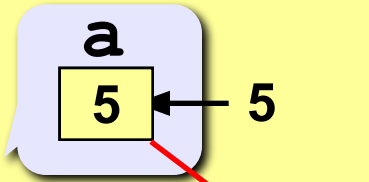
```
Введите два целых числа
25 30
25+30=55
```

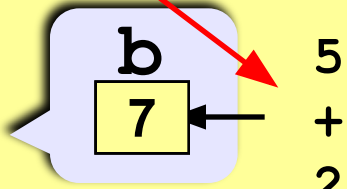
пользователь

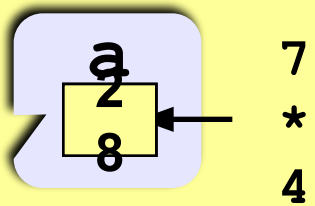
Как изменить значение переменной?

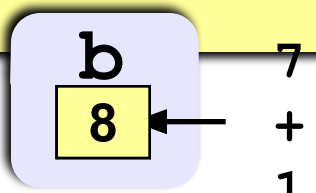
Пример:

```
program qq;
var a, b: integer;
begin
   a := 5;
   b := a + 2;
   a := (a + 2)*(b - 3);
   b := b + 1;
end.
```









Арифметические операции

+ сложение **–** вычитание

***** умножение **/** деление

div деление нацело (остаток отбрасывается)

mod остаток от деления

```
var a, b: integer;
begin
  a := 7*3 - 4;
  a := a * 5;
  b := a div 10;
  a := a mod 10;
end.
```

Какие операторы неправильные?

```
program qq;
var a, b: integer;
  x, y: real;
begin
  a := 5;
  10 := x;
  y := 7,8;
  b := 2.5;
  x := 2*(a + y);
  a := b + x;
end.
```

имя переменной должно быть слева от знака **:=**

целая и дробная часть отделяются **точкой**

нельзя записывать вещественное значение в целую переменную

Порядок выполнения операций

1) вычисление выражений в скобках
2) умножение, деление, **div**, **mod** слева направо
3) сложение и вычитание слева направо

```
      1  2   4  5   3   6
z := (5*a+c)/a*(b-c)/ b;
```

$$z = \frac{5a + c}{ab}(b - c)$$

$$x = \frac{5c^2 - d(a+b)}{(c+d)(d-2a)}$$

```
    2  3  5  4   1   10    6   9   8  7
x:=(5*c*c-d*(a+b))/((c+d)*(d-2*a));
```

Ручная прокрутка программы

```
program qq;
var a, b: integer;
begin
  a := 5;
  b := a + 2;
  a := (a + 2)*(b - 3);
  b := a div 5;
  a := a mod b;
  a := a + 1;
  b := (a + 14) mod 7;
end.
```

a	b
?	?

Вывод целых чисел

```
program qq;
var a, b: integer;
begin
  a := 15;
  b := 45;
  writeln ( a, b );
  writeln ( a:4, b:4 );
end.
```

```
1545
  15  45
```

символов на число

Вывод вещественных чисел

```
program qq;
var x: real;
begin
  x := 12.345678;
  writeln ( x );
  writeln ( x:10 );
  writeln ( x:7:2 );
 end.
```

всего символов

$1{,}234568 \cdot 10^{1}$

```
1.234568E+001
 1.23E+001
   12.35
```

всего символов

в дробной части

Задания

«4»: Ввести три числа, найти их сумму и произведение.

Пример:

```
Введите три числа:
4   5   7
4+5+7=16
4*5*7=140
```

«5»: Ввести три числа, найти их сумму, произведение и среднее арифметическое.

Пример:

```
    Введите три числа:
4   5   7
4+5+7=16
4*5*7=140
(4+5+7)/3=5.33
```

Программирование на языке Паскаль

Тема 2. Ветвления

Разветвляющиеся алгоритмы

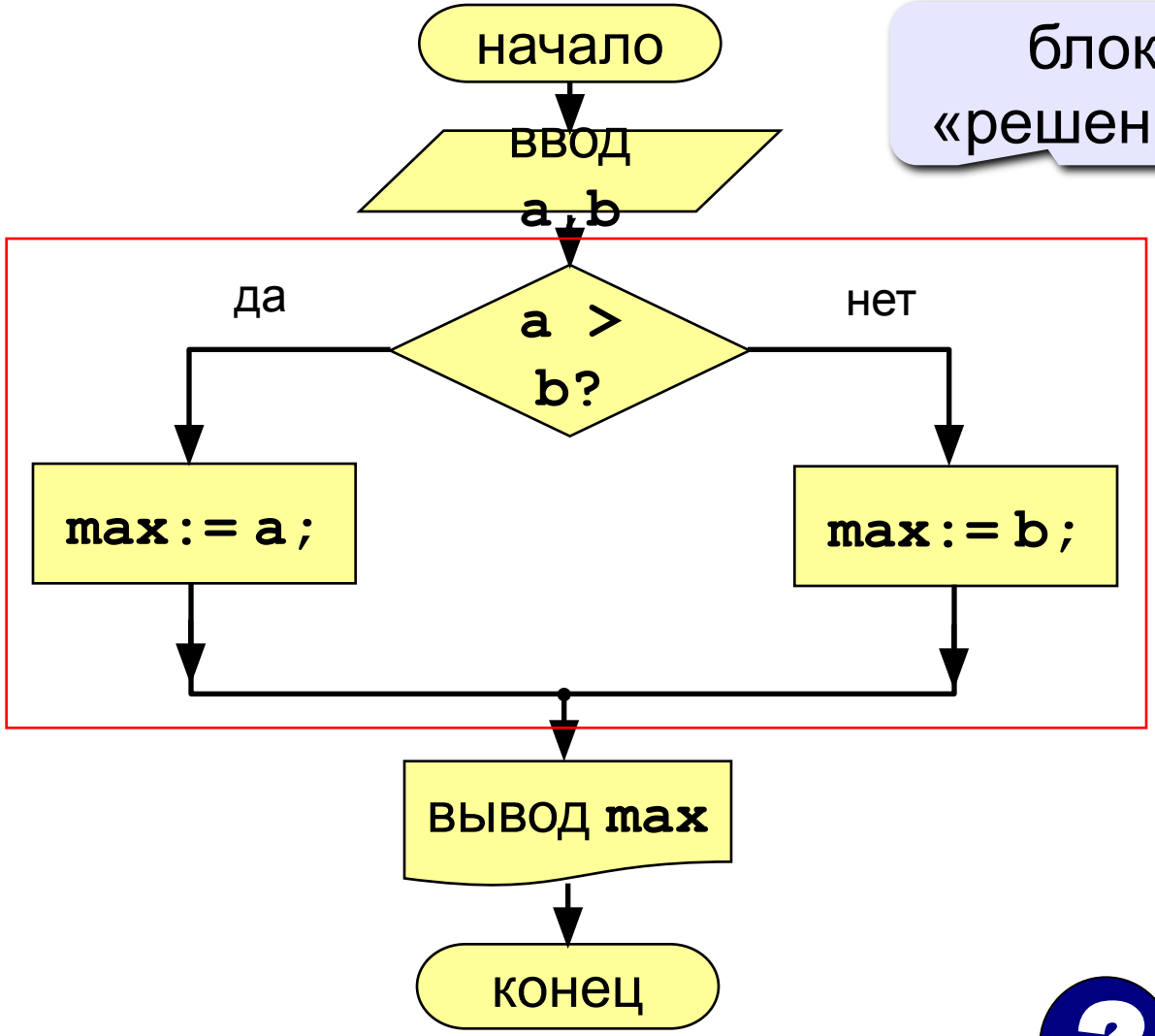
Задача. Ввести два целых числа и вывести на экран наибольшее из них.

Идея решения: надо вывести на экран первое число, если оно больше второго, или второе, если оно больше первого.

Особенность: действия исполнителя зависят от некоторых условий (***если … иначе …***).

Алгоритмы, в которых последовательность шагов зависит от выполнения некоторых условий, называются **разветвляющимися.**

Вариант 1. Блок-схема



блок «решение»

полная форма ветвления

? Если a = b?

Вариант 1. Программа

```
program qq;
var a, b, max: integer;
begin
  writeln('Введите два целых числа');
  read ( a, b );
  if a > b then begin
    max := a;
  end
  else begin
    max := b;
  end;
  writeln ('Наибольшее число ', max);
end.
```

полная форма условного оператора

Условный оператор

```
if <условие> then begin
   {что делать, если условие верно}
end
else begin
   {что делать, если условие неверно}
end;
```

Особенности:

- перед ***else*** **НЕ** ставится точка с запятой
- вторая часть (***else*** …) может отсутствовать (неполная форма)
- если в блоке один оператор, можно убрать слова ***begin*** и ***end***

Что неправильно?

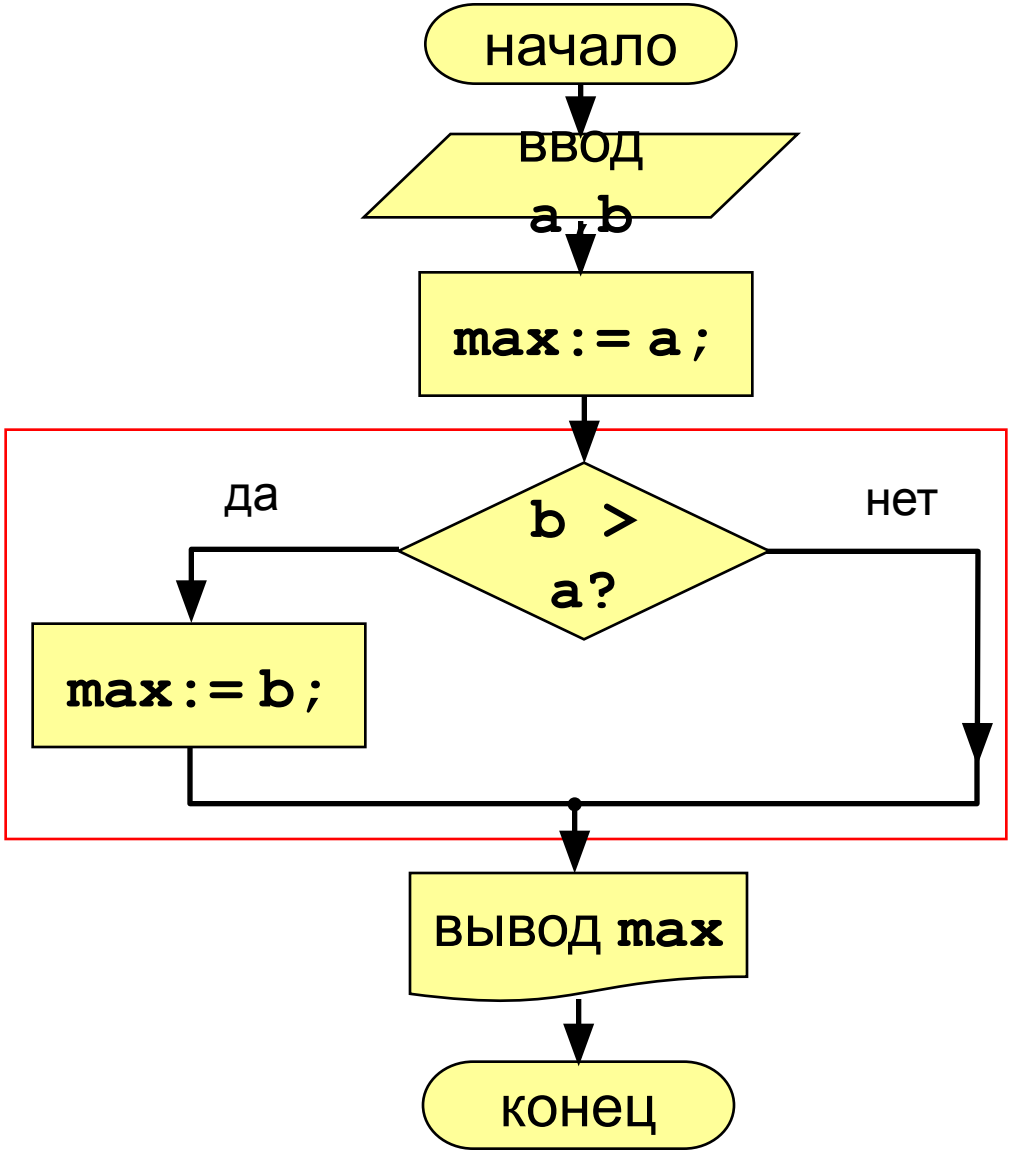
```
if a > b then begin
  a := b;
end
else begi
n
  b := a;
end;
```

```
if a > b then begin
  a := b; end
else begin
  b := a;
end;
```

```
if a > b then begin
  a := b;
end
else begin
  b := a;
end;
```

```
if a > b then begin
  a := b;
end
 else begin
  b := a;
end;
```

Вариант 2. Блок-схема



неполная форма ветвления

Вариант 2. Программа

```
program qq;
var a, b, max: integer;
begin
   writeln('Введите два целых числа');
   read ( a, b );
   max := a;
   if b > a then
     max := b;
   writeln ('Наибольшее число ', max);
end.
```

неполная форма условного оператора

Вариант 2Б. Программа

```
program qq;
var a, b, max: integer;
begin
   writeln('Введите два целых числа');
   read ( a, b );
   max := b;
   if a > b then
      max := a;
   writeln ('Наибольшее число ', max);
end.
```

Что неправильно?

```
if a > b then
      a := b
else b := a;
```

```
if a > b then begin
   a := b;
end
else b := a;
```

```
if a > b then
      a := b
else b := a;
```

```
if b >= a then
   b := a;
```

Задания

«4»: Ввести три числа и найти наибольшее из них.

Пример:

```
Введите три числа:
4   15   9
Наибольшее число 15
```

«5»: Ввести пять чисел и найти наибольшее из них.

