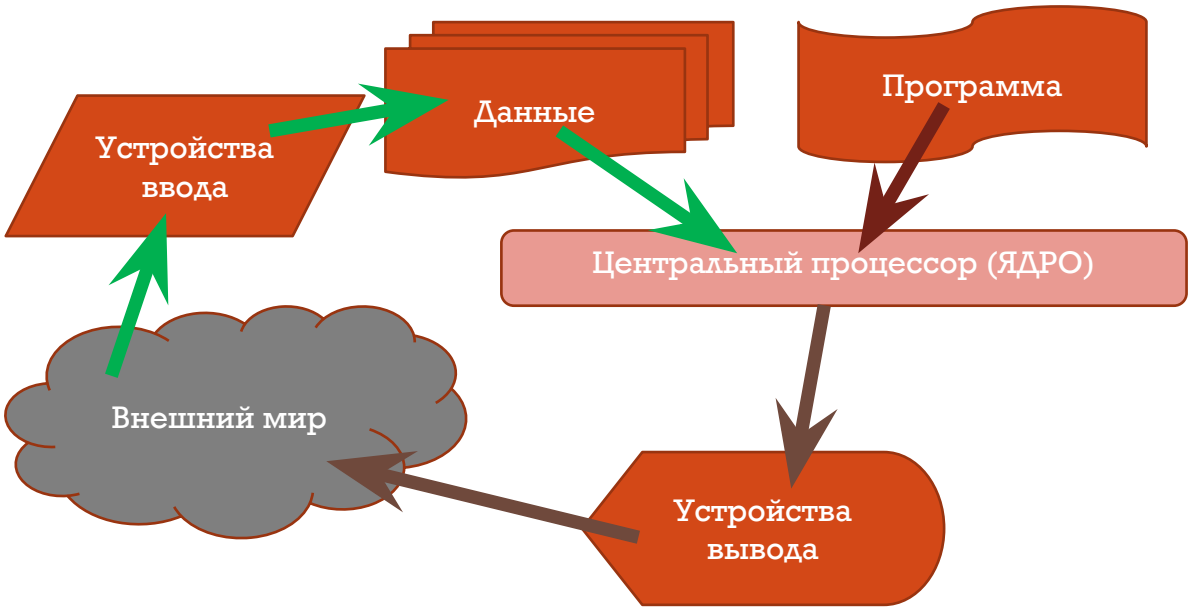
# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 1

# Электронно-вычислительная машина (компьютер):



# Для обработки информации при помощи ЭВМ, необходимо:

- Превратить входную информацию в данные, пригодные для хранения в памяти (то есть, превратить в **числа**);
- **Расположить** данные в памяти определенным образом;
- Выполнить определенные **действия над числами**, хранящимися в памяти;
- Куда-то выдать **результат**.

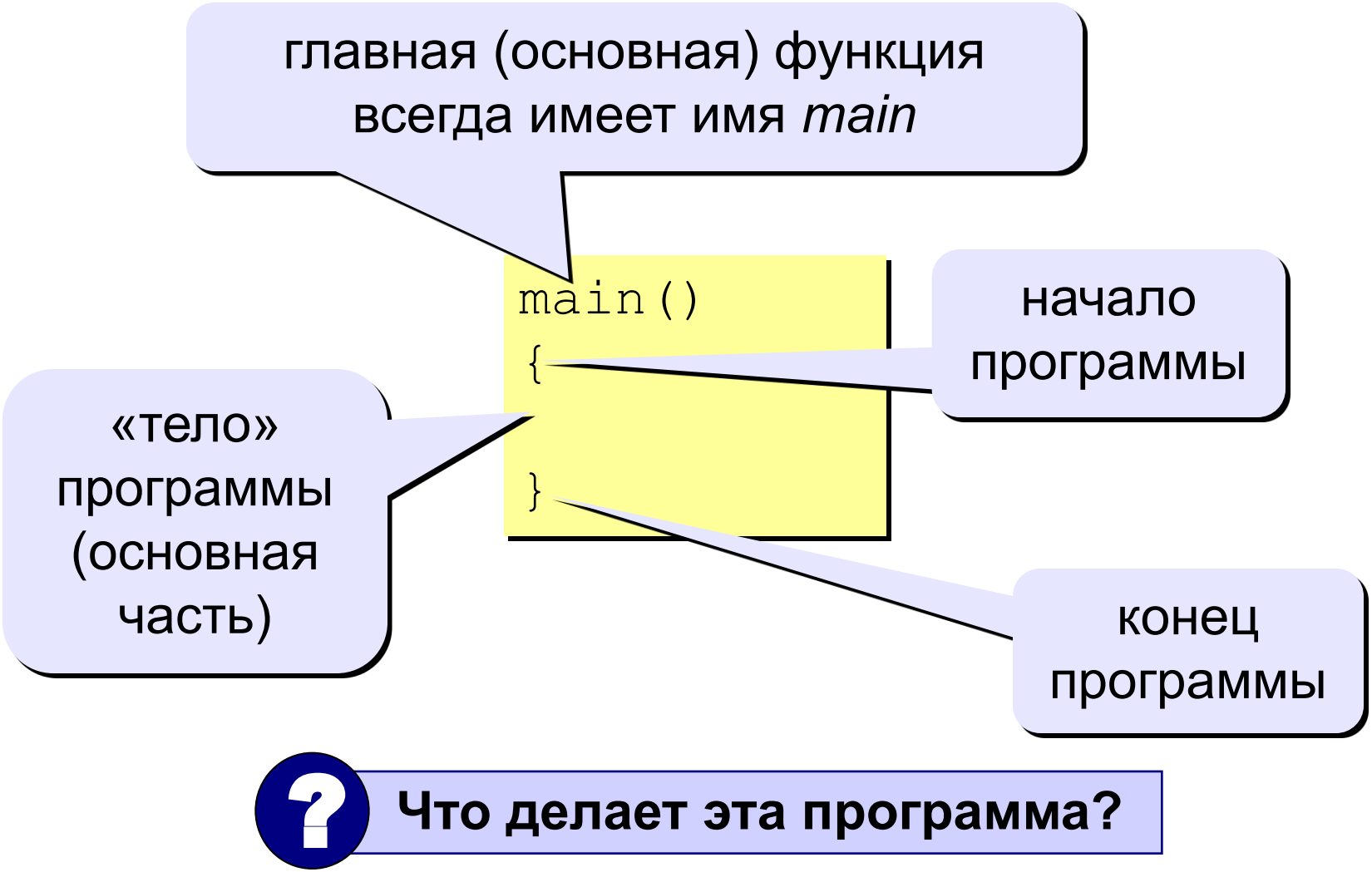
# Таким образом:

# Язык программирования Си

- **Си** - стандартизированный процедурный язык программирования, разработанный в начале 1970-х годов сотрудниками Bell Labs Кеном Томпсоном и Денисом Ритчи
- Си – самый распространенный язык программирования для микроконтроллеров
  - высокая скорость работы программ
  - много возможностей, много готовых библиотек функций
  - стал основой многих современных языков *(C++, C#, Javascript, Java, ActionScript, PHP)*

  - высокие шансы сделать ошибку, которая не обнаруживается автоматически

# Простейшая программа




**Что делает эта программа?**

# Что происходит дальше?

текст программы на Си

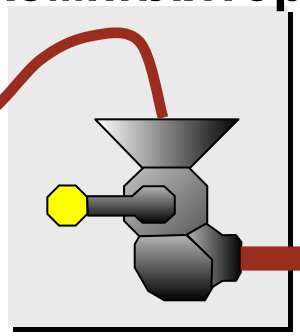
**first.cpp**

```
main()
{

}
```

**исходный** файл

**Транслятор (компилятор)**

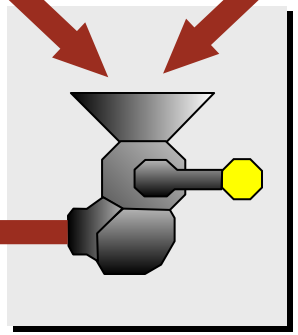


**first.o**

```
ЪБzЦ2?|ё3БКа
n/36ШпIC+И-
Ц3_5МуРЧб
s6bд^:/@:лЖ1_
```

**объектный** файл

Стандартные (готовые) функции



**редактор связей** (компоновка)

**first.exe**

```
MZPo:ЄРэ_е3"!_
`кn,ЦbЄ-Щр1
G_БАС,
_Ощях¤9жФ
```

**исполняемый** файл

- **исполняемый файл можно запустить**

# Вывод текста на экран

*include* = включить

```
#include <stdio.h>
main()
{
    printf("Привет!");
}
```

файл *stdio.h*: описание стандартных функций ввода и вывода

вызов стандартной функции *printf* = *print format* (форматный вывод)

этот текст будет на экране

# Переход на новую строку

```
#include <stdio.h>
main()
{
  printf("Привет,\n Вася!");
}
```

последовательность
\n (код 10)
переход на новую строку

**на экране:**

```
Привет,
Вася!
```

# Символы управления выводом

- Для управления расположением текста на экране (в окне вывода) используются специальные символы форматирования. Такие символы в тексте программы обозначаются как пара, состоящая из символа обратной косой черты «\» и строчной латинской буквы.
- Наиболее часто используются:
  - **\n** - переход на новую строку;
  - **\r** - переход в начало текущей строки;
  - **\t** - горизонтальная табуляция: прыжок вправо.

# Включение русской кодовой страницы

```
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>
main()
{
    SetConsoleCP(1251);
    SetConsoleOutputCP(1251);
    printf("Привет!");
}
```

файл *Windows.h*: описание специфических функций управления ОС Windows

Вызов функций установки номера кодовой страницы окна консоли («черного экрана»). 1251 – кодовая станица с символами кириллицы

# Средства создания программ

- Для написания, компиляции и отладки программ в настоящее время широко используются программные комплексы, которые называются ***IDE*** - *Integrated Development Environment* (интегрированная среда разработки)
- Если программа пишется и компилируется на одной платформе (например, на PC под управлением ОС Windows), а исполняется на другой платформе (например, на микроконтроллере ARM), то среда разработки называется *кроссплатформенной*

