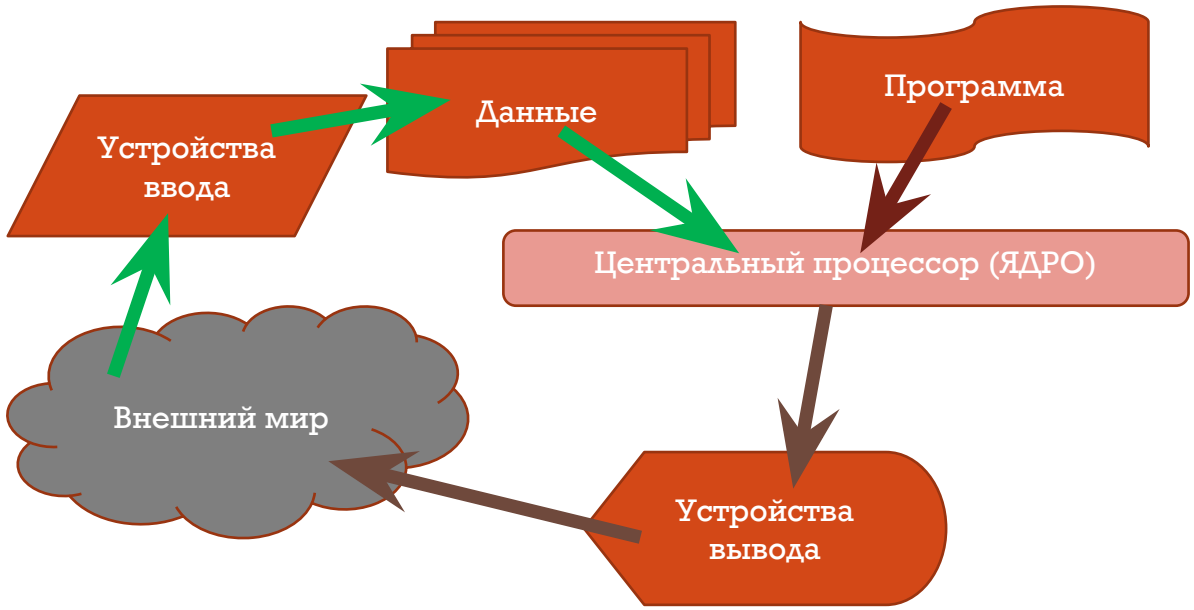
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

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**.

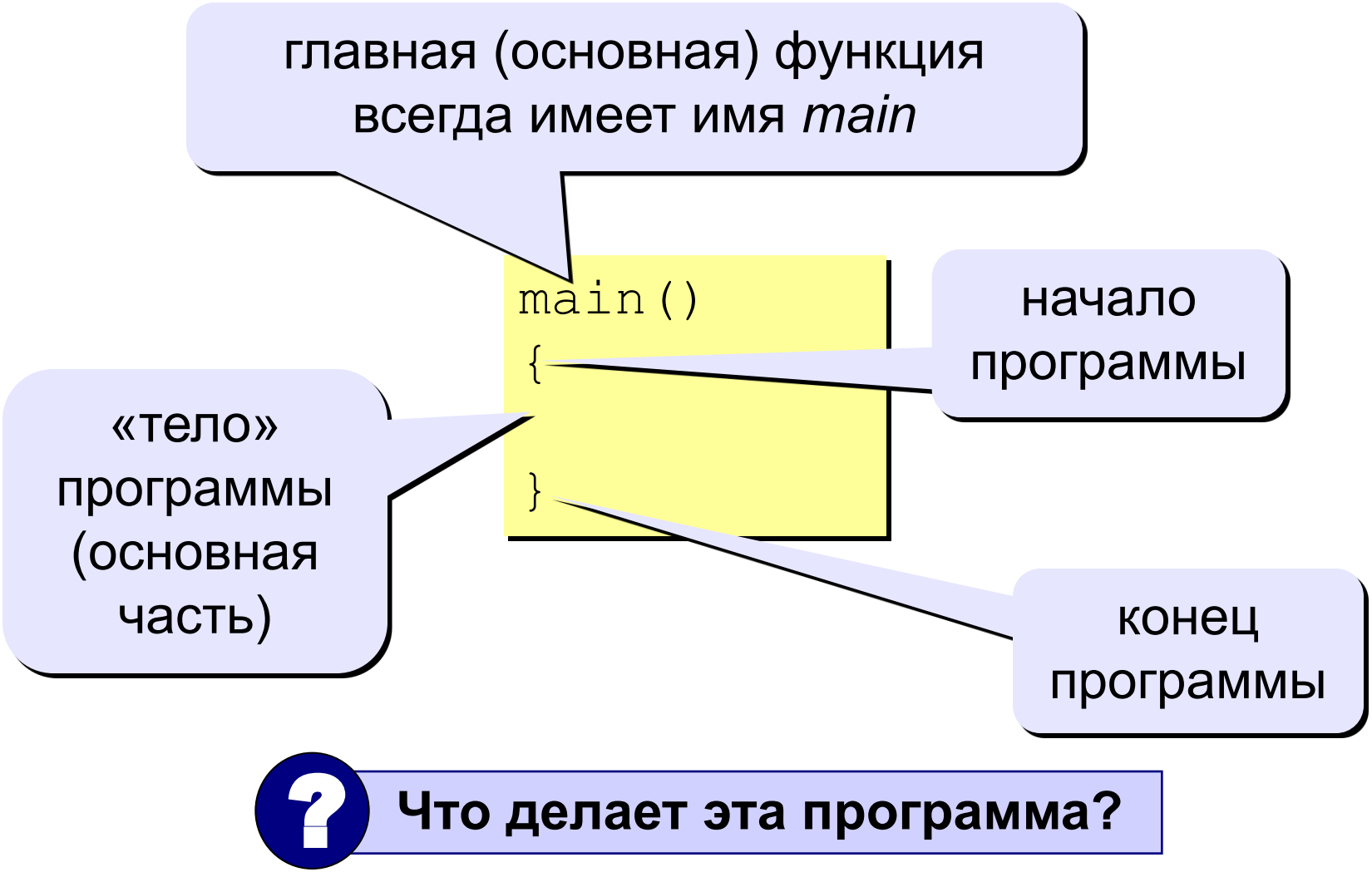
Таким образом:

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

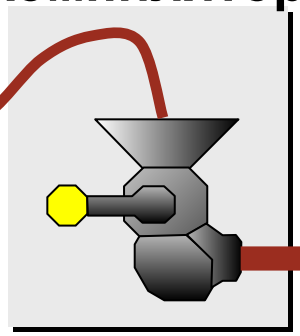
first.cpp

```
main()
{

}
```

исходный файл

Транслятор (компилятор)

