

# Программирование на алгоритмическом языке (7 класс)

1. [Введение](#)
2. [Ветвления](#)
3. [Сложные условия](#)
4. [Циклы](#)
5. [Циклы с переменной](#)
6. [Графика](#)
7. [Вспомогательные алгоритмы](#)
8. [Анимация](#)
9. [Случайные числа](#)

# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 1. Введение

# Алгоритм

---

**Алгоритм** – это четко определенный план решения задачи для исполнителя.

## Свойства алгоритма

- **дискретность**: состоит из отдельных шагов (команд)
- **понятность**: должен включать только команды, известные исполнителю
- **конечность**: позволяет получить решение задачи за конечное число шагов
- **определенность**: при одинаковых исходных данных всегда выдает один и тот же результат
- **массовость**: может применяться при различных исходных данных

# Программа

---

**Программа** – это

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

**Команда** – это описание действий, которые должен выполнить исполнитель.

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

# Простейшая программа

---

название алгоритма

алг **Первый**

нач | *начало алгоритма*

кон | *конец алгоритма*

комментарии после |  
не обрабатываются




Что делает эта программа?

# Вывод текста на экран

алг **Вывод на экран**

нач

- ▶ вывод "2+" 
- ▶ вывод "2=?", нс
- ▶ вывод "Ответ: 4"

кон

**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
 зzzzz
```

# Переменные

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

**Протокол:**

Введите два целых числа

компьютер

25 30

пользователь

25+30=55

компьютер считает сам!



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



# Программа

---

алг **Сумма**

нач

| ввести два числа

| вычислить их сумму

| вывести сумму на экран

кон

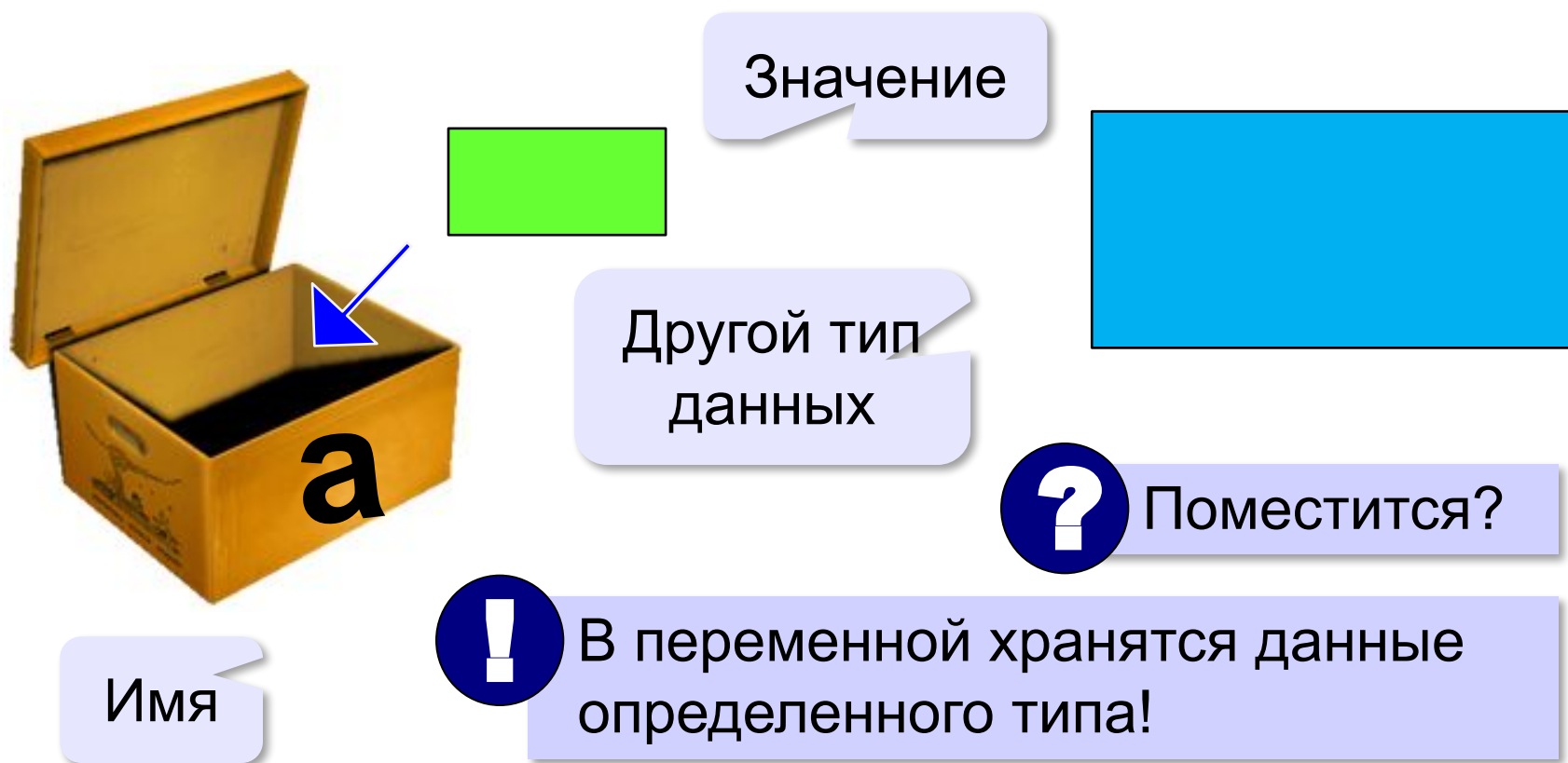
**Псевдокод** – алгоритм на русском языке с элементами языка программирования.



Компьютер не может исполнить псевдокод!

# Переменные

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



# Имена переменных

**МОЖНО** использовать

- латинские буквы (A-Z), русские буквы (А-Я)

заглавные и строчные буквы различаются

- цифры

имя не может начинаться с цифры

- знак подчеркивания \_

**НЕЛЬЗЯ** использовать

~~• скобки~~

~~• знаки +, =, !, ? и др.~~

Какие имена правильные?

**AXby R&B 4Wheel Вася “PesBarbos”**

**TU154 [QuQu] \_ABBA A+B**

# Объявление переменных

---

## Типы переменных:

- цел | целая
- вещ | вещественная
- и другие...

## Объявление переменных:

тип – целые

список имен  
переменных

выделение  
места в памяти

**цел** **a, b, c**

# Как записать значение в переменную?

Оператор  
присваивания

a := 5

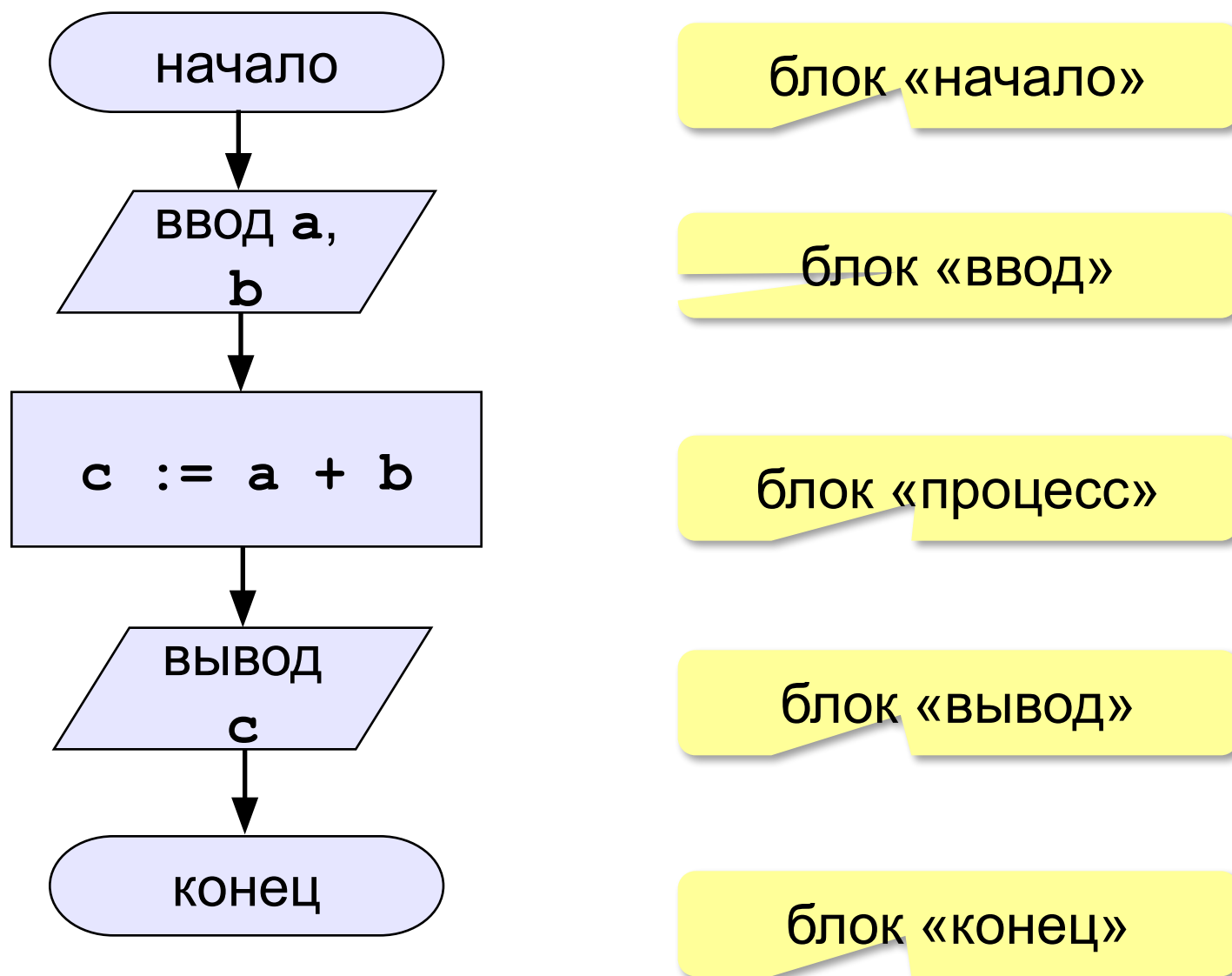


При записи нового  
значения старое  
стирается!

**Оператор** – это команда языка программирования (инструкция).

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

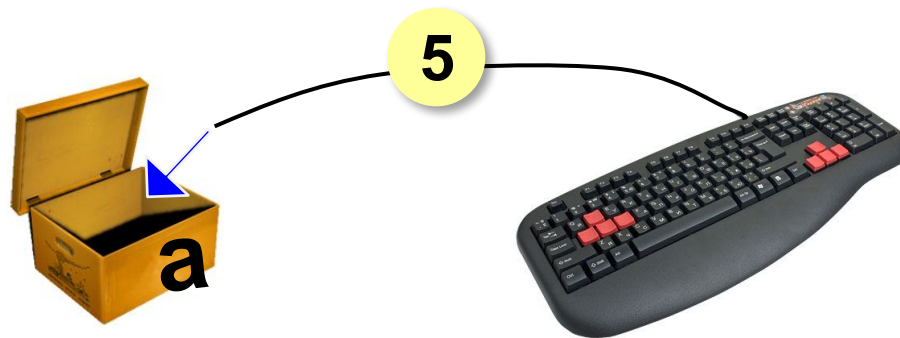
# Блок-схема линейного алгоритма



# Как ввести значение с клавиатуры?

Оператор  
ввода

**ВВОД а**



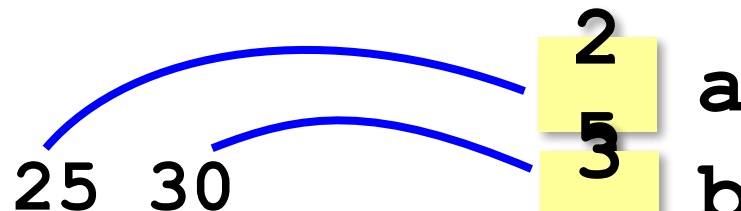
1. Программа ждет, пока пользователь введет значение и нажмет *Enter*.
2. Введенное значение записывается в переменную **a**.

# Ввод значений двух переменных

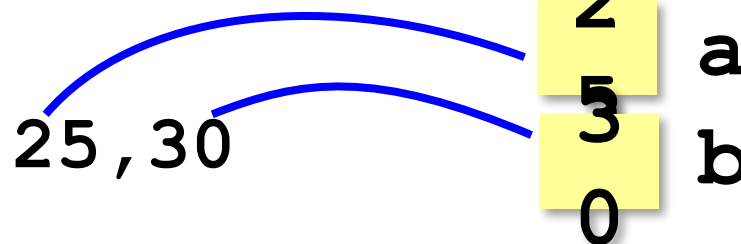
**ввод a, b**

Ввод значений двух переменных.

через пробел:



через запятую:





# Изменение значения переменной

## Пример:

алг **Тест**

нач

**цел** a, b

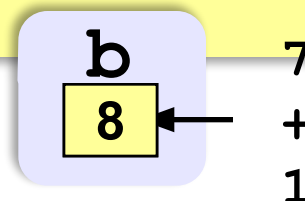
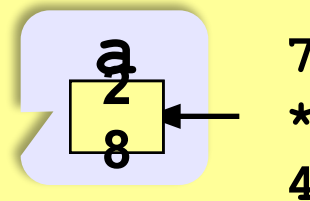
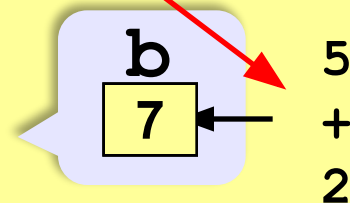
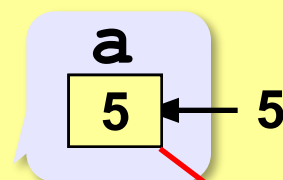
a := 5

b := a + 2

a := (a + 2) \* (b - 3)

b := b + 1

кон



# Арифметические операции

---

+ сложение                      - вычитание

\* умножение                    / деление

**цел** a, b

a := 7\*3 - 4

a := a \* 5

# Вывод данных

---

вывод `a`

| вывод значения  
| переменной `a`

вывод `a, \n`

| вывод значения  
| переменной `a` и переход  
| на новую строку

вывод `'Привет!'`

| вывод текста

вывод `'Ответ: ', c`

| вывод текста и значения переменной `c`

вывод `a, '+', b, '=', c`

# Задача: сложение чисел

---

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

**Простое решение:**

```
алг Сумма
нач
  цел a, b, c
  ввод a, b
  c := a + b
  вывод c
кон
```



Что плохо?

# Полное решение

алг **Сумма**

нач

**цел** a, b, c

подсказка

вывод "Введите два целых числа"

ввод a, b

c := a + b

вывод a, "+", b, "=", c

кон

компьютер

**Протокол:**

Введите два целых числа

**25 30**

пользователь

25+30=55

# Задания

---

**«3»:** Ввести три числа, найти их сумму.

*Пример:*

Введите три числа:

4 5 7

$$4+5+7=16$$

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

*Пример:*

Введите три числа:

4 5 7

$$4+5+7=16$$

$$4*5*7=140$$

# Задания

---

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

*Пример:*

Введите три числа:

4 5 7

$$4+5+7=16$$

$$4*5*7=140$$

$$(4+5+7) / 3 = 5.333333$$

# Какие операторы неправильные?

алг **Ошибки**

нач

**цел** a, b

**вещ** x, y

a := 5

10 := x

y := 7,8

b := 2.5

x := 2\*(a + y)

a := b + x

кон

имя переменной должно  
быть слева от знака :=

целая и дробная часть  
отделяются **точкой**

нельзя записывать  
вещественное значение в  
целую переменную



# Арифметические операции

---

**+** сложение      **-** вычитание

**\*** умножение      **/** деление

**div** деление нацело (остаток отбрасывается)

**mod** остаток от деления

```
цел a, b
a := 7*3 - 4
a := a * 5
b := div(a, 10)
a := mod(a, 10)
```

## 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**

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

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

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

алг **Тест**

нач

**цел** a, b

a := 5

b := a + 2

a := (a + 2) \* (b - 3)

b := **div**(a, 5)

a := **mod**(a, b)

a := a + 1

b := **mod**(a+14, 7)

кон

a	b
?	?

## Команда «вывод»