Пример:

```
Введите пять чисел:
4    15    9    56    4
Наибольшее число 56
```

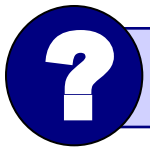
Программирование на языке Паскаль

Тема 3. Сложные условия

Сложные условия

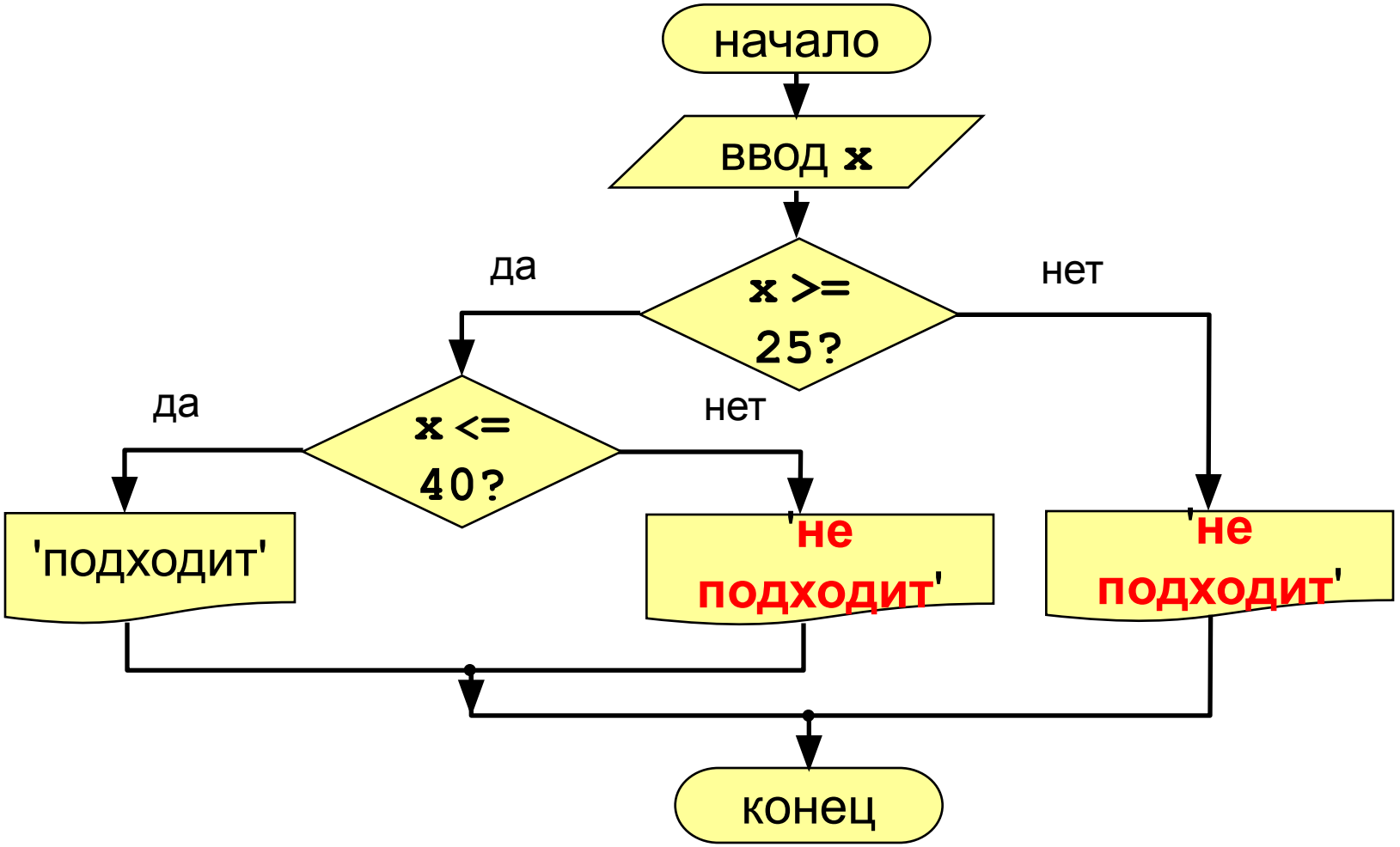
Задача. Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ «подходит» или «не подходит»).

Особенность: надо проверить, выполняются ли два условия одновременно.



Можно ли решить известными методами?

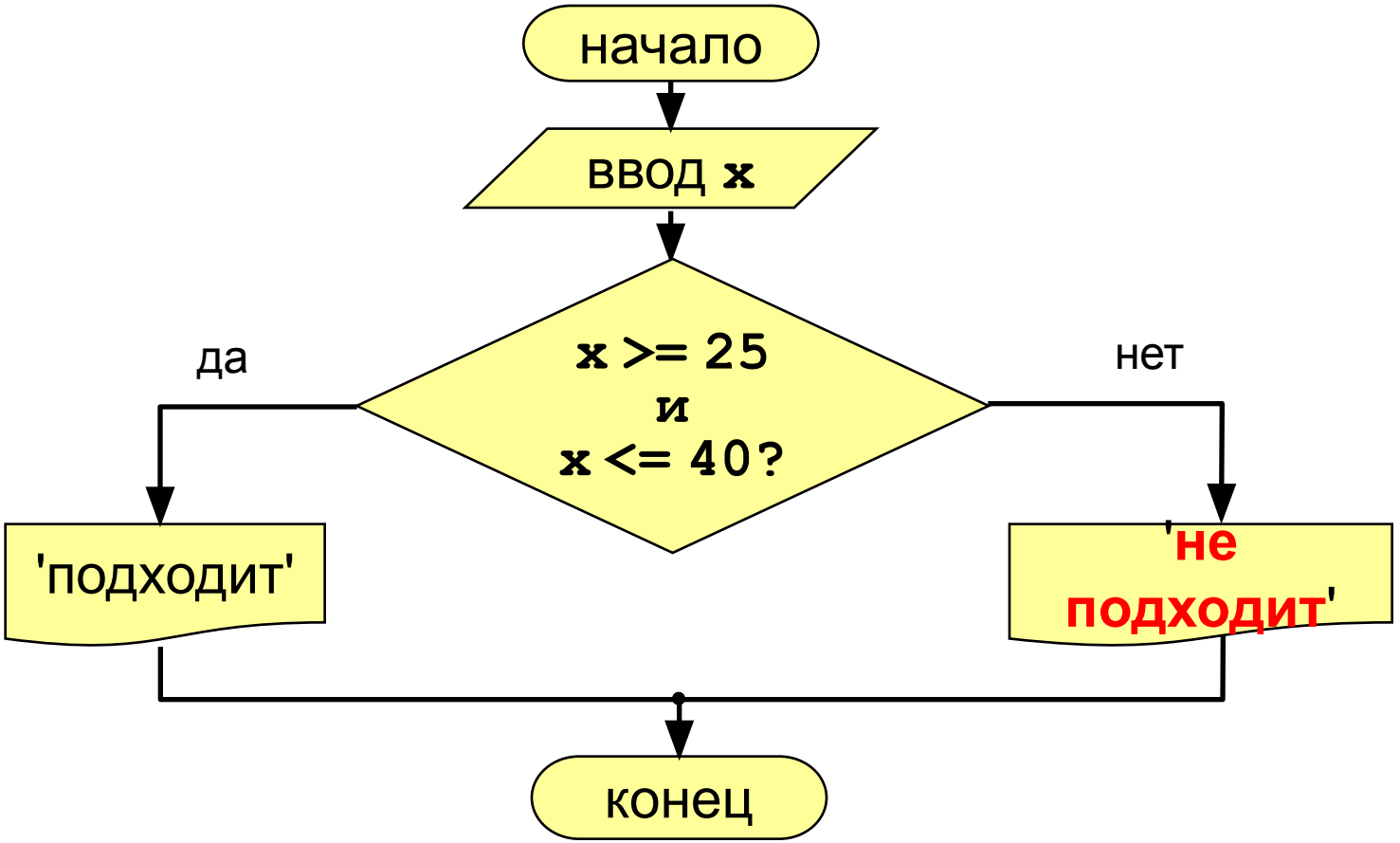
Вариант 1. Алгоритм



Вариант 1. Программа

```
program qq;
var x: integer;
begin
   writeln('Введите возраст');
   read ( x );
   if x >= 25 then
      if x <= 40 then
            writeln ('Подходит')
      else writeln ('Не подходит')
   else
      writeln ('Не подходит');
end.
```

Вариант 2. Алгоритм



Вариант 2. Программа

```
program qq;
var x: integer;
begin
   writeln('Введите возраст');
   read ( x );
   if (x >= 25) and (x <= 40) then
        writeln ('Подходит')
   else writeln ('Не подходит')
end.
```

сложное условие

Сложные условия

Простые условия (отношения)

равно

`<` `<=` `>` `>=` `=` `<>`

не равно

Сложное условие – это условие, состоящее из нескольких простых условий (отношений), связанных с помощью **логических операций**:

- **`not`** – НЕ (отрицание, инверсия)
- **`and`** – И (одновременное выполнение условий)
- **`or`** – ИЛИ (выполнение хотя бы одного из условий)

Сложные условия

Порядок выполнения (приоритет = старшинство)

- выражения в скобках
- `not`
- `and`
- `or`
- `<, <=, >, >=, =, <>`

Особенность – каждое из простых условий обязательно заключать в скобки.

Пример

```
     4      1      6     2       5
if not (a > b) or (c <> d) and (b <> a)
then begin
   ...
end
```

Сложные условия

Истинно или ложно при `a := 2; b := 3; c := 4;`

```
not (a > b)
(a < b) and (b < c)
not (a >= b) or (c = d)
(a < c) or (b < c) and (b < a)
(a < b) and (b > c)
```

True

True

True

True

FALSE

Для каких значений x истинны условия:

```
(x < 6) and (x < 10)
(x < 6) and (x > 10)
(x > 6) and (x < 10)
(x > 6) and (x > 10)
(x < 6) or (x < 10)
(x < 6) or (x > 10)
(x > 6) or (x < 10)
(x > 6) or (x > 10)
```

$(-\infty; 6)$	$x < 6$
$\varnothing$	
$(6; 10)$	
$(10; \infty)$	$x > 10$
$(-\infty; 10)$	$x < 10$
$(-\infty; 6) \cup (10; \infty)$	
$(-\infty; \infty)$	
$(6; \infty)$	$x > 6$

Задания

«4»: Ввести номер месяца и вывести название времени года.

Пример:

```
Введите номер месяца:
4
весна
```

«5»: Ввести возраст человека (от 1 до 150 лет) и вывести его вместе с последующим словом «год», «года» или «лет».

Пример:

```
Введите возраст:
24
Вам 24 года
```

```
Введите возраст:
57
Вам 57 лет
```

Программирование на языке Паскаль

Тема 4. Циклы

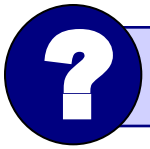
Циклы

Цикл – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.

- цикл с **известным** числом шагов
- цикл с **неизвестным** числом шагов (цикл с условием)

Задача. Вывести на экран 5 раз слово «Привет».

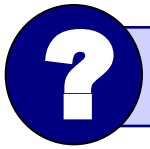
Особенность: одинаковые действия выполняются 5 раз.



Можно ли решить известными методами?

Циклы

```
program qq;
begin
 writeln('Привет');
 writeln('Привет');
 writeln('Привет');
 writeln('Привет');
 writeln('Привет');
end.
```



Что плохо?

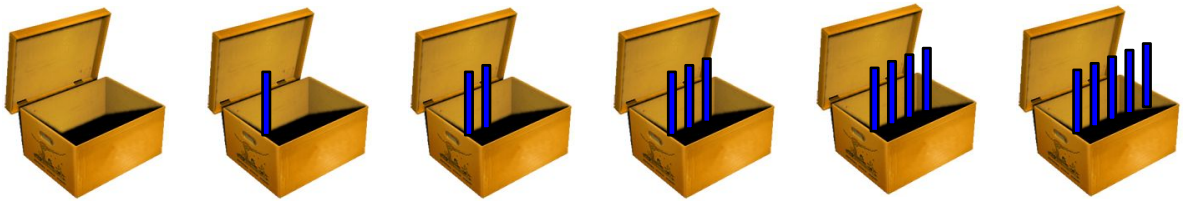
Циклы

```
program qq;
begin
  { сделай 5 раз }
     writeln('Привет');
end.
```

Как отсчитать ровно 5 раз?

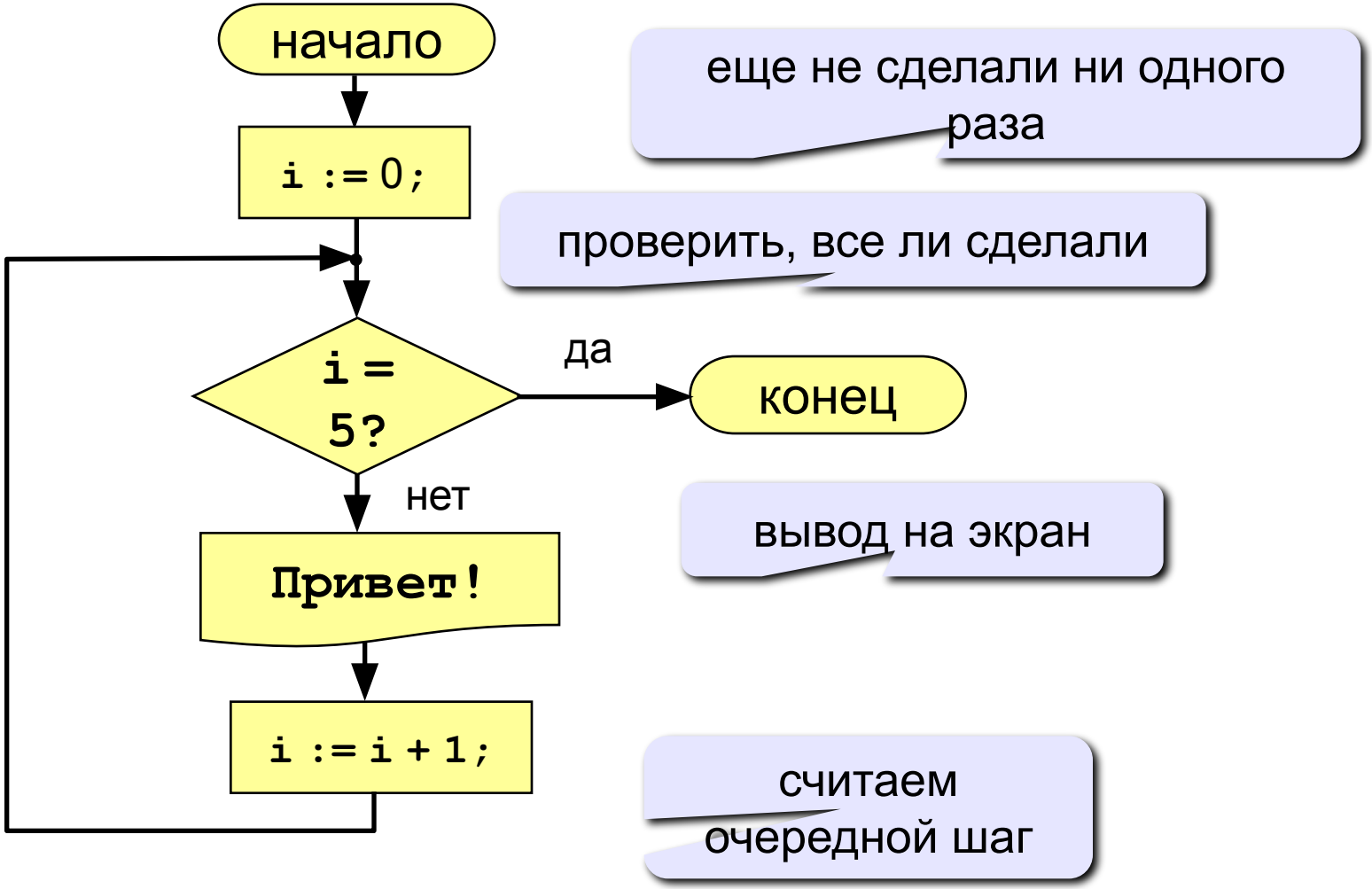
| | | | | |

Как запоминать, сколько раз уже сделали?



```
i := i + 1;
```

Алгоритм


начало
i := 0;
i = 5?
да
конец
нет
Привет!
i := i + 1;
еще не сделали ни одного раза
проверить, все ли сделали
вывод на экран
считаем очередной шаг

Циклы

```
program qq;
var i: integer;
begin
  for i:=1 to 5 do
    writeln('Привет');
end.
```

«Для всех **i** от 1 до 5 делай …»

Если в цикле более одного оператора:

```
for i:=1 to 5 do begin
  write('Привет');
  writeln(', Вася!');
end;
```

? Что получится?