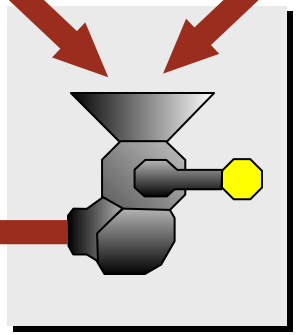


first.o

```
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*

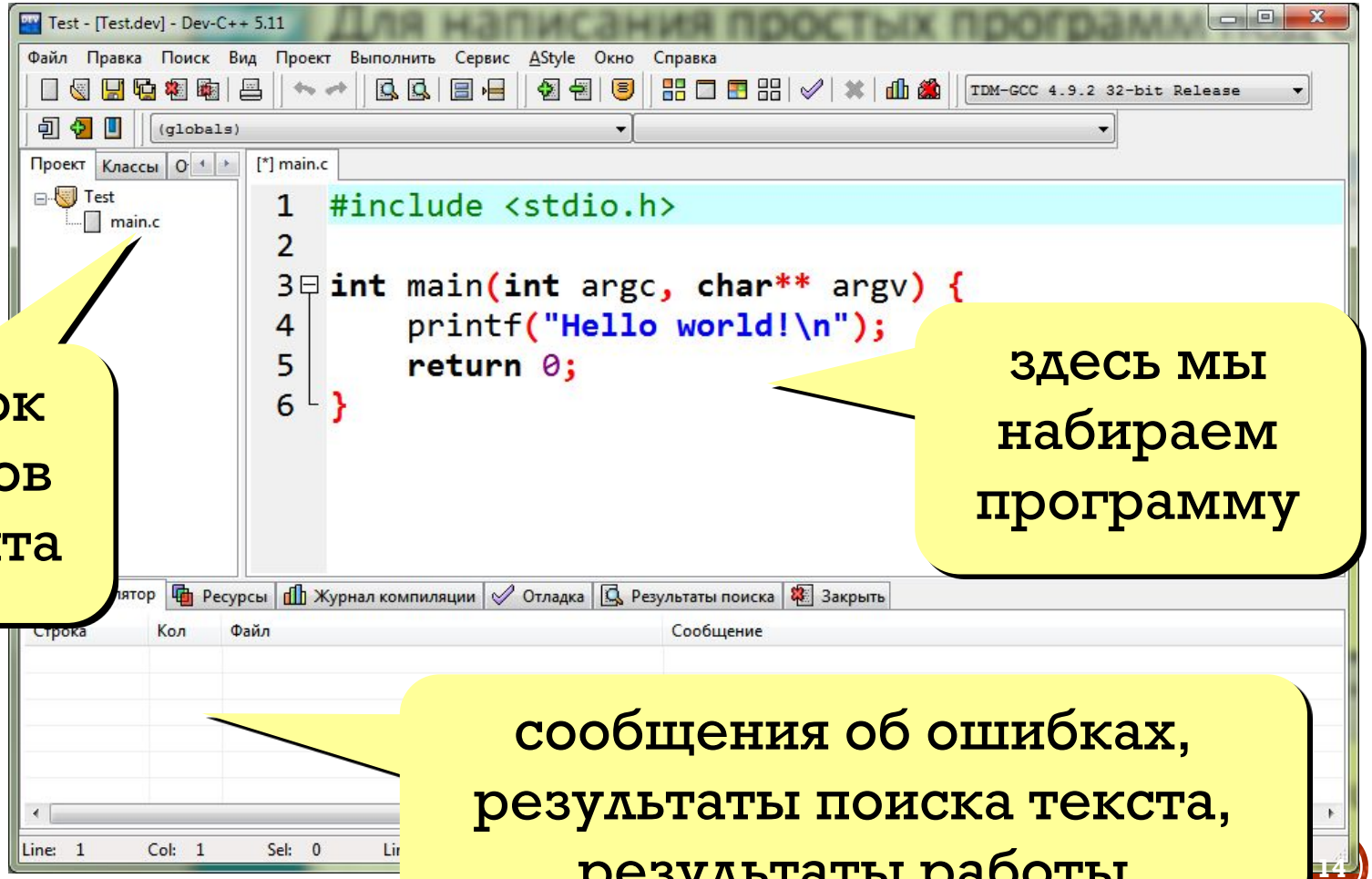
Интегрированная среда разработки

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 Dev-C++
Windows будет использоваться IDE **DEV-CPP**



список файлов проекта

здесь мы набираем программу

сообщения об ошибках, результаты поиска текста, результаты работы компилятора

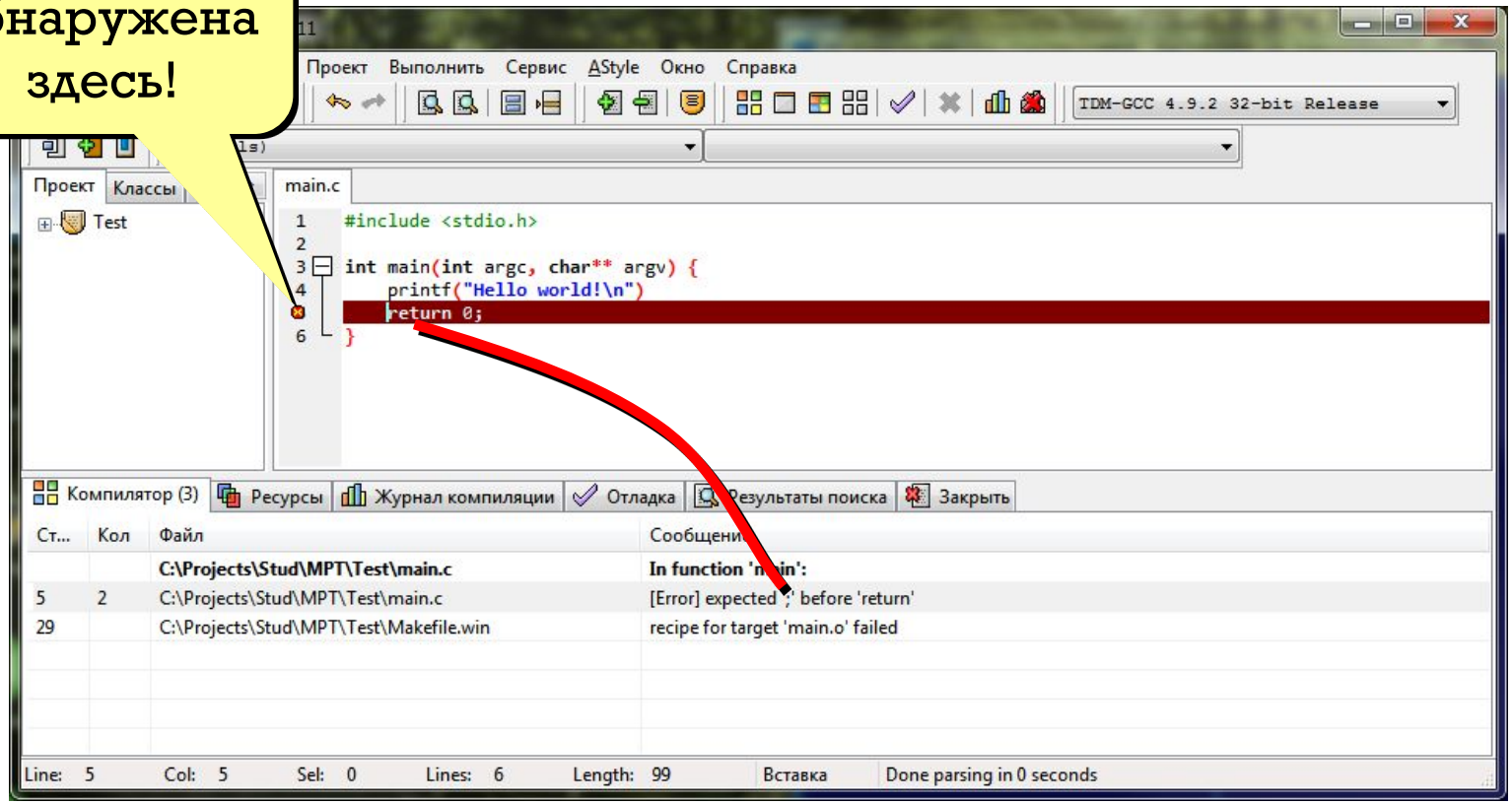
ИНТЕГРИРОВАННАЯ СРЕДА РАЗРАБОТКИ

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

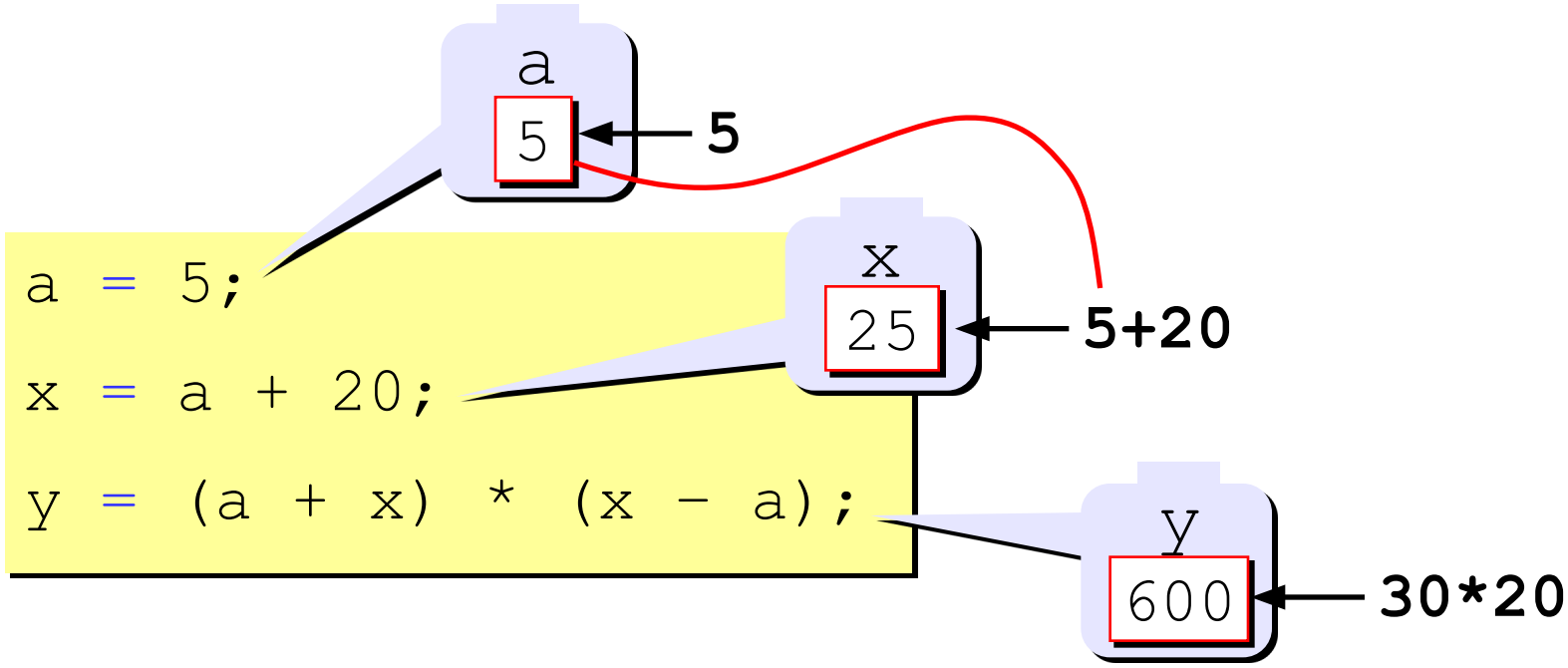
символьные переменные c, c2 и m
c2 = 'A'

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

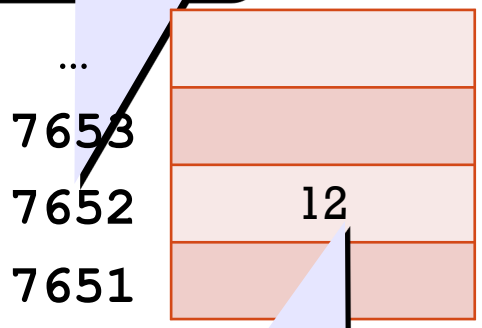
адреса ячеек, куда записать введенные числа