```
цел a = 1, b = 3
```

```
вывод a, "+", b, "=", a+b
```

СПИСОК ВЫВОДА

- элементы разделяются запятыми
- элементы в кавычках – выводятся без изменений
- выражения (элементы без кавычек) вычисляются и выводится их результат



Что будет выведено?

1+3=4

# Что будет выведено?

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "a+", b, "=a+b"

a+3=a+b

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** a, "=F(", b, ")"

1=F(3)

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "a=F(", b, ");"

a=F(3);

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** a+b, ">", b, "!"

4>3!

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "F(", b, ")=X(", a, ")"

F(3)=X(1)

# Как записать оператор «вывод»?

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "X(",  $b$ , ")=" ,  $a$

X(3)=1

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод**  $a+b$ , "=",  $a$ , "+",  $b$

4=1+3

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "f(",  $a$ , ")>f(",  $b$ , ") "

f(1)>f(3)

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод** "<",  $a$ , "<>",  $b$ , ">"

<1<>3>

**цел**  $a = 1, b = 3$

**вывод**  $a$ , "+",  $b$ , "=?"

1+3=?

# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 2. Ветвления

# Разветвляющиеся алгоритмы

---

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

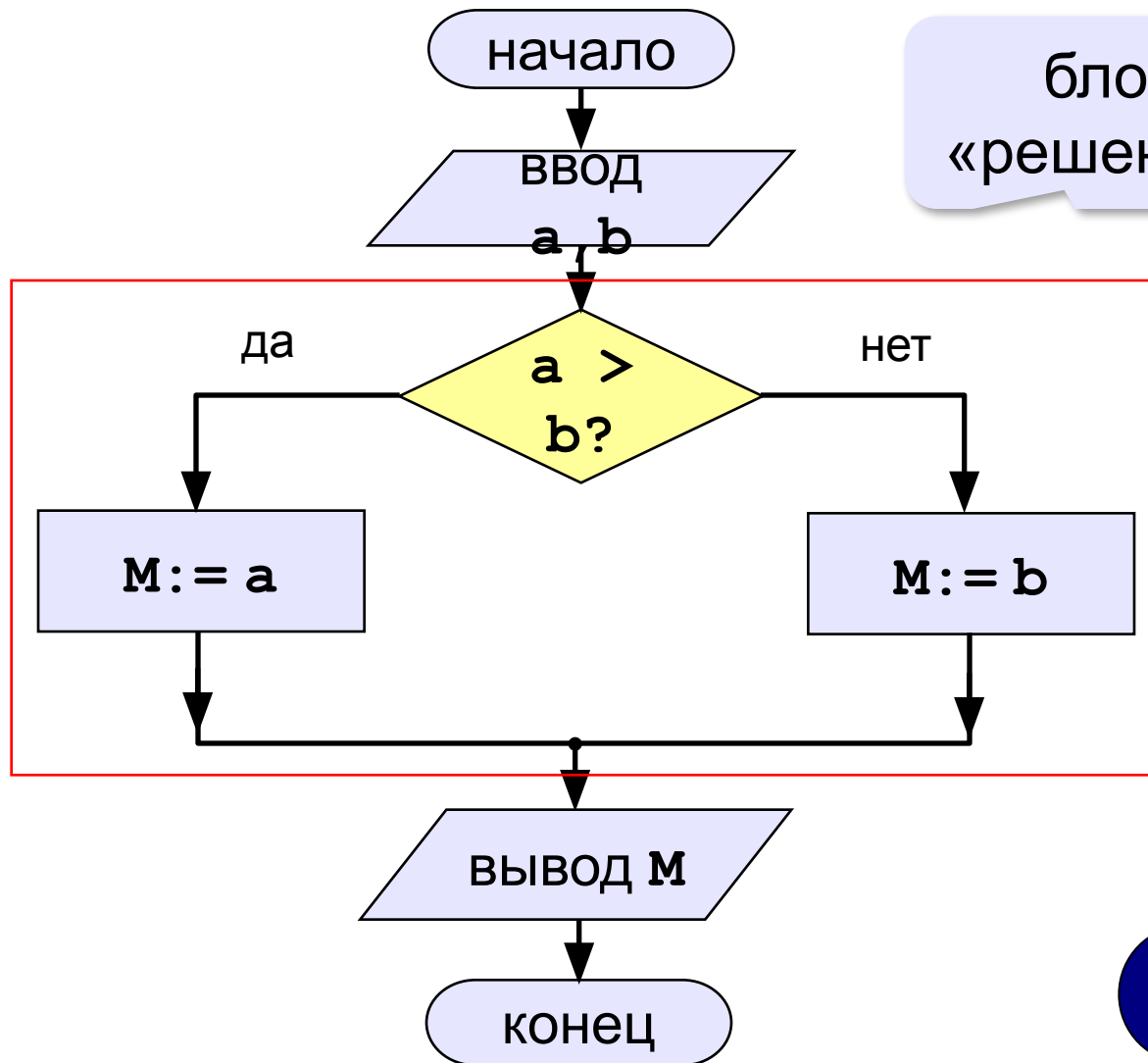
**Идея решения:** надо вывести на экран первое число, если оно больше второго, или второе, если оно больше первого.

**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

алг **Максимум**

нач

**цел**  $a, b, M$

**вывод** "Введите два целых числа", **нс**

**ввод**  $a, b$

**если**  $a > b$  **то**

**$M := a$**

**иначе**

**$M := b$**

**все**

**вывод** "Наибольшее число ", **M**

**кон**

полная форма  
условного  
оператора

# Условный оператор

если **условие** то

| что делать, если условие верно

иначе

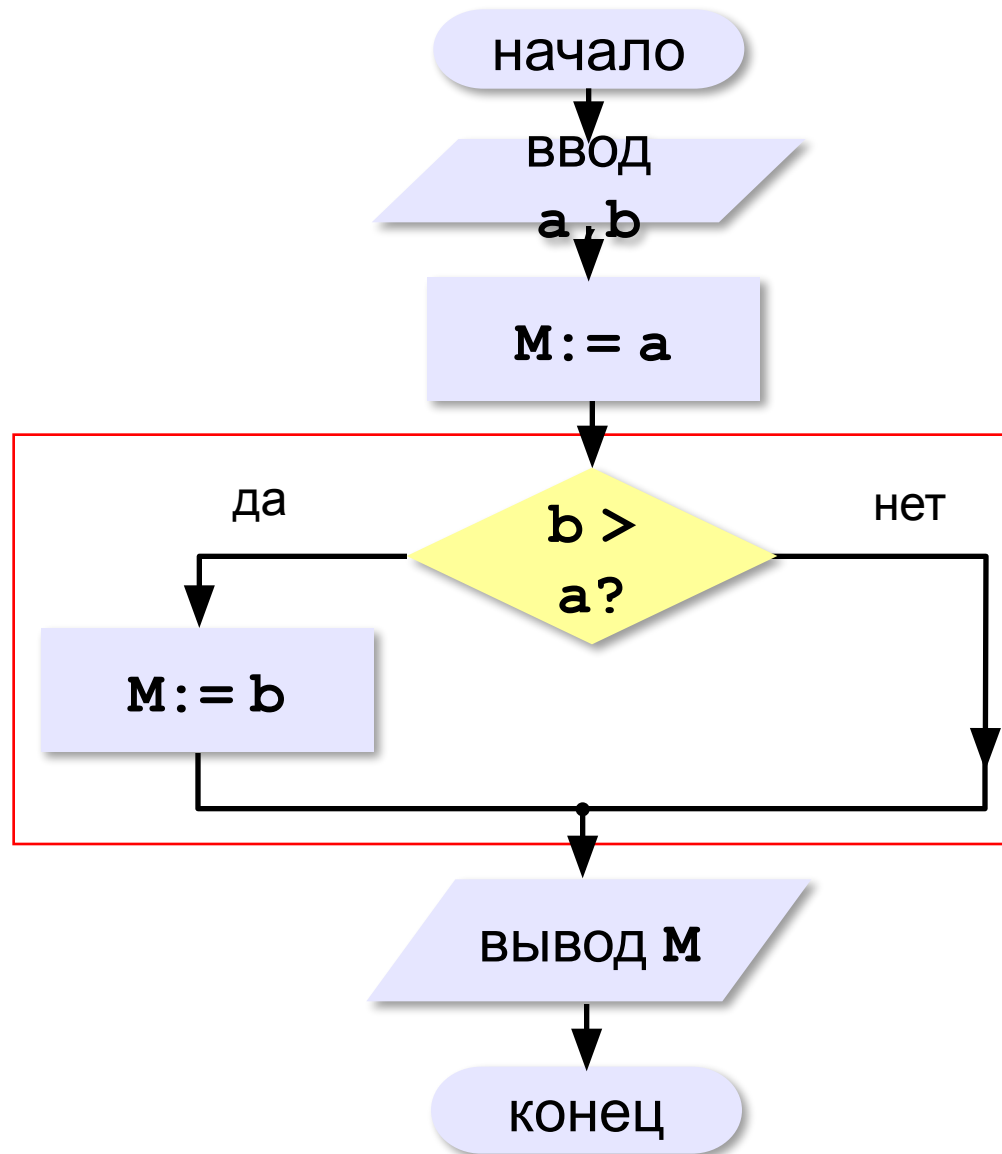
| что делать, если условие неверно

все



Вторая часть (иначе) может отсутствовать!

## Вариант 2. Блок-схема



неполная  
форма  
ветвления

## Вариант 2. Программа

алг **Максимум 2**

нач

**цел**  $a, b, M$

**вывод** "Введите два целых числа", **нс**

**ввод**  $a, b$

$M := a$

**если**  $b > a$  **то**

$M := b$

**все**

**вывод** "Наибольшее число ",  $M$

**кон**

неполная  
форма  
условного  
оператора

## Вариант 26. Программа

алг **Максимум 26**

нач

**цел**  $a, b, M$

**вывод** "Введите два целых числа", **нс**

**ввод**  $a, b$

$M := b$

**если**  $a > b$  **то**

$M := a$

**все**

**вывод** "Наибольшее число ",  $M$

**кон**

# Задания

---

**«3»:** Ввести два числа и вывести их в порядке возрастания.

*Пример:*

Введите два числа:

15 9

Ответ: 9 15

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

*Пример:*

Введите три числа:

4 15 9

Наибольшее число 15

# Задания

---

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

*Пример:*

Введите пять чисел:

4      15      9      56      4

Наибольшее число 56



# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 3. Сложные условия

# Сложные условия

---

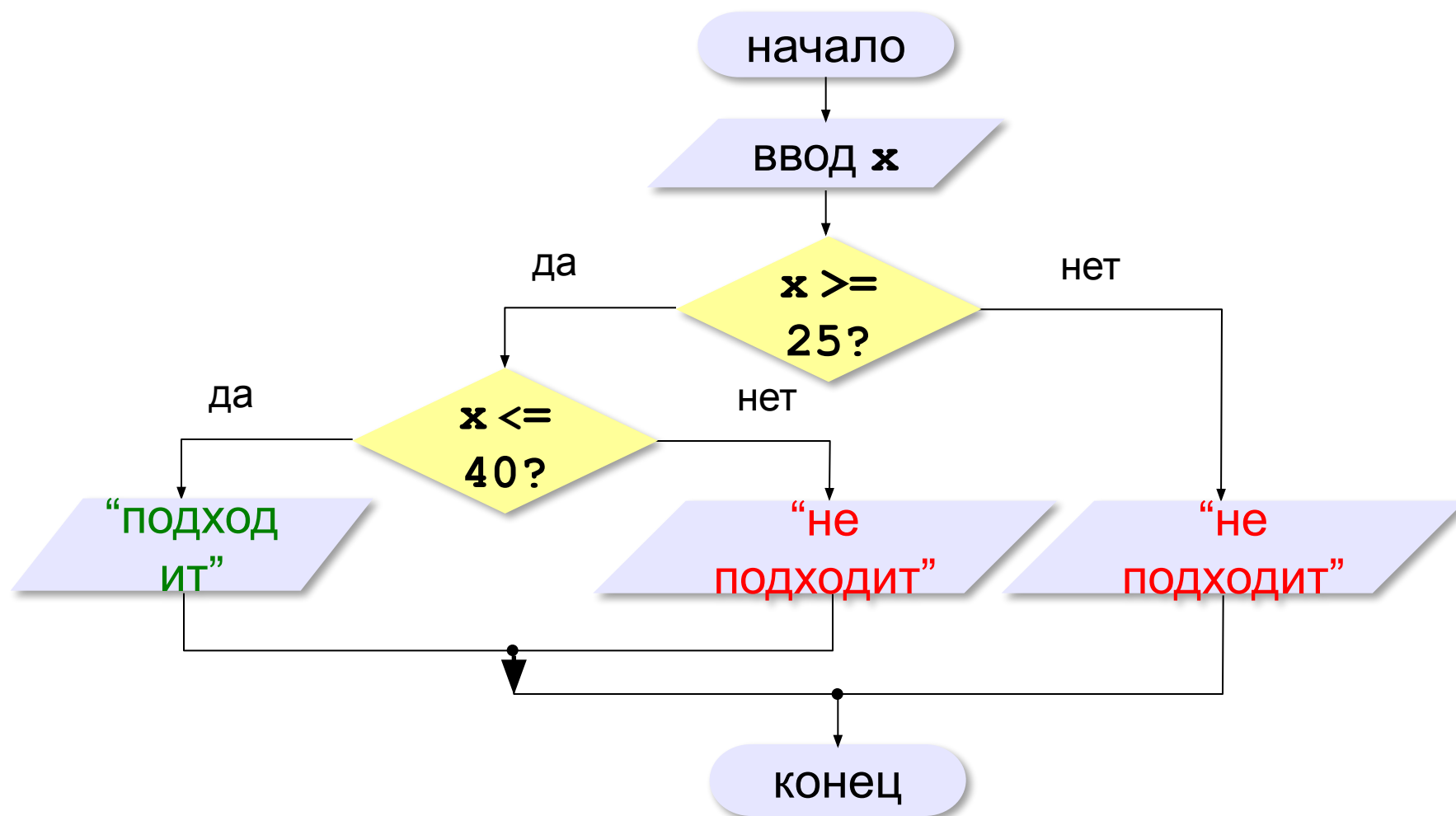
**Задача.** Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ «подходит» или «не подходит»).

**Особенность:** надо проверить, выполняются ли два условия одновременно.



Можно ли решить известными методами?

# Вариант 1. Алгоритм



# Вариант 1. Программа

алг **Сотрудник**

нач

**цел** **x**

**вывод** "Введите ваш возраст", **нс**

**ввод** **x**

**если** **x** **>= 25** **то**

**если** **x** **<= 40** **то**

**вывод** "Подходит!"

**иначе**

**вывод** "Не подходит."

**все**

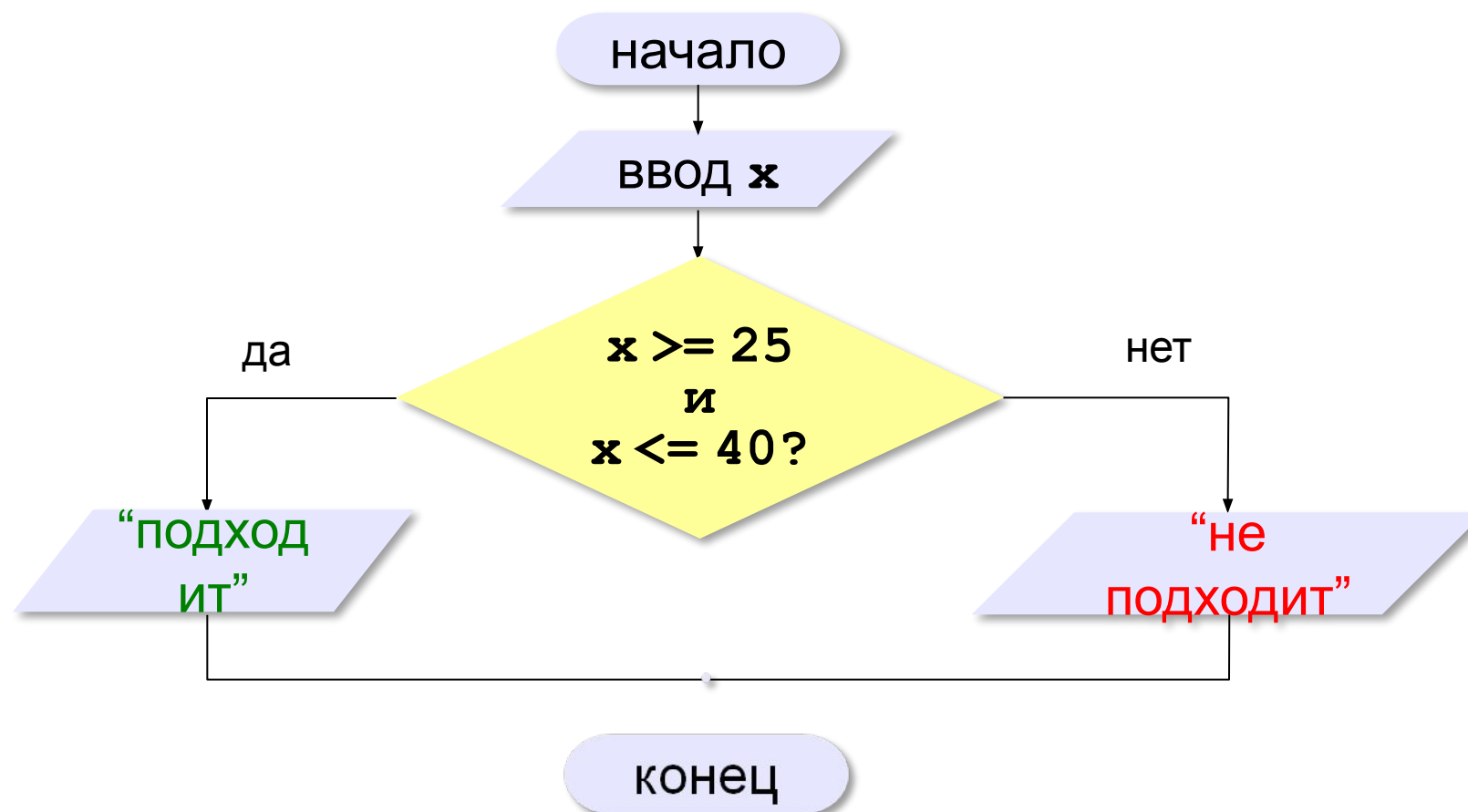
**иначе**

**вывод** "Не подходит."

**все**

**кон**

# Вариант 2. Алгоритм



## Вариант 2. Программа

алг **Сотрудник**

нач

**цел** **x**

**вывод** "Введите ваш возраст", **нс**

**ввод** **x**

**если** **x**  $\geq$  25 и **x**  $\leq$  40 **то**

**вывод** "Подходит!"

**иначе**

**вывод** "Не подходит."

**все**

**конец**

сложное  
условие

# Сложные условия

## Простые условия (отношения)

равно

&lt;   &lt;=   &gt;   &gt;=   =   &lt;&gt;

не равно

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

- **И** – одновременное выполнение условий

$$x \geq 25 \text{ И } x \leq 40$$

- **ИЛИ** – выполнение хотя бы одного из условий

$$x \leq 25 \text{ ИЛИ } x \geq 40$$

- **НЕ** – отрицание, обратное условие

$$\text{НЕ } (x > 25) \quad \Leftrightarrow$$
$$x \leq 25$$

# Сложные условия

## Порядок выполнения (приоритет = старшинство)

- выражения в скобках
- НЕ
- <, <=, >, >=, =, <>
- И
- ИЛИ

## Пример

2      1      6      3      5      4  
если не (a > 2) или с <> 5 и b < a то  
...  
все



# Сложные условия

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

**не**  $(a > b)$

Да

$a < b$  **и**  $b < c$

Да

$a > c$  **или**  $b > c$

Нет

$a < b$  **и**  $b > c$

Нет

$a > c$  **и**  $b > d$

Нет

**не**  $(a \geq b)$  **или**  $c = d$

Да

$a \geq b$  **или не**  $(c < b)$

Да

$a > c$  **или**  $b > c$  **или**  $b > a$

Да

# Сложные условия

Для каких значений  $x$  истинны условия:

$x < 6$  и  $x < 10$

$x < 6$

$x < 6$  и  $x > 10$

нет таких

$x > 6$  и  $x < 10$

$6 < x < 10$

$x > 6$  и  $x > 10$

$x > 10$

$x < 6$  или  $x < 10$

$x < 10$

$x < 6$  или  $x > 10$

$x > 6$  или  $x < 10$

все  $x$

$x > 6$  или  $x > 10$

$x > 6$

# Задания

---

**«3»:** Ввести три числа и определить, верно ли, что они вводились в порядке возрастания.

*Пример:*

Введите три числа:

4 5 17

да

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

*Пример:*

Введите номер месяца:

4

весна

# Задания

---

**«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 алгоритмическом языке

## Тема 4. Циклы

# Циклы

---

**Цикл** – это многократное выполнение одинаковых 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

---

алг **Привет**

нач

вывод "Привет" , НС

вывод "Привет" , НС

вывод "Привет" , НС

вывод "Привет" , НС

вывод "Привет" , НС

кон



Что плохо?

# Циклы

начало цикла

алг **Привет**

нач

тело цикла

нц **5** раз

вывод **"Привет!"**, нс

конец цикла

кц

кон

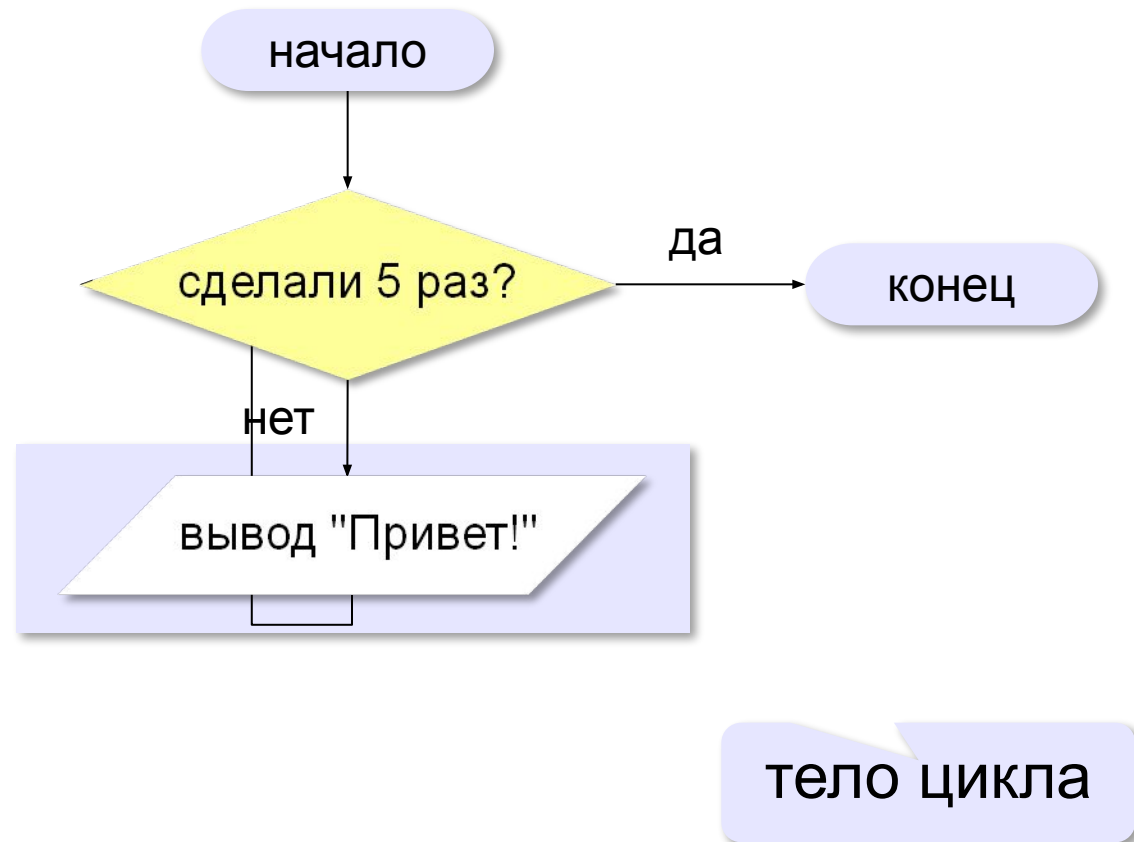


Как выглядит блок-схема?



# Циклы

Блок-схема:



# Число шагов – переменная

---

**Задача:** ввести количество повторения с клавиатуры.