Циклы

Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 1 до 8 (от **a** до **b**).

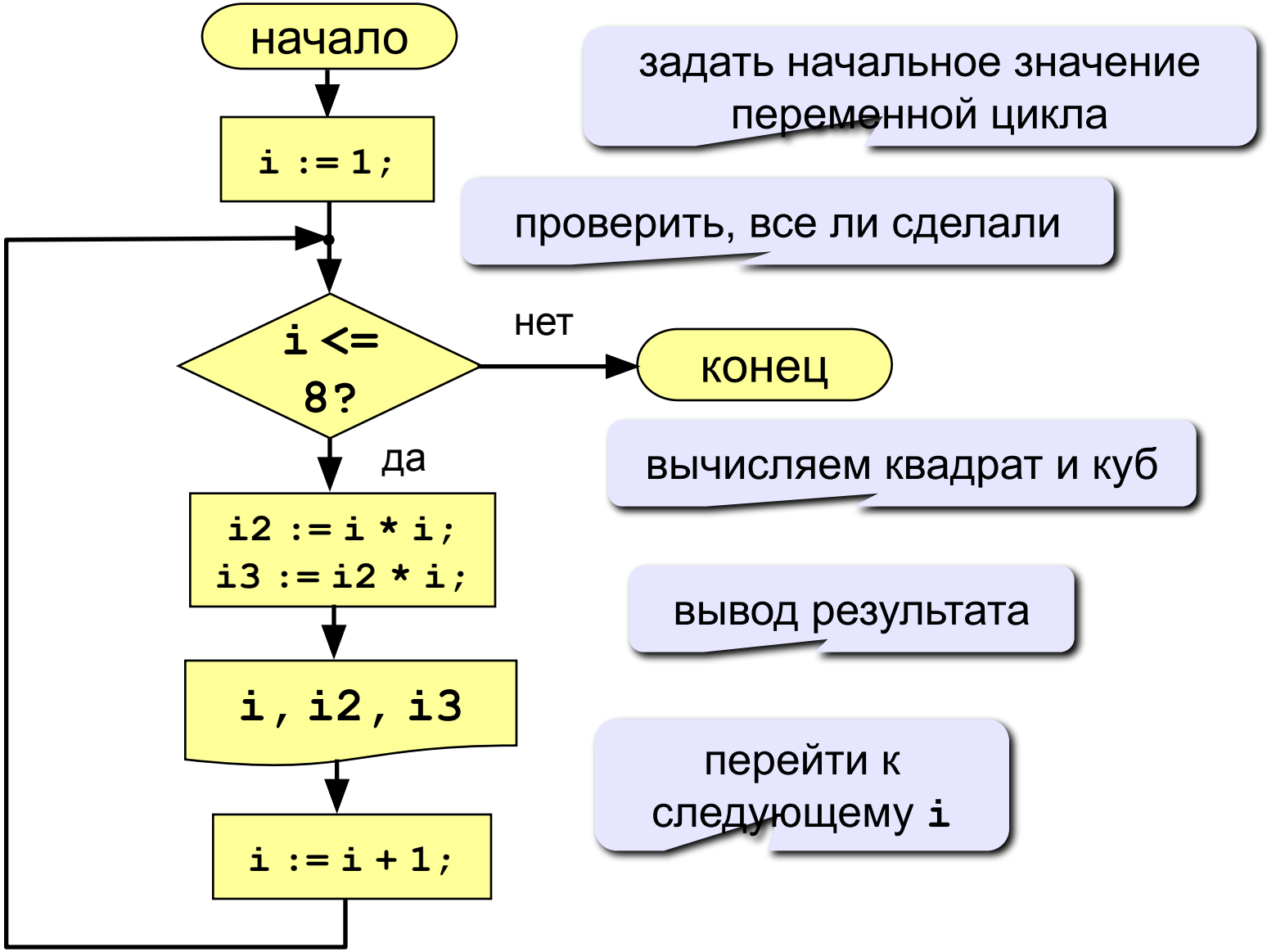
Особенность: одинаковые действия выполняются 8 раз.

Можно ли решить известными методами?

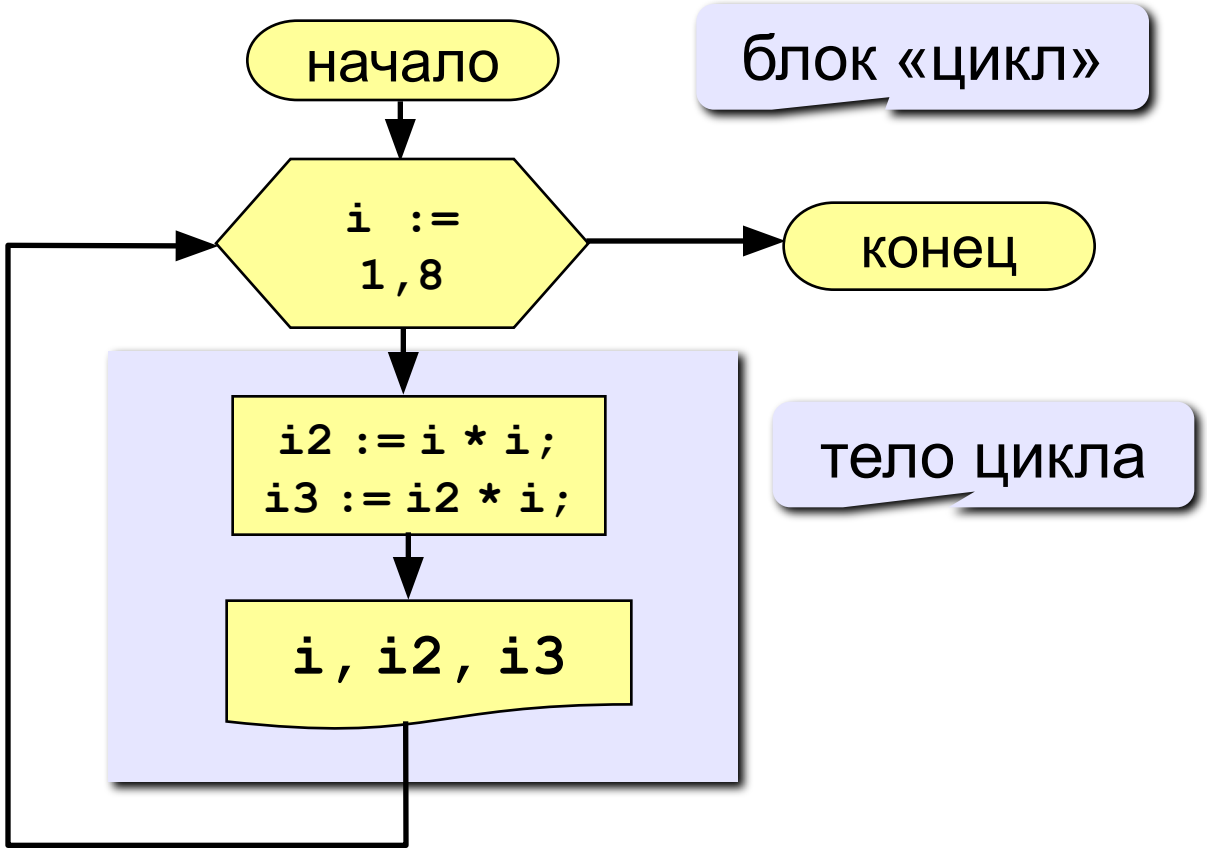
```
i := 1;       { очередное число }
i2 := i*i;    { его квадрат }
i3 := i2*i;   { куб }
writeln(i:4, i2:4, i3:4);
i := 2;
...
```

А если начальное и конечное значения вводятся с клавиатуры?

Алгоритм


начало
i := 1;
i <= 8?
нет
конец
да
i2 := i * i;
i3 := i2 * i;
i, i2, i3
i := i + 1;
задать начальное значение переменной цикла
проверить, все ли сделали
вычисляем квадрат и куб
вывод результата
перейти к следующему i

Алгоритм (с блоком «цикл»)



Программа

```
program qq;
var i, i2, i3: integer;
begin
  for i:=1 to 8 do begin
    i2 := i*i;
    i3 := i2*i;
    writeln(i:4, i2:4, i3:4);
  end;
end.
```

начальное значение

переменная цикла

конечное значение

Цикл с уменьшением переменной

Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 8 до 1 (в обратном порядке).

Особенность: переменная цикла должна уменьшаться.

Решение:

```
for i:=8 downto 1 do begin
  i2 := i*i;
  i3 := i2*i;
  writeln(i:4, i2:4, i3:4);
end;
```

Цикл с переменной

Увеличение переменной на 1:

```
for <переменная> := <начальное значение> to
    <конечное значение> do begin
  {тело цикла}
end;
```

Уменьшение переменной на 1:

```
for <переменная> := <начальное значение>
          downto
    <конечное значение> do begin
  {тело цикла}
end;
```

Цикл с переменной

Особенности:

- переменная цикла может быть только целой (**integer**)
- шаг изменения переменной цикла всегда равен 1 (**to**) или -1 (**downto**)
- если в теле цикла только один оператор, слова **begin** и **end** можно не писать:

```
for i:=1 to 8 do
  writeln('Привет');
```

- если конечное значение меньше начального, цикл (**to**) не выполняется ни разу (проверка условия в начале цикла, цикл с предусловием)

Цикл с переменной

Особенности:

- в теле цикла не разрешается изменять переменную цикла (почему?)
- при изменении начального и конечного значения внутри цикла количество шагов не изменится:

```
n := 8;
for i:=1 to n do begin
  writeln('Привет');
  n := n + 1;
end;
```

нет зацикливания

Цикл с переменной

Особенности:

- после выполнения цикла **во многих системах** устанавливается первое значение переменной цикла, при котором нарушено условие:

```
for i:=1 to 8
  writeln('Привет');
writeln('i=', i);
```

i=9

НЕ ДОКУМЕНТИРОВАНО

```
for i:=8 downto 1 do
  writeln('Привет');
writeln('i=', i);
```

i=0

Сколько раз выполняется цикл?

```
a:=1;
for i:=1 to 3 do a:=a+1;
```

a = 4

```
a:=1;
for i:=3 to 1 do a:=a+1;
```

a = 1

```
a:=1;
for i:=1 downto 3 do a:=a+1;
```

a = 1

```
a:=1;
for i:=3 downto 1 do a:=a+1;
```

a = 4

Как изменить шаг?

Задача. Вывести на экран квадраты и кубы нечётных целых чисел от 1 до 9.

Особенность: переменная цикла должна увеличиваться на 2.

Проблема: в Паскале шаг может быть 1 или -1.

Решение:

```
for i:=1 to 9 do begin
    if i mod 2 = 1 then begin
      i2 := i*i;
      i3 := i2*i;
      writeln(i:4, i2:4, i3:4);
    end;
  end;
```

выполняется только для нечетных **i**

Что плохо?

Как изменить шаг? – II

Идея: Надо вывести всего 5 чисел, переменная **k** изменяется от 1 до 5. Начальное значение **i** равно 1, с каждым шагом цикла **i** увеличивается на 2.

Решение:

```
i := 1;
for k:=1 to 5 do begin
  i2 := i*i;
  i3 := i2*i;
  writeln(i:4, i2:4, i3:4);
  i := i + 2;
end;
```

Как изменить шаг? – III

Идея: Надо вывести всего 5 чисел, переменная **k** изменяется от 1 до 5. **Зная k, надо рассчитать i.**

k	1	2	3	4	5
i	1	3	5	7	9

$i = 2k - 1$

Решение:

```
for k:=1 to 5 do begin
    i := 2*k - 1;
    i2 := i*i;
    i3 := i2*i;
    writeln(i:4, i2:4, i3:4);
 end;
```

Задания

«4»: Ввести `a` и `b` и вывести квадраты и кубы чисел от `a` до `b`.

Пример:

```
Введите границы интервала:
4 6
  4   16   64
  5   25  125
  6   36  216
```

«5»: Вывести квадраты и кубы 10 чисел следующей последовательности: 1, 2, 4, 7, 11, 16, …

Пример:

```
  1    1     1
  2    4     8
  4   16    64
      ...
 46 2116 97336
```

Программирование на языке Паскаль

Тема 5. Циклы с условием

Цикл с неизвестным числом шагов

Пример: Отпилить полено от бревна. Сколько раз надо сделать движения пилой?

Задача: Ввести целое число (<2000000) и определить число цифр в нем.

