Программирование на языке Си

Тема 1. Введение

Алгоритм

Алгоритм – это четко определенный план действий для исполнителя.

Свойства алгоритма

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

Программа

Программа – это

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

Команда – это описание действий, которые должен выполнить компьютер.

- откуда взять исходные данные?
- что нужно с ними сделать?
- куда поместить результат?

Языки программирования

- Машинно-ориентированные (низкого уровня) - каждая команда соответствует одной команде процессора (ассемблер)
- Языки высокого уровня – приближены к естественному (английскому) языку, легче воспринимаются человеком, не зависят от конкретного компьютера
  - *для обучения*: Бейсик, ЛОГО, Паскаль
  - *профессиональные*: Си, Фортран, Паскаль
  - *для задач искусственного интеллекта*: *Пролог, ЛИСП*
  - *для Интернета*: *JavaScript, Java, Perl, PHP, ASP*

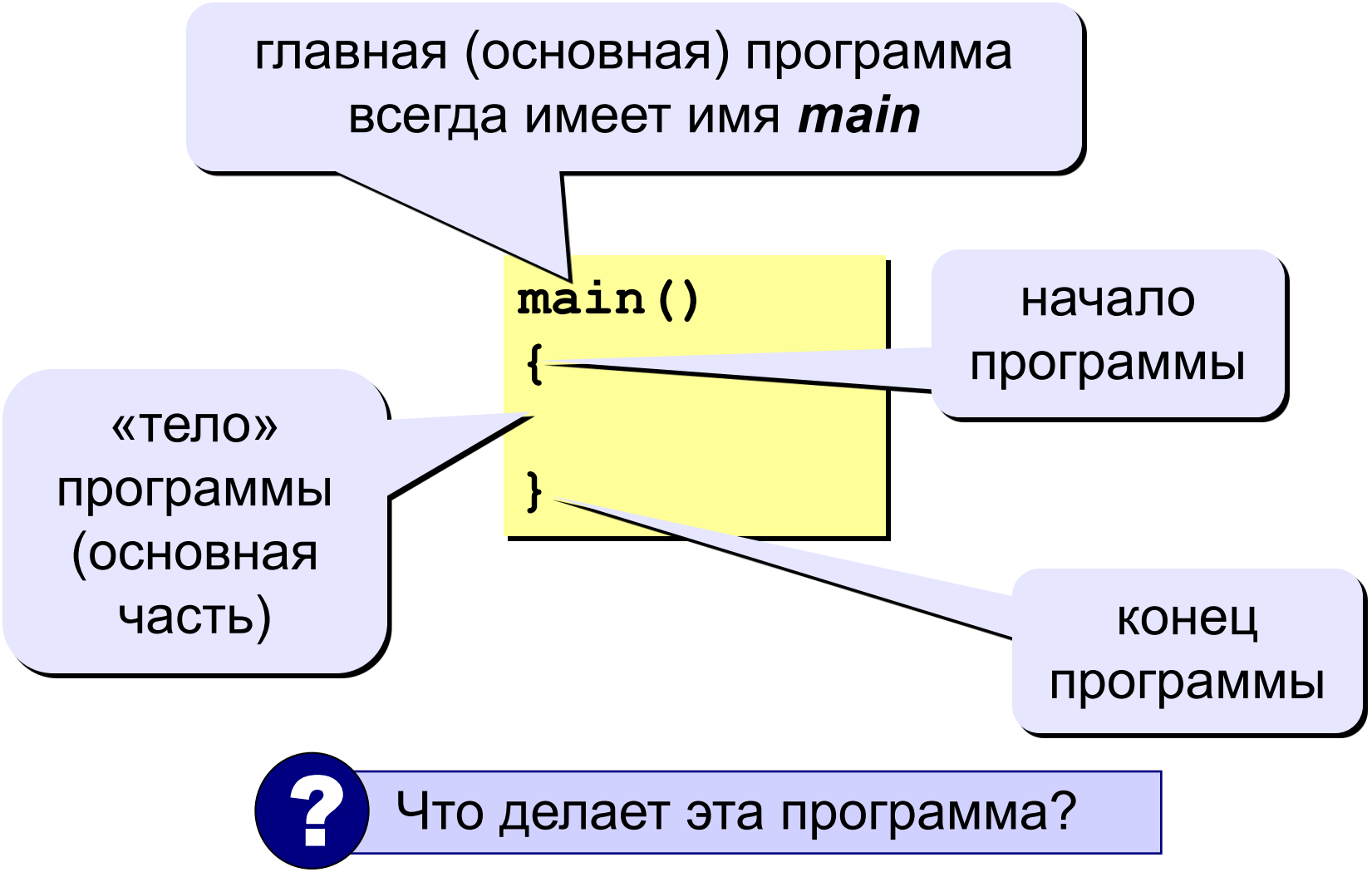
Язык Си

1972-1974 – К. Томпсон, Д. Ритчи

- высокая скорость работы программ
- много возможностей
- стал основой многих современных языков *(C++, C#, Javascript, Java, ActionScript, PHP)*

- много шансов сделать ошибку, которая не обнаруживается автоматически

Простейшая программа



Что происходит дальше?

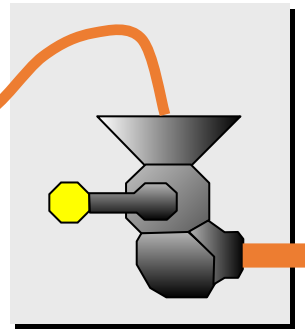
текст программы на Си или Си++

first.cpp

```
main()
{

}
```

исходный файл



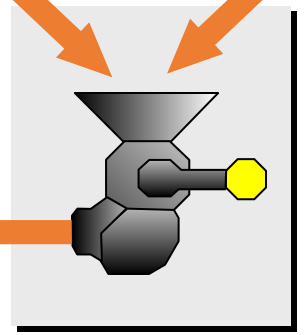
транслятор

first.o

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

объектный файл

стандартные функции



редактор связей (компоновка)