```
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

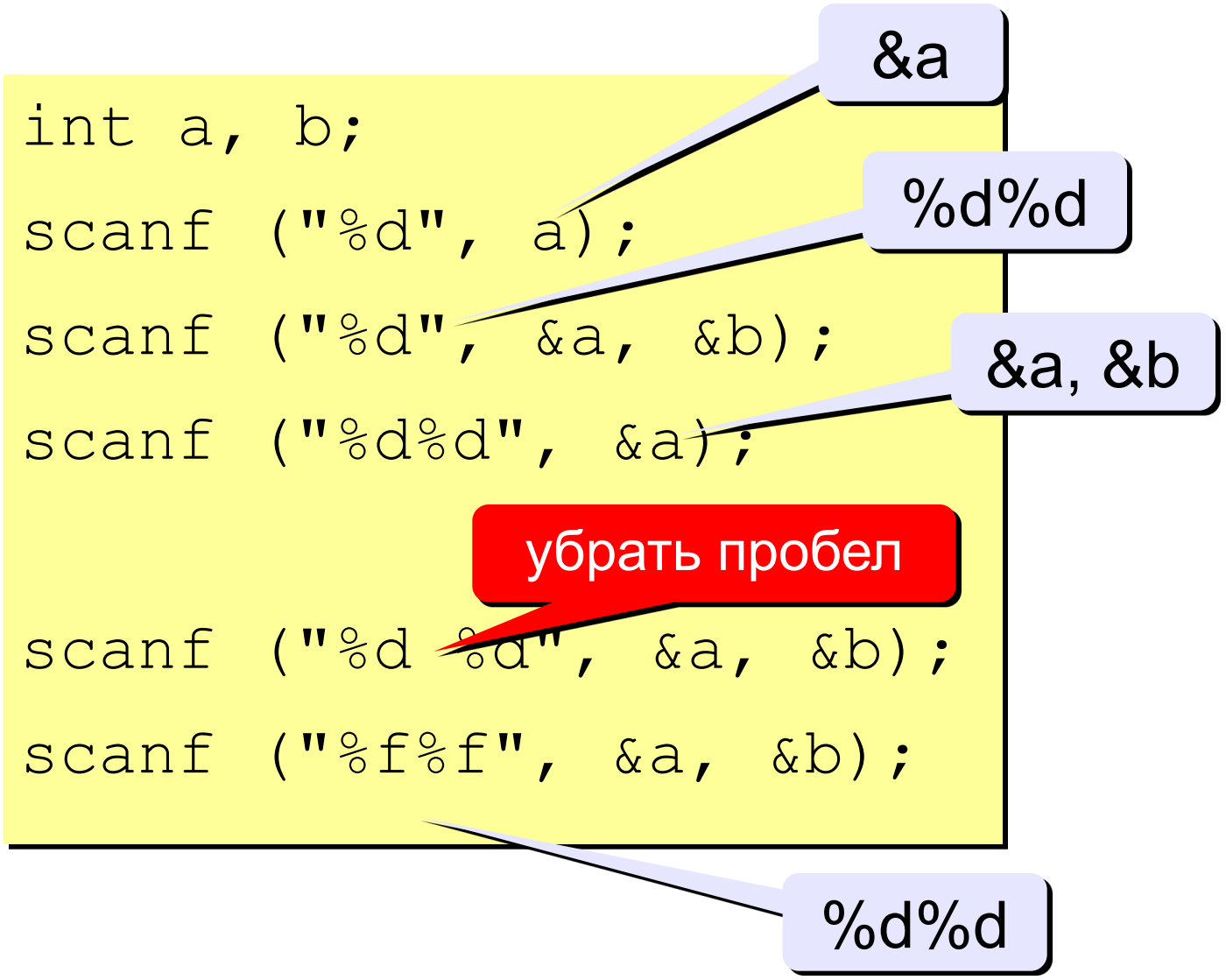
&a – адрес переменной a



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?