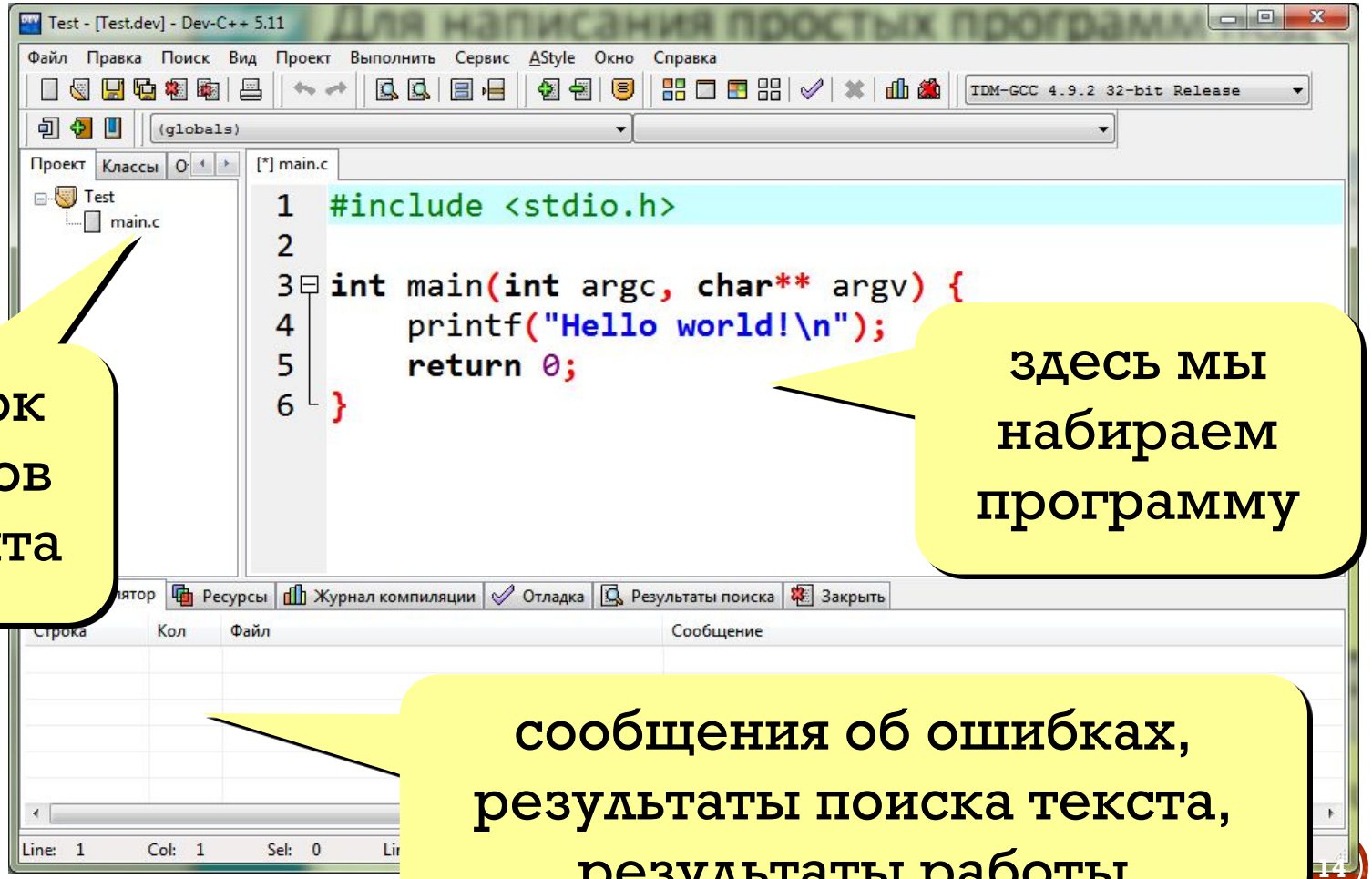
# Интегрированная среда разработки

Включает в себя:

- **текстовый редактор** для создания и редактирования текстов программ
- **компилятор** для перевода текстов программ в команды процессора
- **компоновщик** для создания исполняемого файла (EXE-файла или двоичного файла, пригодного для загрузки в память микроконтроллера)
- **программатор** для записи файлов во Flash-память
- **отладчик** для поиска ошибок в программах

# Интегрированная среда разработки

Для написания простых программ под ОС Windows будет использоваться IDE **DEV-CPP**




список файлов проекта

здесь мы набираем программу

сообщения об ошибках, результаты поиска текста, результаты работы компилятора

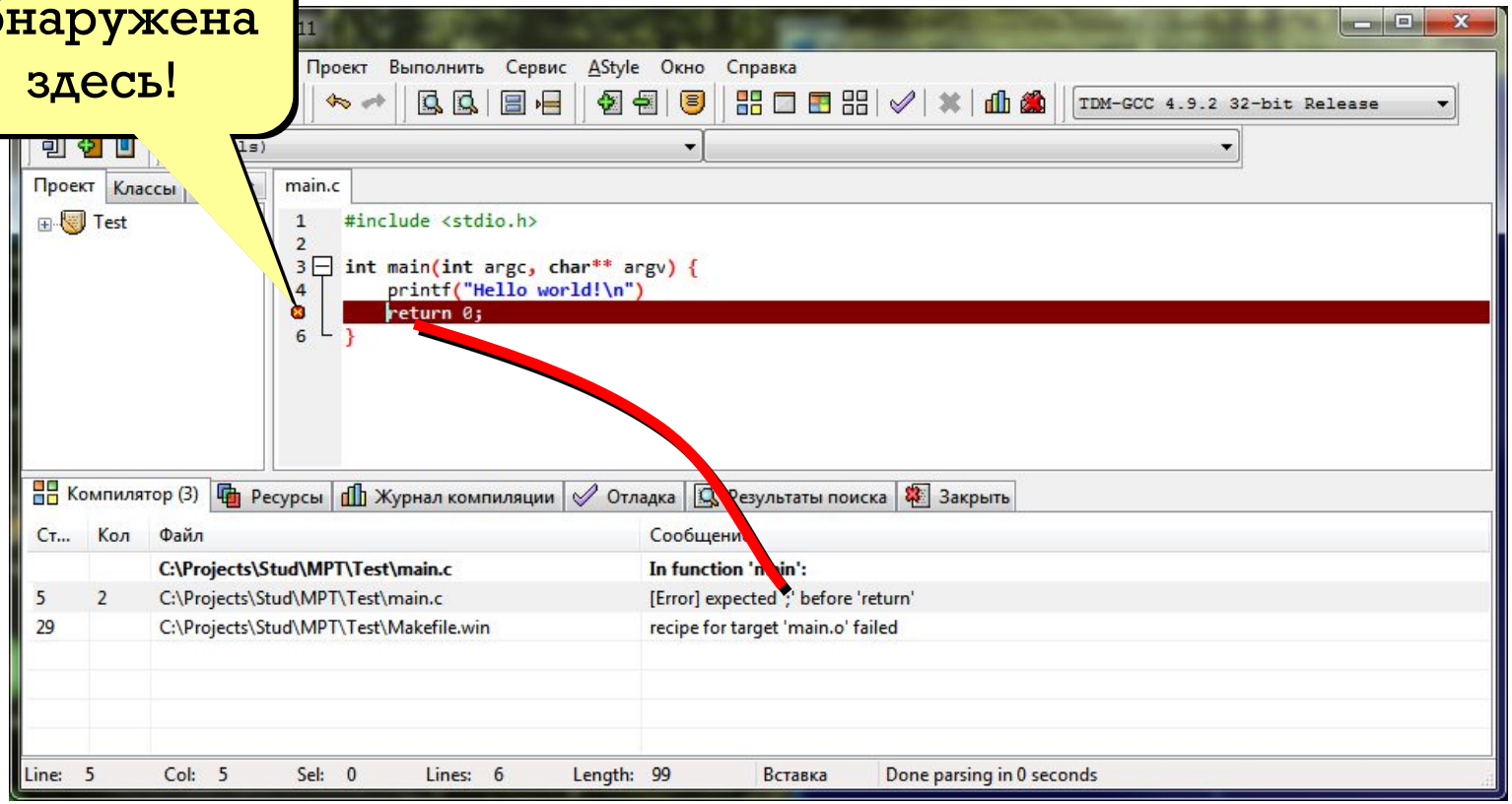
# ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ

## Клавиши и кнопки управления Dev-CPP

| | | |
|---|---|---|
| Сохранить файл(ы) | **Ctrl+S** | |
| Запуск программы (Скомпилировать и выполнить) | **F11** | |
| Отменить | **Ctrl-Z** | |
| Восстановить отмененное | **Shift-Ctrl-Z** | |
| Добавить отступ | **Tab** | |
| Убрать отступ | **Shift-Tab** | |

# СООБЩЕНИЯ ОБ ОШИБКАХ КОМПИЛЯЦИИ

эта ошибка обнаружена здесь!




! Ошибка может быть в конце предыдущей строки!

# НАИБОЛЕЕ «ПОПУЛЯРНЫЕ» ОШИБКИ

| | |
|---|---|
| **xxx.h: No such file or directory** | не найден заголовочный файл 'xxx.h' (неверно указано его имя, он удален или т.п.) |
| **'xxx‘ undeclared (first use this function)** | имя функции или переменной 'xxx' не определено |
| **missing terminating " character** | не закрыты кавычки " |
| **expected ;** | нет точки с запятой в конце оператора **в предыдущей строке** |
| **expected }** | не закрыта фигурная скобка |

# Задания

## Вывести на экран текст "лесенкой"

```
Вася
    пошел
        гулять
```

## Вывести на экран рисунок из букв

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

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 2

# Хранение данных:

# Что такое переменная?

**Переменная – это ячейка в памяти компьютера, которая имеет имя и хранит некоторое значение.**

- Значение переменной может меняться во время выполнения программы.
- При записи в ячейку нового значения старое стирается.

**Типы переменных**

- **int** – целое число (В ОС Windows 32 - 4 байта)
- **float** – вещественное число, *floating point* (4 байта)
- **char** – символ, *character* (1 байт)
- … и много других разных типов…

# Имена переменных:

**Могут включать**

- **латинские буквы (A-Z, a-z)**
- **знак подчеркивания _**
- **цифры 0-9**

**НЕ могут включать**

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

**Какие имена правильные?**

i j R&B temperature1 4you Internal_Pressure Вася current_offset _ABBA [Privet] A+B

# Объявление переменных

**Объявить переменную** = определить её имя, тип и начальное значение (если нужно).

```
main()
{
i
f
int Tu104, 186=23, Yak42;
float x=4.56, y, z;
char c, c2='A', m;
}
```

целая переменная a

вещественные перемен

целая и дробная части отделяются точкой

целые переменные Tu104, Il86 и Yak42

вещественные переменные x, y и z
x = 4,56

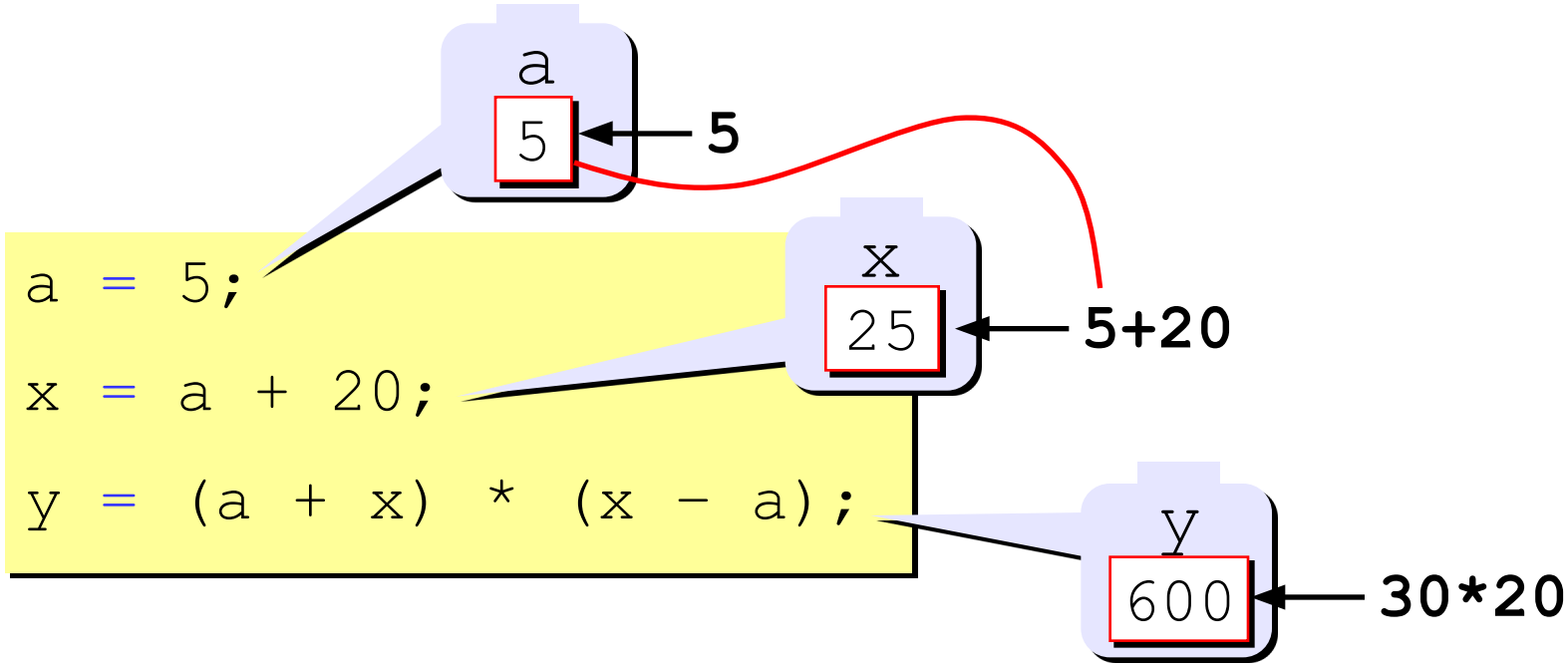
символьные переменные c, c2 и m
c2 = 'A'