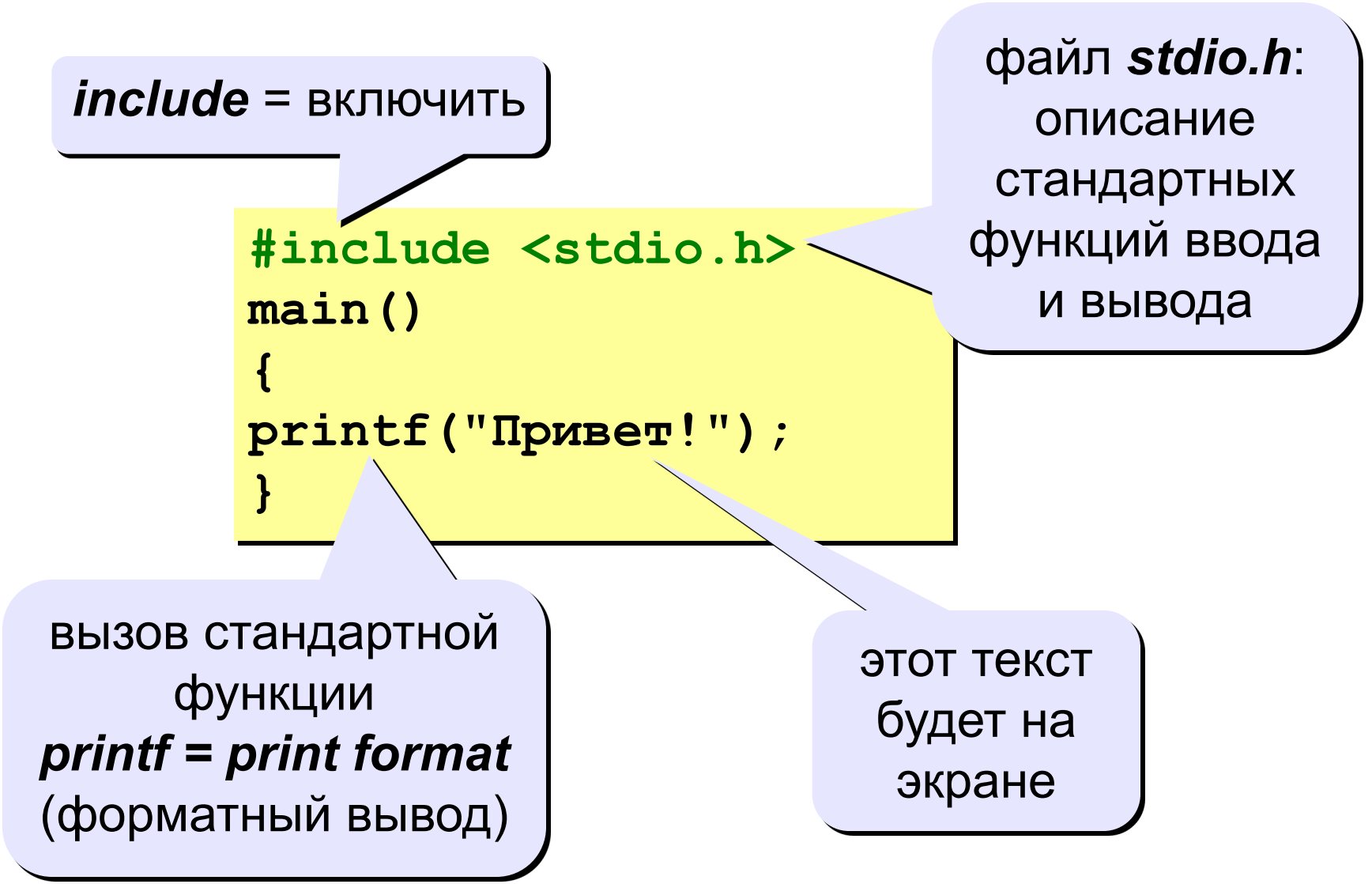
first.exe

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

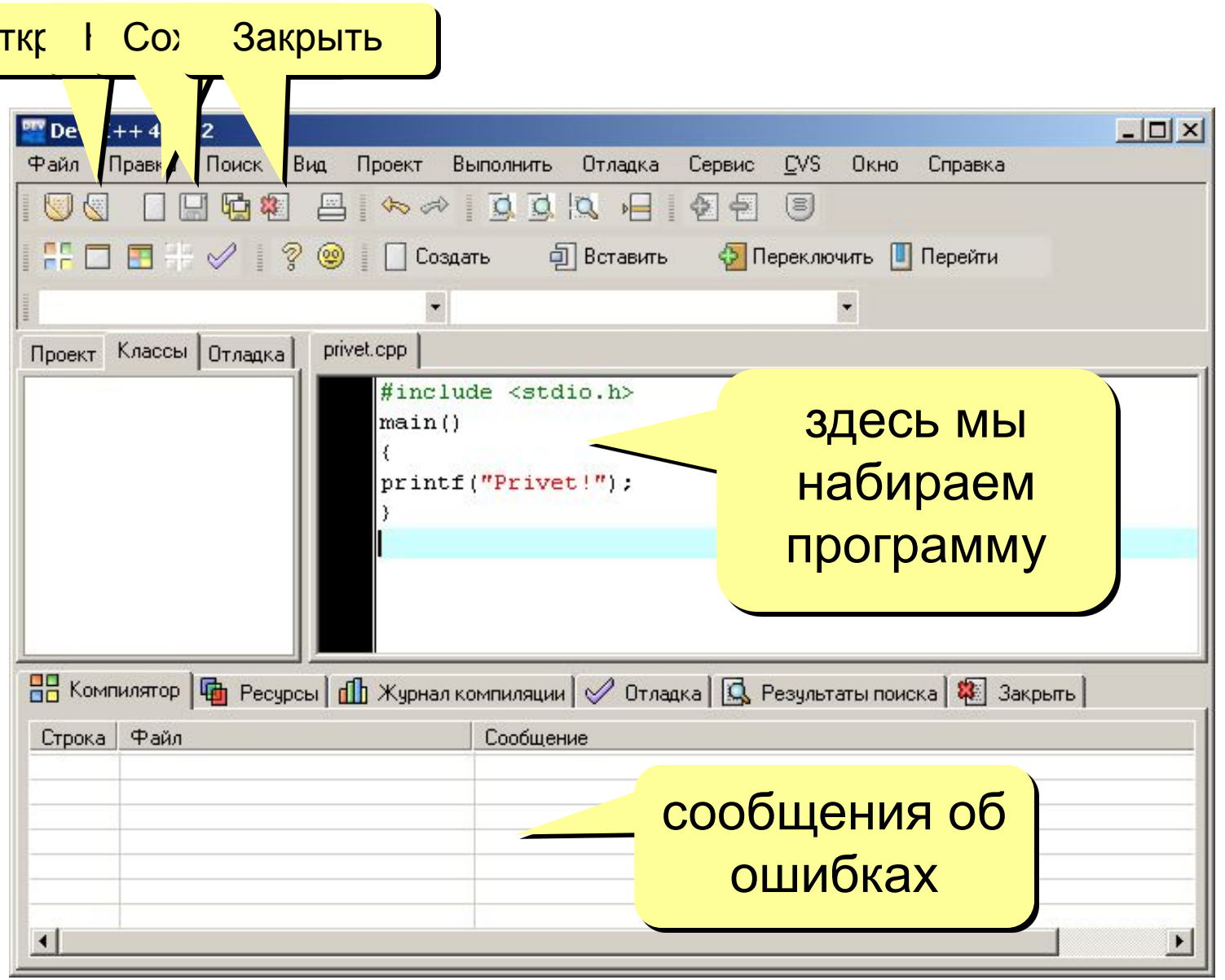