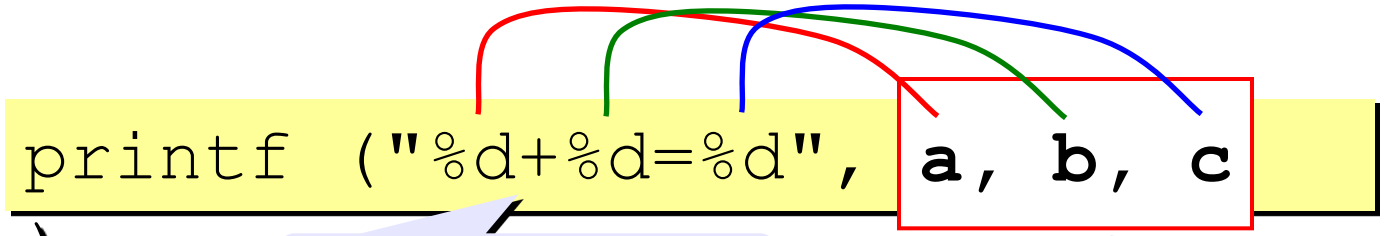
Вывод чисел на экран

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);
}
```

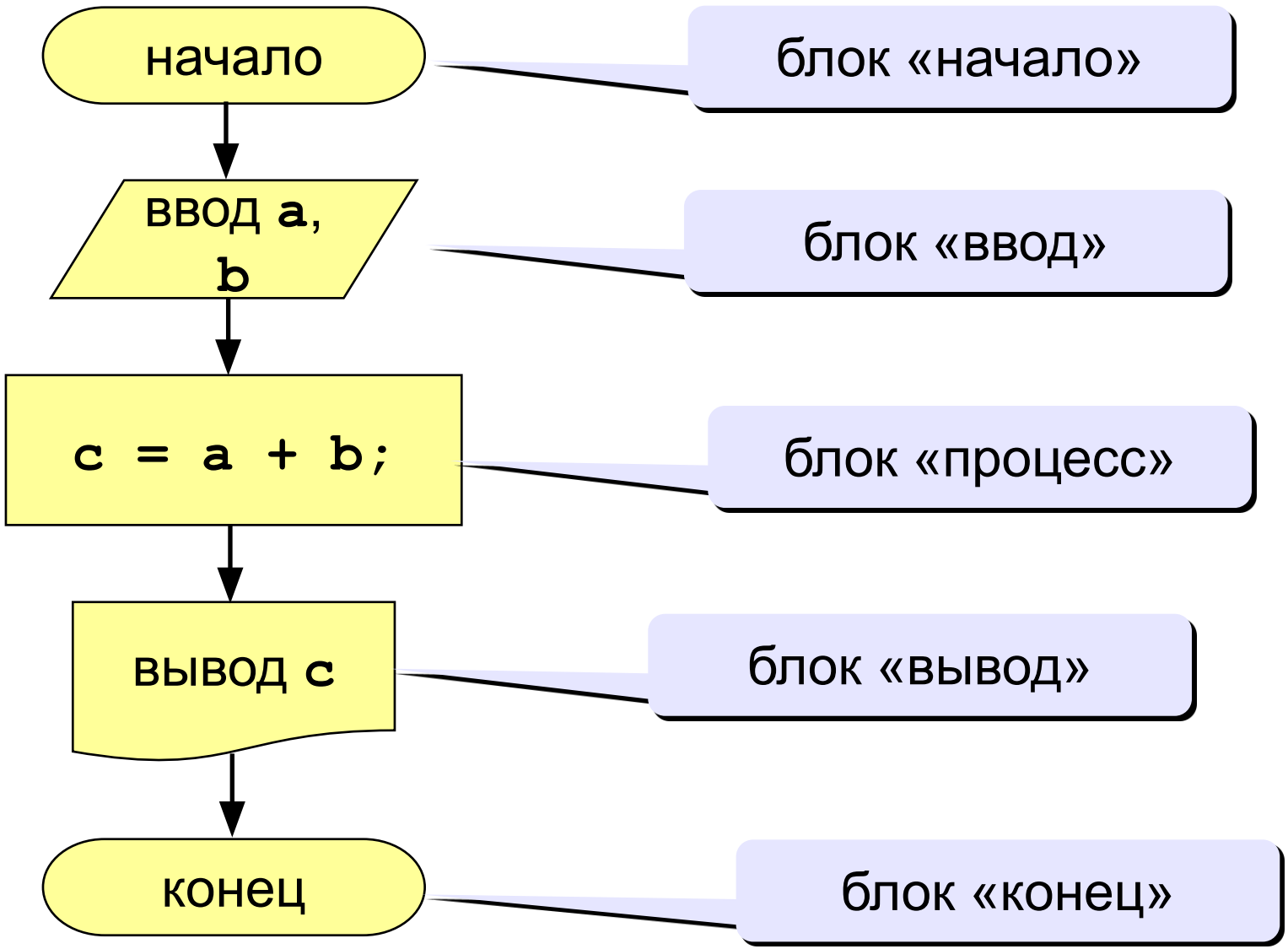
Протокол:

```
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

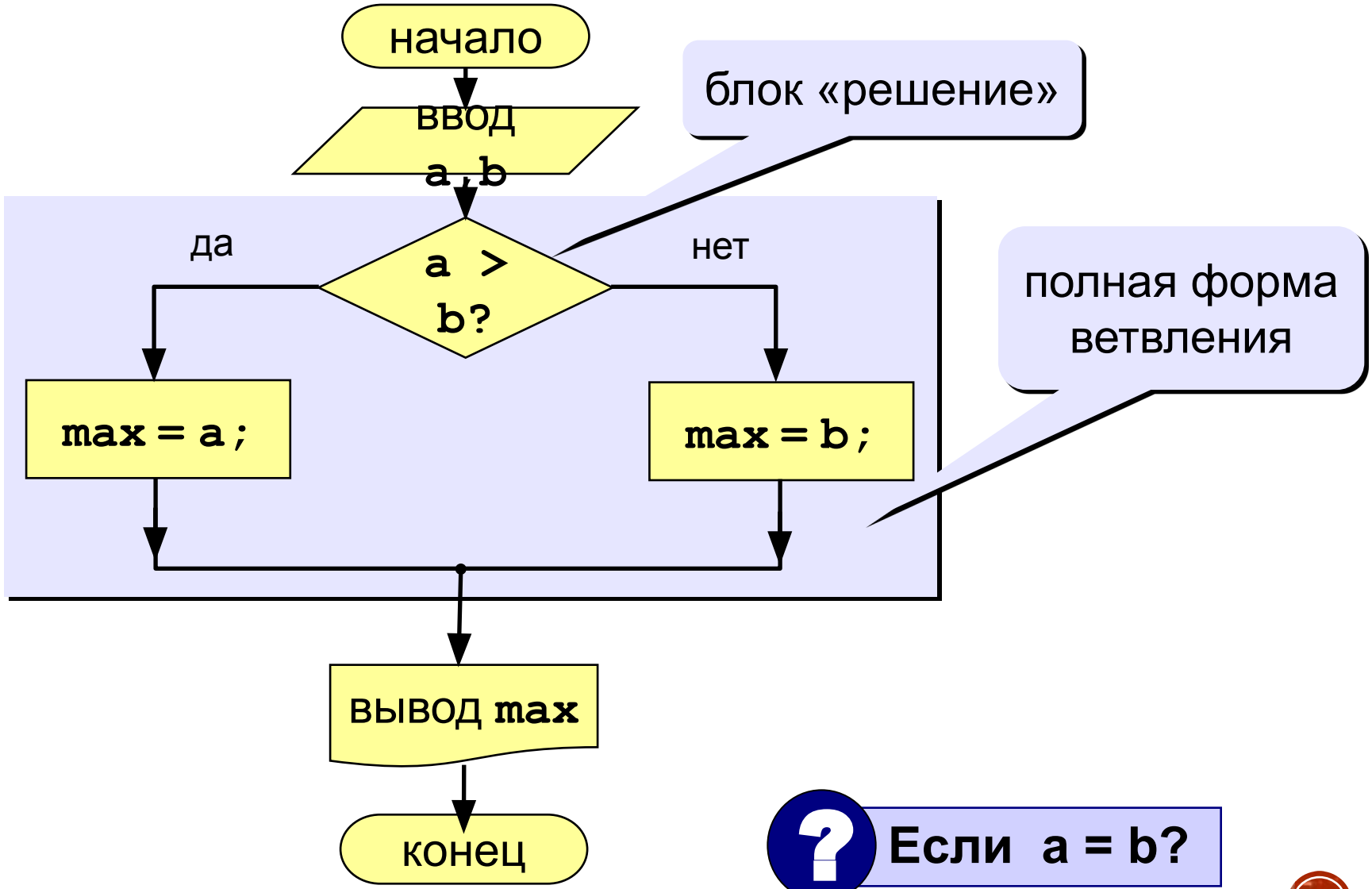
Задача. Ввести два целых числа и вывести на экран наибольшее из них.