**Если начальное значение не задано, то в этой переменной находится «мусор»!**

# Оператор присваивания

**Оператор** – это команда языка программирования.

**Оператор присваивания** служит для изменения значения переменной.



# Оператор присваивания

**Общая структура:**

куда записать

что записать

```
имя_переменной = выражение;
```

**Значение выражения вычисляется в процессе выполнения оператора присваивания.**

**Выражение может включать:**

- константы (постоянные)
- имена переменных
- знаки арифметических операций:

`+` `-` `*` `/` `%`

умножение

деление

остаток от деления

- вызовы функций
- круглые скобки ( )

**Для чего служат круглые скобки?**

# Какие операторы неправильные?

```
main()
{
   int a, b;
   float  x, y;
   a = 5;
   10 = x;
   y = 7,8;
   b = 2.5;
   x = 2*(a + y);
   a = b + x;
}
```

имя переменной должно быть слева от знака =

целая и дробная часть отделяются точкой

при записи вещественного значения в целую переменную дробная часть будет отброшена

# Особенность деления в Си

**При делении целых чисел дробная часть отбрасывается!**

```
main()
{
   int a = 7;
   float x;
   x = a / 4;
   x = 4 / a;
   x = (float)a / 4;
   x = 4.0 / a;
}
```

=1

=0

=1.75

=0.57

# Сокращенная запись операций в Си

Смысл сокращенной записи – уменьшение вероятности случайных опечаток при наборе текста программы.

| полная запись | сокращенная запись |
|---|---|
| `a = a + 1;` (инкремент) | `a++;` |
| `a = a + b;` | `a += b;` |
| `a = a - 1;` (декремент) | `a--;` |
| `a = a - b;` | `a -= b;` |
| `a = a * b;` | `a *= b;` |
| `a = a / b;` | `a /= b;` |
| `a = a % b;` | `a %= b;` |

# Пошаговое исполнение программы

```
main()
{
   int a, b;
   a = 5;
   b = a + 2;
   a = (a + 2)*(b - 3);
   b = a / 5;
   a = a % b;
   a++;
   b = (a + 14) % 7;
}
```

Отладка (F5)

| a | b |
|---|---|
| ? | ? |
| 5 | |
| | 7 |
| 28 | |
| | 5 |
| 3 | |
| 4 | |
| | 4 |

# Порядок выполнения операций

- вычисление выражений в скобках
- умножение, деление, % слева направо
- сложение и вычитание слева направо

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

$$z = \frac{5ac + 3(c-d)}{ab}(b-c)$$

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

```
        2  6  3  4  7  5   1     12   8 11 10  9
x =(a*a+5*c*c-d*(a+b))/((c+d)*(d-2*a));
```

# Вычислительная программа

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

```
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>
main()
{
   int a, b, c;
   SetConsoleCP(1251);
   SetConsoleOutputCP(1251);
   printf("Введите два целых
числа:\n");
   scanf ("%d%d", &a, &b);
   c = a + b;
   printf("%d", c);
}
```

подсказка для ввода чисел

ввод двух чисел с клавиатуры

вывод результата

# Ввод чисел с клавиатуры

**scanf()** – функция ввода с консоли

формат ввода

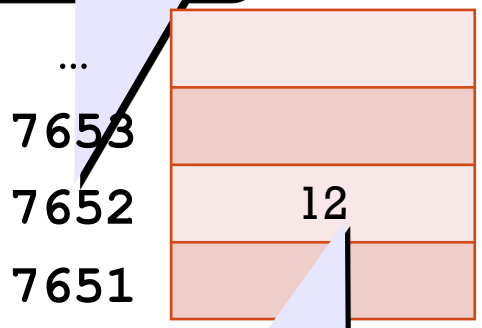
адреса ячеек, куда записать введенные числа

```
scanf ("%d%d", &a, &b);
```

**Формат** – символьная ст ока, которая указывает, какие числа вводятся:

- `%d` – целое число
- `%f` – вещественное число
- `%c` – 1 символ
- `%s` – символьная

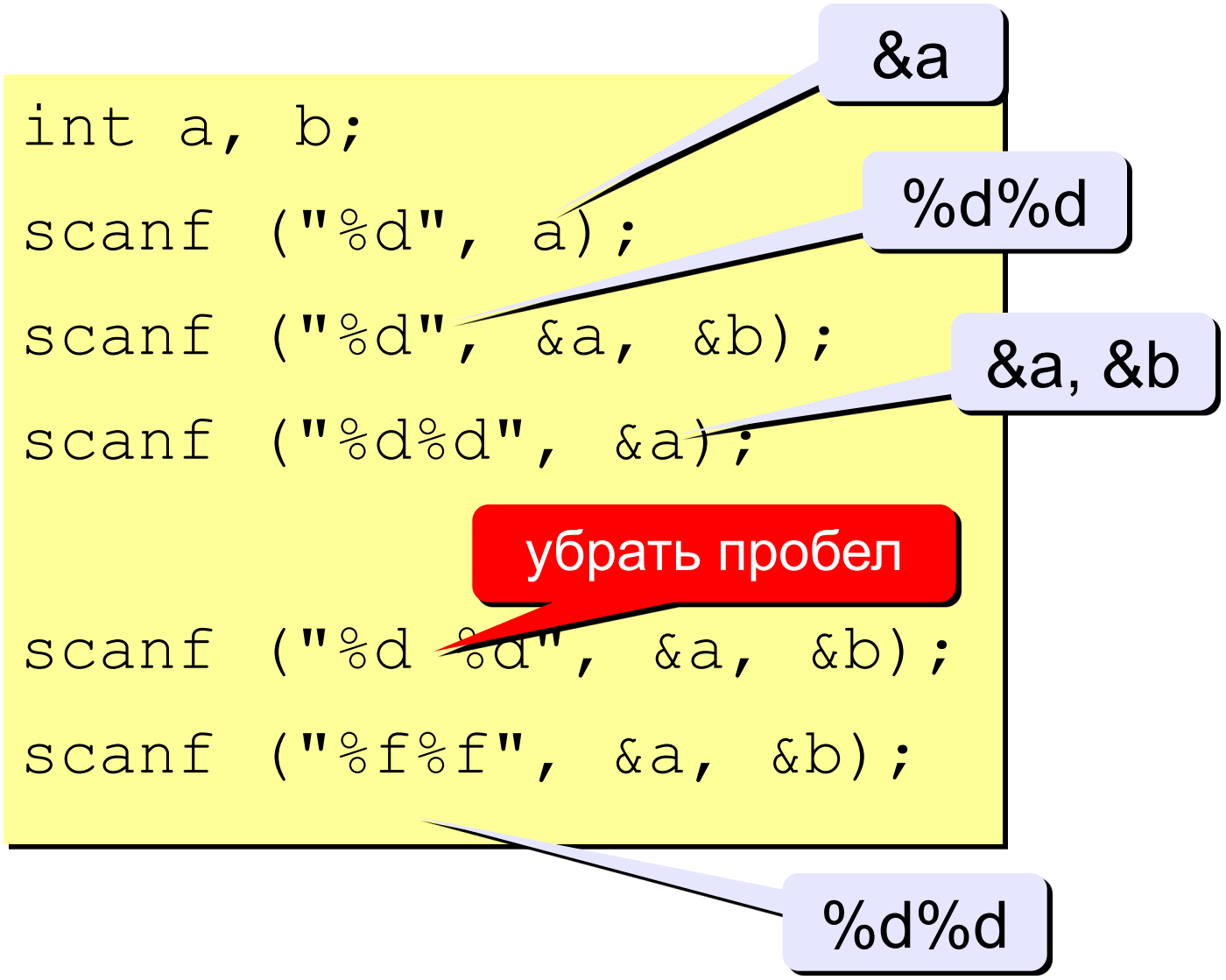
&a – адрес переменной a




ждать ввода с клавиатуры **двух** целых чисел (через пробел или *Enter*), первое из них записать в переменную a, второе – в b

12 – значение переменной a

# Что неправильно?



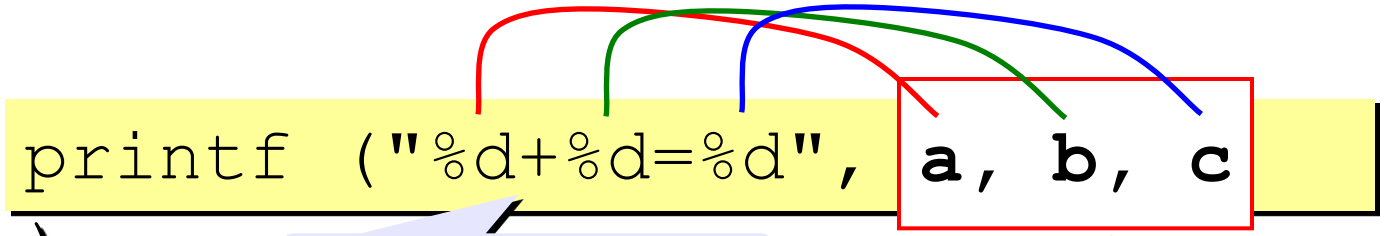
# Вывод чисел на экран

здесь вывести целое число

это число взять из ячейки c

```
printf ("%d", c);
```

```
printf ("Результат: %d", c);
```



```
printf ("%d+%d=%d", a, b, c
);
```

формат вывода

список значений

```
printf ("%d+%d=%d", a, b, a+b
);
```

арифметическое выражение

# Вывод целых чисел

```
int x = 1234;
printf ("%d", x);
```

или "%i"

```
1234
```

минимальное число позиций (+ всегда одно место слева для знака «-»)

или "%9i"

```
printf ("%9d", x);
```

```
    1234
```

всего 9 позиций

5 4

# Вывод вещественных чисел

```
float x = 123.4567;
printf ("%f", x);
```

```
123.456700
```

минимальное число позиций, 6 цифр в дробной части

```
printf ("%9.3f", x);
```

```
  123.457
```

всего 9 позиций, 3 цифры в дробной части

```
printf ("%e", x);
```

```
1.234560e+02
```

стандартный вид: $1{,}23456 \cdot 10^2$

```
printf ("%10.2e", x);
```

```
  1.23e+02
```