исполняемый файл

- по исходному файлу можно восстановить остальные
- исполняемый файл можно запустить

Вывод текста на экран



Как начать работу?



Оболочка Dev C ++ 4.9

IDE = *Integrated Development Environment*

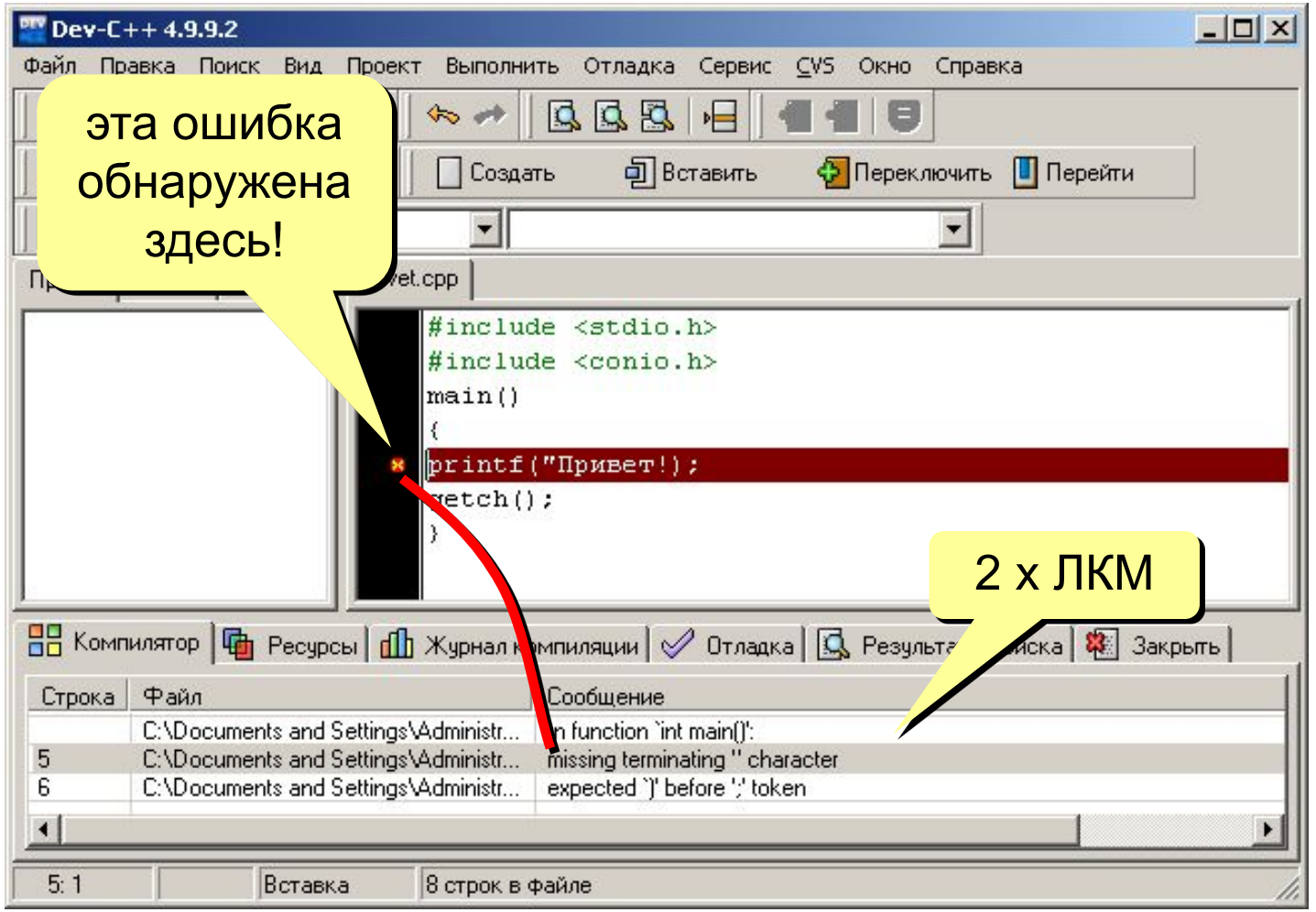
интегрированная среда разработки:

- текстовый редактор для создания и редактирования текстов программ
- транслятор для перевода текстов программ на Си и Си++ в команды процессора
- компоновщик для создания исполняемого файла (EXE-файла), подключаются стандартные функции
- отладчик для поиска ошибок в программах

Управление клавишами

Новый файл (Создать)	**Ctrl+N**	
Открыть файл	**Ctrl+O**	
Сохранить файл	**Ctrl+S**	
Закрыть окно с программой	**Ctrl-F4**	
Запуск программы	**F9**	
Отменить	**Ctrl-Z**	
Восстановить отмененное	**Shift-Ctrl-Z**	

Где ошибки?



! 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)	функция или переменная 'xxx' неизвестна
missing terminating " character	не закрыты кавычки "
expected ;	нет точки с запятой в конце оператора **в предыдущей строке**
expected }	не закрыта фигурная скобка

Ждем нажатия любой клавиши

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
main()
{
printf("Привет!"); // вывод на экран
getch();   /* ждать нажатия клавиши */
}
```

файл ***conio.h***: описание функций для работы с клавиатурой и монитором

комментарий до конца строки

ждать нажатия на любую клавишу

комментарий между `/*` и `*/`

Переход на новую строку

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

последовательность
\n (код 10)
переход на новую строку

на экране:

```
Привет,
Вася!
```

Задания

«4»: Вывести на экран текст "лесенкой"