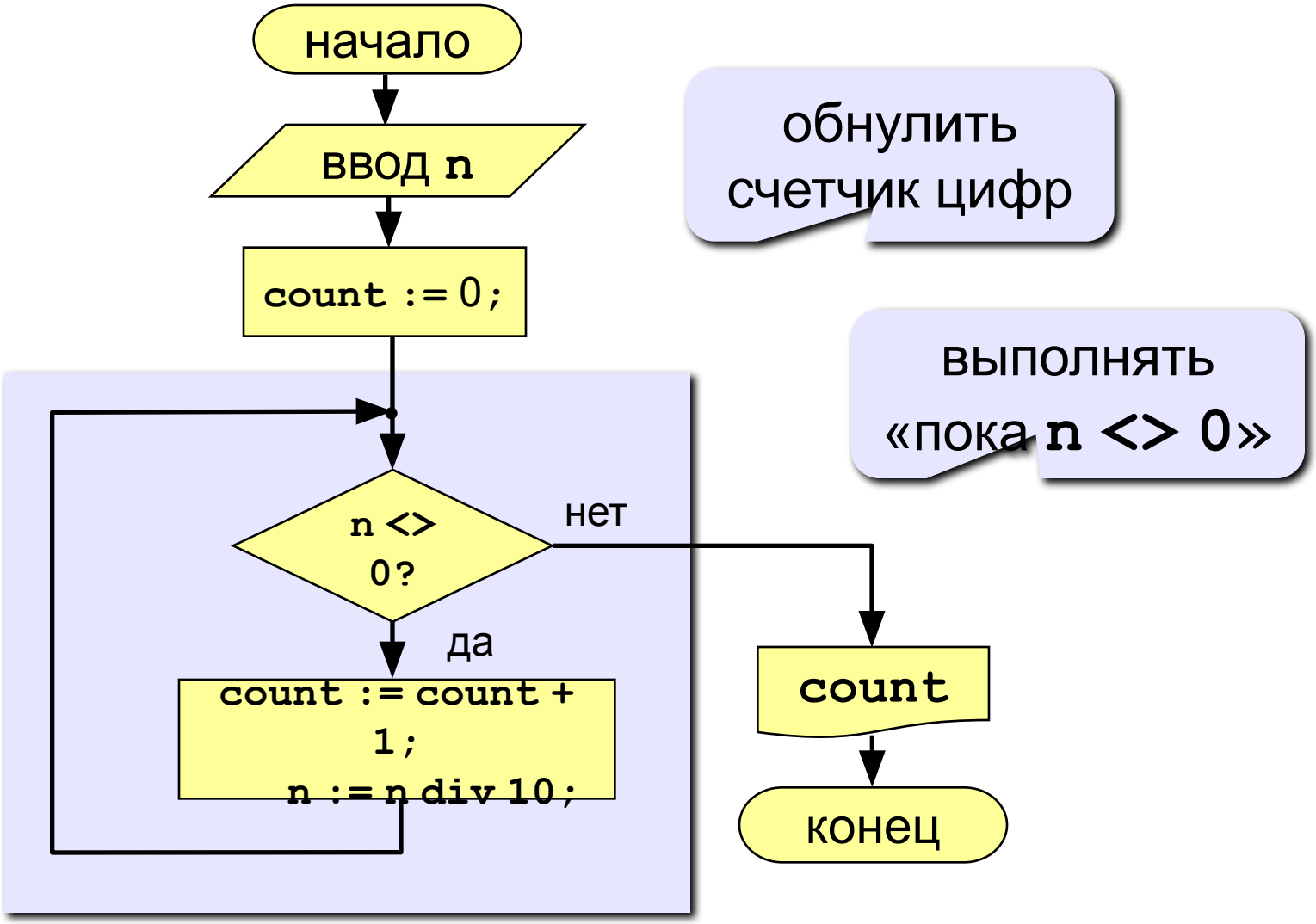
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру, увеличиваем счетчик.

n	count
123	0
12	1
1	2
0	3

Проблема: Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

Решение: Надо остановиться, когда **n = 0**, т.е. надо делать «пока **n <> 0**».

Алгоритм


начало
ввод n
count := 0;
обнулить счетчик цифр
выполнять «пока n <> 0»
n <> 0?
нет
да
count := count + 1;
n := n div 10;
count
конец

Программа

```
program qq;
var n, count, n1: integer;
begin
  writeln('Введите целое число');
  read(n); n1 := n;
  count := 0;
  while n <> 0 do begin
    count := count + 1;
    n := n div 10;
  end;
  writeln('В числе ', n1, ' нашли ',
          count, ' цифр');
end.
```

выполнять «пока n <> 0»

? Что плохо?

Цикл с условием

```
while <условие> do begin
   {тело цикла}
end;
```

Особенности:

- можно использовать сложные условия:

```
while (a < b) and (b < c) do begin
   {тело цикла}
end;
```

- если в теле цикла только один оператор, слова **begin** и **end** можно не писать:

```
while a < b do
   a := a + 1;
```

Цикл с условием

Особенности:

- условие пересчитывается **каждый раз** при входе в цикл
- если условие на входе в цикл ложно, цикл не выполняется ни разу

```
a := 4; b := 6;
while a > b do
   a := a - b;
```

- если условие никогда не станет ложным, программа **зацикливается**

```
a := 4; b := 6;
while a < b do
   d := a + b;
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a + 1;
```

2 раза
a = 6

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a + b;
```

1 раз
a = 10

```
a := 4; b := 6;
while a > b do a := a + 1;
```

0 раз
a = 4

```
a := 4; b := 6;
while a < b do b := a - b;
```

1 раз
b = -2

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a - 1;
```

зацикливание

Замена for на while и наоборот

```
for i:=1 to 10 do begin
  {тело цикла}
end;
```

```
i := 1;
while i <= 10 do begin
  {тело цикла}
  i := i + 1;
end;
```

```
for i:=a downto b do
  begin
  {тело цикла}
end;
```

```
i := a;
while i >= b do begin
  {тело цикла}
  i := i - 1;
end;
```

Замена цикла for на while возможна всегда.

Замена while на for возможна только тогда, когда можно заранее рассчитать число шагов цикла.

Задания

«4»: Ввести целое число и найти сумму его цифр.

Пример:

```
Введите целое число:
1234
Сумма цифр числа 1234 равна 10.
```

«5»: Ввести целое число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры.

Пример:

```
Введите целое число:
1234
Нет.
```

```
Введите целое число:
1224
Да.
```

Цикл с постусловием

Задача: Ввести целое **положительное** число (<2000000) и определить число цифр в нем.

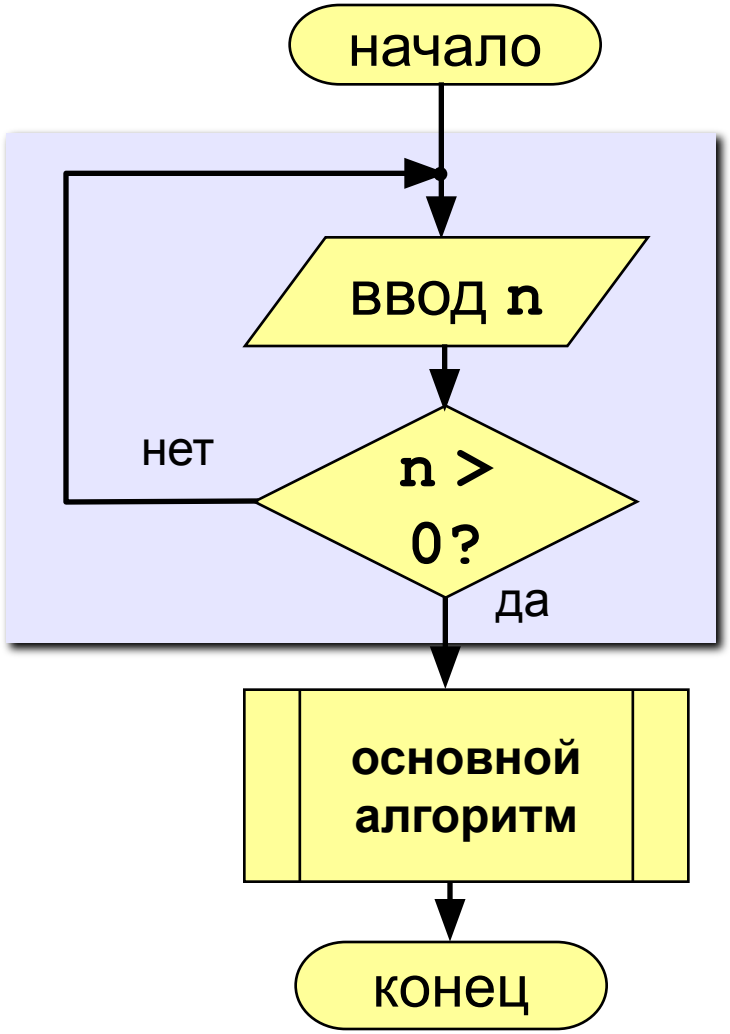
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

Решение: Если вводится неверное число, вернуться назад к вводу данных (цикл!).

Особенность: Один раз тело цикла надо сделать в любом случае => проверку условия цикла надо делать в конце цикла (цикл с **постусловием**).

Цикл с постусловием – это цикл, в котором проверка условия выполняется в конце цикла.

Цикл с постусловием: алгоритм



тело цикла

условие **ВЫХОДА**

блок «типовой процесс»

Программа

```
program qq;
var n: integer;
begin
   repeat
     writeln('Введите положительное число');
     read(n);
   until n > 0;
    ... { основной алгоритм }
end.
```

условие **ВЫХОДА**

Особенности:

- тело цикла всегда выполняется хотя бы один раз
- после слова **until** ("до тех пор, пока не…") ставится условие **ВЫХОДА** из цикла

Сколько раз выполняется цикл?

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + 1; until a > b;
```

3 раза
a = 7

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + b; until a > b;
```

1 раз
a = 10

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + b; until a < b;
```

зацикливание

```
a := 4; b := 6;
repeat b := a - b; until a < b;
```

2 раза
b = 6

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + 2; until a < b;
```

зацикливание

Задания (с защитой от неверного ввода)

«4»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что сумма его цифр равна 10.

Пример:

```
Введите число >= 0:
-234
Нужно положительное число.
Введите число >= 0:
1234
Да
```

```
Введите число >= 0:
1233
Нет
```

«5»: Ввести натуральное число и определить, какие цифры встречаются несколько раз.

Пример:

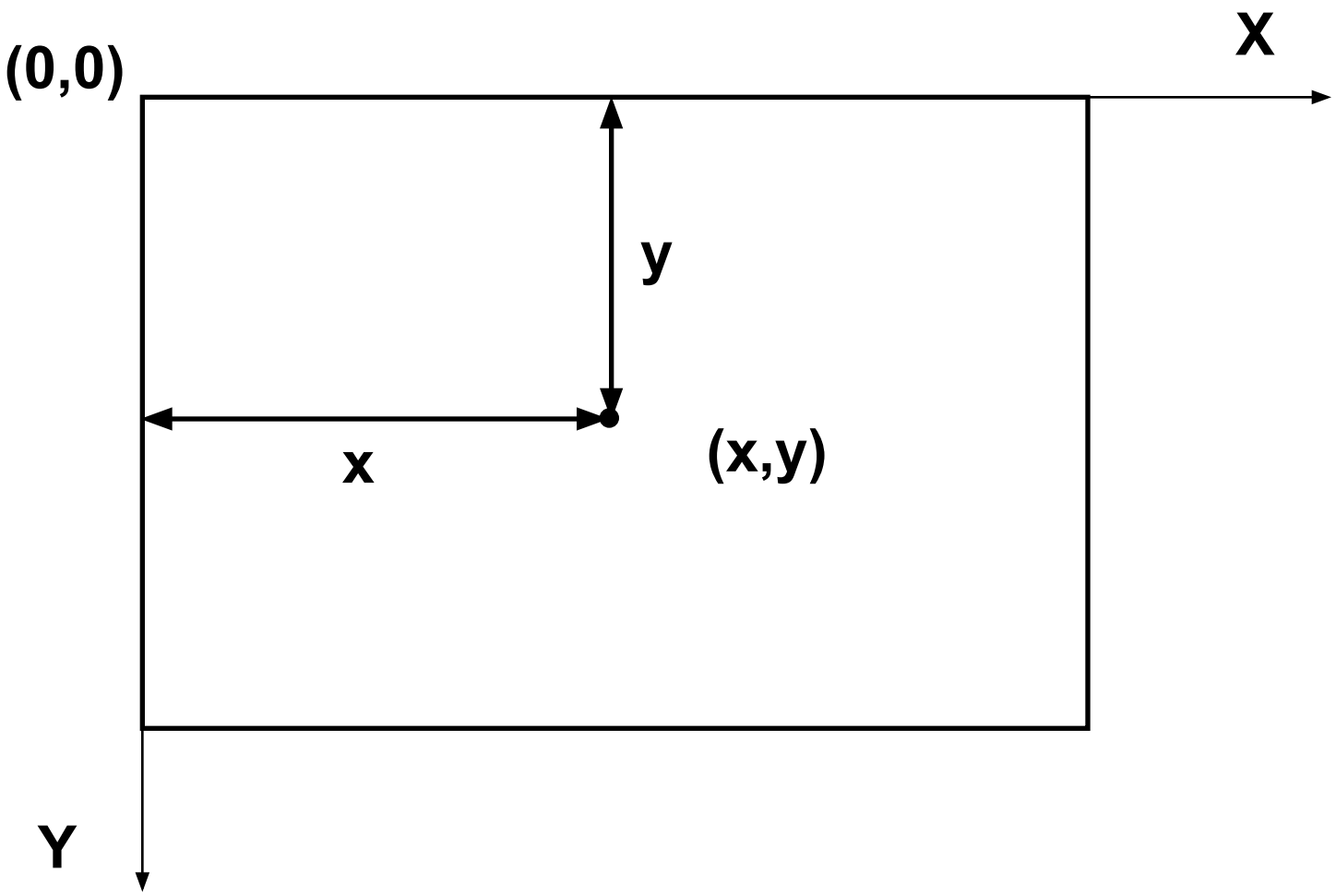
```
Введите число >= 0:
2323
Повторяются: 2, 3
```

```
Введите число >= 0:
1234
Нет повторов.
```