всего 10 позиций, 2 цифры в дробной части мантиссы

# Полное решение

```
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>
main()
{
  int a, b, c;
  SetConsoleCP(1251);
  SetConsoleOutputCP(1251);
  printf("Введите два целых числа\n");
  scanf("%d%d", &a, &b);
  c = a + b;
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```

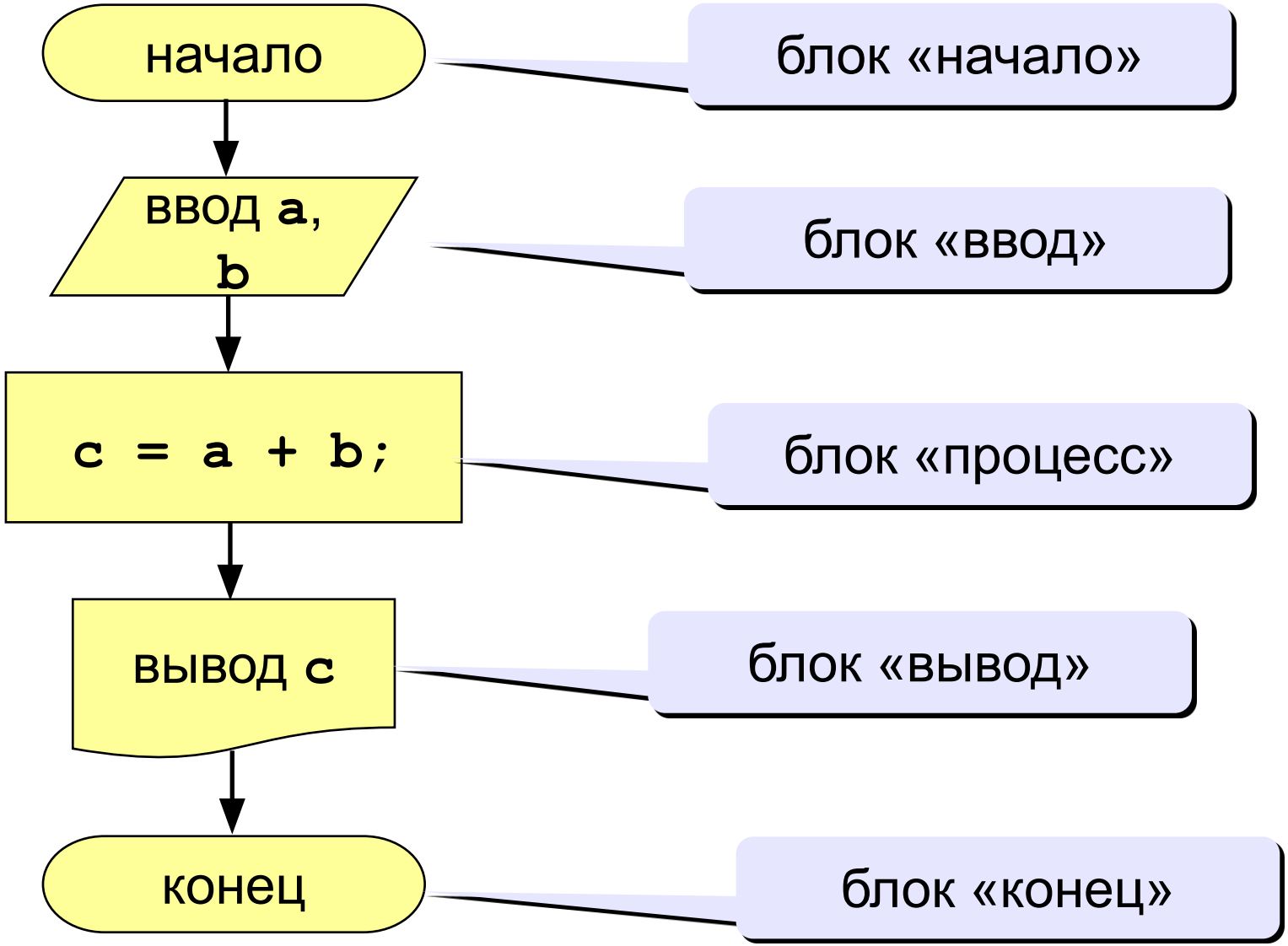
**Протокол**:

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

это выводит компьютер

это вводит пользователь

# Линейный алгоритм



# 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
```

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 3

# УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ В СИ

Алгоритмы на языке Си описываются при помощи специальных ключевых слов – ***операторов управления***, определяющих последовательность выполнения действий в программе:

- Проверка и условное исполнение кода (**if-else, «?:»**)
- Переходы (**goto**)
- Циклы (**while, for, do-while**)
- Выбор (**switch, if-else if**)

# Разветвляющиеся алгоритмы

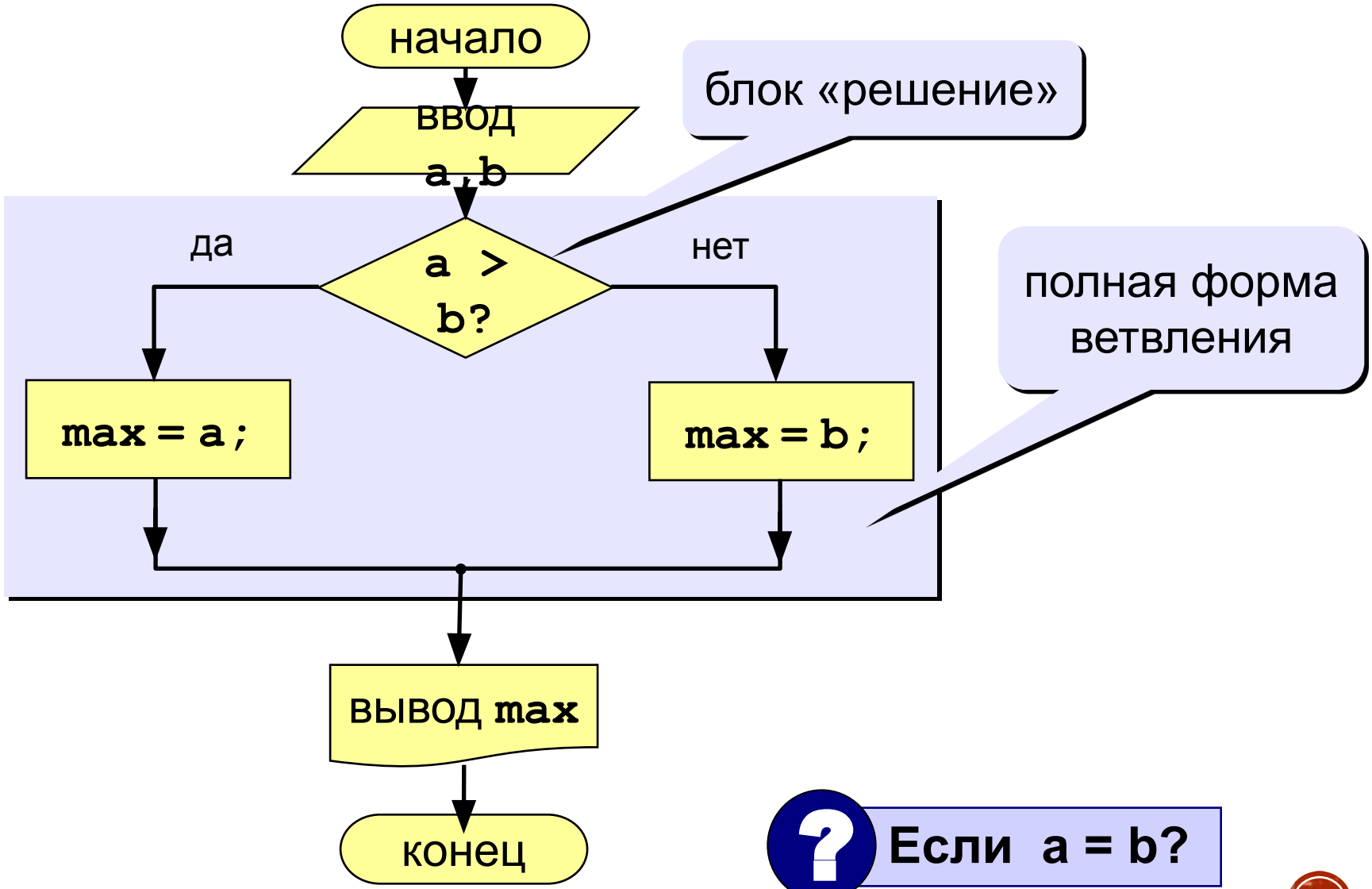
**Задача.** Ввести два целых числа и вывести на экран наибольшее из них.

**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




? Если a = b?

# Вариант 1. Программа

```
main()
{
    int a, b, max;
    printf("Введите два целых числа:\n");
    scanf("%d%d", &a, &b );
    if (a > b) {
       max = a;
       }
    else {
       max = b;
       }
    printf("Наибольшее число: %d", max);
}
```

полная форма условного оператора

# Оператор условия (условного исполнения)

```
if ( условие )
   {
       // что делать, если условие верно
   }
else
   {
       // что делать, если условие неверно
   }
```

**Особенности:**

- вторая часть (**`else`** …) может отсутствовать (неполная форма)
- если в блоке один оператор, можно убрать { }

# Что неправильно?

```
if ( a > b )
{
  a = b;
}
else
  b = a;
```

```
if ( a > b ) {
  a = b; }
else
  b = a;
```

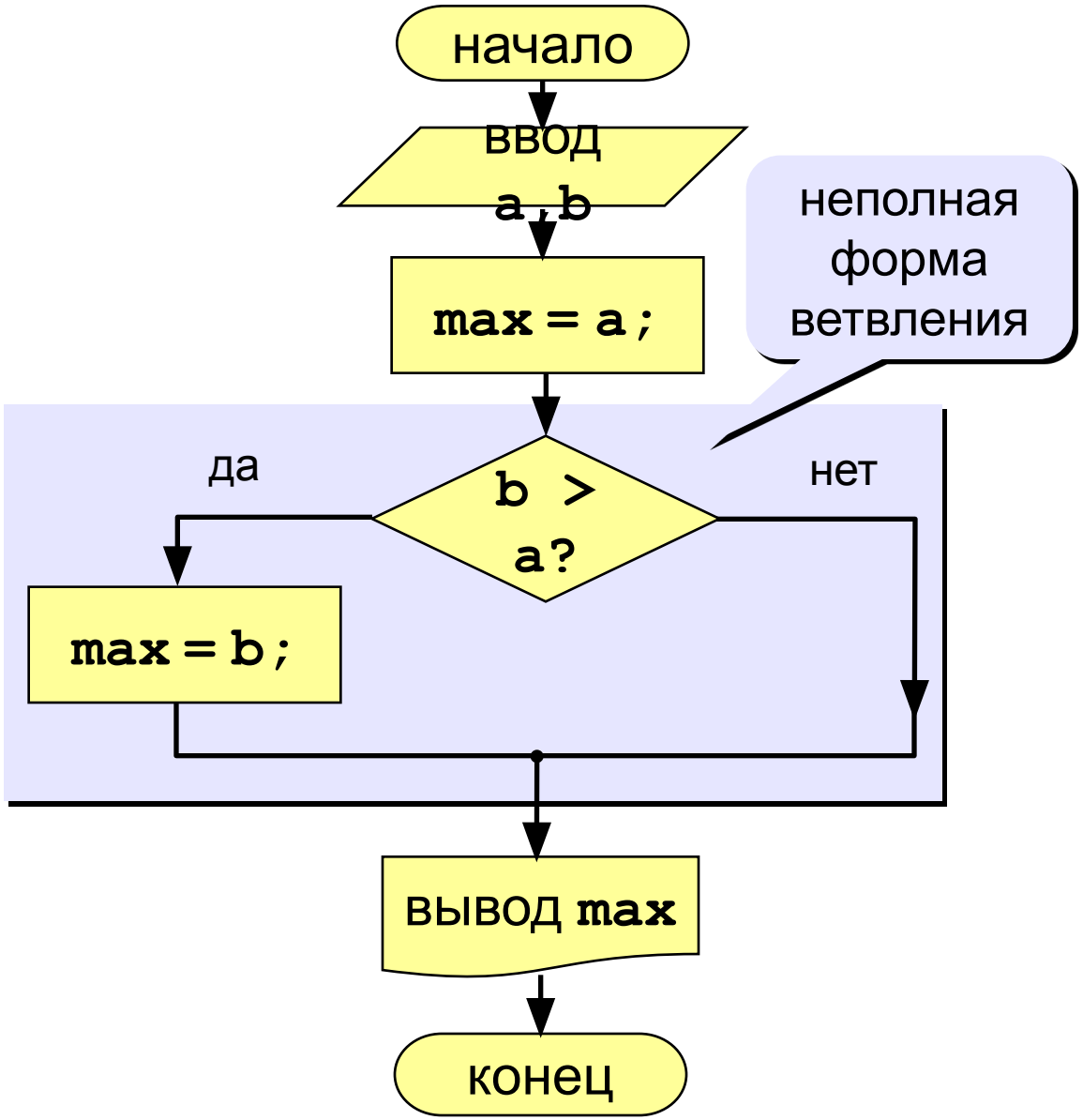
```
if ( a > b )
 a = b;
else
  b = a;
```

```
if ( a > b ) {
 a = b;
 c = 2*a; }
else
 b = a;
```

**Обратите внимание:**

фигурные скобки можно ставить как вместе с операторами, так и на отдельной строке.