```
Вася
    пошел
        гулять
```

«5»: Вывести на экран рисунок из букв

```
  Ж
 ЖЖЖ
ЖЖЖЖЖ
ЖЖЖЖЖЖЖ
HH  HH
ZZZZZ
```

Программирование на языке Си

Тема 2. Переменные

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.

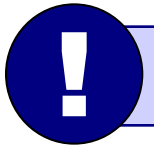
Типы переменных

- int – целое число (4 байта)
- float – вещественное число, *floating point* (4 байта)
- char – символ, *character* (1 байт)

Имена переменных

Могут включать

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



Имя не может начинаться с цифры!

НЕ могут включать

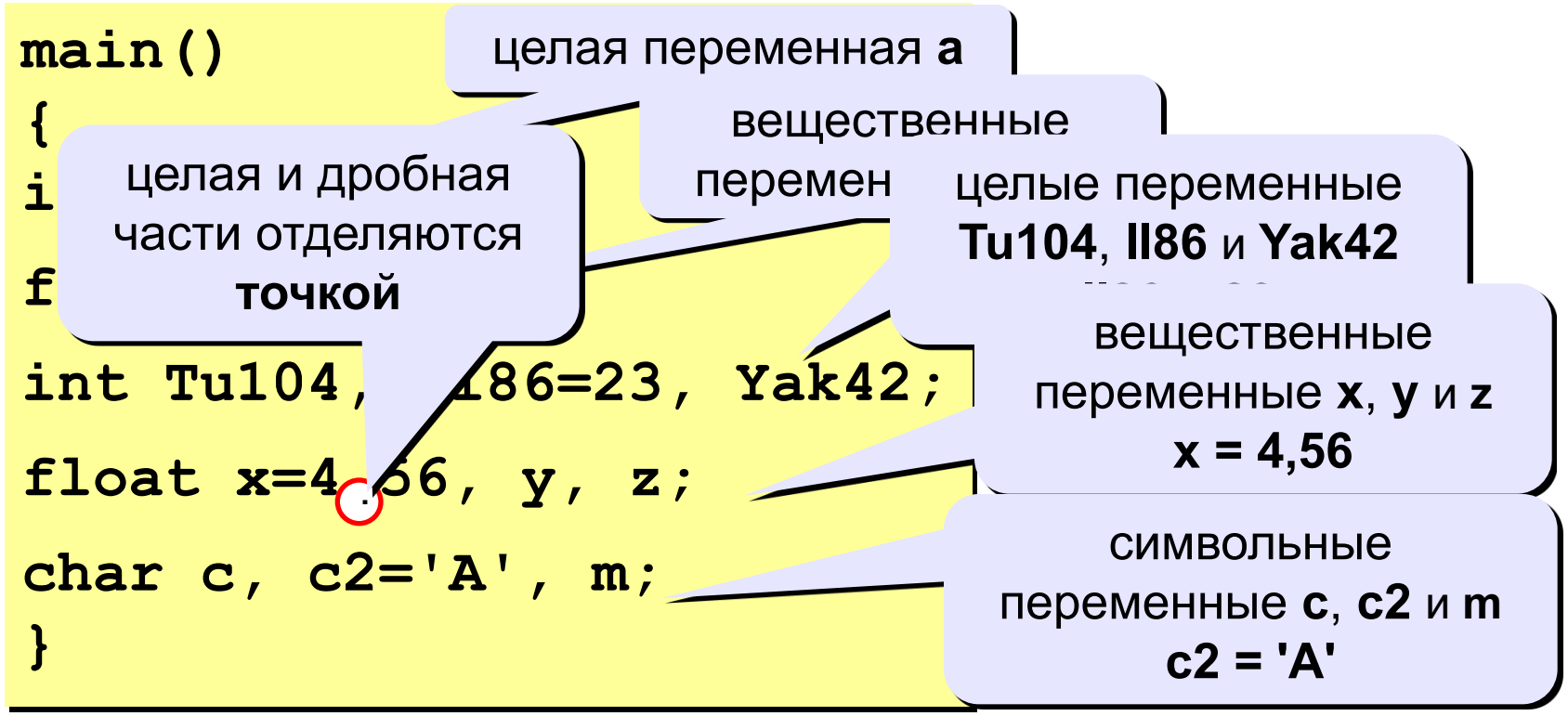
- русские буквы