Программирование на языке Паскаль

Тема 6. Графика

Система координат



Управление цветом

Цвет и толщина линий, цвет точек:

```
Pen ( 1, 255, 0, 0 );
```

толщина линии

R(red) 0..255

G(green) 0..255

B(blue) 0..255

Цвет и стиль заливки:

```
Brush ( 1, 0, 255, 0 );
```

0 – выключить
1 - включить

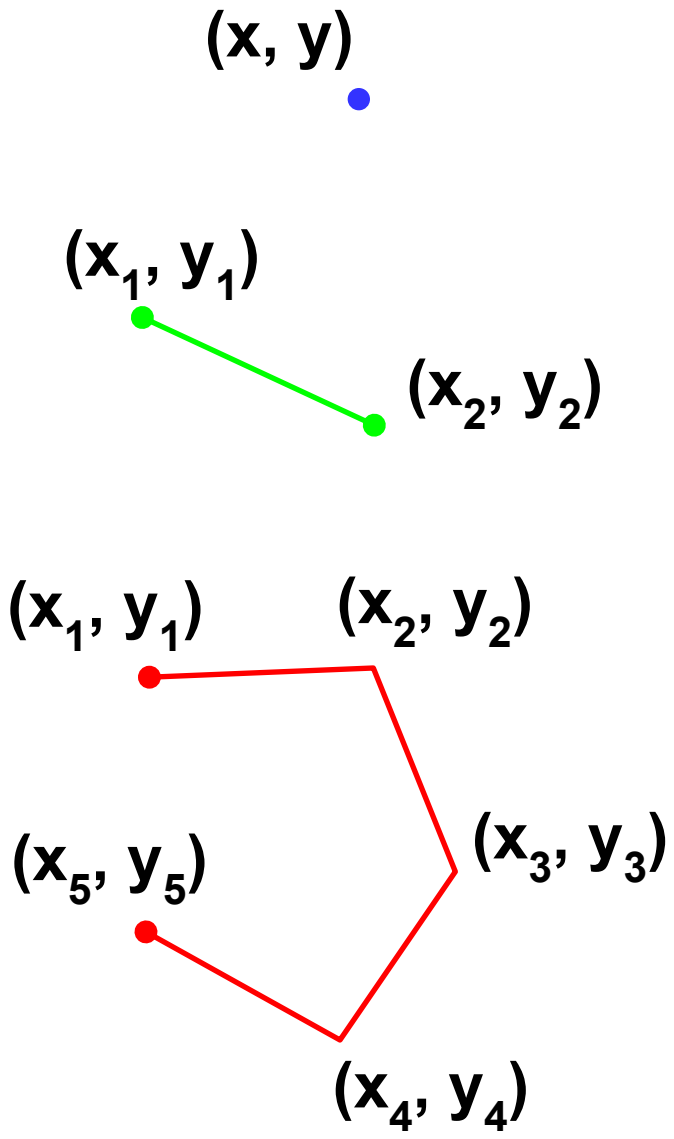
R **G** **B**

Цвет текста:

```
TextColor ( 0, 0, 255 );
```

R **G** **B**

Точки, отрезки и ломаные

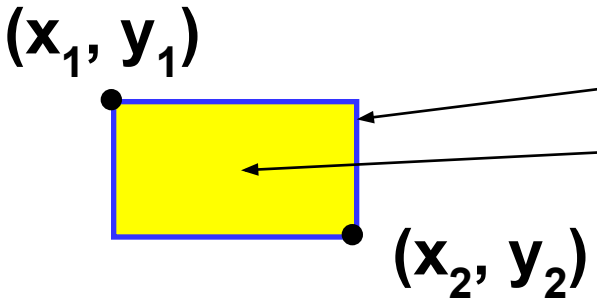



```
Pen (1, 0, 0, 255);
Point (x, y);
```

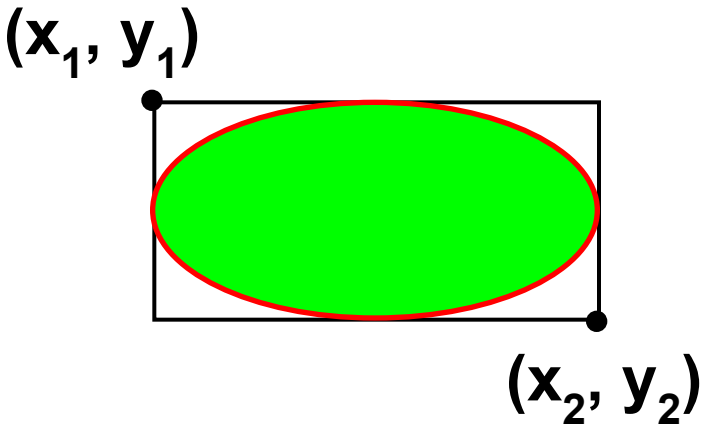
```
Pen (1, 0, 255, 0);
Line (x1, y1, x2, y2);
```

```
Pen (1, 255, 0, 0);
MoveTo (x1, y1);
LineTo (x2, y2);
LineTo (x3, y3);
LineTo (x4, y4);
LineTo (x5, y5);
```

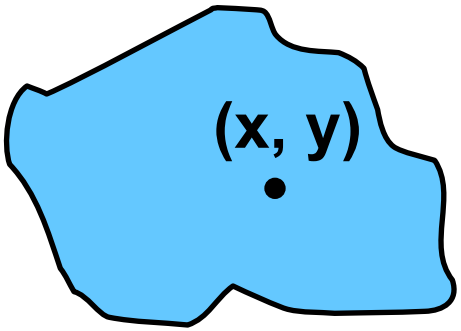
Фигуры с заливкой




```
Pen (1, 0, 0, 255);
Brush (1, 255, 255, 0);
Rectangle (x1, y1, x2, y2);
```



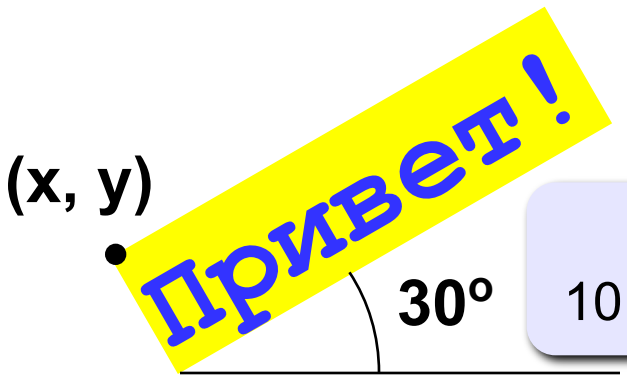

```
Pen (1, 255, 0, 0);
Brush (1, 0, 255, 0);
Ellipse (x1, y1, x2, y2);
```



Как отменить заливку?

```
Brush (1, 100, 200, 255);
Fill (x, y);
```

Текст



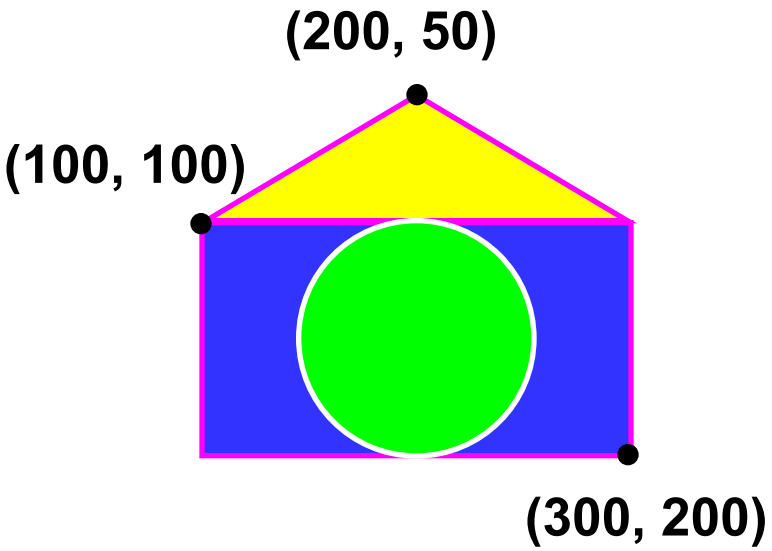

```
TextColor (0, 0, 255);
Brush (1, 255, 255, 0);
Font (20, 30, 600);

MoveTo (x, y);
writeln ('Привет!');
```

размер 10 пикселей

угол поворота

насыщенность:
400 – нормальный
600 – жирный

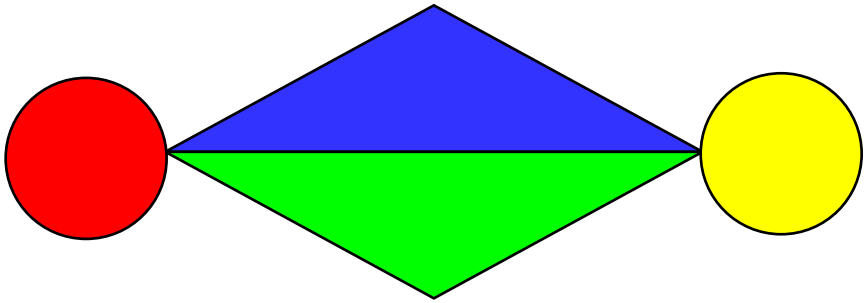
Пример



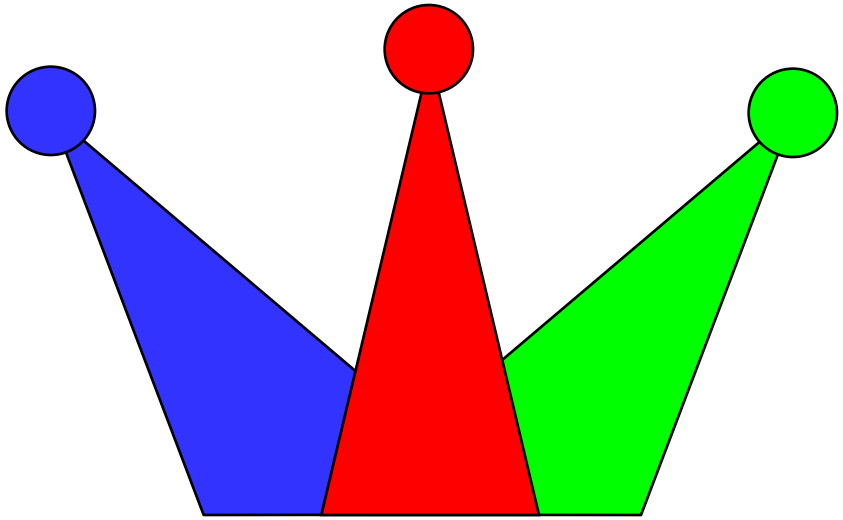

```
program qq;
begin
   Pen(2, 255, 0, 255);
   Brush(1, 0, 0, 255);
   Rectangle(100, 100, 300, 200);
   MoveTo(100, 100);
   LineTo(200, 50);
   LineTo(300, 100);
   Brush(1, 255, 255, 0);
   Fill(200, 75);
   Pen(2, 255, 255, 255);
   Brush(1, 0, 255, 0);
   Ellipse(150, 100, 250, 200);
end.
```

Задания

«4»: «Лягушка»

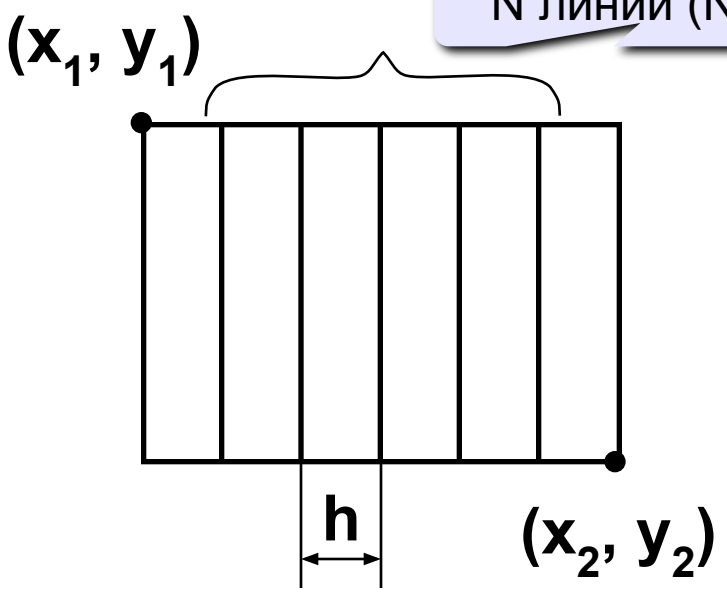


«5»: «Корона»



Штриховка

N линий (N=5)



$$h = \frac{x_2 - x_1}{N + 1}$$

```
Rectangle (x1, y1, x2, y2);
Line( x1+h,   y1, x1+h,   y2);
Line( x1+2*h, y1, x1+2*h, y2);
Line( x1+3*h, y1, x1+3*h, y2);
...
```

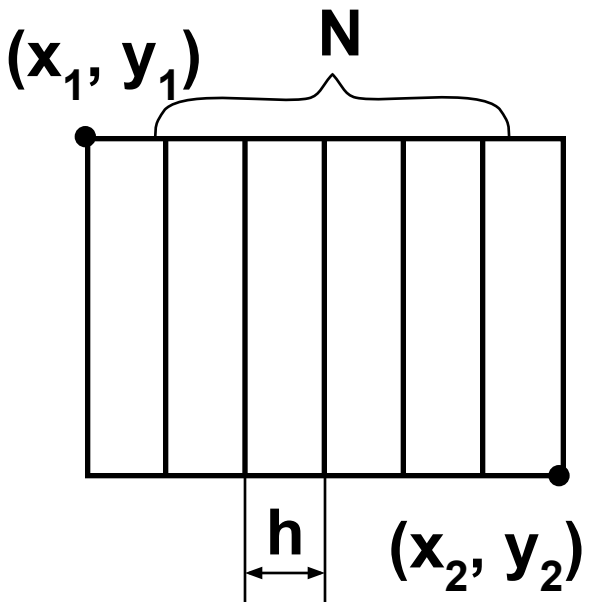
x x

```
Rectangle (x1, y1, x2, y2);
h := (x2 - x1) / (N + 1);
x := x1 + h;
for i:=1 to N do begin
  Line( round(x), y1, round(x), y2);
  x := x + h;
end;
```

```
var x, h: real;
```

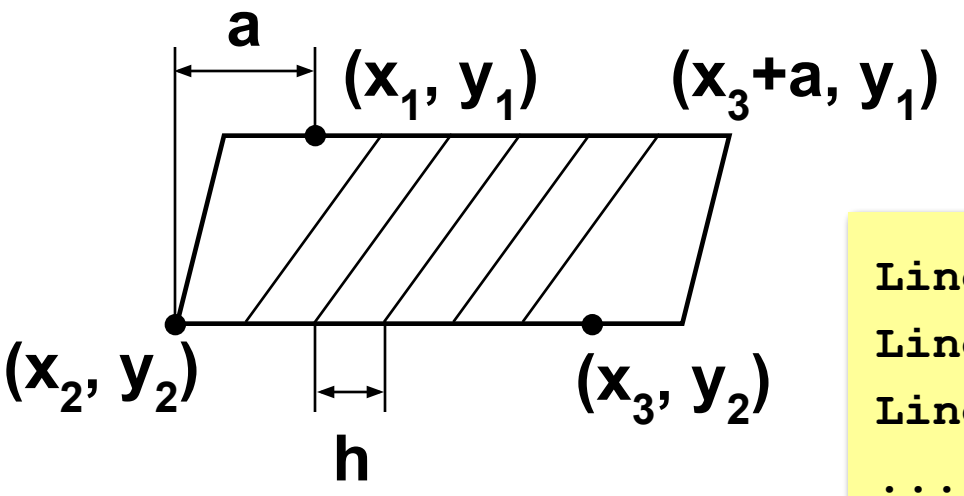
округление до ближайшего целого

Штриховка (программа)




```
program qq;
var i, x1, x2, y1, y2, N: integer;
    h, x: real;
begin
  x1 := 100; y1 := 100;
  x2 := 300; y2 := 200;
  N := 10;
  Rectangle (x1, y1, x2, y2);
  h := (x2 - x1) / (N + 1);
  x := x1 + h;
  for i:=1 to N do begin
    Line(round(x), y1, round(x), y2);
    x := x + h;
  end;
end.
```