```
алг Привет
нач
    цел N
    вывод "Сколько раз?", нс
    ввод N
    нц N раз
        вывод "Привет!", нс
    кц
кон
```

# Задания

---

**«3»:** Ввести натуральное число и вывести в строчку все числа от 1 до этого числа.

*Пример:*

Введите натуральное число:

4

Ответ: 1 2 3 4

**«4»:** Ввести два целых числа, найти их произведение, не используя операцию умножения.

*Пример:*

Введите два числа:

4 15

4\*15=60

# Задания

---

**«5»:** Ввести натуральное число  $N$  и найти сумму всех чисел от 1 до  $N$  ( $1+2+3+\dots+N$ ).

*Пример:*

Введите число слагаемых:

**100**

Сумма чисел от 1 до 100 равна 5050

# Циклы

алг **Привет**

нач

нц **5** раз

вывод **"Привет!"**, нс

кц

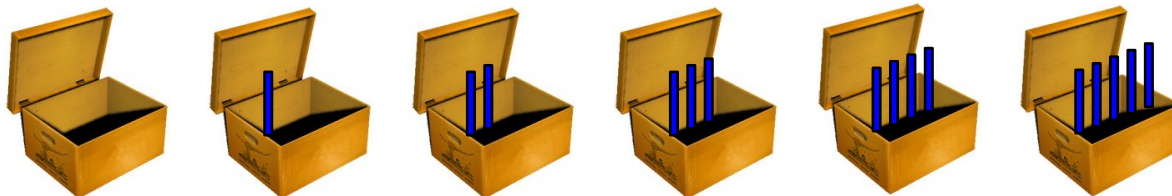
кон



Как отсчитать ровно 5 раз?

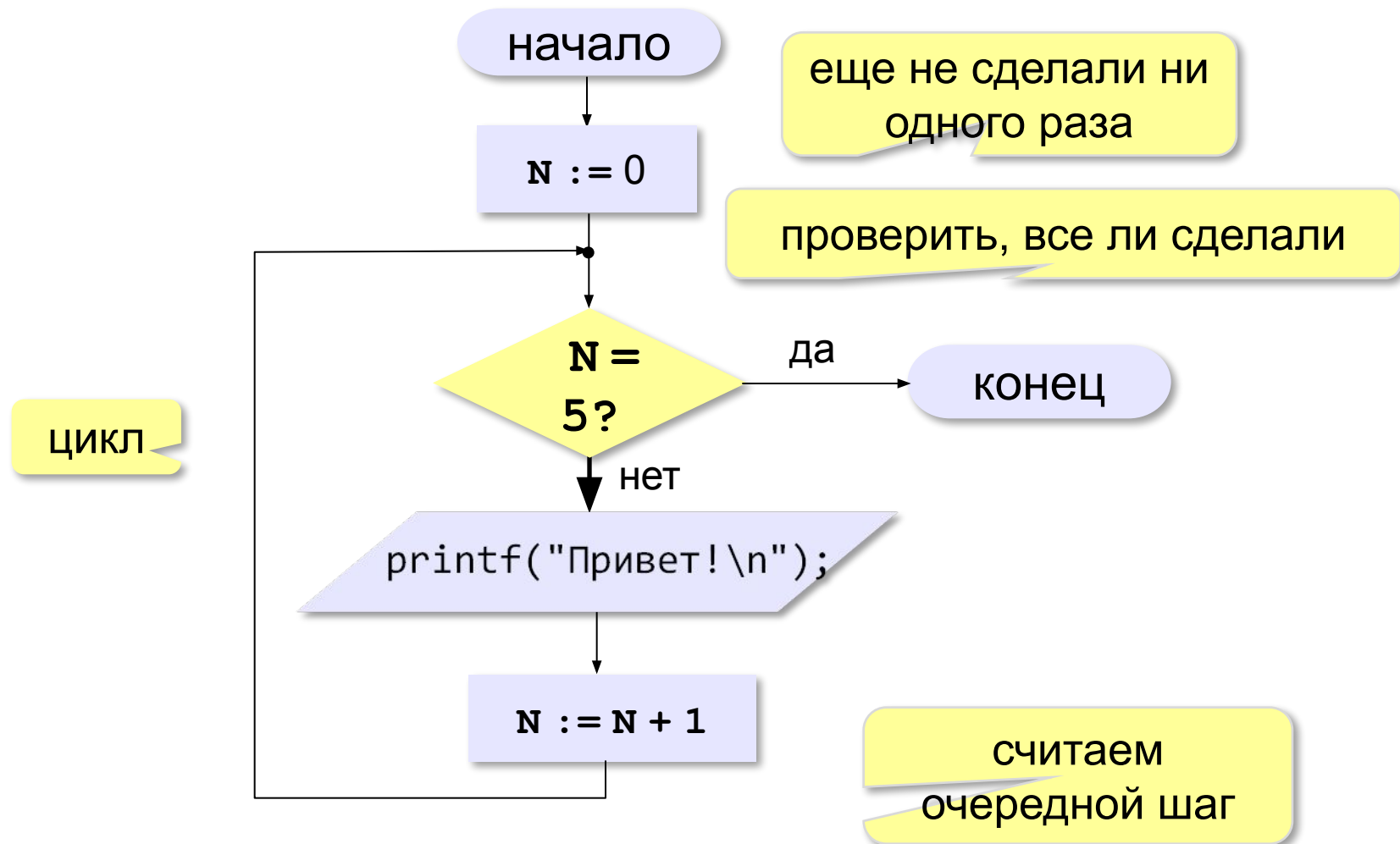


Как запоминать, сколько раз уже сделали?



**$N := N + 1$**

# Блок-схема алгоритма



# Цикл с условием

---

```
алг Привет 2
нач
  цел N
  N := 0
  нц пока N <> 5
    вывод "Привет! ", нс
    N := N + 1
  кц
кон
```

## Цикл с условием

Вместо знаков вопроса добавьте числа и операторы так, чтобы цикл выполнялся ровно 5 раз:

```
алг Привет 3
нач
  цел N
  N := 5
  нц пока N <> 0
    вывод "Привет! ", нс
    N := N - 1
  кц
кон
```



# Что получим?

```
алг Пример 1  
нач  
  цел N  
  N := 1  
  нц пока N <= 5  
    вывод N, нс  
    N := N + 1  
  кц  
кон
```



1  
2  
3  
4  
5

# Что получим?

алг **Пример 2**

нач

**цел** N

N := 1

нц пока N ≤ 5

**вывод** N, нс

    N := N + 2

кц

кон



1  
3  
5

# Что получим?

```
алг Пример 3
нач
  цел N
  N := 2
  нц пока N <> 5
    вывод N, нс
    N := N + 2
  кц
кон
```



2  
4  
6  
8  
10  
12  
14  
16  
...



Условие цикла никогда не станет ложным – это заикливание!

# Что получим?

алг **Пример 4**

нач

**цел** N

N := 1

нц пока N <= 5

**вывод** N\*N\*N, нс

    N := N + 1

кц

кон



1  
8  
27  
64  
125

# Что получим?

алг **Пример 5**

нач

**цел** N

N := 5

нц пока N >= 1

**вывод** N\*N\*N, нс

    N := N - 1

кц

кон



125

64

27

8

1

# Задания

---

**«3»:** Ввести натуральное число вывести квадраты и кубы всех чисел от 1 до этого числа.

*Пример:*

Введите натуральное число:

3

1: 1 1

2: 4 8

3: 9 27

**«4»:** Ввести два целых числа  $a$  и  $b$  ( $a \leq b$ ) и вывести квадраты все чисел от  $a$  до  $b$ .

*Пример:*

Введите два числа:

4 5

4\*4=16

5\*5=25

# Задания

---

**«5»:** Ввести два целых числа  $a$  и  $b$  ( $a \leq b$ ) и вывести сумму квадратов всех чисел от  $a$  до  $b$ .

*Пример:*

Введите два числа:

**4 10**

Сумма квадратов **371**

## Циклы с условием

---

**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.

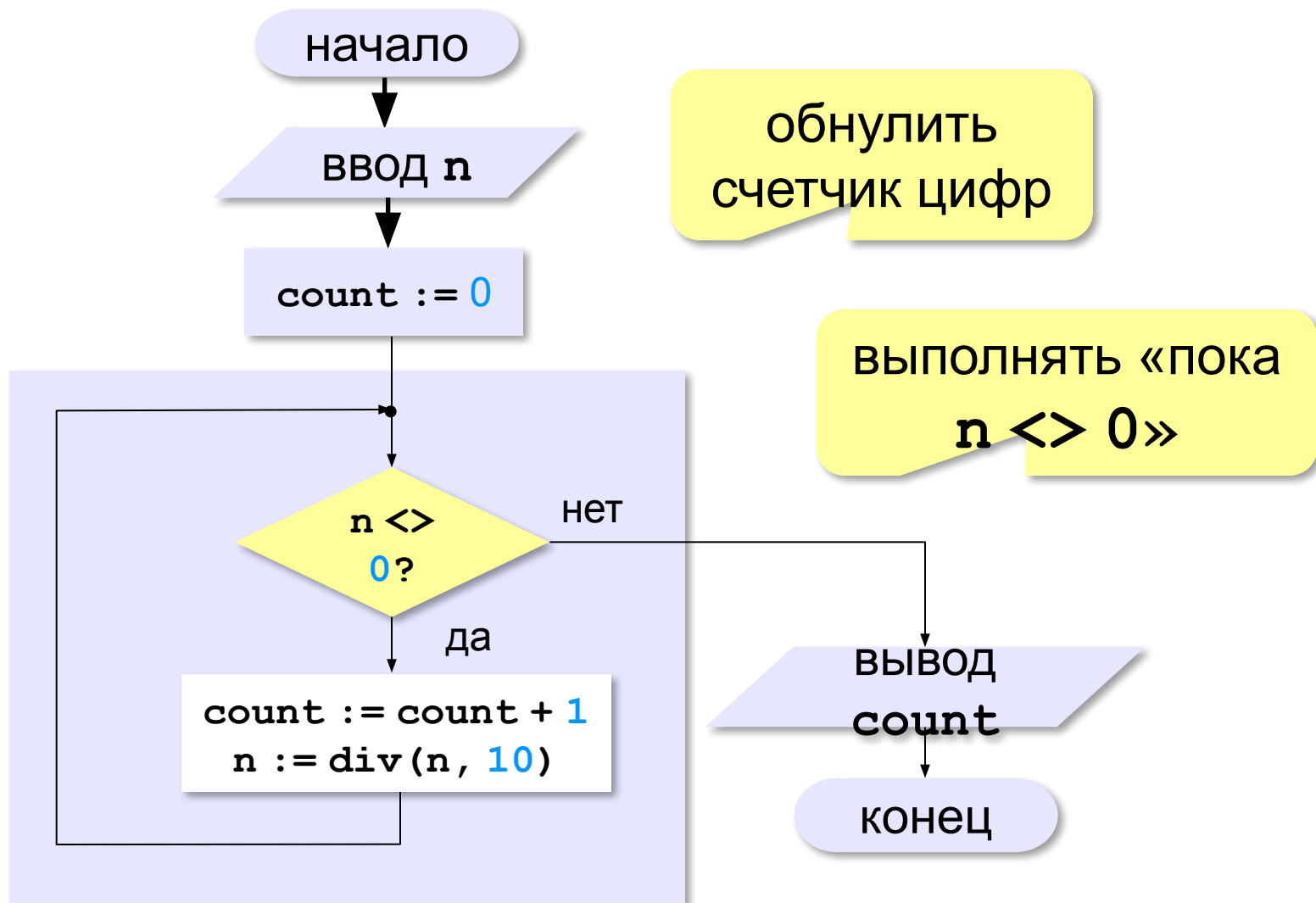
n	count
123	0
12	1
1	2
0	3

**Проблема:** Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

**Решение:** Надо остановиться, когда  $n = 0$ , т.е. надо делать «пока  $n \neq 0$ ».



# Блок-схема алгоритма



# Программа

алг Число цифр

нач

цел  $n$ , count,  $n1$

вывод "Введите целое число", нс

ввод  $n$ ;  $n1 := n$

count := 0

нц пока  $n \neq 0$

count := count + 1

$n := \text{div}(n, 10)$

кц

вывод "В числе ",  $n1$ , " нашли ", count, " цифр"

кон



Что плохо?

# Цикл с условием

---

## Особенности:

- МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЛОЖНЫЕ УСЛОВИЯ:

```
нц пока  $a < 10$  и  $b > 5$   
     $a := a + 5$ ;  $b := b - 2$   
кц
```

- МОЖНО ЗАПИСЫВАТЬ В ОДНУ СТРОЧКУ, РАЗДЕЛЯЯ КОМАНДЫ ТОЧКОЙ С ЗАПЯТОЙ:

```
нц пока  $a < b$ ;  $b := b - 2$  кц
```

# Цикл с условием

---

## Особенности:

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

```
а := 4; b := 6  
нц пока а > b; а := а - b кц
```

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

```
а := 4; b := 6  
нц пока а < b; d := а + b кц
```

# Сколько раз выполняется цикл?

$a := 4; b := 6$

нц пока  $a < b$ ;  $a := a + 1$  кц

2 раза

$a = 6$

$a := 4; b := 6$

нц пока  $a < b$ ;  $a := a + b$  кц

1 раз

$a = 10$

$a := 4; b := 6$

нц пока  $a > b$ ;  $a := a + 1$  кц

0 раз

$a = 4$

$a := 4; b := 6$

нц пока  $a < b$ ;  $b := a - b$  кц

1 раз

$b = -2$

$a := 4; b := 6$

нц пока  $a < b$ ;  $a := a - 1$  кц

**зацикливание**

## Задания

---

**«3»:** Ввести целое число и определить, верно ли, что в нём ровно 3 цифры.

*Пример:*

Введите число:            Введите число:

**123**

**1234**

Да.

Нет.

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

*Пример:*

Введите целое число:

**1234**

Сумма цифр числа 1234 равна 10.

# Задания

---

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

*Пример:*

Введите целое число:

**1232**

Нет.

Введите целое число:

**1224**

Да.

«6»: Ввести целое число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры, **НЕ** обязательно стоящие рядом.

*Пример:*

Введите целое число:

**1234**

Нет.

Введите целое число:

**1242**

Да.

## Задания-2

---

**«3»:** Ввести целое число и определить, верно ли, что в нём ровно 1 цифра «9».

*Пример:*

Введите число:

**193**

Да.

Введите число:

**1994**

Нет.

**«4»:** Ввести целое число и определить, верно ли, что все его цифры четные.

*Пример:*

Введите число:

**2684**

Да.

Введите число:

**2994**

Нет.



## Задания-2

---

**«5»:** Ввести целое число и определить, верно ли, что все его цифры расположены в порядке возрастания.

*Пример:*

Введите целое число:

1238

Да.

Введите целое число:

1274

Нет.

**«6»:** Ввести целое число и «перевернуть» его, так чтобы первая цифра стала последней и т.д.

*Пример:*

Введите целое число:

1234

4321

Введите целое число:

782

287

# Вычисление НОД

**НОД** = наибольший общий делитель двух натуральных чисел – это наибольшее число, на которое оба исходных числа делятся без остатка.

## Перебор:

1. Записать в переменную  $k$  минимальное из двух чисел.
2. Если  $a$  и  $b$  без остатка делятся на  $k$ , то стоп.
3. Уменьшить  $k$  на 1.
4. Перейти к шагу 2.



Где будет НОД?



Почему алгоритм обязательно закончится?

это цикл с  
условием!

# Алгоритм Евклида

**Надо:** вычислить наибольший общий делитель (НОД) чисел  $a$  и  $b$ .

Заменяем большее из двух чисел **разностью** большего и меньшего до тех пор, пока они не станут равны. Это и есть НОД.

$$\begin{aligned}\text{НОД}(a, b) &= \text{НОД}(a-b, b) \\ &= \text{НОД}(a, b-a)\end{aligned}$$



Евклид  
(365-300 до. н. э.)

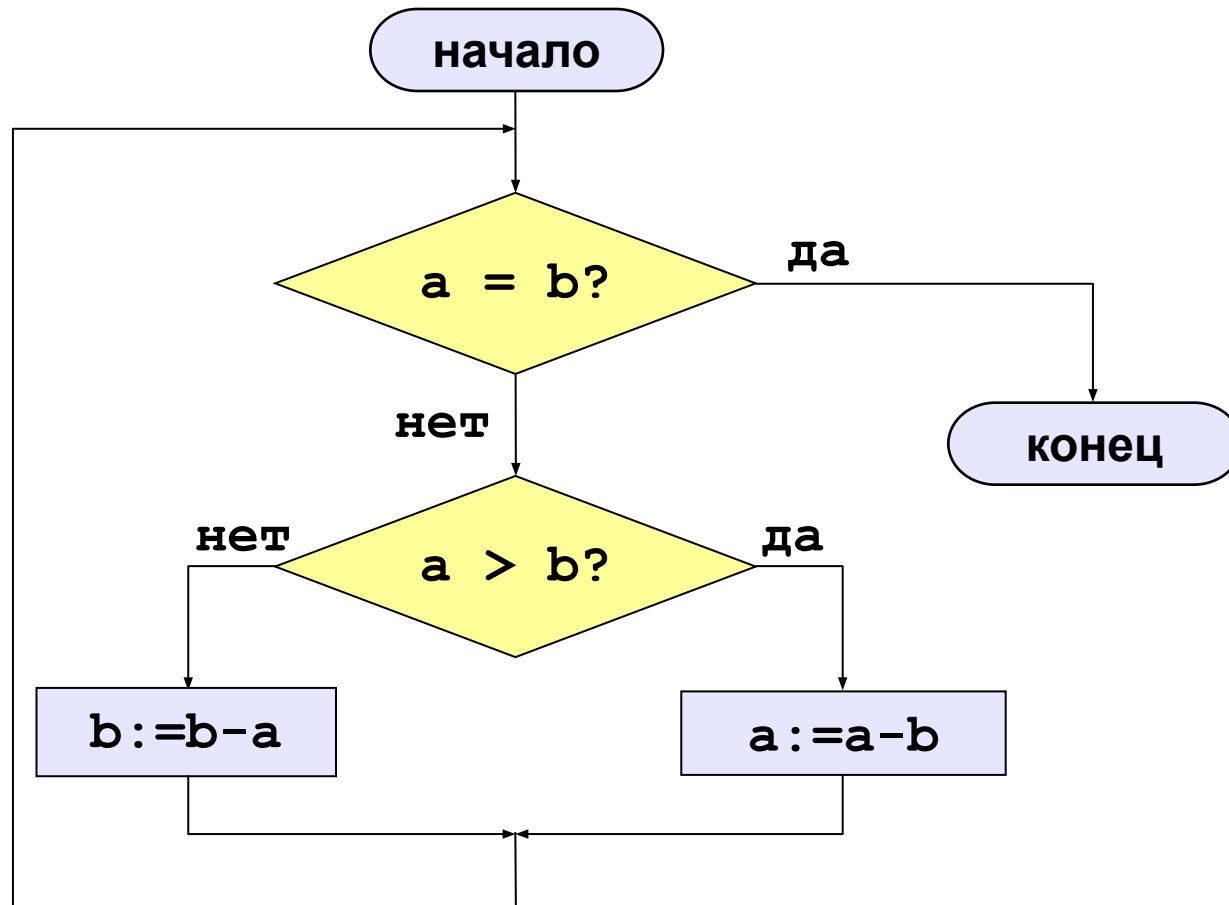
**Пример:**

$$\begin{aligned}\text{НОД}(14, 21) &= \text{НОД}(14, 21-14) = \text{НОД}(14, 7) \\ &= \text{НОД}(7, 7) = 7\end{aligned}$$

⊖ много шагов при большой разнице чисел:


$$\text{НОД}(1998, 2) = \text{НОД}(1996, 2) = \dots = 2$$


# Блок-схема алгоритма



# Алгоритм Евклида

```
нц пока  $a \neq b$   
  если  $a > b$   
    то  $a := a - b$   
  иначе  $b := b - a$   
все  
кц
```

 Где будет НОД? Как его вывести?

 Как вывести НОД в формате  $\text{НОД}(14,21) = 7$ ?

 А без дополнительных переменных?

## Модифицированный алгоритм Евклида

Заменяем большее из двух чисел **остатком от деления** большего на меньшее до тех пор, пока меньшее не станет равно нулю. Тогда большее — это НОД.

$$\begin{aligned}\text{НОД}(a, b) &= \text{НОД}(\text{mod}(a, b), b) \\ &= \text{НОД}(a, \text{mod}(b, a))\end{aligned}$$

**Пример:**

$$\text{НОД}(14, 21) = \text{НОД}(14, 7) = \text{НОД}(0, 7) =$$

**Еще <sup>7</sup> один вариант:**

$$\text{НОД}(2 \cdot a, 2 \cdot b) = 2 \cdot \text{НОД}(a, b)$$

$$\text{НОД}(2 \cdot a, b) = \text{НОД}(a, b) \quad | \quad \text{при нечетном } b$$

# Алгоритм Евклида

---

«3»: Составить программу для вычисления НОД с помощью алгоритма Евклида.

«4»: Составить программу для вычисления НОД с помощью **модифицированного** алгоритма Евклида и заполнить таблицу:

a	64168	358853	6365133	17905514	549868978
b	82678	691042	11494962	23108855	298294835
НОД (a, b)					

# Алгоритм Евклида

---

**«5»:** Выполнить задание на «4» и подсчитать число шагов алгоритма для каждого случая.

<b>a</b>	64168	358853	6365133	17905514	549868978
<b>b</b>	82678	691042	11494962	23108855	298294835
<b>НОД (a , b)</b>					
<b>шагов</b>					



# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 5. Циклы с переменной

# Цикл с переменной

---

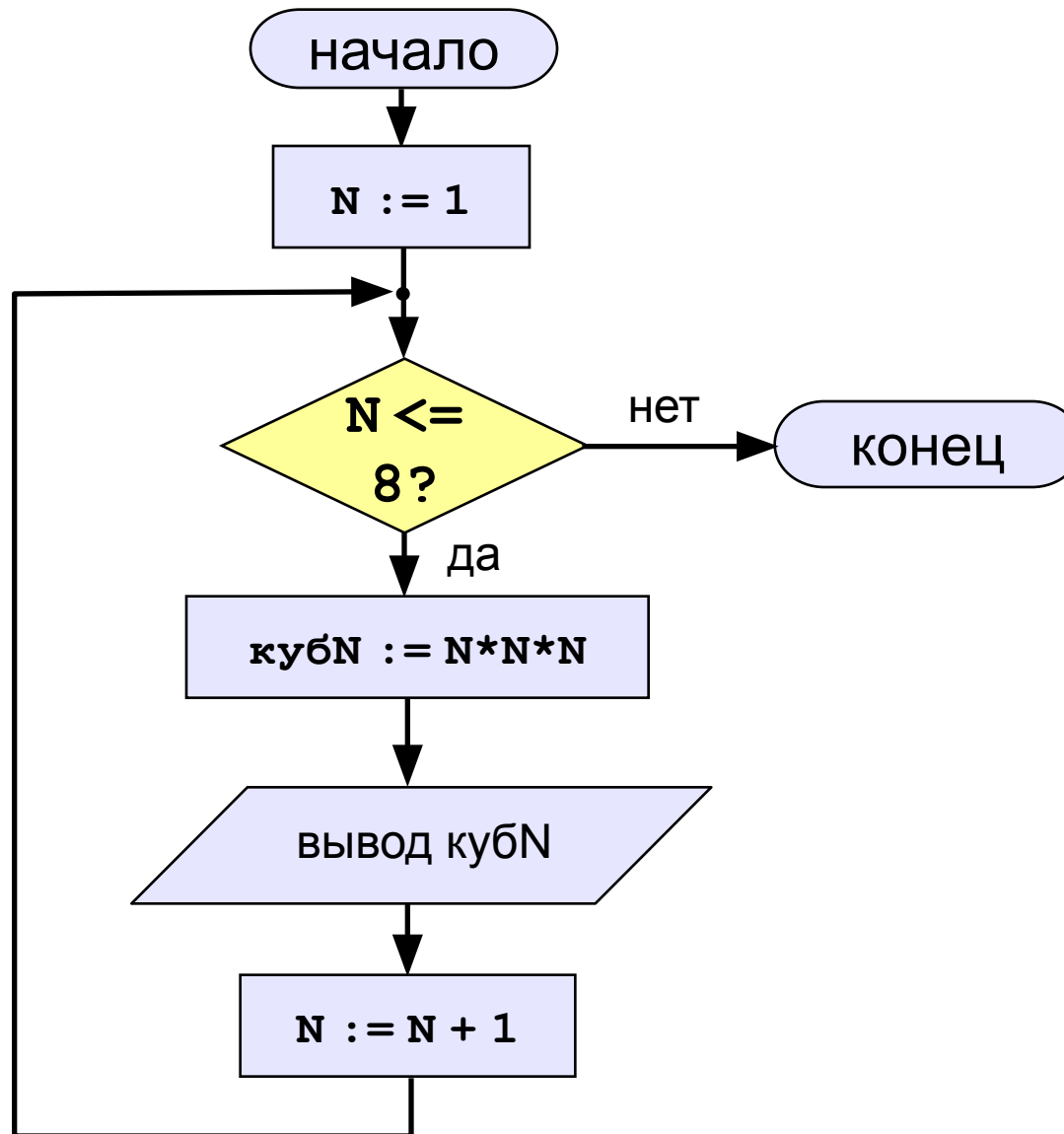
**Задача:** вывести кубы чисел от 1 до 8.



Можно ли решить известными способами?

1. Нужны ли переменные? Сколько?
2. Как они должны изменяться?
3. Нужен ли цикл?

# Блок-схема алгоритма



# Цикл с переменной

Задача: вывести кубы натуральных чисел от 1 до 8.

алг **Кубы**

нач

**цел** N, кубN

N :=

1

нц пока N <= 8

кубN := N\*N\*N

вывод кубN, нс

N := N +

1

кц

кон

3 действия с N

# Цикл с переменной

Задача: вывести кубы натуральных чисел от 1 до 8.

алг **Кубы**

нач

для 1, 2, 3, ..., 8

**цел** N, кубN

нц для N от 1 до 8

кубN := N\*N\*N

вывод кубN, нс

кц

кон



Как обойтись без переменной кубN?

# Цикл с переменной

Задача: вывести кубы чётных чисел от 2 до 8.

алг **Кубы**

нач

для 2, 4, 6, 8

цел N, кубN

нц для N от 2 до 8 шаг 2

кубN := N\*N\*N

вывод кубN, нс

только целые!

кц

кон

# Сколько раз выполняется цикл?