# Вариант 2. Блок-схема



# Вариант 2. Программа

```
main()
{
   int a, b, max;
   printf("Введите два целых числа:\n");
   scanf("%d%d", &a, &b );
   max = a;
   if (b > a)
      max = b;
   printf("Наибольшее число %d", max);
}
```

неполная форма условного оператора

# **Задача:** Найти корни квадратного уравнения

- $\mathbf{ax^2+bx+c} = 0$

Сначала считаем дискриминант $D = b^2 - 4ac$;

если $D \geq 0$, то корни вещественные:

$$x_1 = \frac{-b+\sqrt{D}}{2a}; x_2 = \frac{-b-\sqrt{D}}{2a};$$

если $D < 0$, то корни комплексные:

$$x_1 = -\frac{b}{2a} + i \cdot \frac{\sqrt{-D}}{2a}; x_2 = -\frac{b}{2a} - i \cdot \frac{\sqrt{-D}}{2a}$$

# Программа

```
main()
{
    double a, b, c, D;
    printf("Введите коэффициенты квадратного уравнения:\n");
    scanf("%lf%lf%lf", &a, &b, &c);
    D = b*b - 4*a*c;
    if (D >= 0) {
        double x1 = (-b + sqrt(D))/(2*a);
        double x2 = (-b - sqrt(D))/(2*a);
        printf("Корни вещественные: x1=%lf, x2=%lf", x1, x2);
    }
    else {
        double real = -b / (2*a);
        double im = sqrt(-D) / (2*a);
        printf("Корни мнимые: x1=%lf+%lfi, x2=%lf-%lfi", real,
  im, real, im);
    }
}
```

тип всех переменных здесь – числа с плавающей точкой двойной точности **double**

для ввода и вывода чисел типа double используем формат “%lf"

для возведения в квадрат просто умножаем число само на себя

внутри фигурных скобок можно объявлять локальные переменные

для извлечения корня используется функция sqrt() из библиотеки math

чтобы напечатать одно и то же число два раза, его приходится дважды указывать в функции printf()

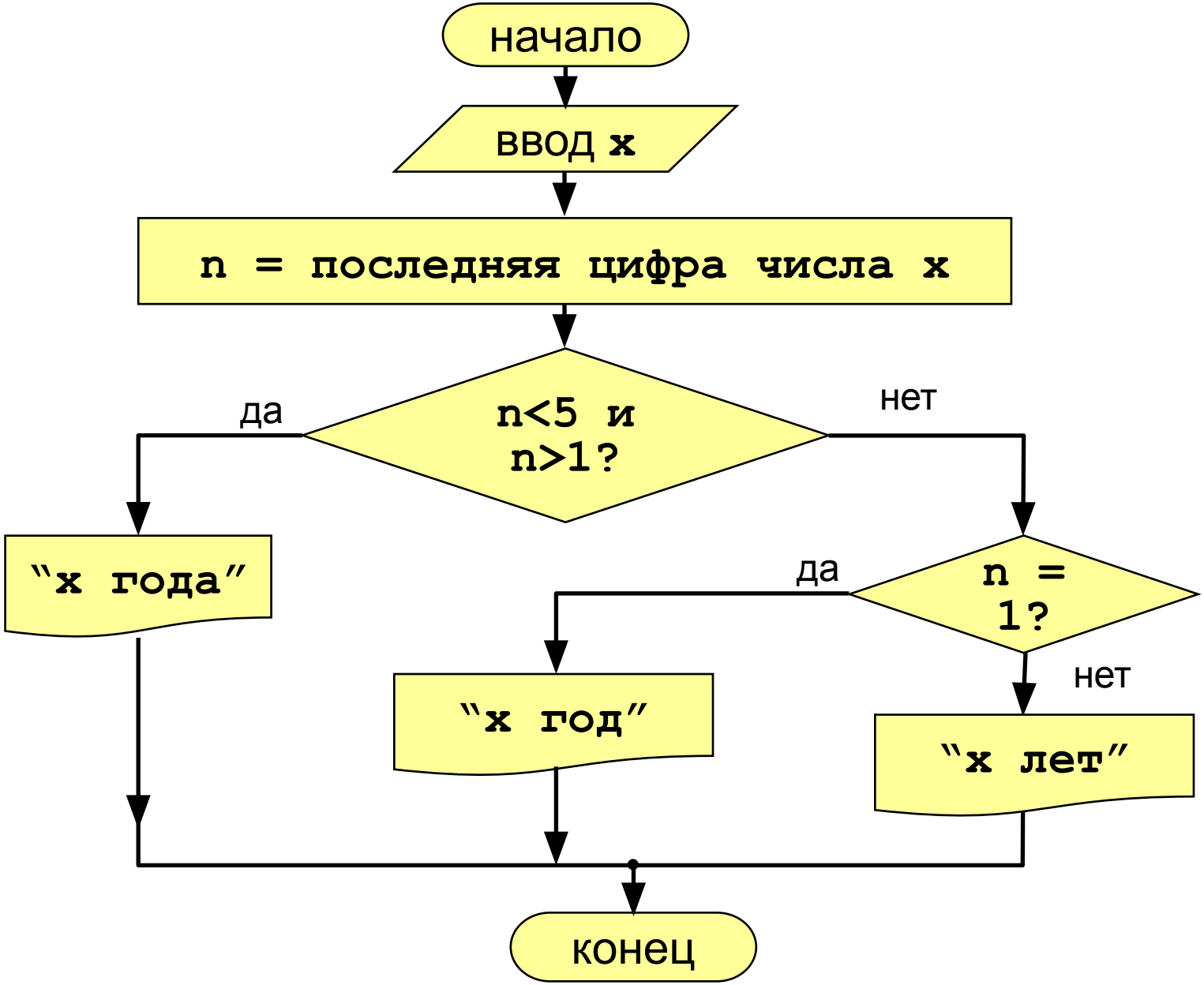
**Улучшения:** - Проверять, не равно ли **a** нулю
- Отдельно обрабатывать случай с **D** = 0 (совпадающие корни)

# Сложные условия

**Задача.** Надо вывести возраст человека так, чтобы после числа было напечатано слово «год», «года» или «лет».

**Особенность:** надо проверять, выполняются ли два условия *одновременно*. Говоря математическим языком, мы должны решить задачу на принадлежность точки к отрезку.

# Алгоритм


начало
ввод x
n = последняя цифра числа x
n<5 и n>1?
да
нет
"x года"
n = 1?
да
нет
"x год"
"x лет"
конец

# Программа

```
main()
{
 int x;
 printf("Введите возраст\n");
 scanf("%d", &x);
 int n = x % 10;
 if ( n < 5 && n > 1 )
   printf("%d года", x);
 else if (n == 1)
   printf("%d год", x);
 else
   printf("%d лет", x);
}
```

"%" – операция нахождения остатка от деления

сложное условие

# Сложные условия

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

`!` – НЕ (*not*, отрицание, инверсия)

`&&` – И (*and*, логическое умножение, конъюнкция, одновременное выполнение условий)

`||` – ИЛИ (*or*, логическое сложение, дизъюнкция, выполнение хотя бы одного из условий)

**Простые условия (отношения)**

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

равно

не равно

# Сложные условия

**Порядок выполнения условных выражений:**

- выражения в скобках
- `!` (НЕ, отрицание)
- `<, <=, >, >=`
- `==, !=`
- `&&` (И)
- `||` (ИЛИ)

**Пример:**

```
        2   1      6   3     5       4
if ( !(a > b) || c != d && b == a)
   {
   ...
   }
```

# Сложные условия

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

```
!(a > b)
a < b && b < c
!(a >= b) || c == d
a < c || b < c && b < a
a > b || !(b < c)
```

1

1

1

1

0

**Для каких значений** `x` **истинны условия:**

```
x < 6 && x < 10
x < 6 && x > 10
x > 6 && x < 10
x > 6 && x > 10
x < 6 || x < 10
x < 6 || x > 10
x > 6 || x < 10
x > 6 || 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 пять чисел и найти наибольшее из них.**

**Пример:**

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

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

**Пример:**

```
Введите номер месяца:
4
весна
```

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 4

# Циклы

**Цикл** – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.

- цикл с **известным** числом шагов (цикл со счётчиком)
- цикл с **неизвестным** числом шагов (итерационный цикл)

# 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.

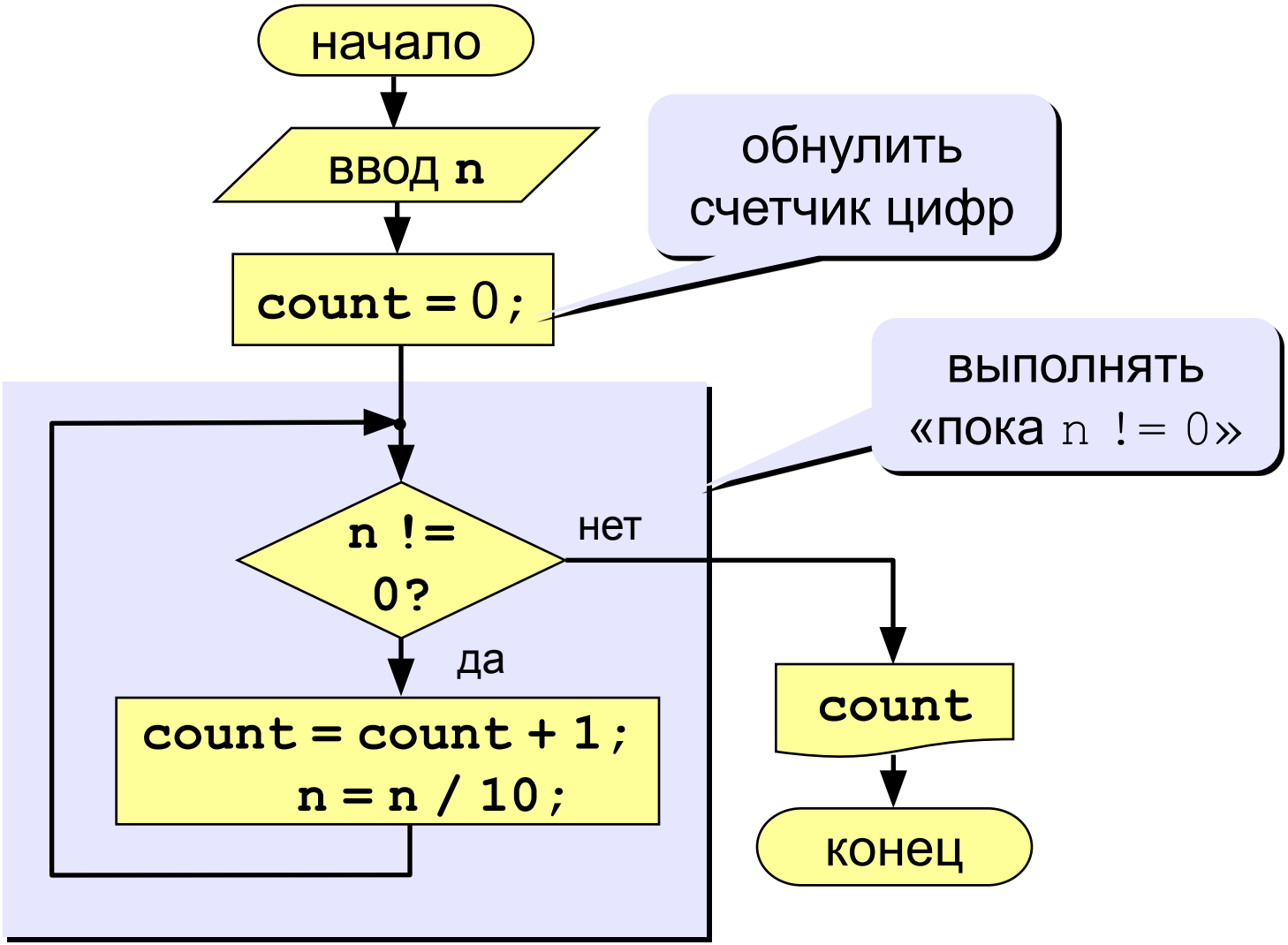
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру (путем деления числа на 10), увеличиваем счетчик.

| n | count |
|---|---|
| 123 | 0 |
| 12 | 1 |
| 1 | 2 |
| 0 | 3 |

Проблема: Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

Решение: Надо остановиться, когда `n = 0`.

# Алгоритм


начало
ввод n
count = 0;
обнулить счетчик цифр
выполнять «пока n != 0»
n != 0?
нет
да
count = count + 1;
n = n / 10;
count
конец

# Программа