Штриховка



$$a = x_1 - x_2$$

$$h = \frac{x_3 - x_2}{N + 1}$$

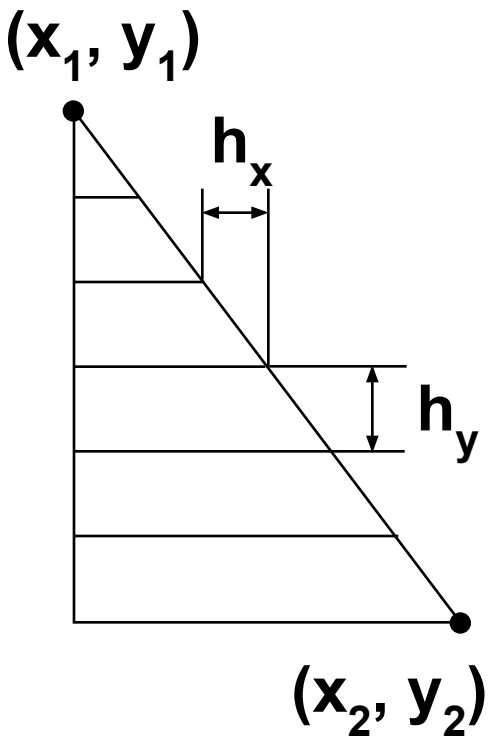
```
Line( x1+h,   y1, x1+h-a,   y2);
Line( x1+2*h, y1, x1+2*h-a, y2);
Line( x1+3*h, y1, x1+3*h-a, y2);
...
```

x

x-a

```
h := (x3 - x2) / (N + 1);
a := x1 - x2;
x := x1 + h;
for i:=1 to N do begin
  Line(round(x), y1, round(x-a), y2);
  x := x + h;
end;
```

Штриховка



$$h_x = \frac{x_2 - x_1}{N+1} \qquad h_y = \frac{y_2 - y_1}{N+1}$$

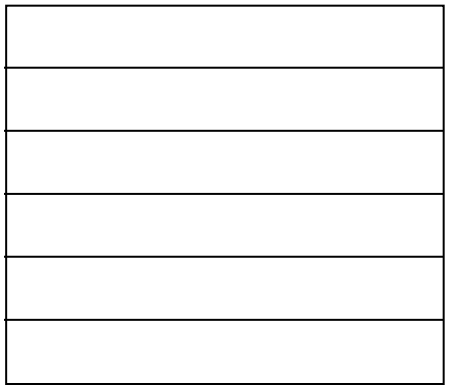
```
Line( x1, y1+hy,   x1+hx,   y1+hy)
;
Line( x1, y1+2*hy, x1+2*hx,
y1+2*hy);
Line( x1, y1+3*hy, x1+3*hx,
y1+3*hy);
```

y x y

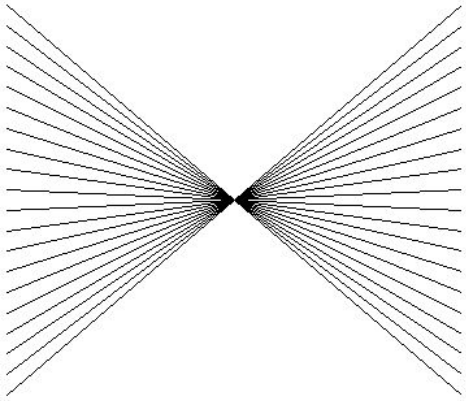
```
hx := (x2 - x1) / (N + 1);
hy := (y2 - y1) / (N + 1);
x := x1 + hx; y := y1 + hy;
for i:=1 to N do begin
  Line(x1, round(y), round(x), round(y));
  x := x + hx; y := y + hy;
end;
```

Задания

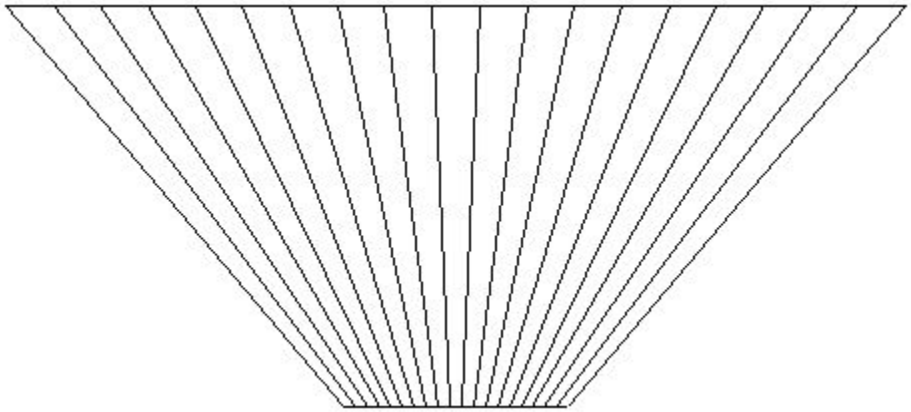
«4»: Ввести с клавиатуры число линий и построить фигуру:



или

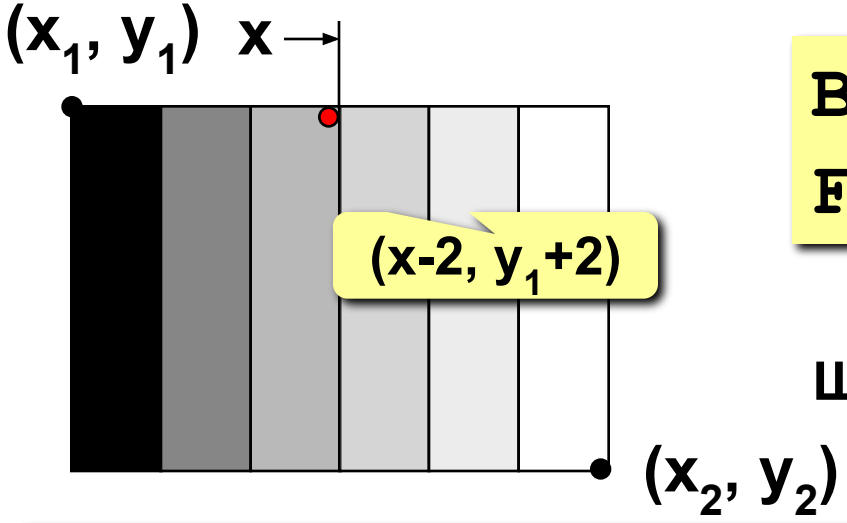


«5»: Ввести с клавиатуры число линий и построить фигуру:



Как менять цвет?

серый: **R = G = B**




```
Brush ( 1, c, c, c );
Fill ( ???, ??? );
```

Шаг изменения c: $h_c = \frac{255}{N}$

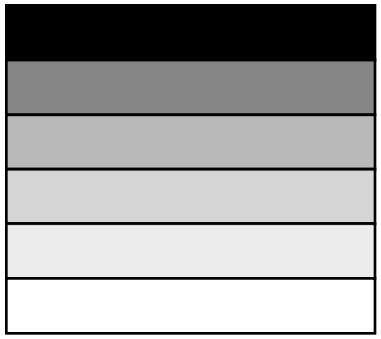
```
hc := 255 div N;
c := 0;
```

```
var c, hc: integer;
```

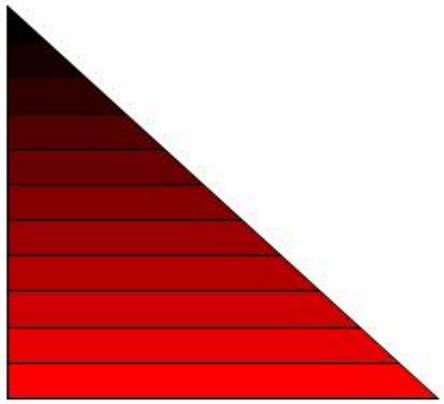
```
for i:=1 to N+1 do begin
  Line(round(x), y1, round(x), y2);
  Brush(1, c, c, c );
  Fill(round(x)-2, y1+2);
  x := x + h; c := c + hc;
end;
```

Задания

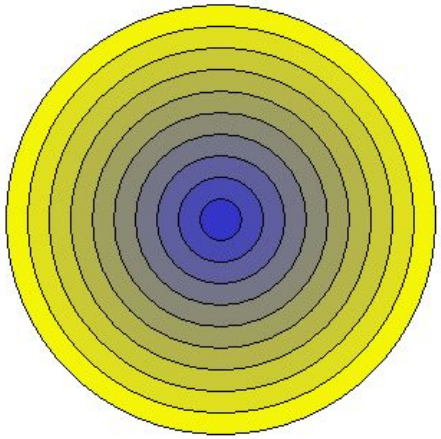
«4»: Ввести с клавиатуры число линий штриховки и построить фигуру, залив все области разным цветом.



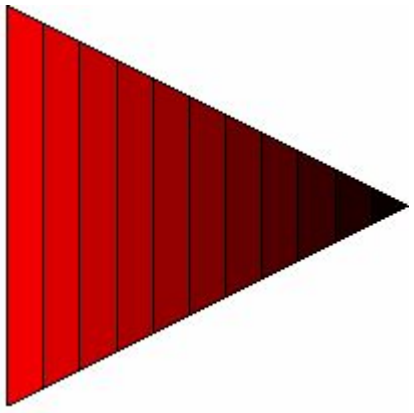
или



«5»: Ввести с клавиатуры число окружностей и построить фигуру, залив все области разным цветом.



или

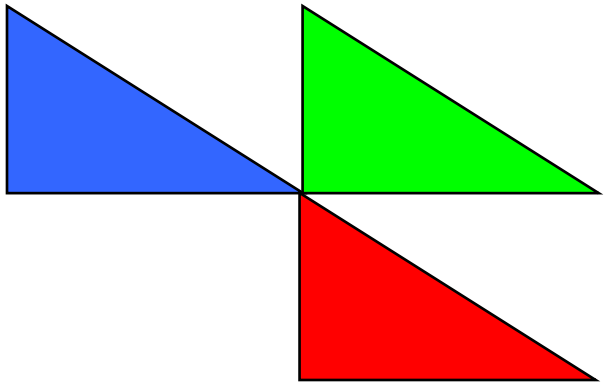


Программирование на языке Паскаль

Тема 7. Процедуры

Процедуры

Задача: Построить фигуру:



Можно ли решить известными методами?

Особенность: три похожие фигуры.

общее: размеры, угол поворота

отличия: координаты, цвет

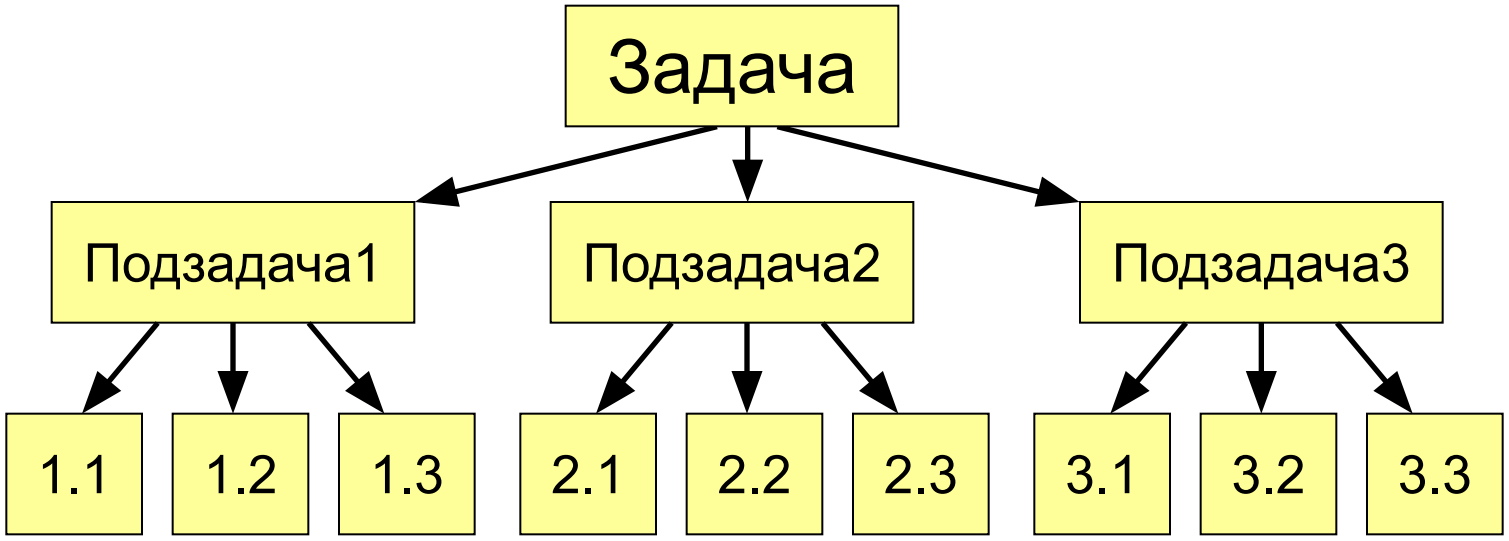
Сколько координат надо задать?

Процедуры

Процедура – это вспомогательный алгоритм, который предназначен для выполнения некоторых действий.