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;
```

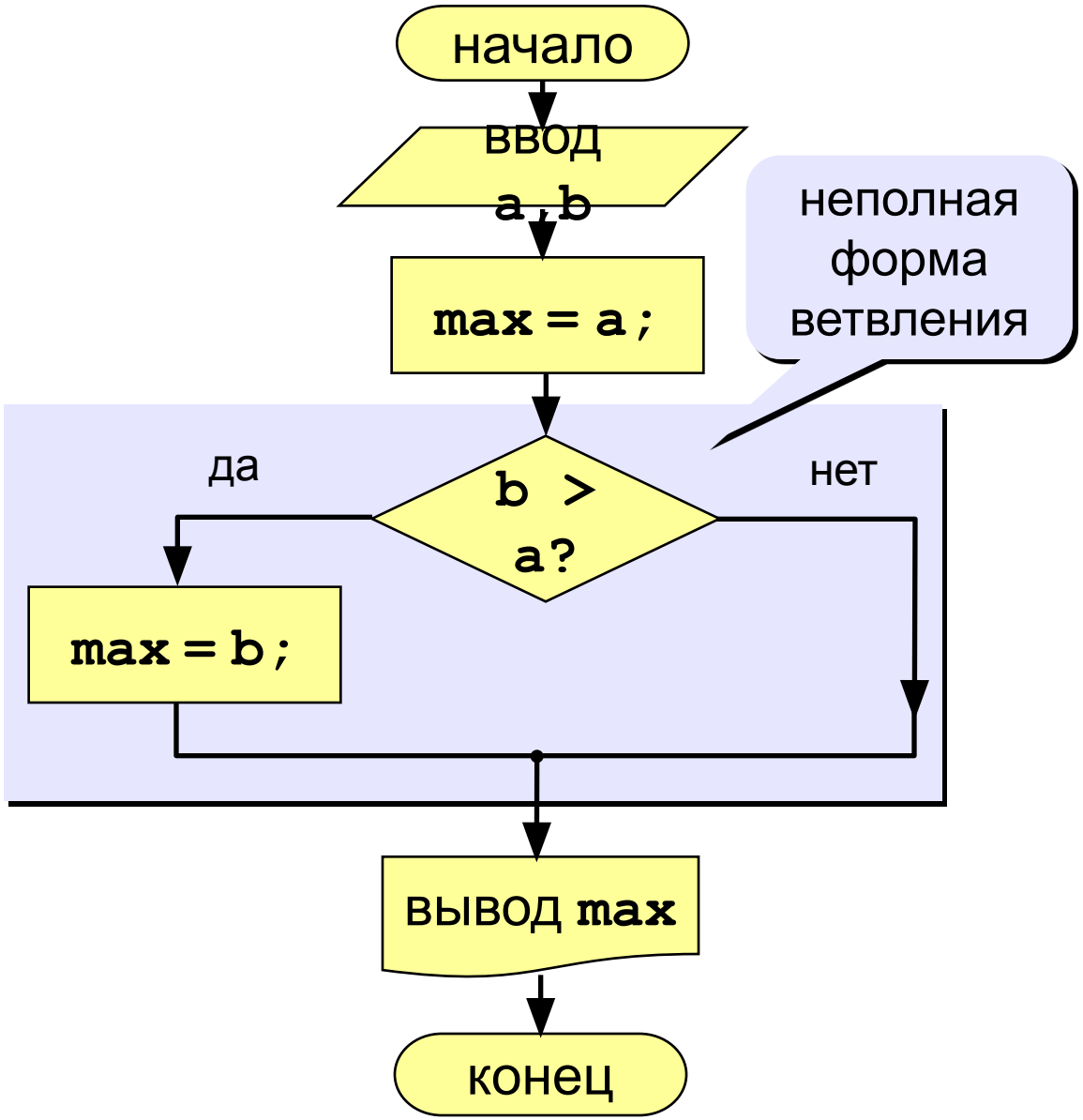
```
if ( a > b )
 a = b;
else
 b = a;
```

```
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()

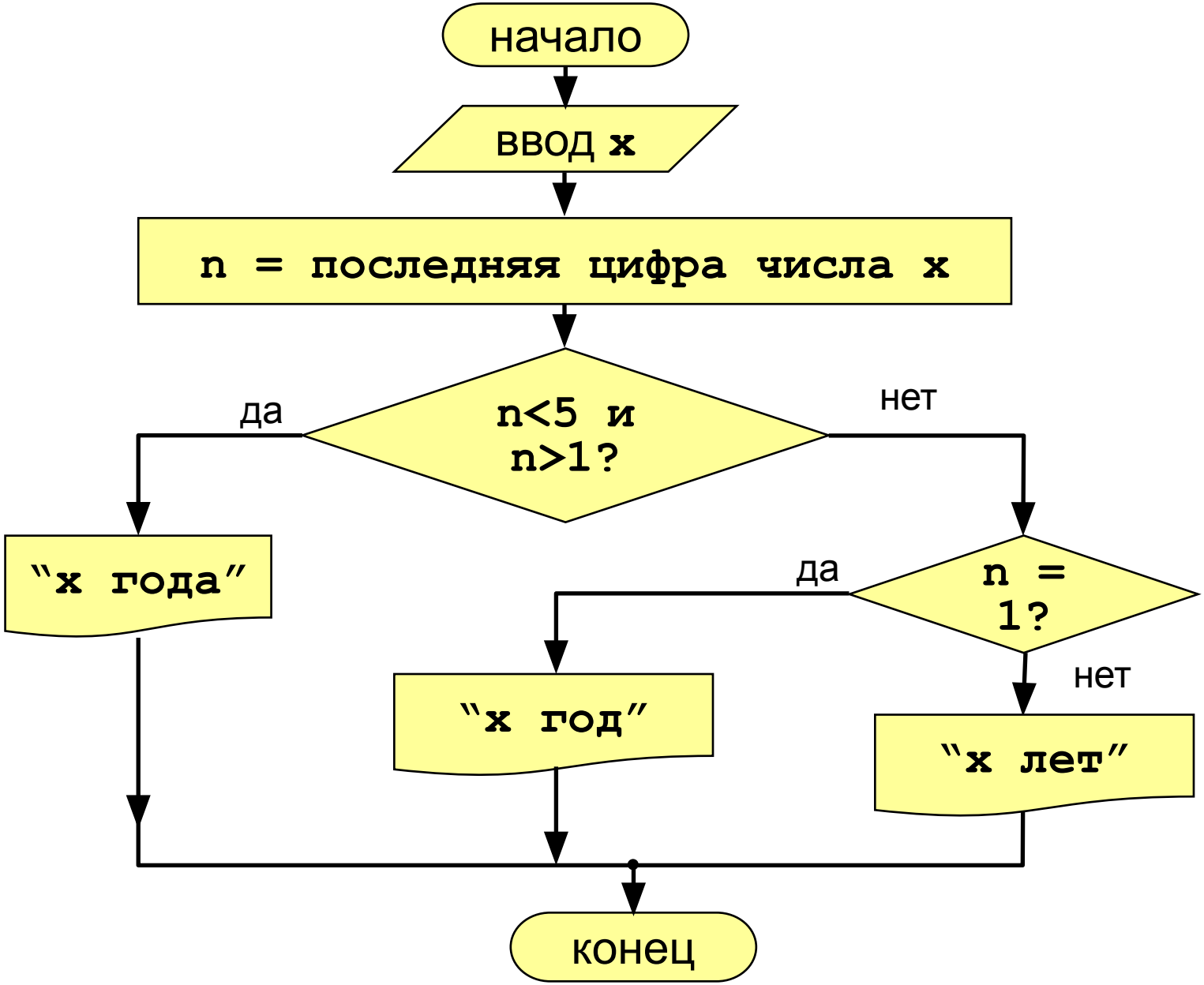
Улучшения: - Проверять, не равно ли **a** нулю
- Отдельно обрабатывать случай с **D** = 0 (совпадающие корни)

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.