```
а := 1
```

```
нц для і от 1 до 3; а:=а+1 кц
```

a = 4

```
а := 1
```

```
нц для і от 3 до 1; а:=а+1 кц
```

a = 1

```
а := 1
```

```
нц для і от 1 до 3 шаг -1; а:=а+1 кц
```

a = 1

```
а := 1
```

```
нц для і от 3 до 1 шаг -1; а:=а+1 кц
```

a = 4

# Цикл с переменной

## Особенности:

- переменная цикла может быть только целой (**цел**)
- начальное и конечное значения и шаг – целые
- можно записывать в одну строчку, разделяя команды точкой с запятой:

```
нц для n от 1 до 4; вывод n кц
```

- если шаг  $> 0$  и конечное значение  $<$  начального, цикл не выполняется ни разу (проверка условия в начале цикла, цикл с предусловием)
- если шаг  $< 0$  и конечное значение  $>$  начального, цикл не выполняется ни разу



# Замена одного вида цикла на другой

```
нц для  $i$  от 1 до 10  
  | тело цикла  
кц
```

```
нц для  $i$  от  $a$  до  $b$  шаг -1  
  | тело цикла  
кц
```

```
 $i := 1$   
нц пока  $i \leq 10$   
  | тело цикла  
   $i := i + 1$   
кц
```

```
 $i := a$   
нц пока  $i \geq b$   
  | тело цикла  
   $i := i - 1$   
кц
```

Замена цикла **для** на **пока** возможна **всегда**.

Замена **пока** на **для** возможна только тогда, когда можно заранее **вычислить число шагов цикла**.

# Задания

---

**«3»:** Ввести натуральное число  $N$  и вывести числа от  $N$  до 1 (через одно) в порядке убывания.

*Пример:*

Введите натуральное число:

**8**

Ответ: 8 6 4 2

## Задания

---

**«4»:** Ввести два целых числа  $a$  и  $b$  ( $a \leq b$ ) и вывести кубы всех чисел от  $a$  до  $b$ .

*Пример:*

Введите два числа:

4 6

$$4 * 4 * 4 = 64$$

$$5 * 5 * 5 = 125$$

$$6 * 6 * 6 = 216$$

**«5»:** Ввести целое число  $a$  и вывести сумму квадратов всех чисел от 1 до  $a$  с шагом 0.1.

*Пример:*

Введите последнее число:

3

Сумма 91.7

$$1^2 + 1.1^2 + 1.2^2 + \dots + a^2$$

## Задания-2

---

**«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

...

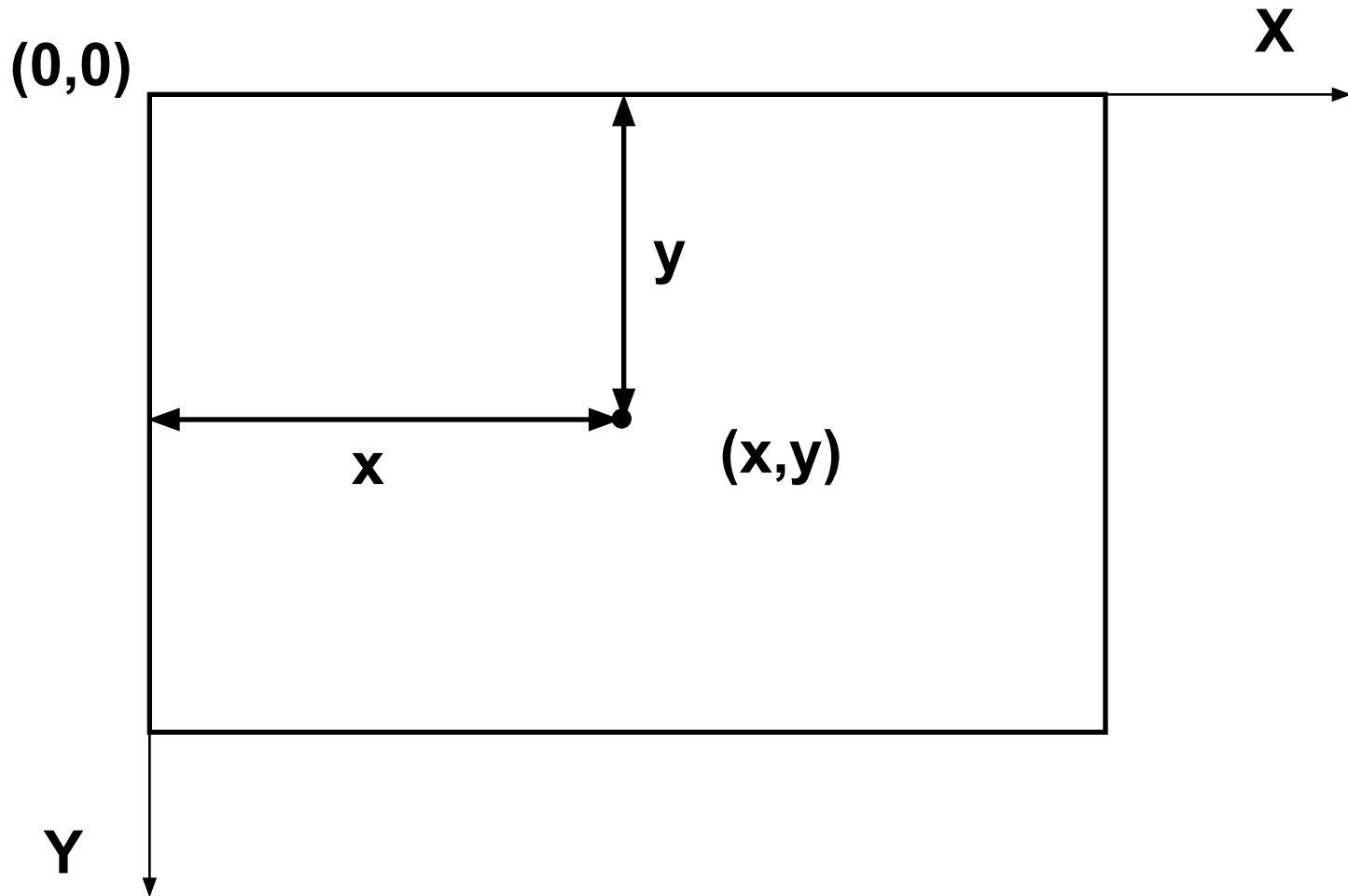
46: 2116 97336

# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 6. Графика

# Система координат

---



# Исполнитель Рисователь

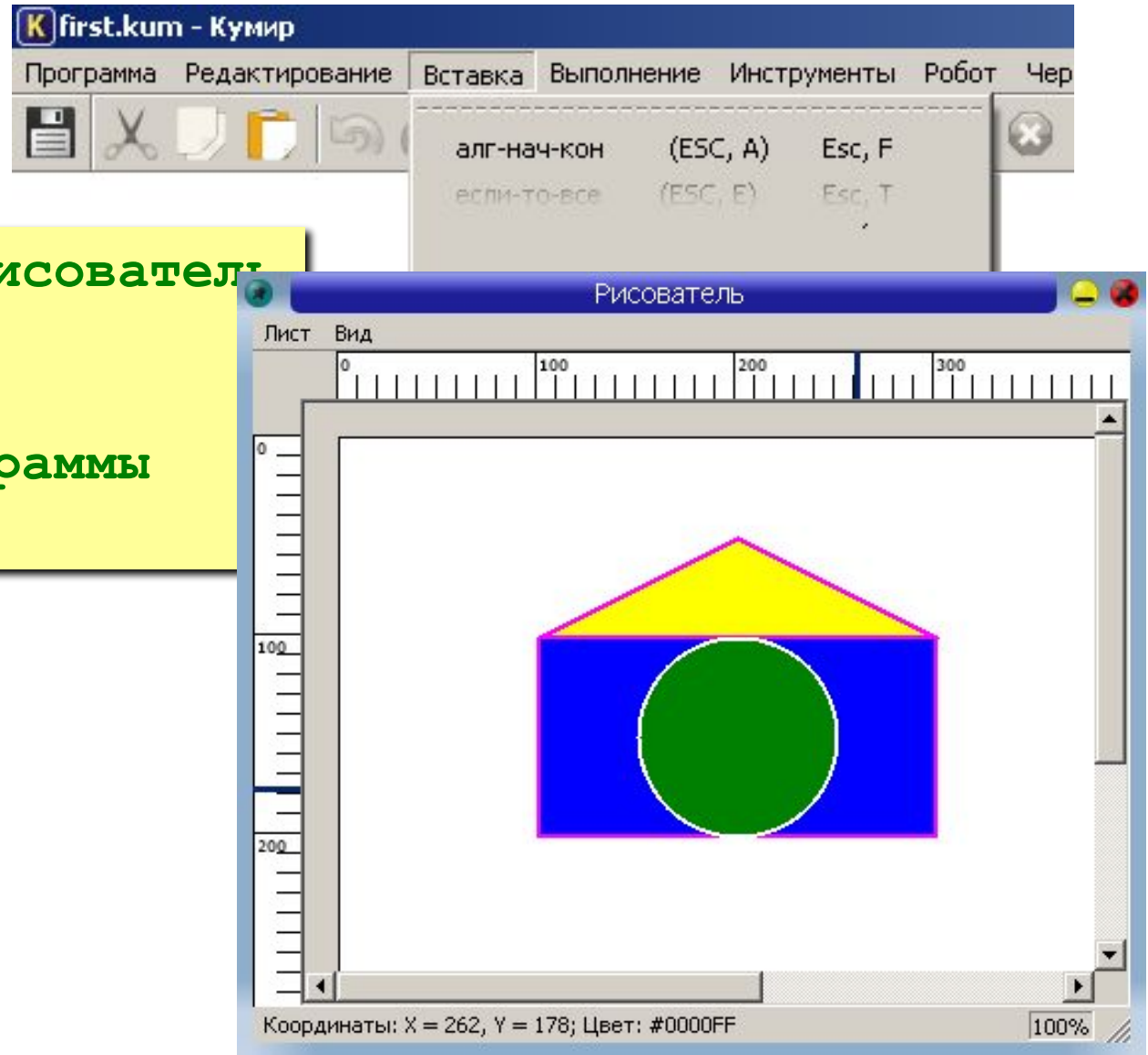
использовать Рисователь

алг

нач

| текст программы

кон



# Линии

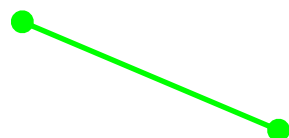
## Цвет и толщина линий:

толщина линии

перо (2, "синий")

черный	голубой
белый	зеленый
серый	желтый
фиолетовый	оранжевый
синий	красный

(10, 15)



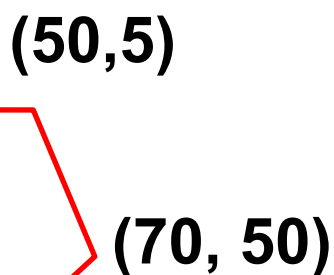
(90, 80)

перо (1, "зеленый")

линия (10, 15, 90, 80)

(5,5)

(50,5)



(70, 50)

(5,60)



(30,80)

перо (1, "красный")

в точку (5, 5)

линия в точку (50, 5)

линия в точку (70, 50)

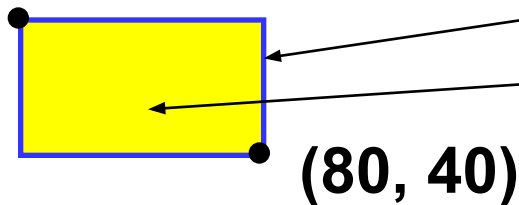
линия в точку (30, 80)

линия в точку (5, 60)



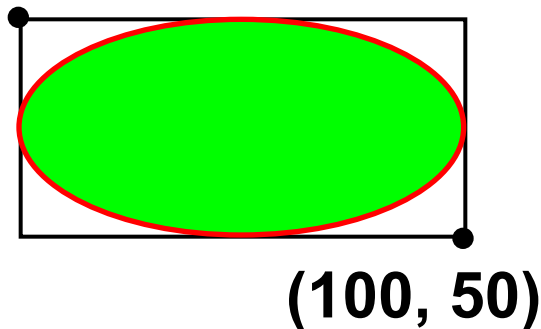
# Фигуры с заливкой

(0,0)



перо (1, "синий")  
 кисть ("желтый")  
 прямоугольник (0, 0, 80, 40)

(0,0)

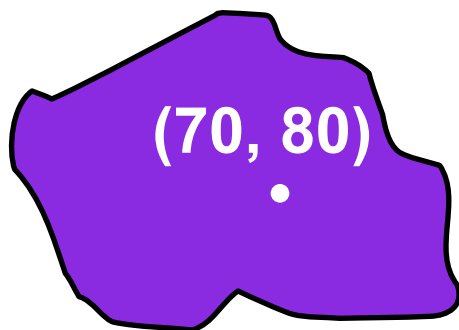


перо (1, "красный")  
 кисть ("зеленый")  
 эллипс (0, 0, 100, 50)



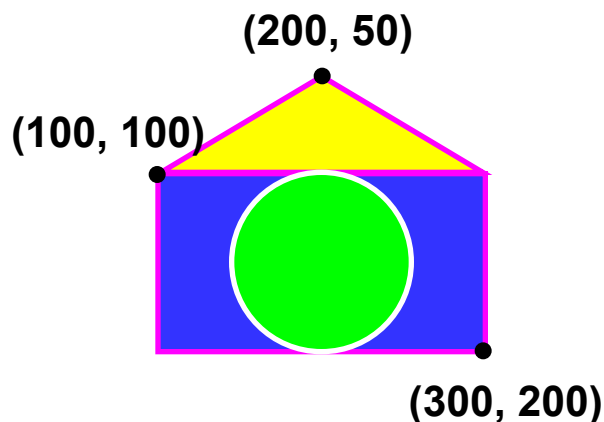
Как построить круг?

заливку



кисть ("фиолетовый")  
 залить (70, 80)

# Пример



использовать **Рисователь**

алг **Домик**

нач

перо (2, "фиолетовый")

кисть ("синий")

прямоугольник (100, 100, 300, 200)

в точку (100, 100)

линия в точку (200, 50)

линия в точку (300, 100)

кисть ("желтый")

залить (200, 75);

перо (2, "белый");

кисть ("зеленый");

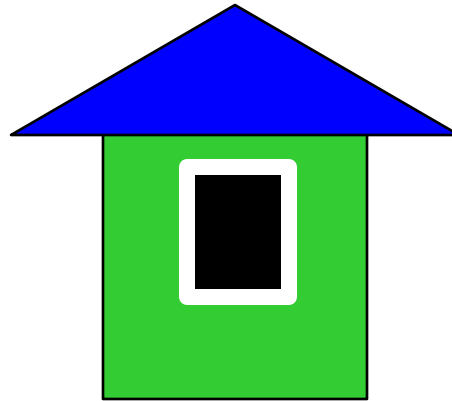
эллипс (150, 100, 250, 200);

кон

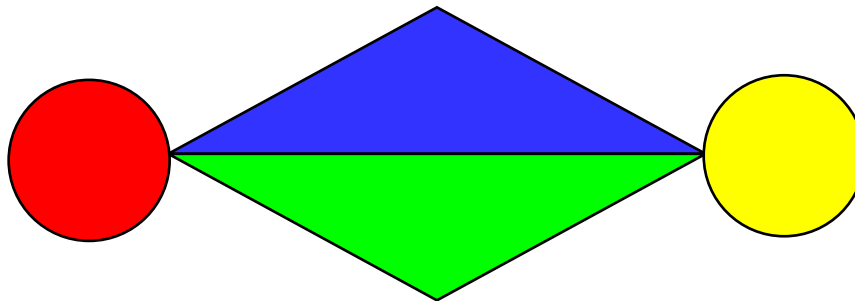
# Задания

---

«3»: «Домик»



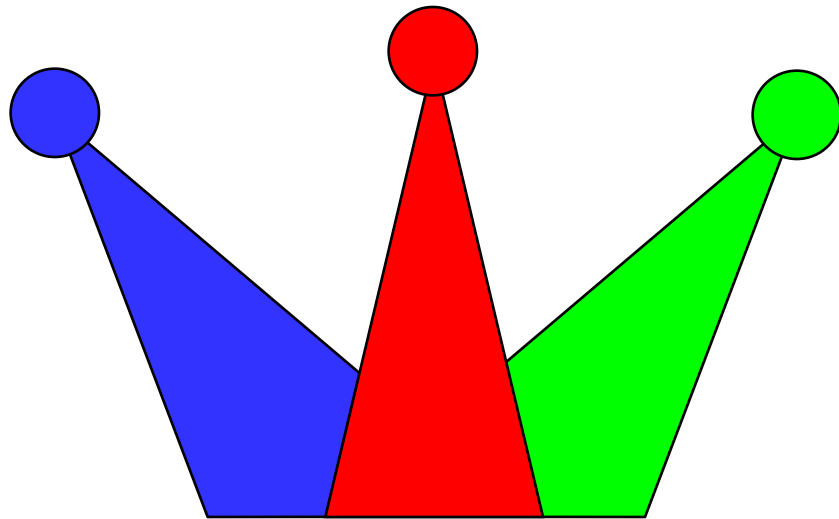
«4»: «Лягушка»



# Задания

---

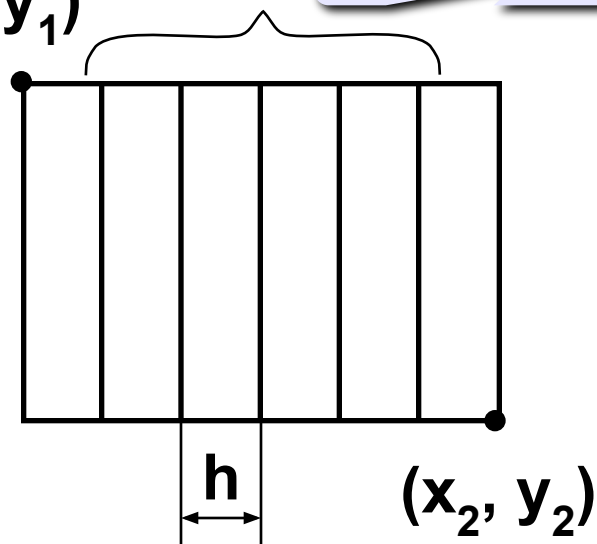
## «5»: «Корона»



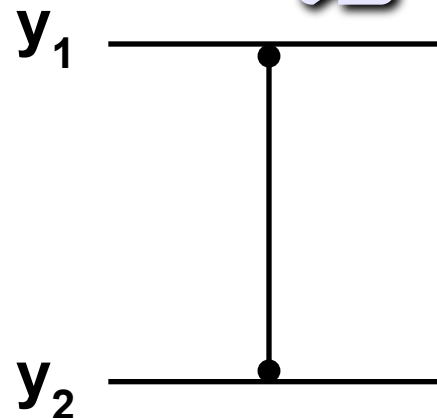
# Штриховка

$(x_1, y_1)$

N линий (N=5)



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



**прямоугольник**  $(x_1, y_1, x_2, y_2)$

$x := x_1 + h$

**линия**  $(x, y_1, x, y_2)$

$x := x + h$

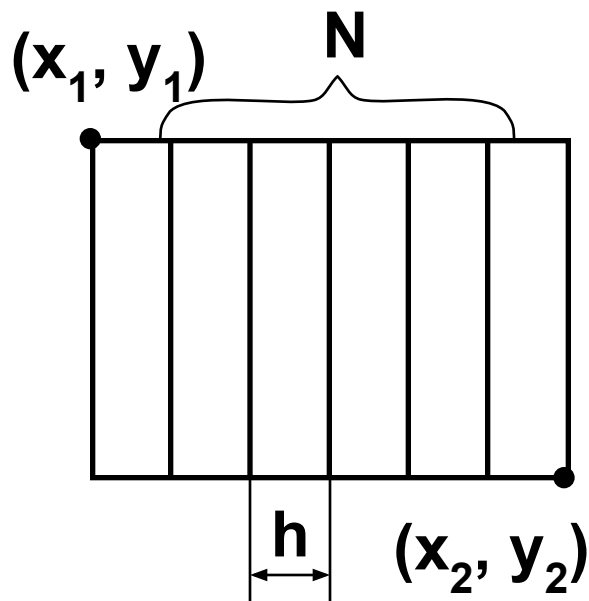
**линия**  $(x, y_1, x, y_2)$

$x := x + h$

...

цикл N раз

# Штриховка (программа)



использовать **Рисователь**

алг **Штриховка**

нач

**цел**  $N = 5$  | **число** **линий**

**цел**  $x1 = 100$ ,  $x2 = 300$

**цел**  $y1 = 100$ ,  $y2 = 200$

**вещ**  $h, x$

$h := (x2 - x1) / (N + 1)$

**прямоугольник**  $(x1, y1, x2, y2)$

$x := x1 + h$

нц  $N$  раз

**линия**  $(int(x), y1, int(x), y2)$

$x := x + h$

кц

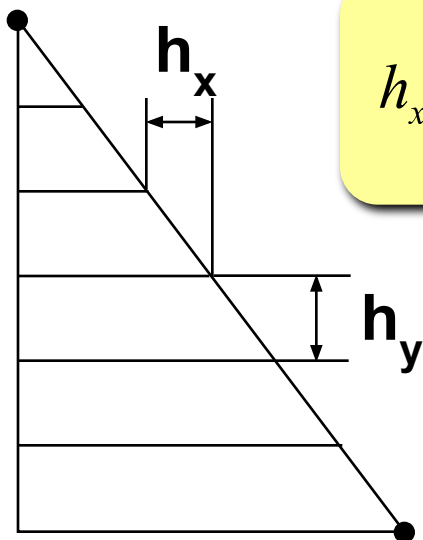
кон

целая часть



# Штриховка

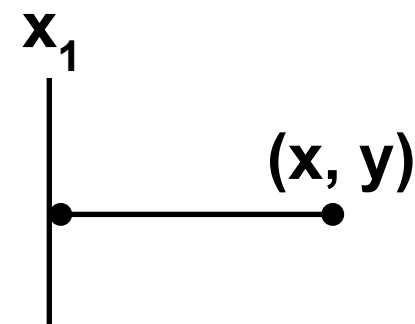
$(x_1, y_1)$



$(x_2, y_2)$

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

$$h_y = \frac{y_2 - y_1}{N + 1}$$