```
main()
{
int n, count, n1;
printf("Введите целое число\n");
scanf("%d", &n);
count = 0; n1 = n;
while (n != 0)
{
  count ++;
  n = n / 10;
}
printf("В числе %d нашли %d цифр", n1,
        count);
}
```

выполнять «пока n != 0»

? Что плохо?

# Цикл с условием

```
while ( условие )
   {
   // тело цикла
   }
```

**Особенности:**

- можно использовать сложные условия:

```
while (a<b && b<c ) { ... }
```

- если в теле цикла только один оператор, скобки **{ }** можно не писать:

```
while ( a < b ) a ++;
```

# Цикл с условием

**Особенности:**

- условие проверяется **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 ) a = a - b;
```

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

```
while (1)
{
// главный цикл программы
}
```

# Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a ++;
```

2 раза
a = 6

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a += b;
```

1 раз
a = 10

```
a = 4; b = 6;
while ( a > b ) a ++;
```

0 раз
a = 4

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) b = a - b;
```

1 раз
b = -2

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a --;
```

зацикливание

# 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.

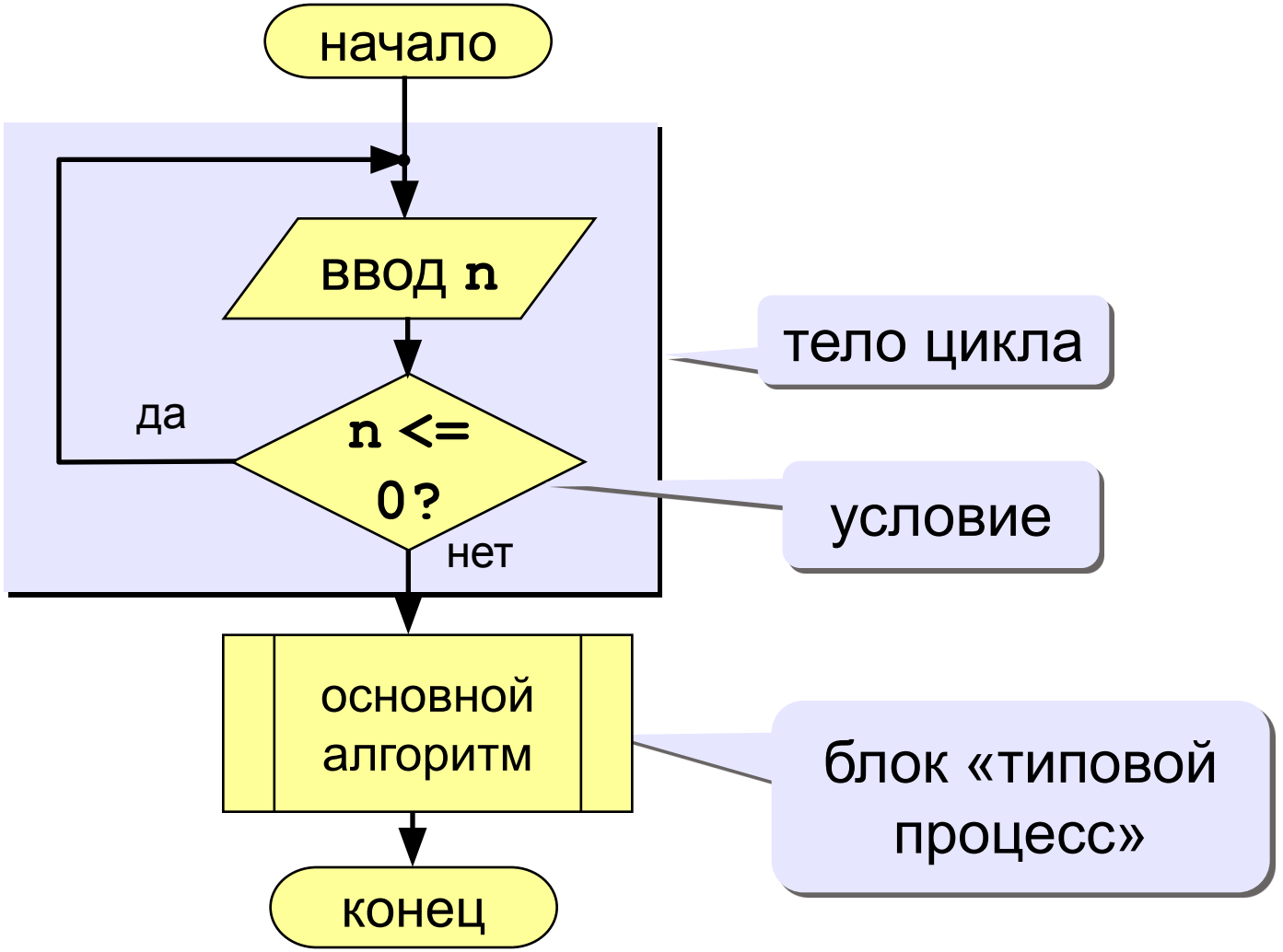
**Проблема:** Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

**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



# Программа

```
main()
{
   int n;
   do {
     printf("Введите положительное число\n");
     scanf("%d", &n);
   }
   while ( n <= 0 );
   ... // основной алгоритм
}
```

условие

**Особенности:**

- тело цикла всегда выполняется **хотя бы один раз**
- после слова **`while`** («пока…» ) ставится условие **продолжения** цикла

# Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 4; b = 6;
do { a++; } while (a<=b);
```

3 раза
a = 7

```
a = 4; b = 6;
do { a += b; } while ( a<=b );
```

1 раз
a = 10

```
a = 4; b = 6;
do { a += b; } while ( a>=b );
```

зацикливание

```
a = 4; b = 6;
do b=a-b; while ( a>=b );
```

2 раза
b = 6

```
a = 4; b = 6;
do a+=2; while ( 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.
```

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 5

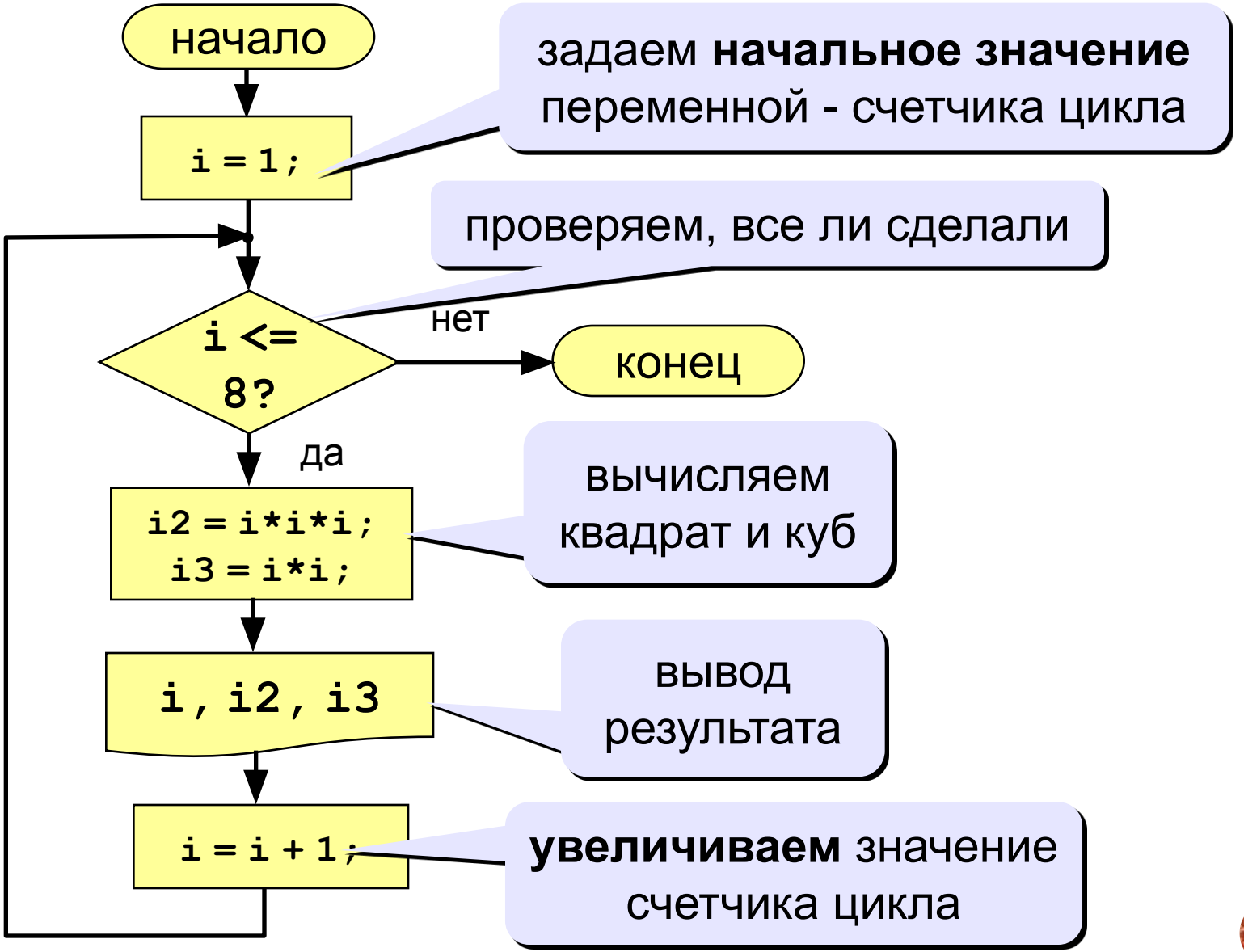
# Цикл с известным числом шагов

**Цикл** с известным числом шагов организуется при помощи специальной переменной – *счетчика цикла*.

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

**Особенность:** одинаковые действия выполняются 8 раз.

# Алгоритм


начало
i = 1;
задаем **начальное значение** переменной - счетчика цикла
проверяем, все ли сделали
i <= 8?
нет
конец
да
i2 = i*i*i;
i3 = i*i;
вычисляем квадрат и куб
i, i2, i3
вывод результата
i = i + 1;
**увеличиваем** значение счетчика цикла

# Программа

```
main()
{
   int i = 0;
   while (i <= 8)
   {
      int i2 = i*i;
      int i3 = i*i*i;
      printf("%d %d %d\n", i, i2, i3);
      i++;
   }
}
```

Объявляем переменную - счетчик цикла и присваиваем ей начальное значение

Проверяем условие выхода из цикла

Значение переменной-счетчика можно использовать в теле цикла

увеличиваем значение счетчика цикла

**Проблема:**

Действия со счетчиком цикла разбросаны по тексту → велика вероятность где-нибудь ошибиться!

# Оператор цикла `for`

- Оператор **for** используется для ***краткого описания*** циклов с заранее известным числом повторений
- В операторе **for** переменной-счетчику:
  - присваивают начальное значение;
  - задают условие завершения цикла;
  - указывают операцию по изменению значения счетчика в конце каждого шага.