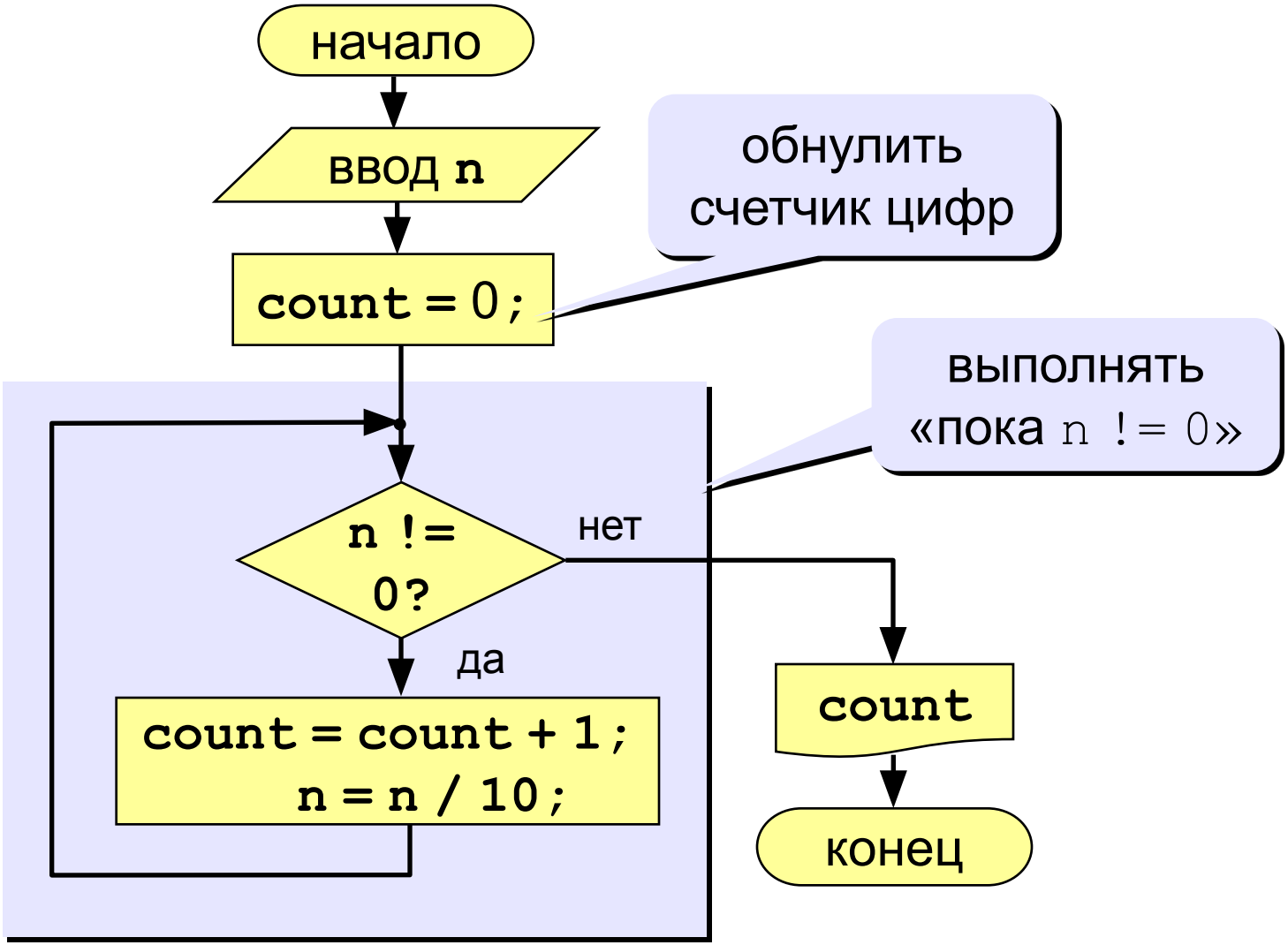
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру (путем деления числа на 10), увеличиваем счетчик.

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.

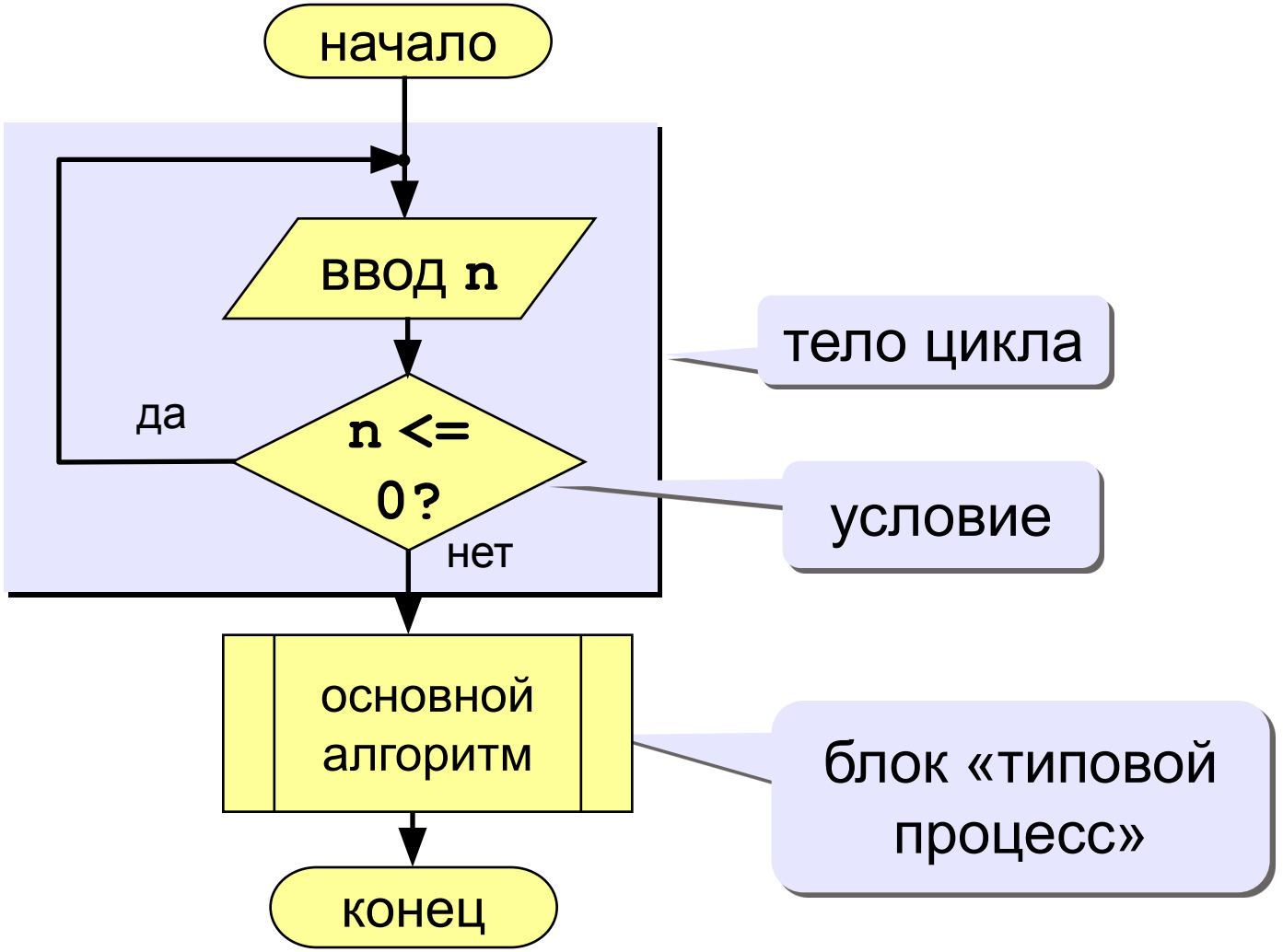
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