```
x := x1 + hx; y := y1 + hy
```

```
линия (x1, int(y), int(x), int(y))
```

```
x := x + hx; y := y + hy
```

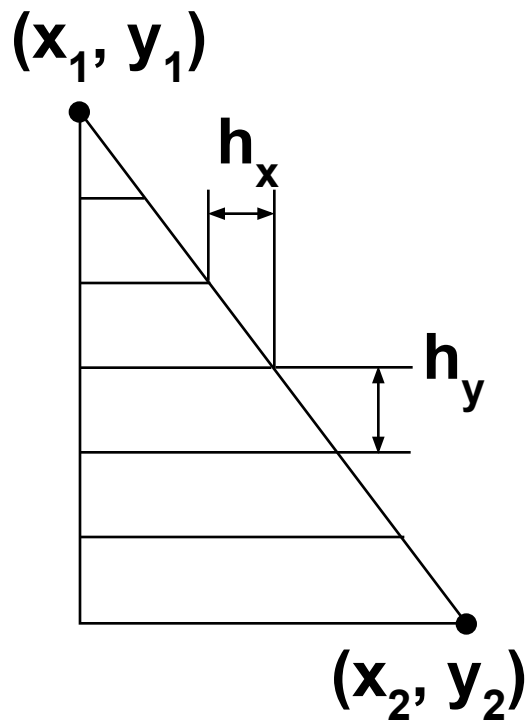
```
линия (x1, int(y), int(x), int(y))
```

```
x := x + hx; y := y + hy
```

```
...
```

цикл N раз

# Штриховка



```

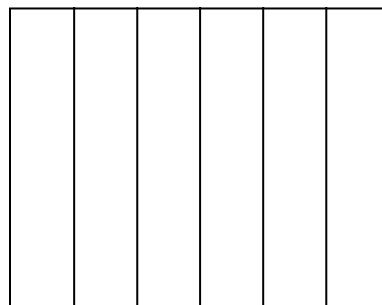
вещ hx, hy, x, y
hx := (x2 - x1) / (N + 1)
hy := (y2 - y1) / (N + 1)
в точку (x1, y1)
линия в точку (x1, y2)
линия в точку (x2, y2)
линия в точку (x1, y1)
x := x1 + hx; y := y1 + hy
нц N раз
    линия (x1, int(y), int(x), int(y))
    x := x + hx
    y := y + hy
кц
  
```



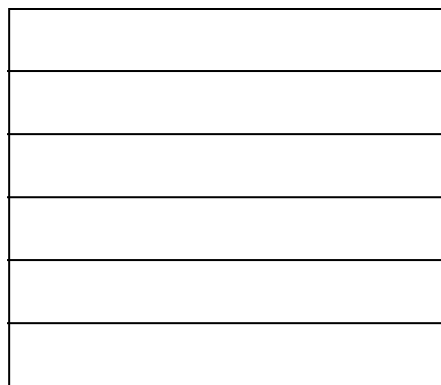
## Задания

---

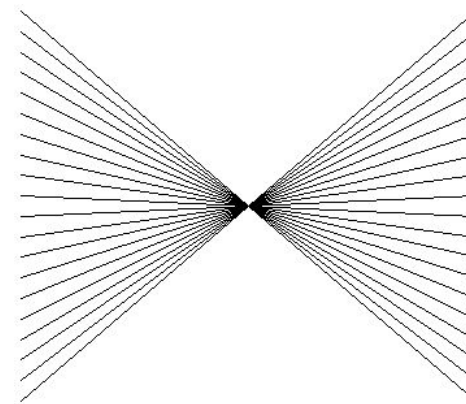
**«3»:** Ввести с клавиатуры количество линий,  
построить фигуру и выполнить штриховку:



**«4»:** Ввести с клавиатуры количество линий,  
построить фигуру и выполнить штриховку:



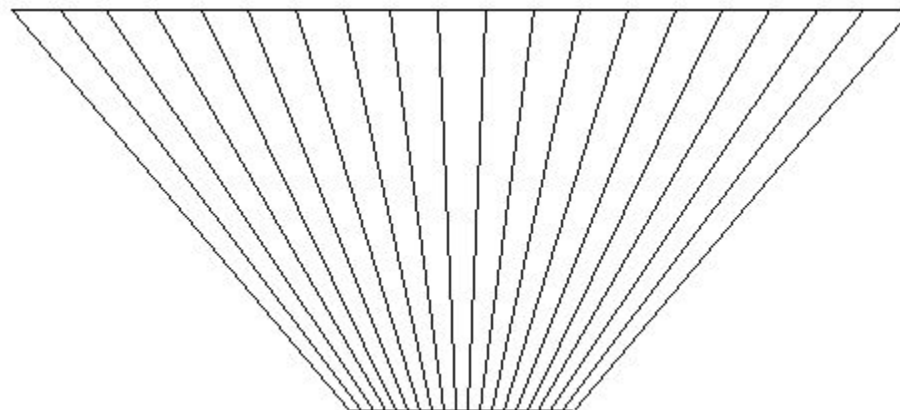
**или**



# Задания

---

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

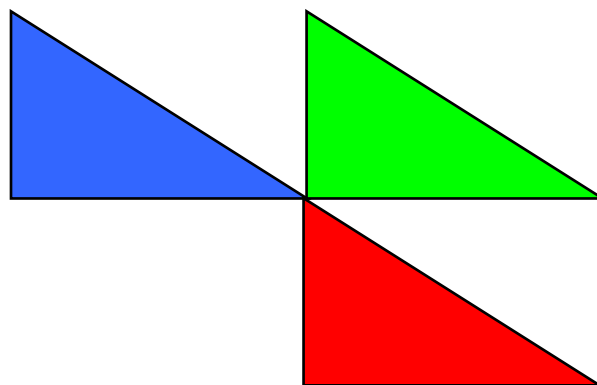


# Программирование на алгоритмическом языке

## **Тема 7. вспомогательные алгоритмы**

# Задача

---



Можно ли решить известными методами?

**Особенность:** три похожие фигуры.

**общее:** размеры, угол поворота

**отличия:** координаты, цвет

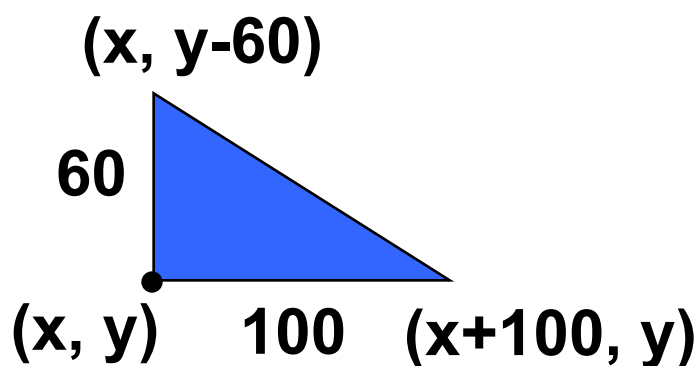


Сколько координат надо задать?

## С чего начать?

- найти похожие действия (три фигуры)
- найти **общее** (размеры, форма, угол поворота) и **отличия** (координаты, цвет)
- отличия = **параметры** алгоритма (доп. данные)

цепочка символов



использовать **Рисователь**

алг **Тр** (**цел**  $x, y$ , **лит** цвет)

нач

**в точку**  $(x, y)$

параметры

**линия в точку**  $(x, y-60)$

**линия в точку**  $(x+100, y)$

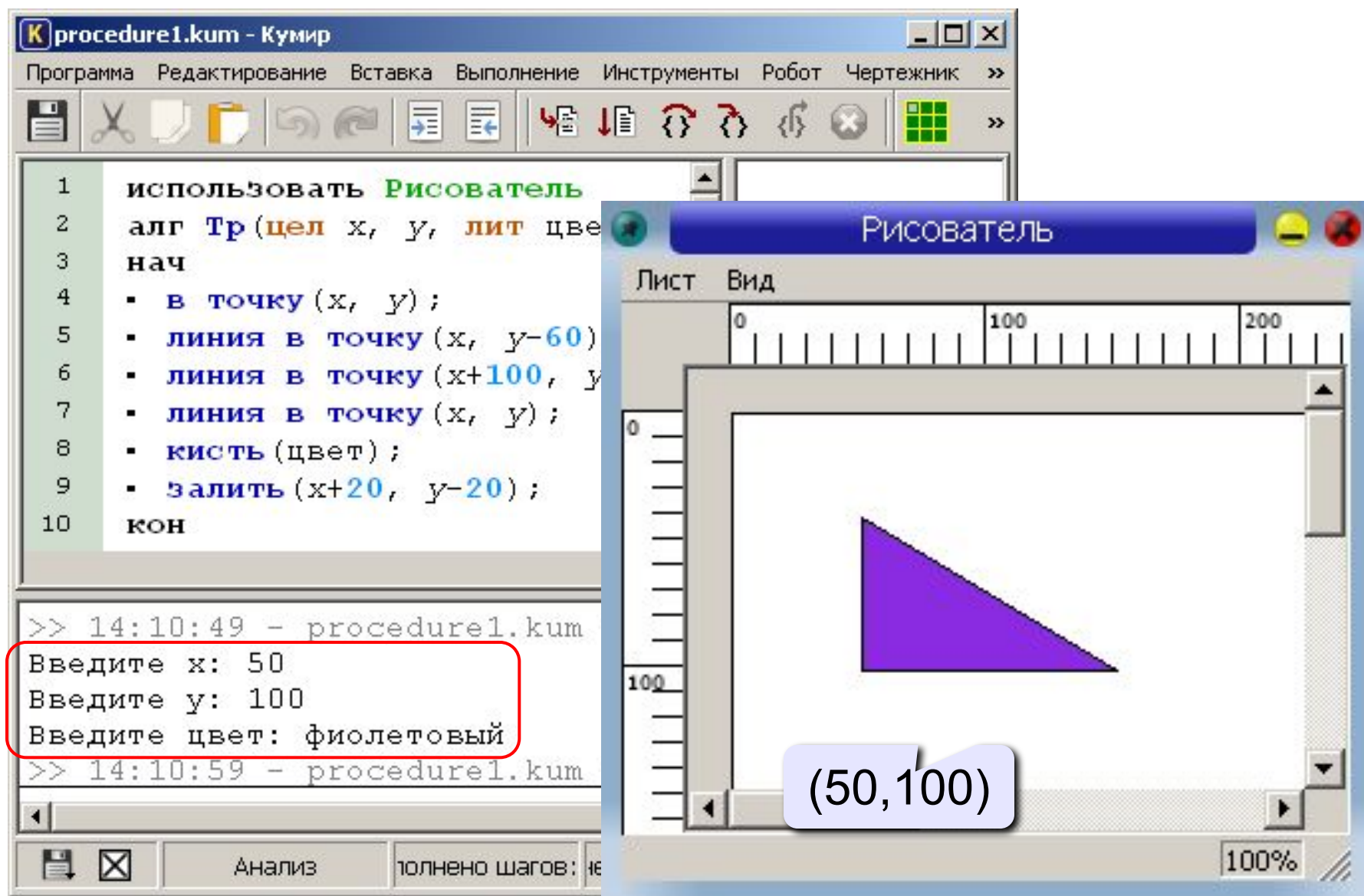
**линия в точку**  $(x, y)$

**кисть** (цвет)

**залить**  $(x+20, y-20)$

кон

# Если запустить?



The image shows a screenshot of a programming environment with two windows. The main window, titled "procedure1.kum - Кумир", contains the following code:

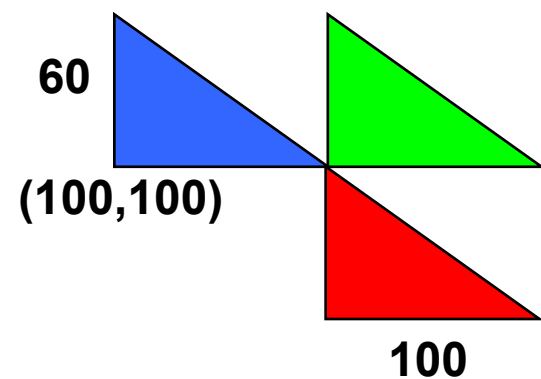
```
1 использовать Рисователь
2 алг Тр (цел x, y, лит цве
3 нач
4   ▪ в точку (x, y);
5   ▪ линия в точку (x, y-60)
6   ▪ линия в точку (x+100, y
7   ▪ линия в точку (x, y);
8   ▪ кисть (цвет);
9   ▪ залить (x+20, y-20);
10 кон
```

The execution log at the bottom shows the following steps:

```
>> 14:10:49 - procedure1.kum
Введите x: 50
Введите y: 100
Введите цвет: фиолетовый
>> 14:10:59 - procedure1.kum
```

The "Рисователь" window displays a coordinate grid with a purple triangle drawn. The vertices of the triangle are at (50, 100), (50, 160), and (150, 100). A callout box labeled "(50, 100)" points to the bottom-left vertex of the triangle.

# Как использовать?



ВЫЗОВЫ  
алгоритма

использовать **Рисователь**

алг **Треугольники**

нач

**перо** (1, "черный")

**Тр** (100, 100, "синий")

**Тр** (200, 100, "зеленый")

**Тр** (200, 160, "красный")

кон

ОСНОВНОЙ  
алгоритм

алг **Тр** (**цел** x, y, **лит** цвет)

нач

...

кон

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ  
алгоритм

# Вспомогательные алгоритмы

---

- расположены **ниже** основного
- в заголовке перечисляются **формальные** параметры, они обозначаются именами

```
алг Тр (цел x, y, лит цвет)
```

- для каждого параметра указывают тип
- однотипные параметры перечисляются через запятую
- при вызове в скобках указывают **фактические** параметры **в том же порядке**