```
int i = 0;
while (i <= 8)
{
  printf("%d %d %d\n", i, i*i, i*i*i);
  i++;
}
```

начальное значение

условие завершения

приращение счетчика

```
int i;
for (i = 0; i <= 8; i++)
{
  printf("%d %d %d\n", i, i*i, i*i*i);
}
```

# Цикл с уменьшением счетчика

**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; i>=1; i-- )
{
  printf("%4d %4d %4d\n", i, i*i, i*i*i);
}
```

сделаем заодно ровные столбики

# Оператор цикла `for` – общий вид

```
for (начальные значения;
      условие продолжения цикла;
      действия на каждом шаге)
  {
    // тело цикла
  }
```

**Примеры:**

```
for (a=2; a<b; a+=2) { ... }
```

```
for (a=2, b=4; a<b; a+=2) { ... }
```

```
for (a=1; c<d; x++) { ... }
```

```
for (; c<d; x++) { ... }
```

```
for (; c<d; ) { ... }
```

# Оператор цикла `for`

## Особенности:

- ***условие*** проверяется **в начале** очередного шага цикла, если оно ложно, то цикл завершается;
- ***действия*** (третья часть в заголовке) выполняются **в конце** очередного шага цикла;
- если ***условие*** никогда не станет ложным, цикл может продолжаться бесконечно (**зацикливание**)

```
for(i=1; i<8; i++) { i--; }
```

**Не рекомендуется менять счетчик цикла внутри тела цикла!**

- если в теле цикла есть только один оператор, скобки {} можно не ставить:

```
for (i = 1; i < 8; i++) a += b;
```

# Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 1;
for(i=1; i<4; i++) a++;
```

a = 4

```
a = 1;
for(i=1; i<4; i++) a = a+i;
```

a = 7

```
a = 1; b=2;
for(i=3; i >= 1; i--)a += b;
```

a = 7

```
a = 1;
for(i=1; i >= 3; i--)a = a+1;
```

a = 1

```
a = 1;
for(i=1; i<= 4; i--)a ++;
```

зацикливание

# Замена for на while и наоборот

```
for( i=1; i<=10; i++)
{
   // тело цикла
}
```

```
i = 1;
while ( i <= 10 ) {
   // тело цикла
   i ++;
}
```

```
for ( i=a; i>=b; i--)
{
   // тело цикла
}
```

```
i = a;
while ( i >= b ) {
   // тело цикла
   i --;
}
```

**В языке Си замена цикла *for* на *while* и наоборот возможна всегда!**

# 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
```

# Оператор выбора

**Задача:** Ввести номер месяца и вывести количество дней в этом месяце.

**Решение:** Число дней по месяцам:

**28 дней** – 2 (февраль)

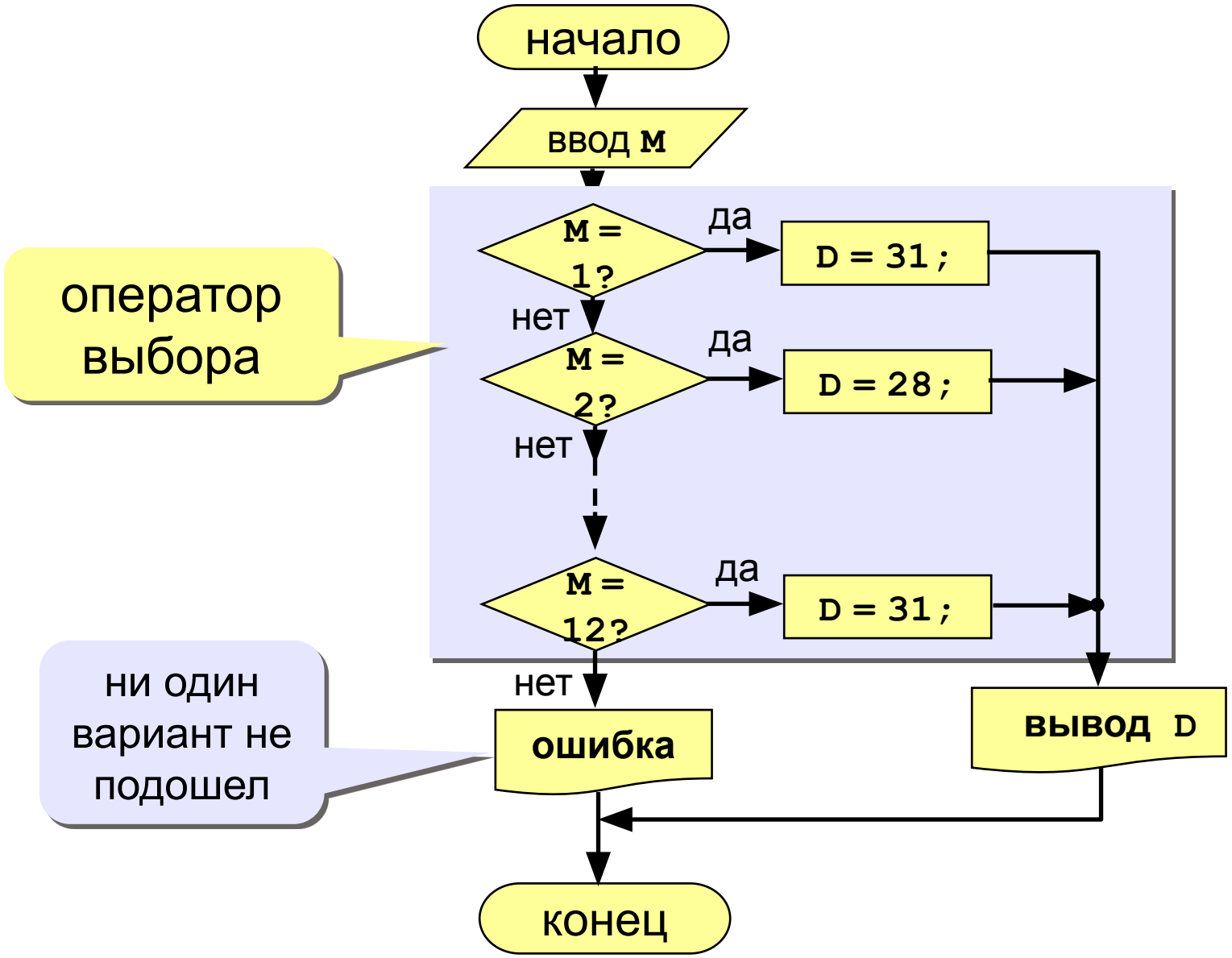
**30 дней** – 4 (апрель), 6 (июнь), 9 (сентябрь), 11 (ноябрь)

**31 день** – 1 (январь), 3 (март), 5 (май), 7 (июль), 8 (август), 10 (октябрь), 12 (декабрь)

**Особенность:** Выбор не из двух, а из нескольких вариантов в зависимости от номера месяца.

**Можно ли решить известными методами?**

# Алгоритм


начало
ввод M
M = 1?
да
D = 31;
нет
M = 2?
да
D = 28;
нет
M = 12?
да
D = 31;
нет
ошибка
вывод D
конец
оператор выбора
ни один вариант не подошел

# Программа

```
main()
{
 int M, D;
 printf("Введите номер месяца:\n");
 scanf("%d", &M);
 switch ( M ) {
   case 2:  D = 28; break;
   case 4: case 6: case 9: case 11:
            D = 30; break;
   case 1: case 3: case 5: case 7:
   case 8: case 10: case 12:
            D = 31; break;
   default: D = -1;
   }
 if (D > 0)
      printf("В этом месяце %d дней.", D);
 else printf("Неверный номер месяца");
}
```

выйти из switch

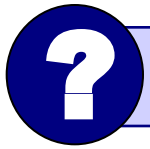
ни один вариант не подошел

# Оператор выбора

**Задача:** Ввести букву и вывести название животного на эту букву.

**Особенность:** выбор по символьной величине.

```
main()
{
 char c;
 printf("Введите первую букву названия животного:\n");
 scanf("%c", &c);
 switch ( c ) {
   case 'а': printf("Антилопа"); break;
   case 'б': printf("Бизон"); break;
   case 'в': printf("Волк"); break;
   default:  printf("Я не знаю!");
   }
}
```



**Что будет, если везде убрать `break`?**

# Оператор выбора `switch`

## Особенности:

- после **`switch`** может быть имя переменной или арифметическое выражение целого типа (**`int`**) или символьного типа (**`char`**)

```
switch ( i+3 ) {
  case 1: a = b; break;
  case 2: a = c;
  }
```

- **нельзя** ставить два **одинаковых** значения:

```
switch ( x ) {
  case 1: a = b; break;
  case 1: a = c;
  }
```

# Задание

**Ввести номер месяца и номер дня, вывести число дней, оставшихся до Нового года.**

**Пример:**

```
Введите номер месяца:
12
Введите день:
25
До Нового года осталось 6 дней.
```

# МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

Практические занятия

Занятие 6

# Ввод/вывод символов

- Самый простой механизм ввода – чтение по одному символу из стандартного входного потока (с клавиатуры) и вывод по одному символу в стандартный выходной поток (на экран дисплея, в консольное окно).
- Функция **getch**() ожидает нажатие клавиши и возвращает ее код:

```
int key = getch();
```

- Функция **putch**(int x) выдает символ с кодом x в стандартный выходной поток (в консольное окно):

```
putch('H'); putch('i'); putch('!');
```

```
Hi!
```

- Функции **getch**() и **putch**(), так же, как и printf(), scanf(), объявлены в заголовочном файле **stdio.h**.