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

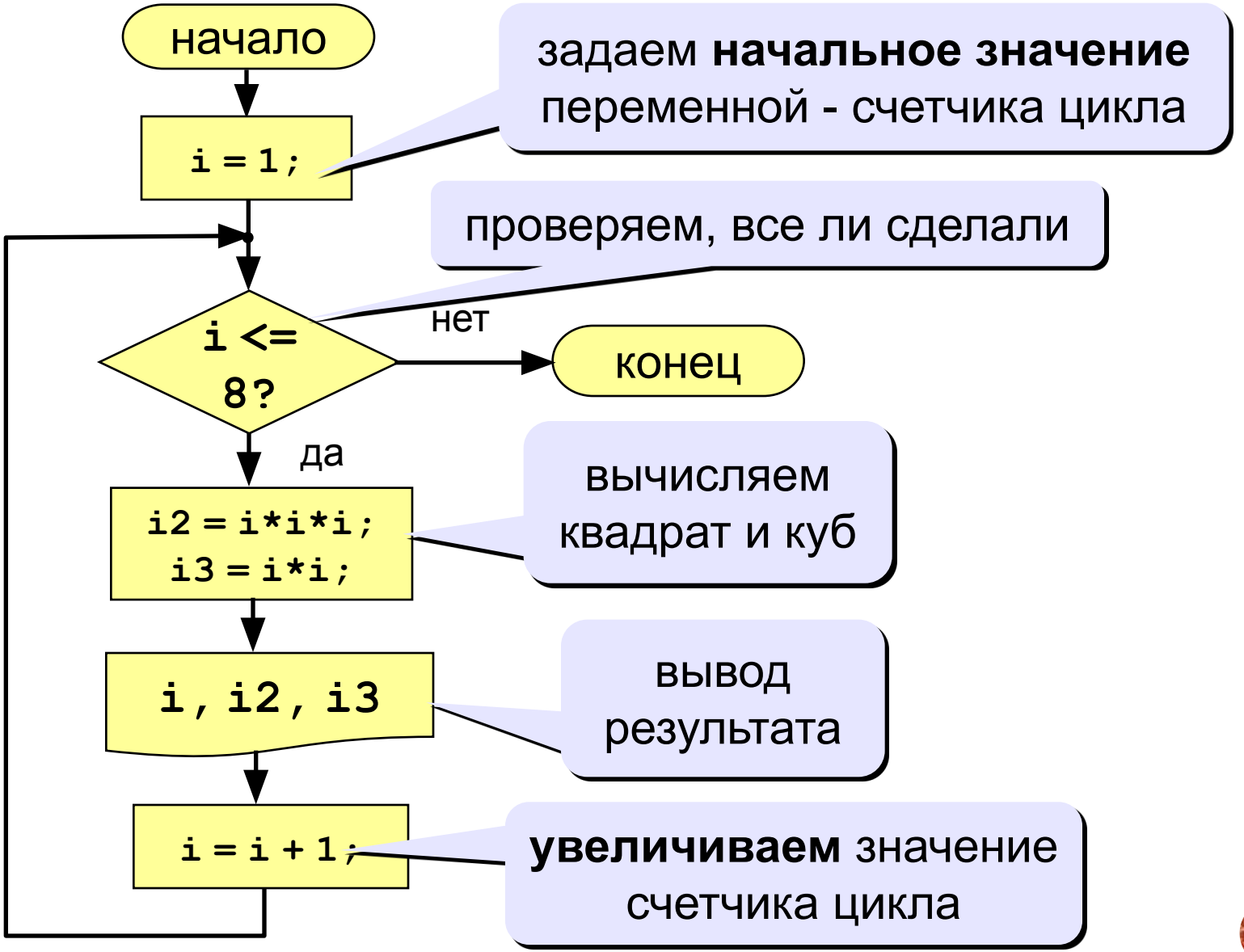
Цикл с известным числом шагов

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)

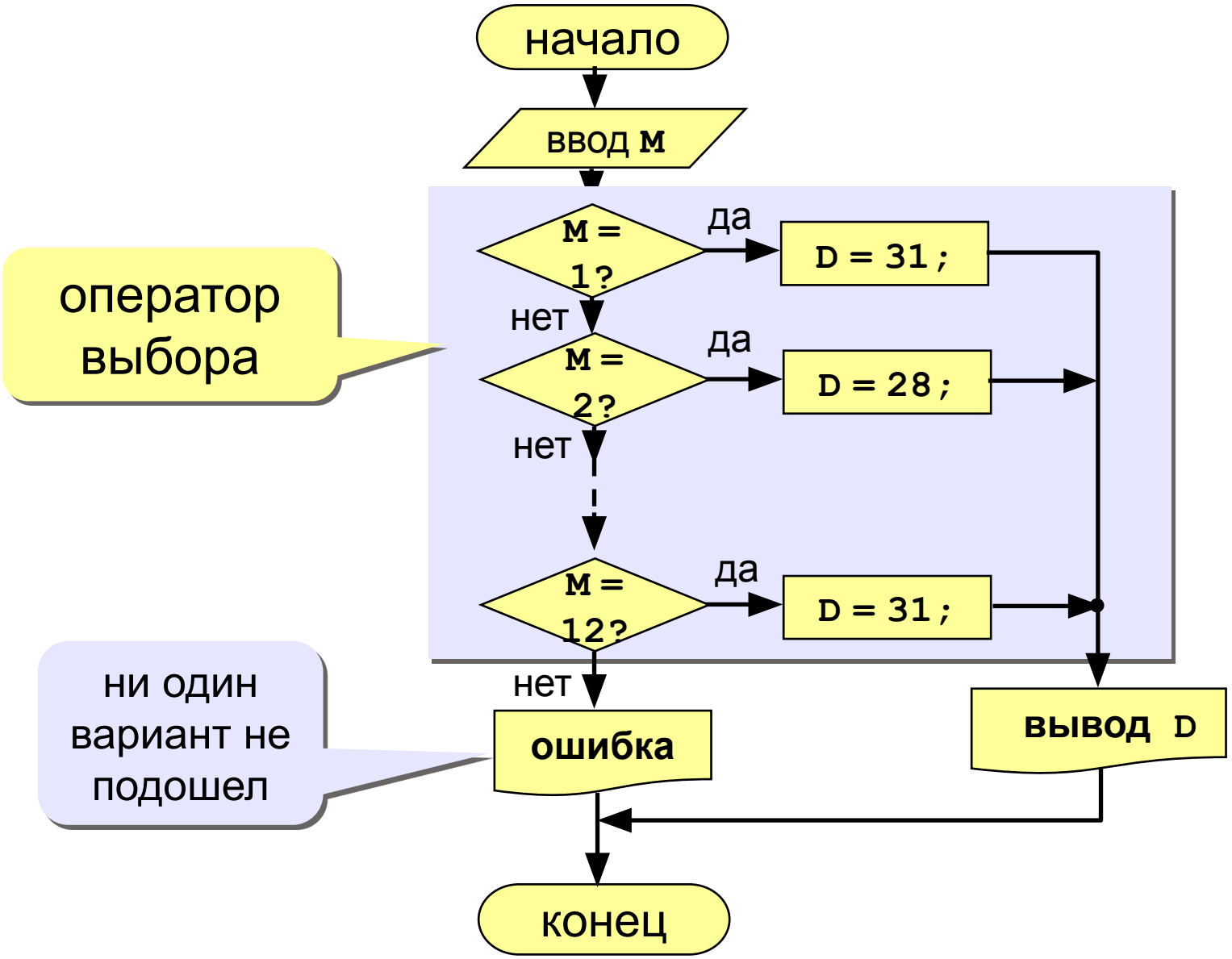
30 дней – 4 (апрель), 6 (июнь), 9 (сентябрь), 11 (ноябрь)

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

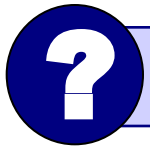
ни один вариант не подошел

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**.