```
Тр (200, 100, "зеленый")
```

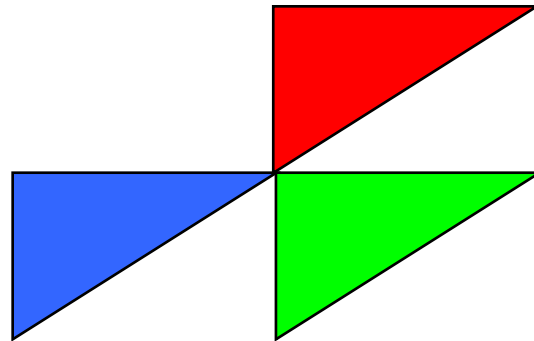
xyцвет



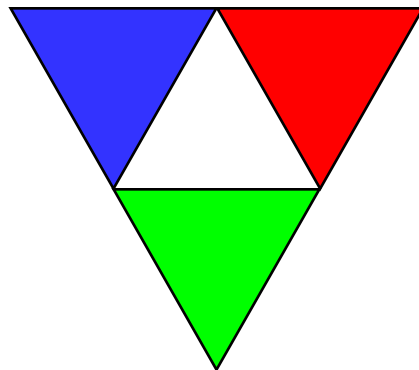
# Задания

---

«3»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



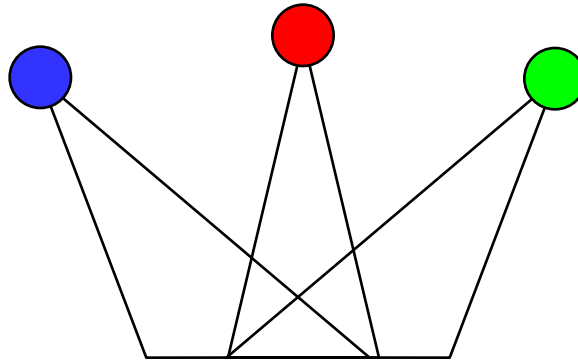
«4»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



# Задания

---

«5»: Используя одну процедуру, построить фигуру.



# Рекурсивные объекты

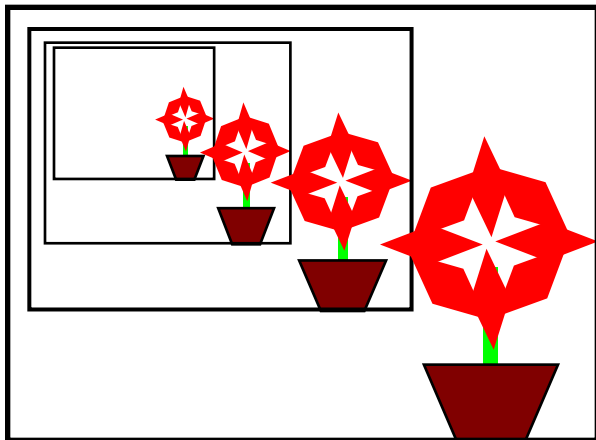
## Примеры:

### Сказка о попé и собаке:

У попа была собака, он ее любил.  
Она съела кусок мяса, он ее убил.  
В ямку закопал, надпись написал:

**Сказка о попé и собаке**

### Рисунок с рекурсией:



### Факториал:

$$N! = \begin{cases} 1, & \text{если } N = 1, \\ N \cdot (N-1)!, & \text{если } N > 1. \end{cases}$$

$$1! = 1, \quad 2! = 2 \cdot 1! = 2 \cdot 1, \quad 3! = 3 \cdot 2! = 3 \cdot 2 \cdot 1$$

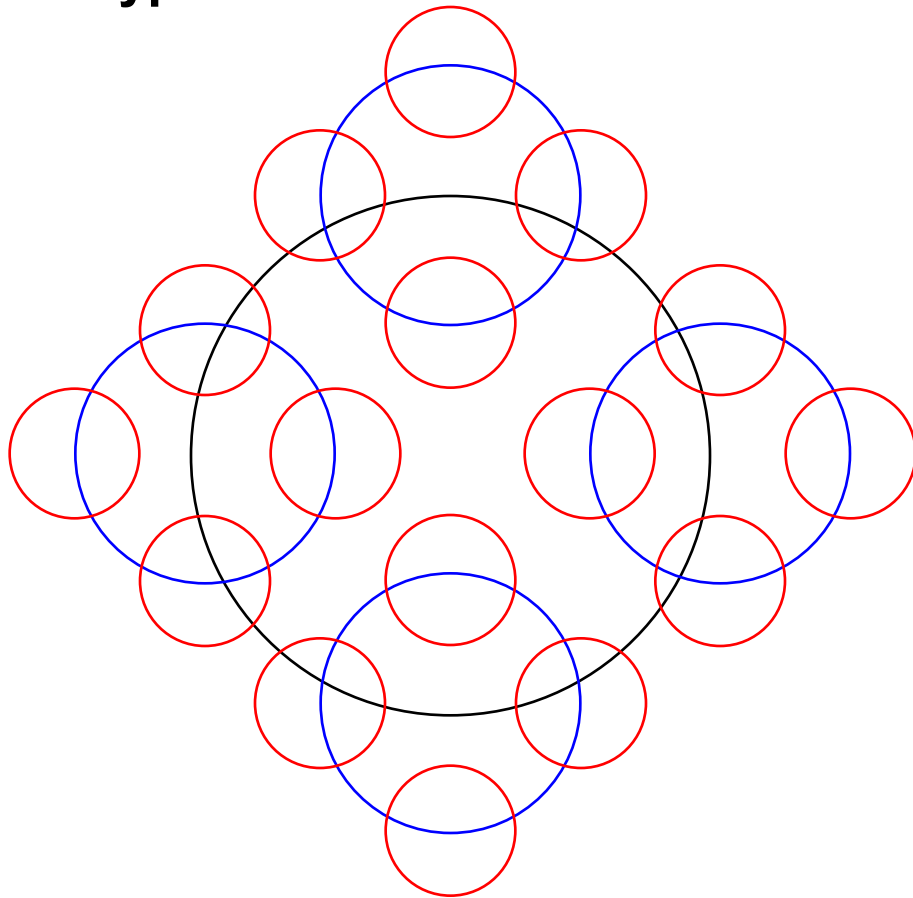
$$4! = 4 \cdot 3! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

$$N! = N \cdot (N-1) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$$

**Рекурсивный объект** – это объект, определяемый через один или несколько таких же объектов.

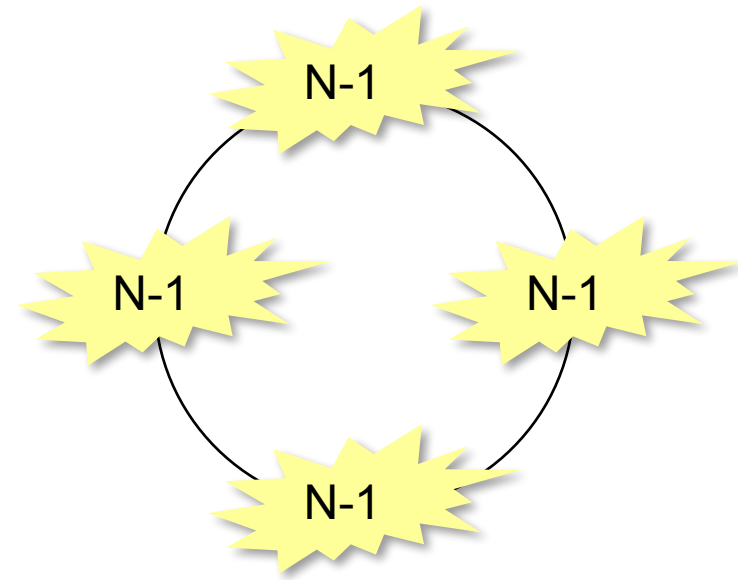
# Рекурсивная фигура

3 уровня:



Где рекурсия?

- Фигура из  $N$  уровней – это
- окружность и
  - **4 фигуры из  $N-1$  уровней**

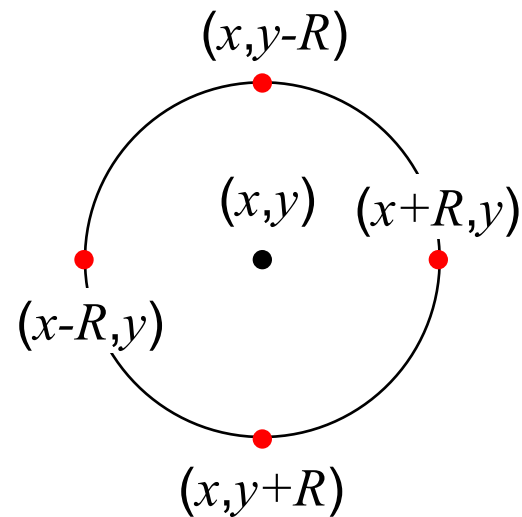


# Рекурсивная фигура: алгоритм

центр

радиус

уровней

рекурсивные  
вызовы

алг **РекОк** (**цел**  $x, y, R, N$ )

нач

окончание рекурсии

если  $N \leq 0$  то выход все

**окружность** ( $x, y, R$ )

**РекОк** ( $x, y-R, \text{div}(R, 2), N-1$ )

**РекОк** ( $x+R, y, \text{div}(R, 2), N-1$ )

**РекОк** ( $x, y+R, \text{div}(R, 2), N-1$ )

**РекОк** ( $x-R, y, \text{div}(R, 2), N-1$ )

кон

**Рекурсивный алгоритм** – это алгоритм, который вызывает сам себя (с другими параметрами!).

# Рекурсивная фигура: программа

---

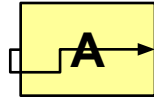
```
использовать Рисователь
алг Рекурсия
нач
    РекОк (200, 200, 100, 3)
кон
```

```
алг РекОк (цел x, y, R, N)
нач
    ...
кон
```

# Рекурсивные алгоритмы

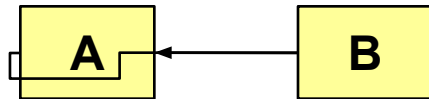
---

- вызывают сами себя прямо



**прямая рекурсия**

- ... или через другой алгоритм:



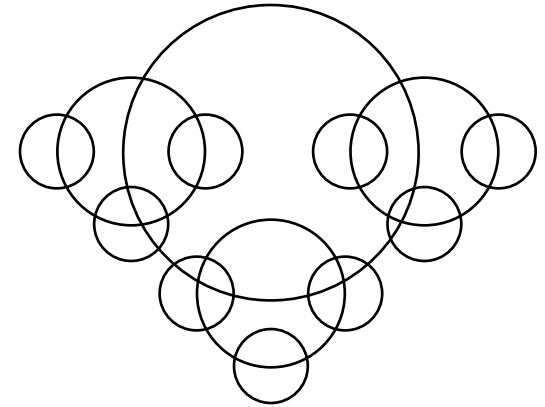
**косвенная рекурсия**

- должно быть условие окончания рекурсии (иначе?)
- рекурсия может стать бесконечной
- все задачи могут быть решены без рекурсии, но...
- часто рекурсивные алгоритмы проще и понятнее
- как правило, алгоритмы без рекурсии работают быстрее и требуют меньше памяти

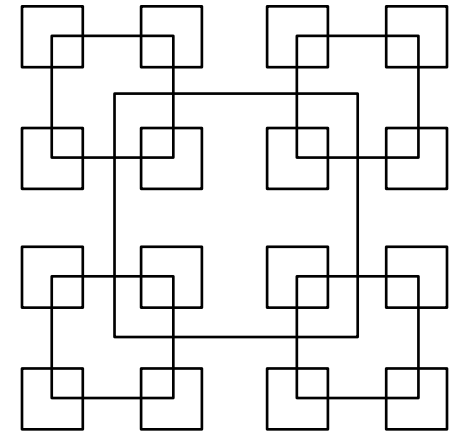
# Задания

---

**«3»:** Нарисовать рекурсивную фигуру, число уровней вводить с клавиатуры:



**«4»:** Нарисовать рекурсивную фигуру, число уровней вводить с клавиатуры:

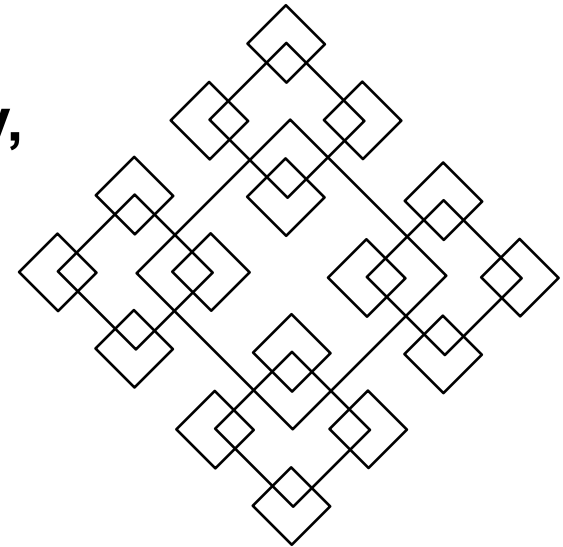




# Задания

---

**«5»:** Нарисовать рекурсивную фигуру, число уровней вводить с клавиатуры:



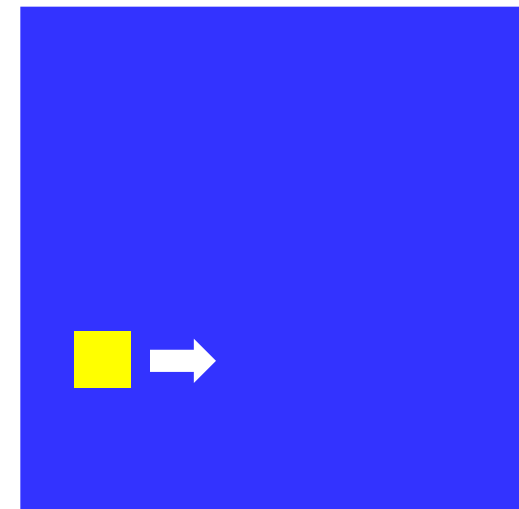
# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 8. Анимация

# Анимация

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

**Задача:** внутри синего квадрата 200 на 200 пикселей слева направо движется желтый квадрат 20 на 20 пикселей. Программа останавливается, если нажата клавиша **Esc** или квадрат дошел до границы синей области.



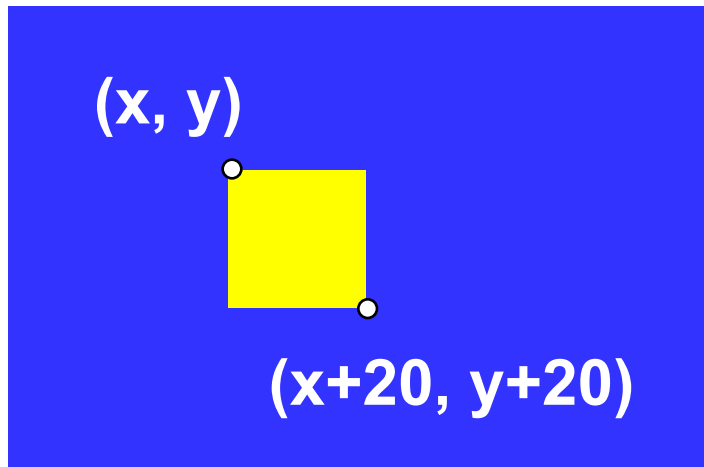
**Проблема:** как изобразить перемещение объекта на экране?

**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

# Процедура (рисование и стирание)



- одна процедура рисует и стирает
- стереть = рисовать цветом фона
- границу квадрата отключить

рисуем: цвет кисти – желтый  
стираем: цвет кисти – синий