Применение:

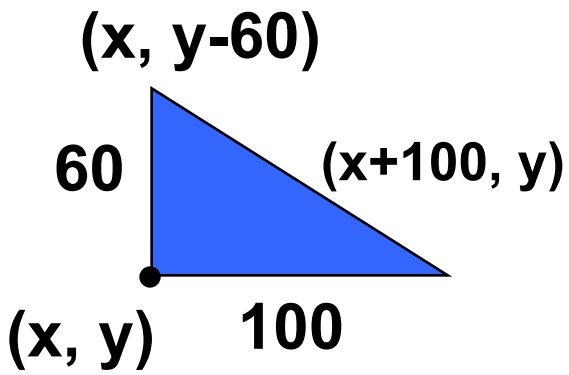
- выполнение одинаковых действий в разных местах программы
- разбивка программы (или другой процедуры) на подзадачи для лучшего восприятия



Процедуры

Порядок разработки:

- выделить одинаковые или похожие действия (три фигуры)
- найти в них **общее** (размеры, форма, угол поворота) и **отличия** (координаты, цвет)
- отличия записать в виде неизвестных переменных, они будут **параметрами** процедуры



заголовок

параметры

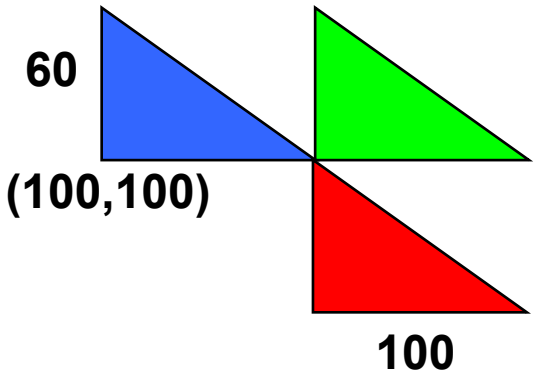
```
procedure Tr( x, y, r, g, b: integer);
begin
    MoveTo(x, y);
    LineTo(x, y-60);
    LineTo(x+100, y);
    LineTo(x, y);
    Brush(1, r, g, b);
    Fill(x+20, y-20);
end;
```

цвет

координаты

тело процедуры

Программа



формальные параметры

```
program qq;
 procedure Tr( x, y, r, g, b:
 integer);
 begin
    ...
 end;
begin
    Pen(1, 255, 0, 255);
    Tr(100, 100, 0, 0, 255);
    Tr(200, 100, 0, 255, 0);
    Tr(200, 160, 255, 0, 0);
end.
```

процедура

вызовы процедуры

фактические параметры

Процедуры

Особенности:

- все процедуры расположены **выше** основной программы
- в заголовке процедуры перечисляются **формальные** параметры, они обозначаются именами, поскольку могут меняться

```
procedure Tr( x, y, r, g, b: integer);
```

- при вызове процедуры в скобках указывают **фактические** параметры (числа или арифметические выражения) **в том же порядке**

```
Tr (200, 100, 0, 255, 0);
```

Процедуры

Особенности:

- для каждого формального параметра после двоеточия указывают его тип

```
procedure A (x: real; y: integer; z: real);
```

- если однотипные параметры стоят рядом, их перечисляют через запятую

```
procedure A (x, z: real; y, k, l: integer);
```

- внутри процедуры параметры используются так же, как и переменные

Процедуры

Особенности:

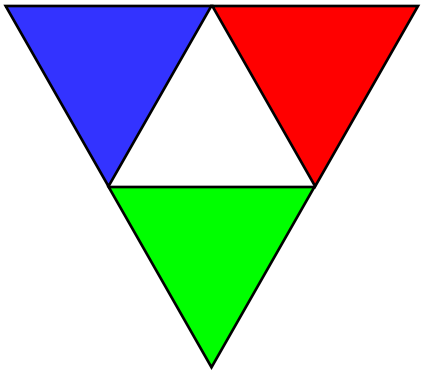
- в процедуре можно объявлять дополнительные **локальные** переменные, остальные процедуры не имеют к ним доступа

```
program qq;

  procedure A(x, y: integer);
    var a, b: real;
    begin
      a := (x + y)/6;
      ...
    end;
begin
   ...
end.
```

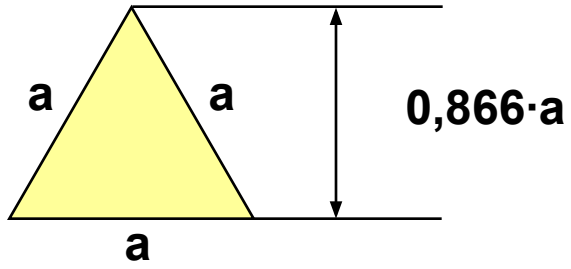
локальные переменные

Задания

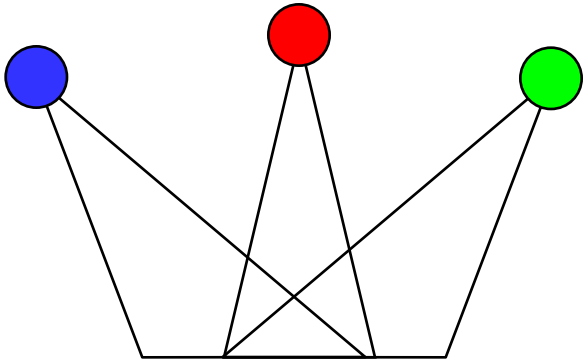
«4»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



равносторонний треугольник



«5»: Используя одну процедуру, построить фигуру.

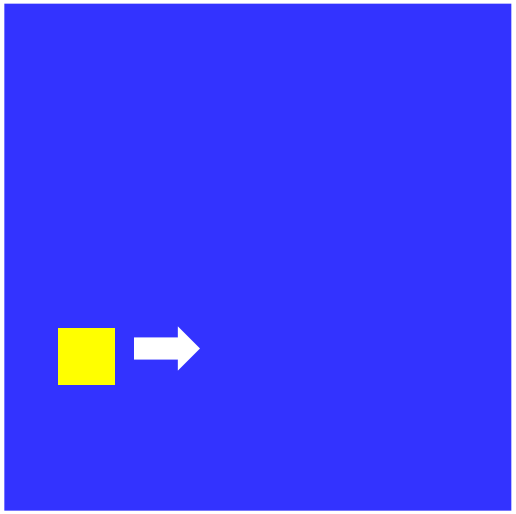


Программирование на языке Паскаль

Тема 8. Анимация

Анимация

Анимация (англ. *animation*) – оживление изображения на экране.



Задача: внутри синего квадрата 400 на 400 пикселей слева направо двигается желтый квадрат 20 на 20 пикселей. Программа останавливается, если нажата клавиша ***Esc*** или квадрат дошел до границы синей области.

Проблема: как изобразить перемещение объекта на экране?

Привязка: состояние объекта задается координатами **(x,y)**

Принцип анимации:

1. рисуем объект в точке **(x,y)**
2. задержка на несколько миллисекунд
3. стираем объект
4. изменяем координаты **(x,y)**
5. переходим к шагу 1

Как "поймать" нажатие клавиши?

Событие – это изменение в состоянии какого-либо объекта или действие пользователя (нажатие на клавишу, щелчок мышкой).

IsEvent – логическая функция, которая определяет, было ли какое-то действие пользователя.

Event – процедура, которая определяет, какое именно событие случилось.

```
if IsEvent then begin
  Event(k, x, y);
  if k = 1 then
    writeln('Клавиша с кодом ', x)
  else { k = 2 }
    writeln('Мышь: x=', x, ' y=', y);
end;
```

```
var k, x, y: integer;
```

Как выйти из цикла при нажатии *Esc*?

```
program qq;
var stop: boolean;
    k,code,i: integer;
begin
  stop := False;
  repeat
    if IsEvent then begin
      Event(k, code, i);
      if (k = 1) and (code = 27) then
        stop := True;
    end;
    ...
  until stop;
end.
```

True, если надо остановиться

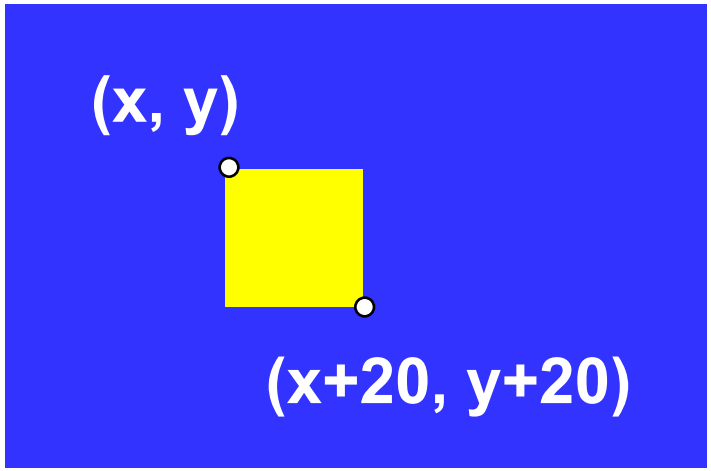
запуск цикла

если что-то произошло...

что произошло?

если нажата клавиша с кодом 27 (*Esc*), то стоп

Процедура (рисование и стирание)



Идеи

- одна процедура рисует и стирает
- стереть = нарисовать цветом фона
- границу квадрата отключить (в основной программе)

рисовать (**True**) или нет (**False**)?

```
procedure Draw(x, y: integer; flag: boolean);
begin
  if flag then
    Brush(1, 255, 255, 0)
  else
    Brush(1, 0, 0, 255);
  Rectangle(x, y, x+20, y+20);
end;
```

рисуем: цвет кисти – желтый

стираем: цвет кисти – синий

только заливка!

Полная программа

```
program qq;
var x, y, k, code, i: integer;
    stop: boolean;
  procedure Draw(x,y: integer; flag: Boolean);
  begin
  ...
  end;
begin
  Brush(1, 0, 0, 255);
  Rectangle(10, 10, 400, 400);
  Pen(0, 0, 0, 255);
  x := 10; y := 200; stop := false;
  repeat
    if IsEvent then begin
       ...
    end;
    Draw(x, y, True);
    Delay(10);
    Draw(x, y, False);
    x := x + 1;
    if x >= 400-20 then stop := true;
  until stop;
end.
```

процедура

синий фон

отключить границу

начальные условия

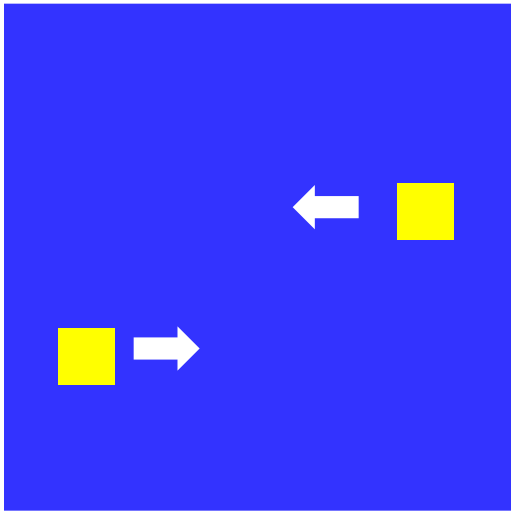
выход по клавише *Esc*

ждем 10 мс

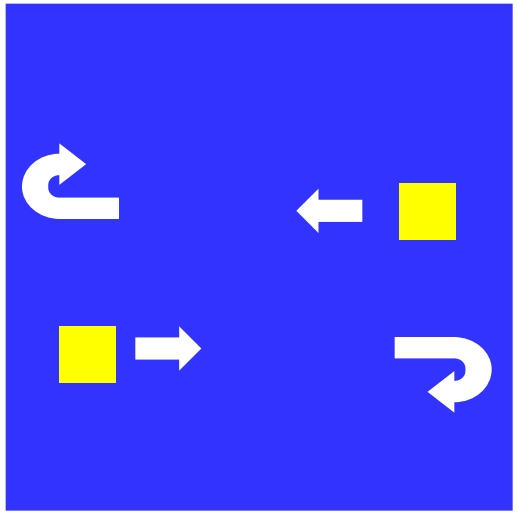
выход при касании границы

Задания

«4»: Два квадрата двигаются в противоположном направлении:



«5»: Два квадрата двигаются в противоположном направлении и отталкиваются от стенок синего квадрата:



Управление клавишами

Задача: жёлтый квадрат внутри синего квадрата управляется клавишами-стрелками. Коды клавиш:

влево – **37** вверх – **38** Esc – **27**

вправо – **39** вниз – **40**

Проблема: как изменять направление движения?

Решение:

```
if IsEvent then begin
  Event ( k, code, i);
  if k = 1 then begin
    case code of
      37: x := x - 1; 38: y := y - 1;
      39: x := x + 1; 40: y := y + 1;
      27: stop := True;
    end;
  end;
end;
```

если было нажатие на клавишу, …

Программа

```
program qq;
var x, y, k, code, i: integer;
    stop: boolean;
  procedure Draw(x,y: integer; flag: Boolean);
  begin
    ...
  end;
begin
  ...
  repeat
    Draw(x, y, True);
    Delay(20);
    Draw(x, y, False);
    if IsEvent then begin
      ...
    end;
  until stop;
end.
```

процедура

основной цикл

обработка событий

Что плохо?

Как убрать мигание?

Проблема: даже если не нажата никакая клавиша, квадрат перерисовывается через каждые 20 мс (мигание!)

Что хочется: не перерисовать квадрат, если не было никакого события

Решение: нарисовать квадрат и **ждать** события

Новая проблема: как **ждать** события?

Решение новой проблемы: пустой цикл "**пока не случилось событие, ничего не делай**":

```
while not IsEvent do;
```

Программа

```
program qq;
var x, y, k, code, i: integer;
    stop: boolean;
  procedure Draw(x,y: integer; flag: Boolean);
  begin
    ...
  end;
begin
  ...
  repeat
    Draw(x, y, True);
    while not IsEvent do;
    Draw(x, y, False);
    Event(k, code, i);
    ...
  until stop;
end.
```

процедура

рисуем квадрат

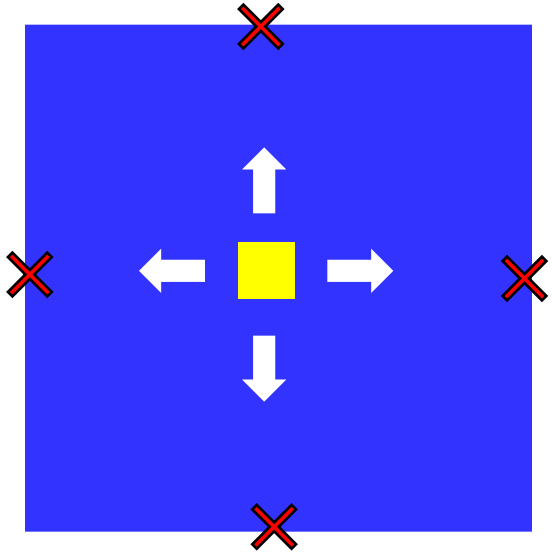
ждем события

только теперь стираем

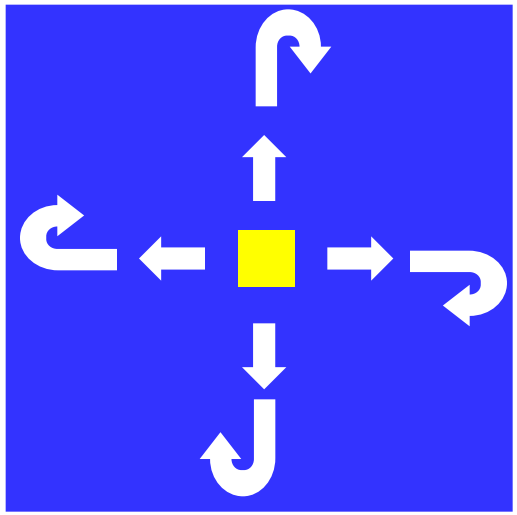
Что можно улучшить?