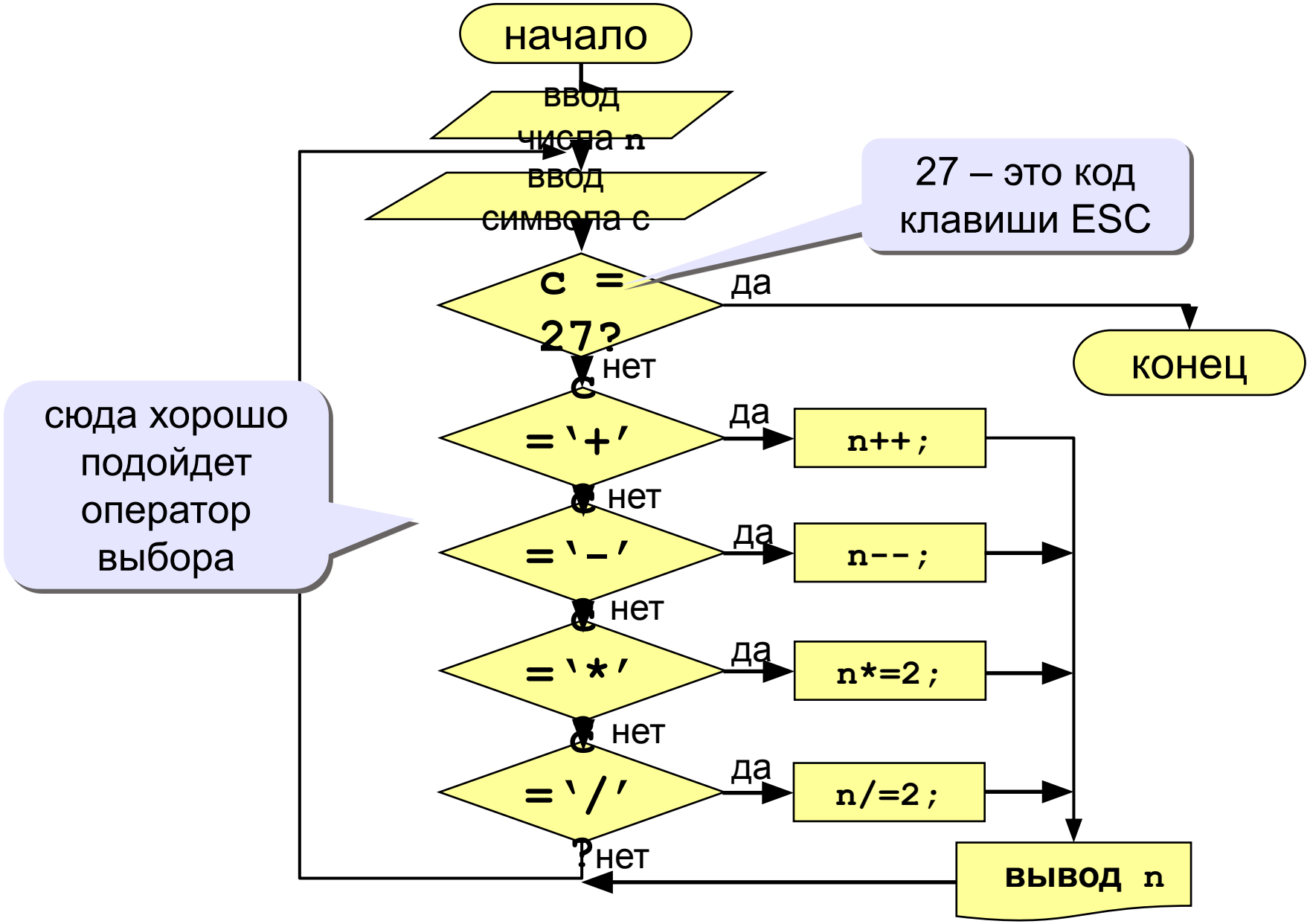
# Ввод/вывод символов

**Задача.** Ввести число. Затем обеспечить следующую функциональность:

- клавиши «+» и «-» увеличивают / уменьшают число на 1;
- клавиши «*» и «/» увеличивают / уменьшают число в два раза;
- клавиша «ESC» вызывает выход из программы.

**Особенность:** алгоритм представляет собою цикл с заранее неизвестным числом повторений.

# Ввод/вывод символов: алгоритм



# Программа

```
main()
{
 int n, c;
 printf("Введите число:\n");
 scanf("%d", &n);
 do {
    c = getch();
    switch ( c )
    {
    case '+': n++; break;
       case '-': n--; break;
       case '*': n*=2; break;
       case '/': n/=2; break;
    }
    printf("%9d\r", n);
  } while (c != 27);
}
```

останавливаем программу, читаем код клавиши

вместо кода символа можно написать сам этот символ внутри одинарных кавычек ''

"\r" вызывает печать с начала строки

# Меню в программе

**Задача.** Написать программу, вычисляющую площади различных фигур. Тип фигуры и ее параметры должны вводиться с клавиатуры.

**Особенность:** Подобного рода программы обычно содержат «меню пользователя», в котором можно сделать выбор, нажав одну из предложенных кнопок.

# Программа

```
main()
{
 printf("Вычисление площадей фигур:\n");
 printf("1: Круг\n");
 printf("2: Квадрат\n");
 printf("3: Треугольник\n");
 printf("0: Выход из программы\n");
 int c = getch();
 double result;
 switch ( c )
 {
   case 0: return;
   case 1: result = calc_round(); break;
   case 2: result = calc_square(); break;
   case 3: result = calc_triangle(); break;
 }
 printf("Площадь фигуры = %lf\r", result);
}
```

просто выходим из программы, даже не завершая switch()

вызываем разные функции для вычислений

# Задания

**«4»: Ввести два числа, затем сделать так, чтобы нажатие «+» увеличивало бы первое число на величину, заданную вторым числом; нажатие «-» - уменьшало бы это число на ту же величину.**

**«5»: Ввести одно число, а затем сделать так, чтобы нажатие на цифровые клавиши 1..9 увеличивало (или уменьшало) бы это число на значение, заданное нажатой клавишей.**

# Функции

В языке Си ***функция*** – группа из одного или нескольких операторов, имеющая имя. Как правило, функция выполняет одно действие, один шаг алгоритма или одно вычисление по формуле.

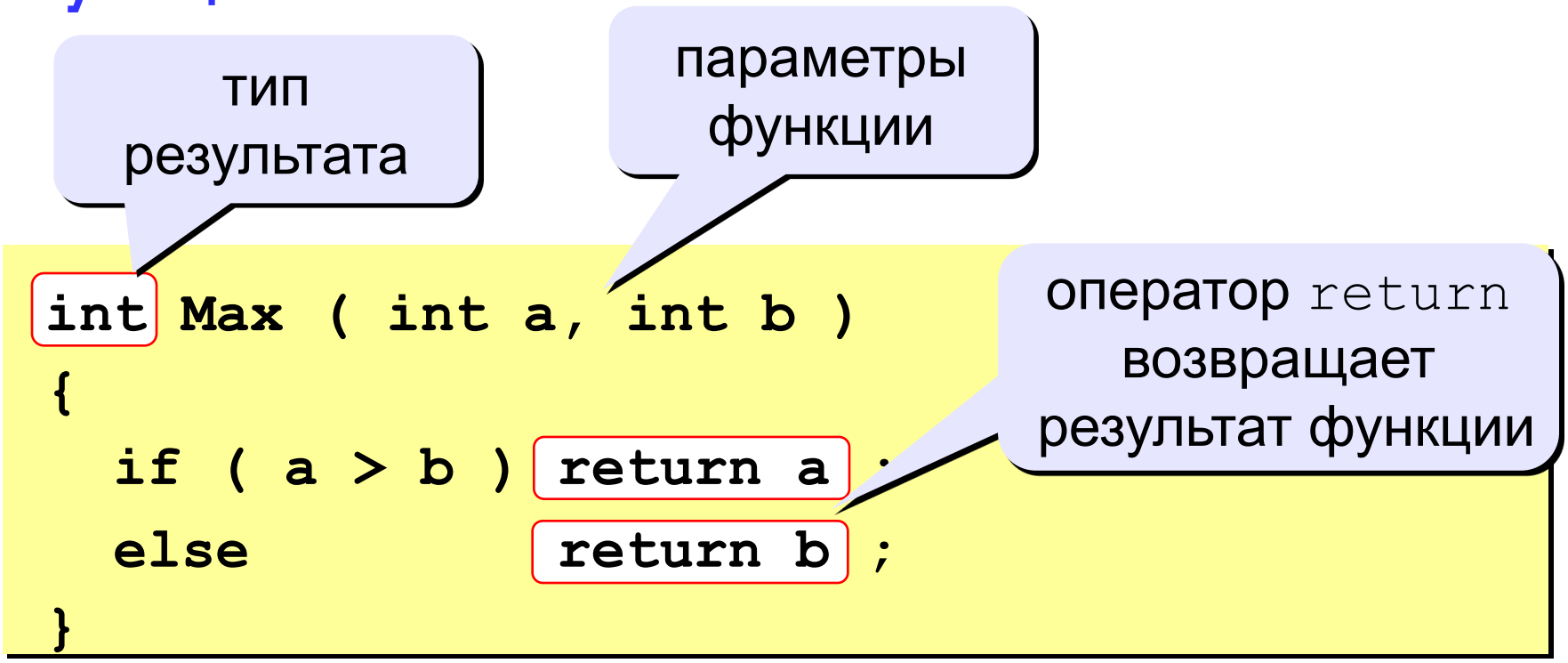
Функция может получать на вход данные (они размещаются в специальных переменных – *параметрах функции*) и может отдавать в основную программу результат (одно число).

Функция – основная единица программы на языке Си; собственно программа и состоит из описания функций.

# Функции

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

**Функция:**



# Функции

- Объявление функции:

```
тип_функции  имя_функции (список_параметров)
{
   тело_функции
}
```

- Имя типа, стоящее перед именем функции, задает тип возвращаемого функцией значения. Если функция не возвращает никакого значения, в качестве типа пишут ключевое слово **void**.
- Список параметров – это список локальных переменных, автоматически получающих значения в момент вызова функции. Если функция не использует параметров, то в круглых скобках не пишут ничего или пишут слово void.
- Оператор **return** заканчивает выполнение функции. Если функция возвращает число, после слова **return** необходимо указать выражение, значение которого передастся в качестве результата. «return» может использоваться в теле функции сколько угодно раз.

# Вызов функции

Когда нужно, чтобы выполнились действия, описанные в функции, функцию *вызывают*.

Для этого есть **два способа**:

- **Если функция ничего не возвращает (у нее тип void)**: просто написать в тексте программы имя функции, а затем, в круглых скобках, значения, которые будут присвоены параметрам функции.
- **Если функция возвращает значение:** использовать имя функции внутри какого-нибудь выражения.

Вызвать функцию можно из любой другой функции.

# Вызов функции

```
int Max (int a, int b)
{
  if (a > b)
    return a;
  else
    return b;
}
```

b=15

a=10

```
void main()
{
  int x = Max (10, 15);
  int y = Max (5, x) * 4;
  int m = -6, n = 10;
  printf (“Maximum = %d”, Max (m, n));
}
```

Вызов **Max**() из выражения в операторе присваивания

x = 15

y = 60

Вызов **Max**() из выражения в функции printf()

# Объявление переменных и область видимости

- Язык Си позволяет объявлять переменные в любом месте файла с исходным текстом, в том числе внутри любой функции (и вообще внутри любого составного оператора).
- Переменные, объявленные снаружи любого составного оператора, доступны во всех функциях, описанных в данном файле. Такие переменные называют *глобальными*.
- Переменные, объявленные в функции, доступны только изнутри этой функции. Такие переменные называются *локальными*. Они создаются всякий раз при вызове функции и уничтожаются при выходе из нее.

```
short x, y;
short GetAverage (short a, short b)
{
  return (a + b) / 2;
}
int main(void)
{
  x = 10; y = 12;
  short z = GetAverage(x, y);
  printf("z=%d", z);
}
```

**Параметры функции** также являются ее локальными переменными. Их изменение никак не влияет на объекты, находящиеся за ее пределами.

# Функции

Вернемся к нашей задаче вычисления площадей фигур. Нам нужно описать три функции: для вычисления площади круга, прямоугольника и треугольника.

**Особенность:** Каждая такая функция будет не только производить вычисления, но и обеспечивать ввод необходимых исходных данных.

```
double calc_square(void)
{
  double r;
  printf("Введите сторону квадрата:");
  scanf("%lf", &r);
  return r * r;
}
```

```
double calc_round (void)
{
  double r;
  printf("Введите радиус круга:");
  scanf("%lf", &r);
  return M_PI * r * r;
}
```

Константа M_PI (число π) объявлена в библиотеке math.h

# Задания

**«4»: Написать функцию для вычисления тока в резисторе. В качестве параметров в функцию отдаются значения напряжения на выводах резистора и его сопротивление. В основной программа обеспечить ввод исходных данных, вычисление тока при помощи написанной функции и печать результата.**

**«5»: Написать программу для вычисления корня функции методом половинного деления. Сама функция должна получать на вход значение аргумента, возвращать значение функции, для которой ведется поиск корней. В основной программе надо обеспечить ввод значений границ области поиска и требуемой точности вычисления, а также печать результатов поиска корня.**