```
алг фигура (цел  $x$ ,  $y$ , лит цвет)  
нач  
    кисть (цвет)  
    прямоугольник ( $x$ ,  $y$ ,  $x+20$ ,  $y+20$ )  
кон
```

# Полная программа

использовать Рисователь

алг Анимация

нач

цел  $x, y$  | текущие координаты

кисть ("синий")

перо (1, "") | отключить контур

прямоугольник (0, 0, 200, 200) | синий фон

$x := 0; y := 100$  | начальные координаты

нц пока  $x < 180$

Фигура ( $x, y, \text{"желтый"}$ )

delay (50)

Фигура ( $x, y, \text{"синий"}$ )

$x := x + 5$

кц

кон

пока не дошли до границы

алг Фигура (цел  $x, y$ , лит цвет)

нач

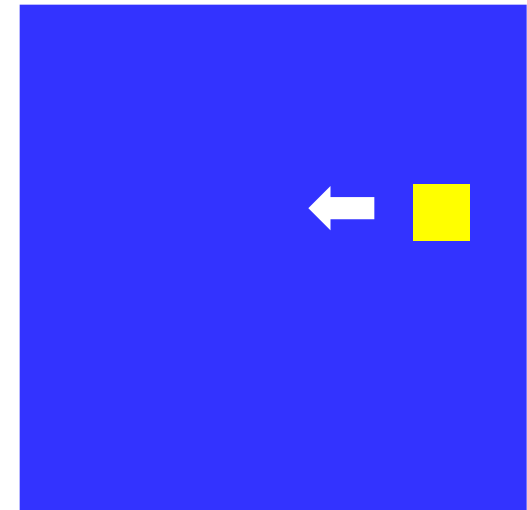
...

кон

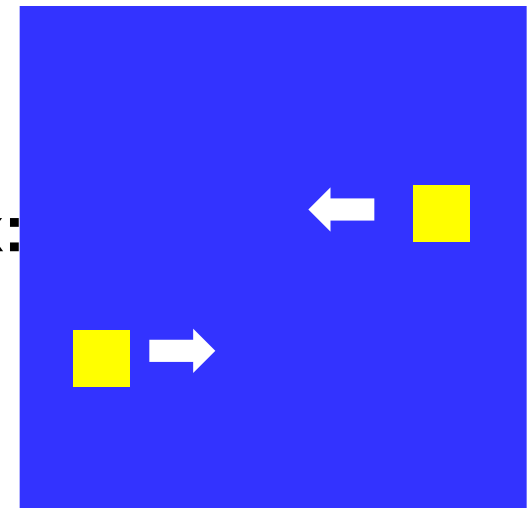
# Задания

---

**«3»:** Квадрат двигается справа налево:



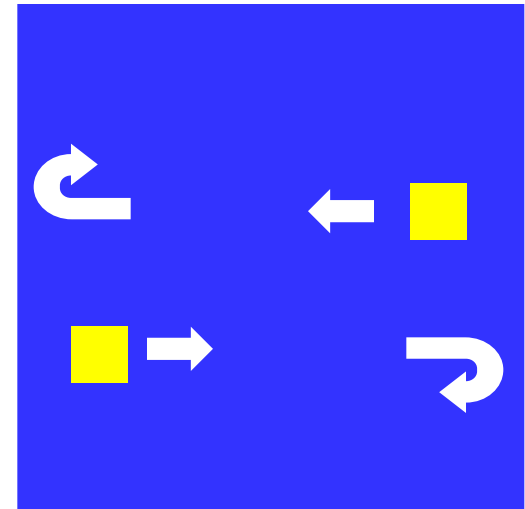
**«4»:** Два квадрата двигаются в противоположных направлениях:



# Задания

---

**«5»:** Два квадрата двигаются в противоположных направлениях и отталкиваются от стенок синего квадрата:



# Управление клавишами

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

влево – **16777234**

вверх – **16777235**

вправо – **16777236**

вниз – **16777237**

**Проблема:** как изменять направление движения?

**Решение:**

**c := клав**

**выбор**

при **c = 16777234** : **x := x - 5** | **влево**

при **c = 16777235** : **y := y - 5** | **вверх**

при **c = 16777236** : **x := x + 5** | **вправо**

при **c = 16777237** : **y := y + 5** | **вниз**

**все**

ждать нажатия на клавишу, записать ее код в переменную c



Когда стирать фигуру?



# Программа

использовать Рисователь

алг Управление клавишами

нач

цел  $x, y, c$

| нарисовать синий квадрат

$x := 100; y := 100$  | начальная точка

нц пока  $x < 180$

Фигура ( $x, y, \text{"желтый"}$ ) | рисуем фигуру

$c := \text{клав}$  | ждем нажатия клавиши

Фигура ( $x, y, \text{"синий"}$ ) | стираем фигуру

выбор

при  $c = 16777234$ :  $x := x - 5$

при  $c = 16777235$ :  $y := y - 5$

при  $c = 16777236$ :  $x := x + 5$

при  $c = 16777237$ :  $y := y + 5$

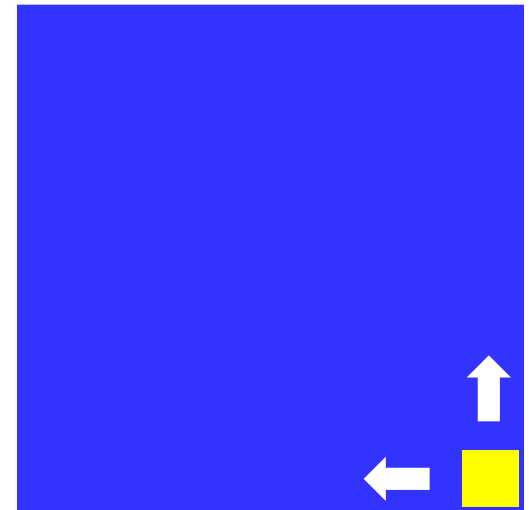
все

кц

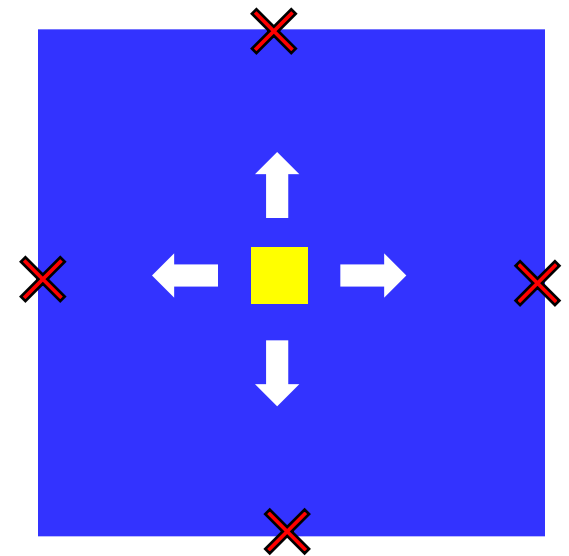
кон

# Задания

**«3»:** Квадрат в самом начале стоит в правом нижнем углу, и двигается при нажатии стрелок только вверх или влево:

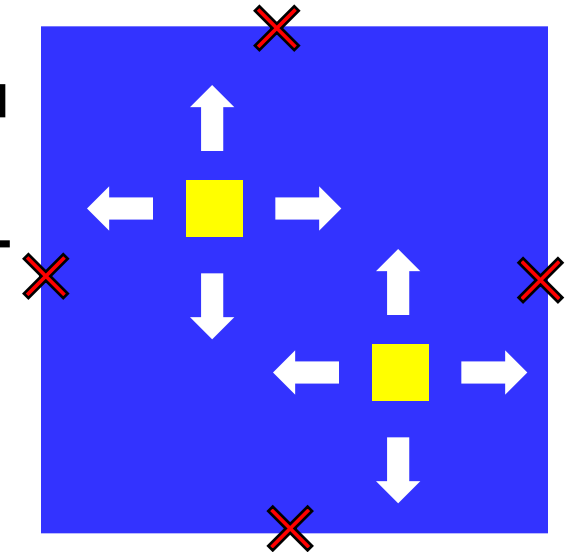


**«4»:** Квадрат двигается при нажатии стрелок, однако не может выйти за границы синего квадрата:



# Задания

**«5»:** Два квадрата, один управляется стрелками, второй – любыми другими клавишами. Оба не могут выйти за границы синего поля.



# Программирование на алгоритмическом языке

## Тема 9. Случайные числа

# Случайность и ее моделирование

## Случайно...

- встретить друга на улице
- разбить тарелку
- найти 10 рублей
- выиграть в лотерею

## Случайный выбор:

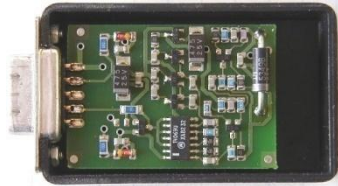
- жеребьевка на соревнованиях
- выигравшие номера в лотерее

## Как получить случайность?



# Случайные числа на компьютере

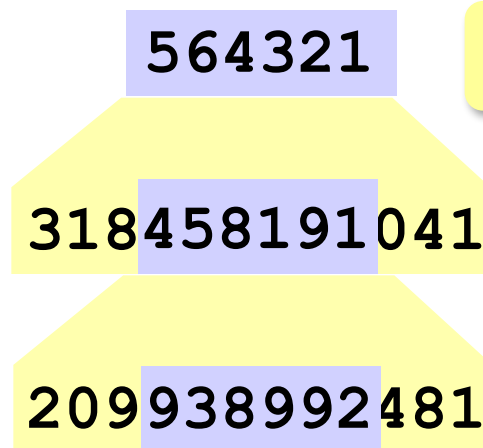
## Электронный генератор



- нужно специальное устройство
- нельзя воспроизвести результаты

**Псевдослучайные числа** – обладают свойствами случайных чисел, но каждое следующее число вычисляется по заданной формуле.

## Метод середины квадрата (Дж. фон Нейман)

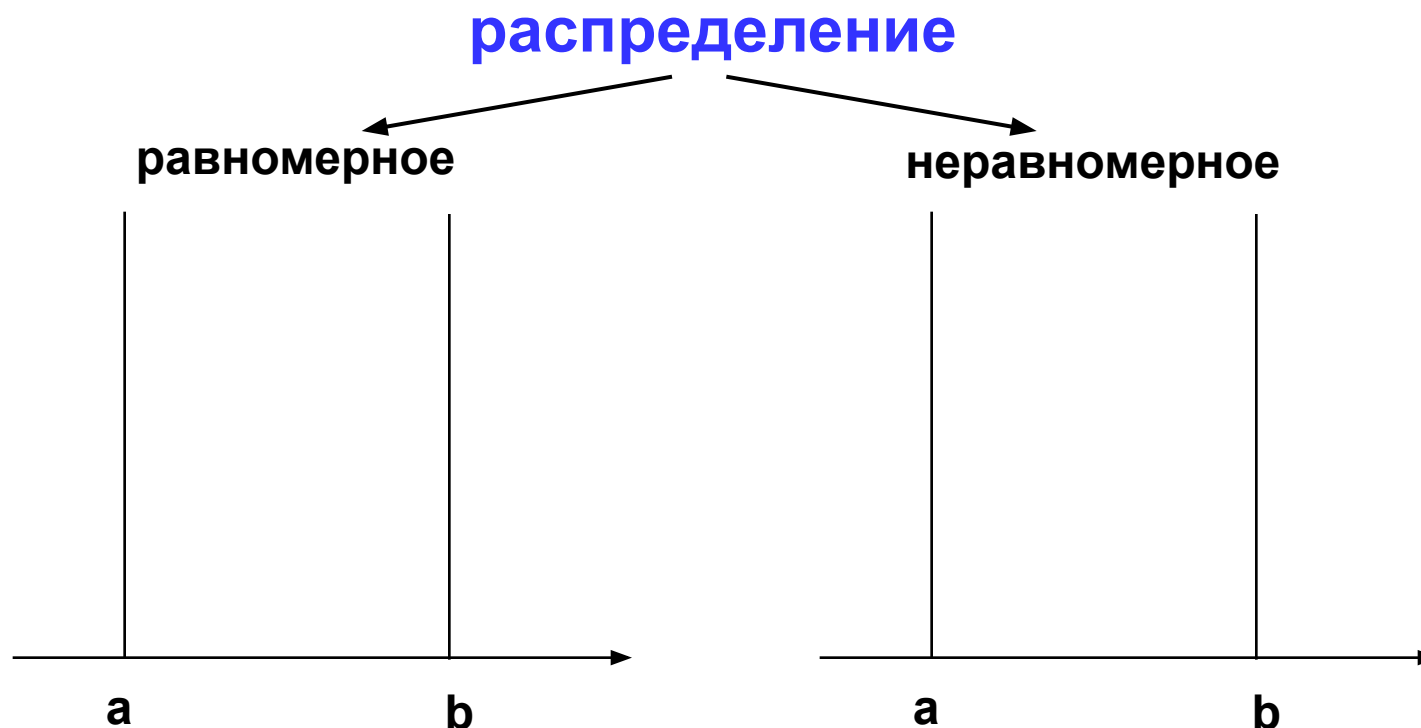


в квадрате

малый период  
(последовательность  
повторяется через  $10^6$  чисел)

# Распределение случайных чисел

**Модель:** снежинки падают на отрезок  $[a, b]$

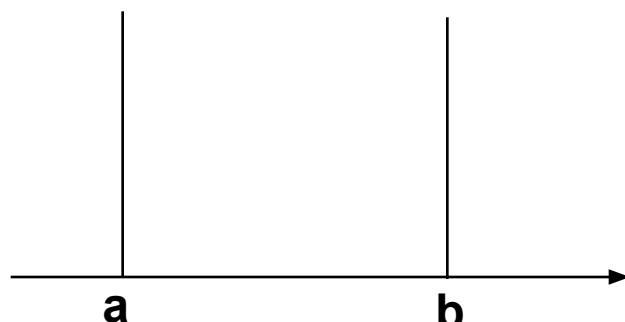


Сколько может быть разных распределений?


# 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



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



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



# Генератор случайных чисел

## Вещественные числа в интервале $[0,10)$ :

**вещ** X, Y

X := rand(0, 10) | интервал от 0 до 10 ( $<10$ )

Y := rand(0, 10) | это уже другое число!

англ. *random* – случайный

## Целые числа в интервале $[0,10]$ :

**цел** K, L

K := irand(0, 10) | интервал от 0 до 10 ( $\leq 10$ )

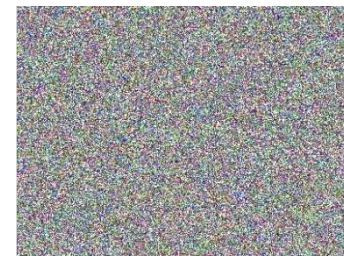
L := irand(0, 10) | это уже другое число!

англ. *integer* – целый

# Случайные числа

---

**Задача:** заполнить прямоугольник 200 на 150 пикселей равномерно точками случайного цвета



**Как получить случайные координаты пикселя?**

```
цел X, Y
```

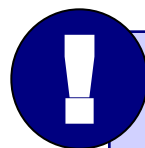
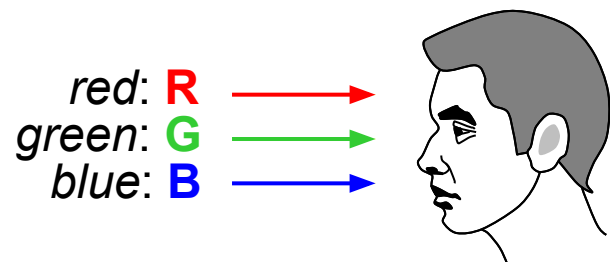
```
X := irand(0, 200)
```

```
Y := irand(0, 150)
```

**Как добиться равномерности?**

автоматически при использовании **irand**

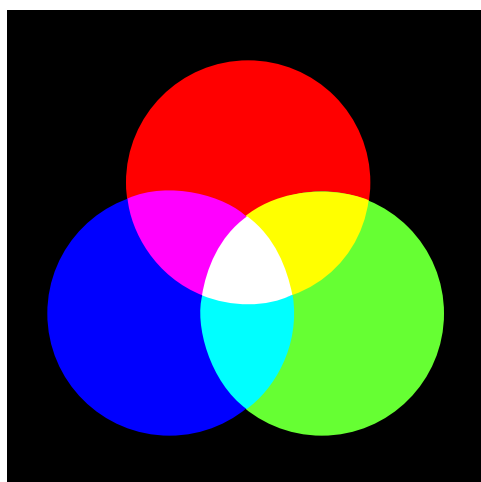
# Цвет пикселя на мониторе


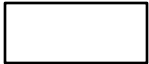









Красный, зелёный и синий лучи создают почти такое же ощущение, как луч «смешанного» цвета!

**Вывод:** цвет можно разложить на составляющие (каждая кодируется числом от 0 до 255).

## Модель RGB:



	R	G	B	
	0	0	0	RGB(0,0,0)
	255	255	255	RGB(255,255,255)
	255	0	0	RGB(255,0,0)
	0	255	0	RGB(0,255,0)
	0	0	255	RGB(0,0,255)
	100	100	100	RGB(100,100,100)
	255	0	255	RGB(255,0,255)
	255	255	0	RGB(255,255,0)
	0	255	255	RGB(0,255,255)

# Случайный цвет пикселя

## Случайные составляющие цвета:

```
цел r, g, b  
r := irand(0, 255)  
g := irand(0, 255)  
b := irand(0, 255)
```

это разные числа!

## Управление цветом пикселя:

случайный цвет

```
пиксель (X, Y, RGB(r, g, b))
```

встроенные функции  
Рисователя

# Программа

```
использовать Рисователь
алг Случайные точки
нач
  цел x, y, r, g, b
  нц пока да
    x := irand(0, 200)
    y := irand(0, 100)
    r := irand(0, 255)
    g := irand(0, 255)
    b := irand(0, 255)
    пиксель(x, y, RGB(r, g, b))
  кц
кон
```

это бесконечный цикл:

**нц пока да**

...

**кц**

# Задания

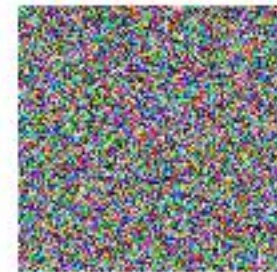
---

**«3»:** Заполнить квадрат точками случайного цвета.  
размер квадрата ввести с клавиатуры:

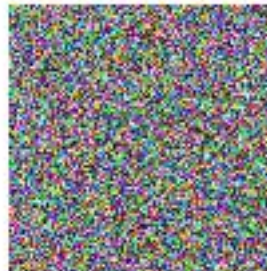
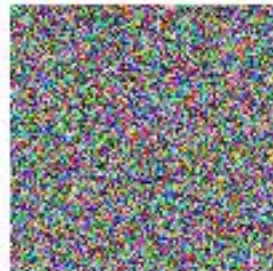
**Пример:**

Введите размер квадрата:

**150**



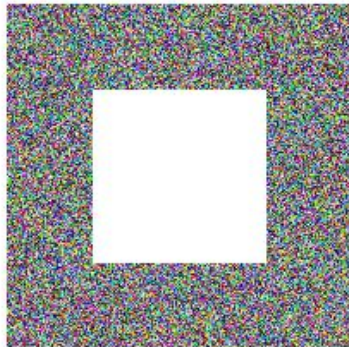
**«4»:** Заполнить область точками случайного цвета:



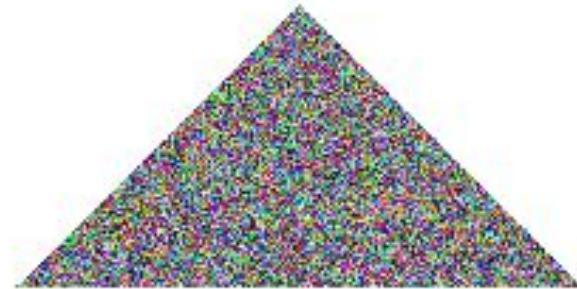
# Задания

---

«5»: Заполнить область точками случайного цвета:



или



# Конец фильма

---

**ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич**  
**д.т.н., учитель информатики высшей**  
**категории,**  
**ГОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург**  
**[kpolyakov@mail.ru](mailto:kpolyakov@mail.ru)**