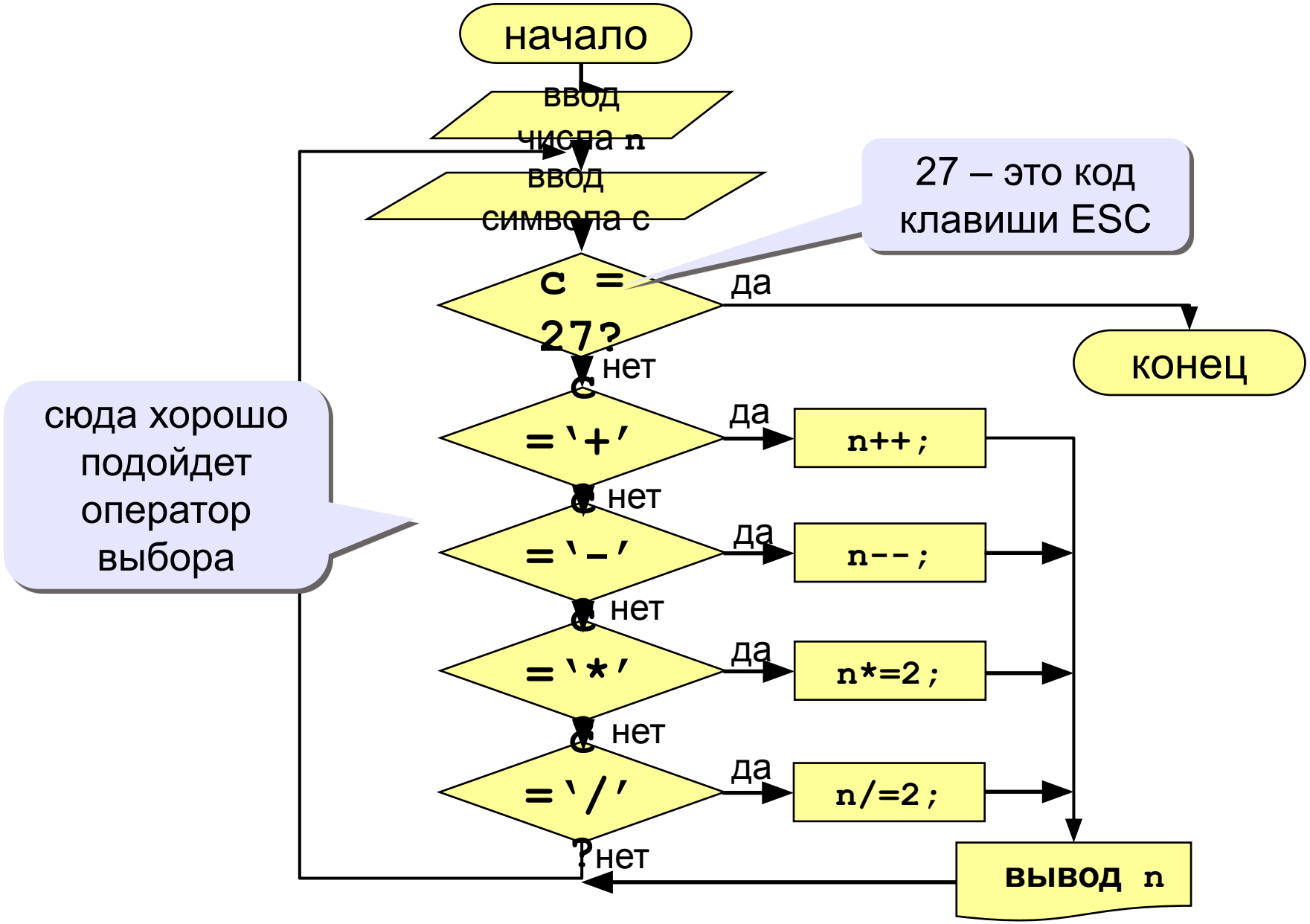
Ввод/вывод символов

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.

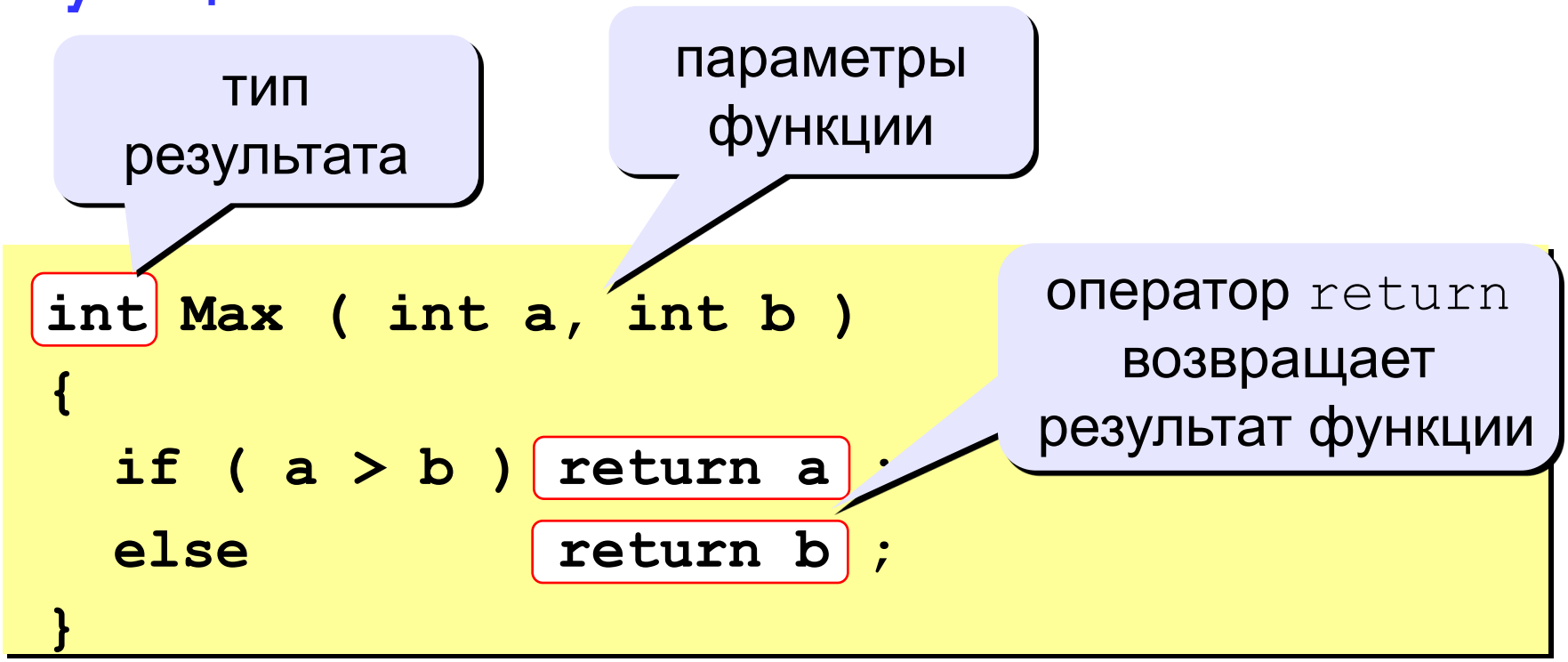
Функция может получать на вход данные (они размещаются в специальных переменных – *параметрах функции*) и может отдавать в основную программу результат (одно число).

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.