- пробелы
- скобки, знаки +, =, !, ? и др.

Какие имена правильные?

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

Объявление переменных

Объявить переменную = определить ее имя, тип, начальное значение, и выделить ей место в памяти.



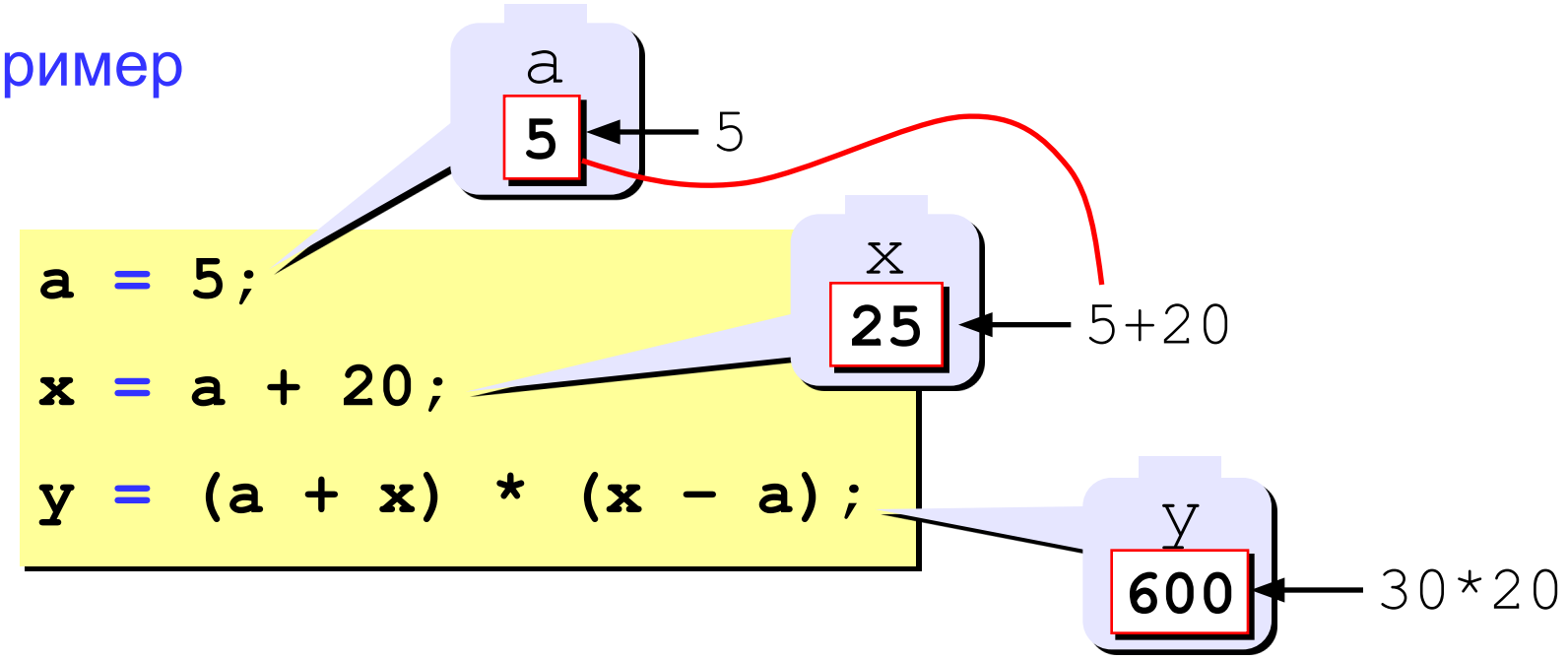
Если начальное значение не задано, в этой ячейке находится «мусор»!

Оператор присваивания

Оператор – это команда языка программирования высокого уровня.

Оператор присваивания служит для изменения значения переменной.

Пример



Оператор присваивания

Общая структура:

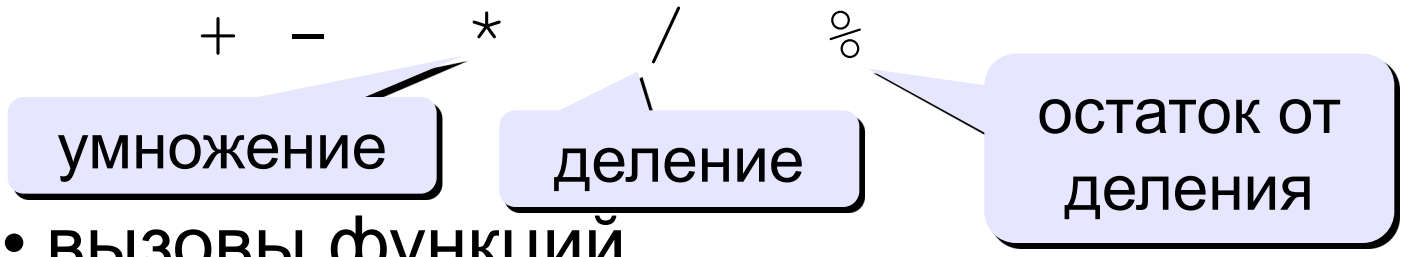
куда записать

что