Задания

«4»: Квадрат двигается при нажатии стрелок, однако не может выйти за границы синего квадрата:



«5»: Квадрат непрерывно двигается, при нажатии стрелок меняет направление и отталкивается от стенок синего квадрата:



Программирование на языке Паскаль

Тема 9. Функции

Функции

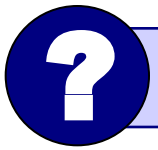
Функция – это вспомогательный алгоритм (подпрограмма), результатом работы которого является некоторое значение.

Примеры:

- **Вычисление модуля и других функций**
- **расчет значений по сложным формулам**
- **ответ на вопрос (простое число или нет?)**

Зачем?

- **для выполнения одинаковых расчетов в различных местах программы**
- **для создания общедоступных библиотек функций**



В чем отличие от процедур?

Функции

Задача: составить функцию, которая вычисляет наибольшее из двух значений, и привести пример ее использования

Функция:

формальные параметры

```
function Max (a, b: integer): integer;
var x: integer;
begin
  if a > b then x := a
  else          x := b;
  Max := x;
end;
```

локальная переменная

результат - целое число

это результат функции

Функции

Особенности:

- заголовок начинается словом **function**

```
function Max (a, b: integer): integer;
```

- формальные параметры описываются так же, как и для процедур

```
function qq( a, b: integer; x: real ): real;
```

- в конце заголовка через двоеточие указывается **тип результата**

```
function Max (a, b: integer): integer;
```

- функция располагается после основной программы

Функции

Особенности:

- можно объявлять и использовать **локальные переменные**

```
function qq (a, b: integer): integer;
var x, y:
real;
begin
   ...
end;
```

- знач… …вается в пере… …м **функции**; объявлять ее **НЕ НАДО**:

```
function Max (a, b: integer): integer;
begin
   ...
   Max :=
   a;
end;
```

Программа

```
program qq;
var a, b, c : integer;
    function Max (a, b: integer): integer;
    begin
      ...
    end;
begin
  writeln('Введите два числа');
  read(a, b);
  c := Max ( a, b );
  writeln('Наибольшее число ', c );
end.
```

фактические параметры

вызов функции

Имена переменных, функций и процедур не должны совпадать!

Задания

«4»: Составить функцию, которая определяет наибоольшее из трех чисел и привести пример ее использования.

Пример:

```
Введите три числа:
28 15 10
Наибольшее число – 28.
```

«5»: Составить функцию, которая определяет сумму всех чисел от 1 до N и привести пример ее использования.

Пример:

```
Введите число:
100
сумма = 5050
```

Логические функции

Задача: составить функцию, которая определяет, верно ли, что заданное число – четное.

Особенности:

- ответ – логическое значение (`True` или `False`)
- результат функции можно использовать как логическую величину в условиях (`if, while`)

Алгоритм: если число делится на 2, оно четное.

```
if N mod 2 = 0 then
      { число N четное}
else { число N составное }
```

Логические функции

```
program qq;
var N: integer;
```

результат – логическое значение

```
function Chet(N: integer): boolean;
begin
  if N mod 2 = 0 then
       Chet := True
  else Chet := False;
end;
```

или

```
Chet:=(N mod 2)= 0;
```

```
begin
  writeln('Введите целое число');
  read(N);
  if Chet(N) then
       writeln(N, ' - четное число')
  else writeln(N, ' - нечетное число');
end.
```

вызов функции

Задания

«4»: Составить функцию, которая определяет, верно ли, что в числе вторая цифра с конца больше 6.

Пример:

```
Введите число:
178
Верно.
```

```
Введите число:
237
Неверно.
```

«5»: Составить функцию, которая определяет, верно ли, что переданное ей число – простое (делится только на само себя и на единицу).

Пример:

```
Введите число:
29
Простое число.
```

```
Введите число:
28
Составное число.
```

Программирование на языке Паскаль

Тема 10. Случайные числа

Случайные числа

Случайные явления: везде…

- бросание монеты («орел» или «решка»)
- падение снега
- броуновское движение
- помехи при телефонной связи
- шум радиоэфира

Случайные числа – это такая последовательность чисел, для которой невозможно предсказать следующее даже зная все предыдущие.

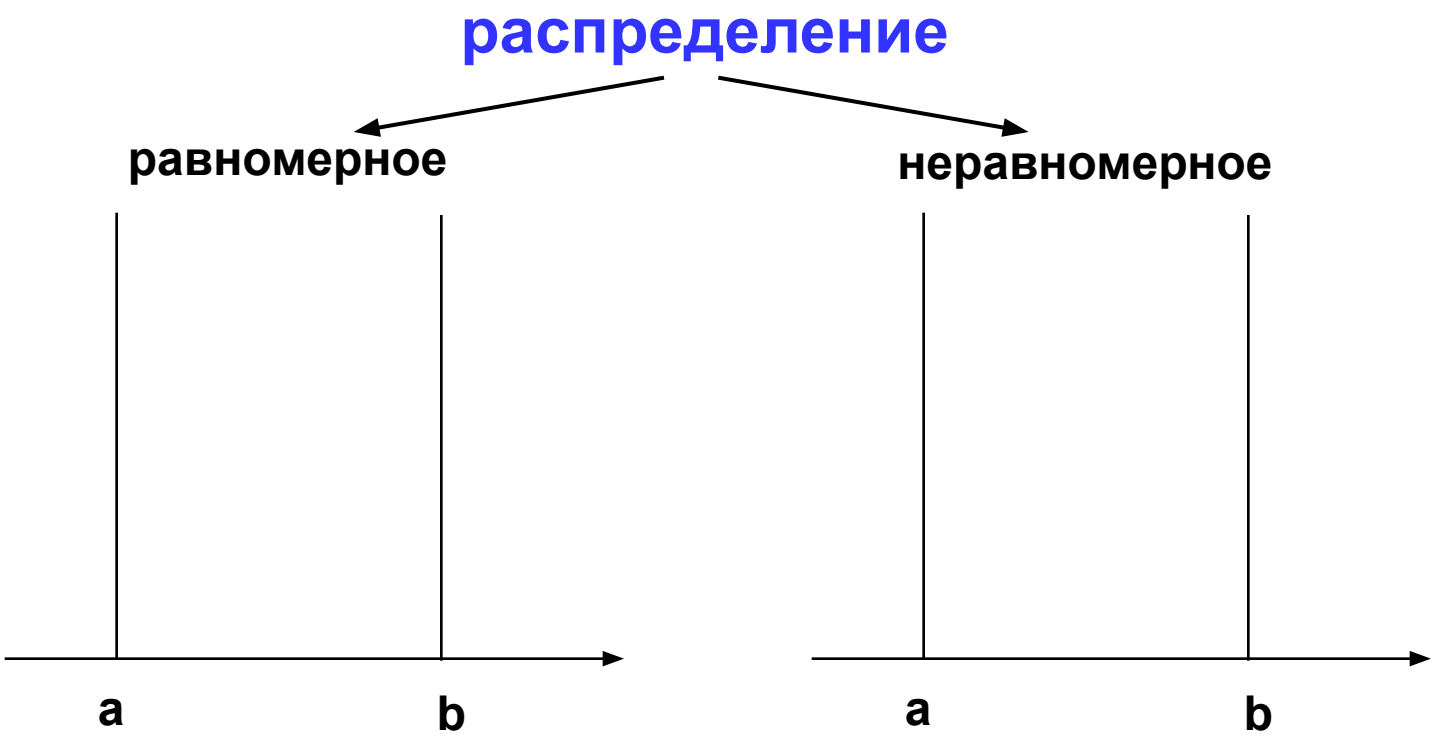
Проблема: как получить на компьютере?

Возможные решения:

- использовать внешний источник шумовых помех
- с помощью математических преобразований

Распределение случайных чисел

Модель: снежинки падают на отрезок [a,b]

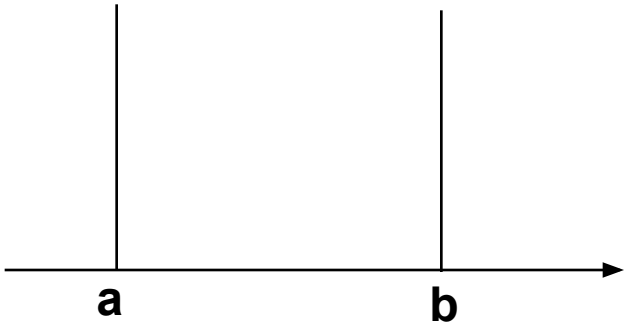


Сколько может быть разных распределений?

Распределение случайных чисел

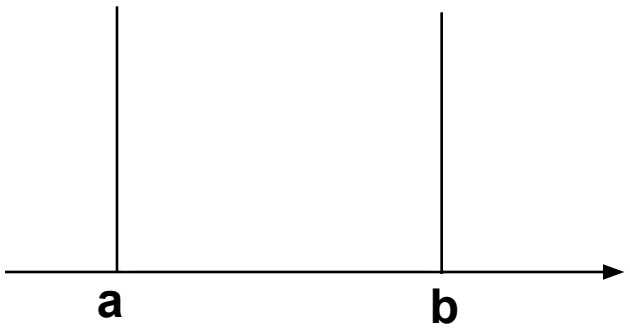
Особенности:

- распределение – это характеристика **всей последовательности**, а не одного числа
- **равномерное** распределение одно, компьютерные датчики случайных чисел дают равномерное распределение
- неравномерных – много
- любое неравномерное можно получить с помощью равномерного



$$x = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

равномерное распределение



$$x = \frac{x_1 + x_2 + \square + x_{12}}{12}$$

неравномерное распределение

Генератор случайных чисел в Паскале

Целые числа в интервале [0,N):

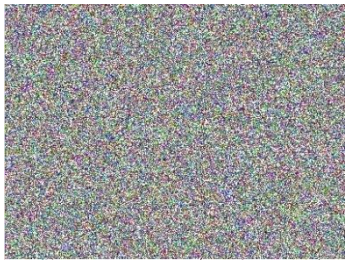
```
var x: integer;
...
x := random ( 100 );   { интервал [0,99] }
```

Вещественные числа в интервале [0,1)

```
var x: real;
...
x := random;           { интервал [0,1) }
```

Случайные числа

Задача: заполнить прямоугольник 400 на 300 пикселей равномерно точками случайного цвета



Как получить случайные координаты точки?

```
x := random ( 400 );
y := random ( 300 );
```

Как добиться равномерности?

обеспечивается автоматически при использовании функции **random**

Как получить случайный цвет?

```
Pen (1, random(256), random(256), random(256));
Point ( x, y );
```

Программа

```
program qq;
var x, y, k, code, i: integer;
    stop: boolean;
begin
  stop := False;
  repeat
    x := random(400);
    y := random(300);
    Pen(1, random(256), random(256), random(256));
    Point(x, y );
    if IsEvent then begin
      Event(k, code, i);
      if (k = 1) and (code = 27) then stop := True;
    end;
  until stop;
end.
```

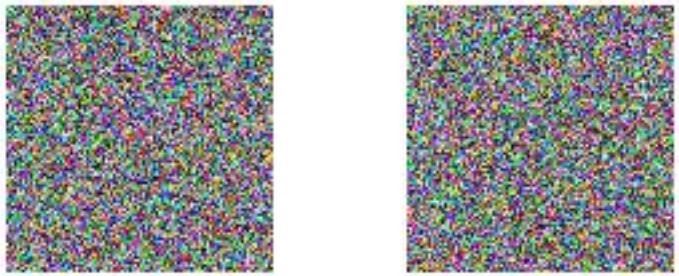
случайные координаты

случайный цвет

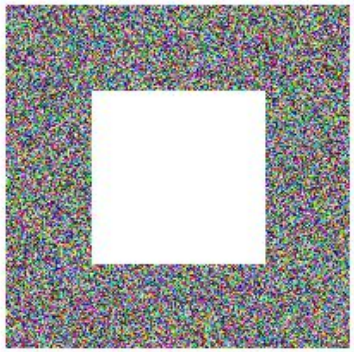
выход по клавише ***Esc***

Задания

«4»: Заполнить область точками случайного цвета:

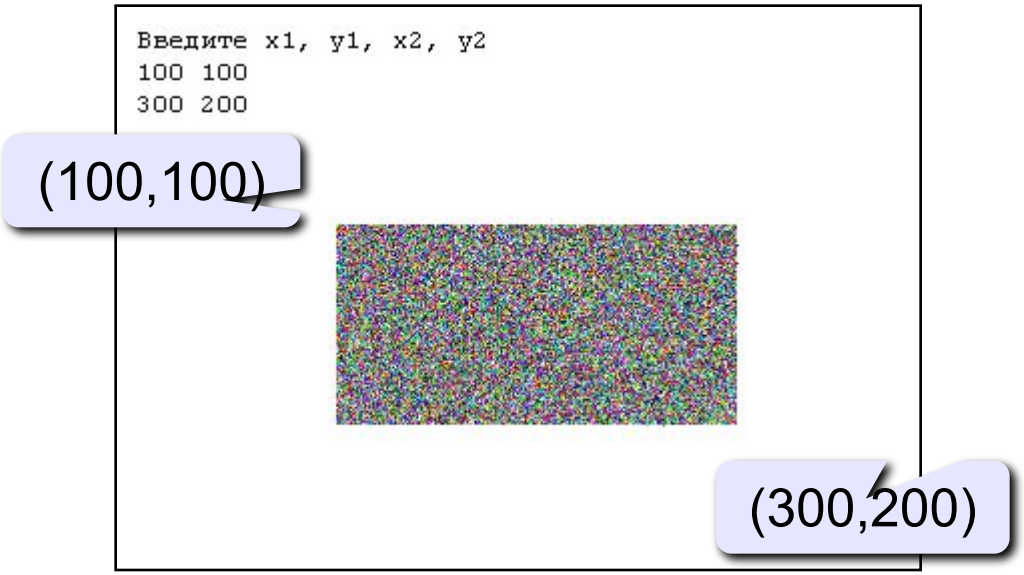


«5»: Заполнить область точками случайного цвета:



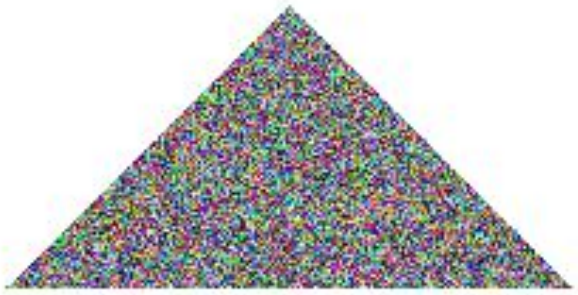
Задания

«4»: Ввести с клавиатуры координаты углов прямоугольника и заполнить его точками случайного цвета.



«5»: Заполнить треугольник точками случайного цвета (равномерно или неравномерно).

Подсказка: возьмите равнобедренный треугольник с углом 45º.



Конец фильма