```
имя переменной = выражение;
```

Арифметическое выражение может включать

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



- 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 остаток отбрасывается!

```
main()
{
int a = 7;
float x;
x = a / 4;
x = 4 / a;
x = float(a) / 4;
x = 1.*a / 4;
}
```

1

0

1.75

1.75

Сокращенная запись операций в Си

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;`

Ручная прокрутка 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;
}
```

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));
```

Программирование на языке Си

Тема 3. Ввод и вывод

Сложение двух чисел

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

Простейшее решение:

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
main()
{
  int a, b, c;
  printf("Введите два целых чи
  scanf ("%d%d", &a, &b);
  c = a + b;
  printf("%d", c);
  getch();
}
```

подсказка для ввода

ввод двух чисел с клавиатуры

вывод результата

Ввод чисел с клавиатуры

scanf – форматный ввод

формат ввода

адреса ячеек, куда записать введенные числа

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

Формат – символьная ст ка, которая показывает, какие числа вводятся (вывод ся).

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

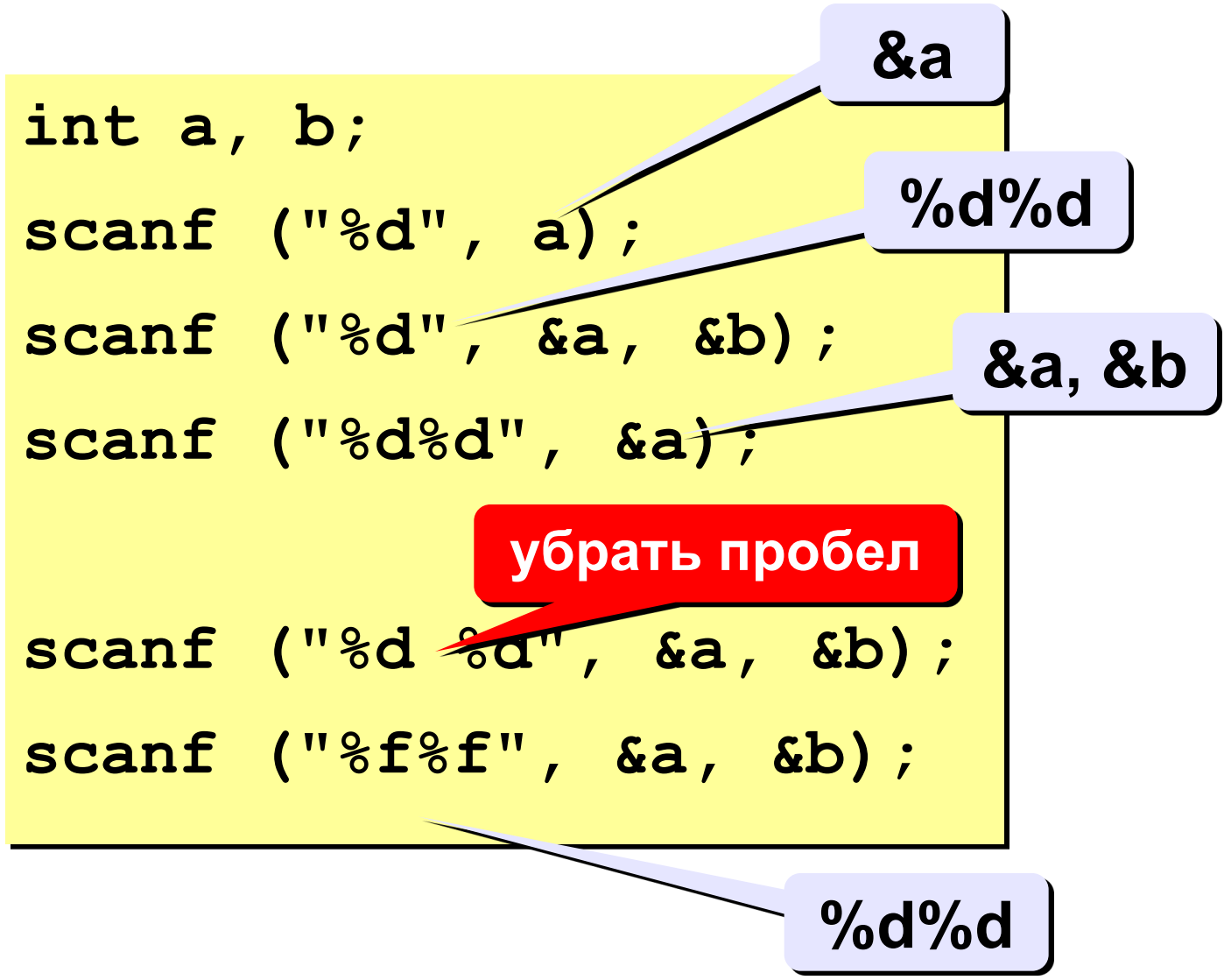
&a – адрес переменной **a**

```
7652
12
```

a – значение переменной **a**

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

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
);
```

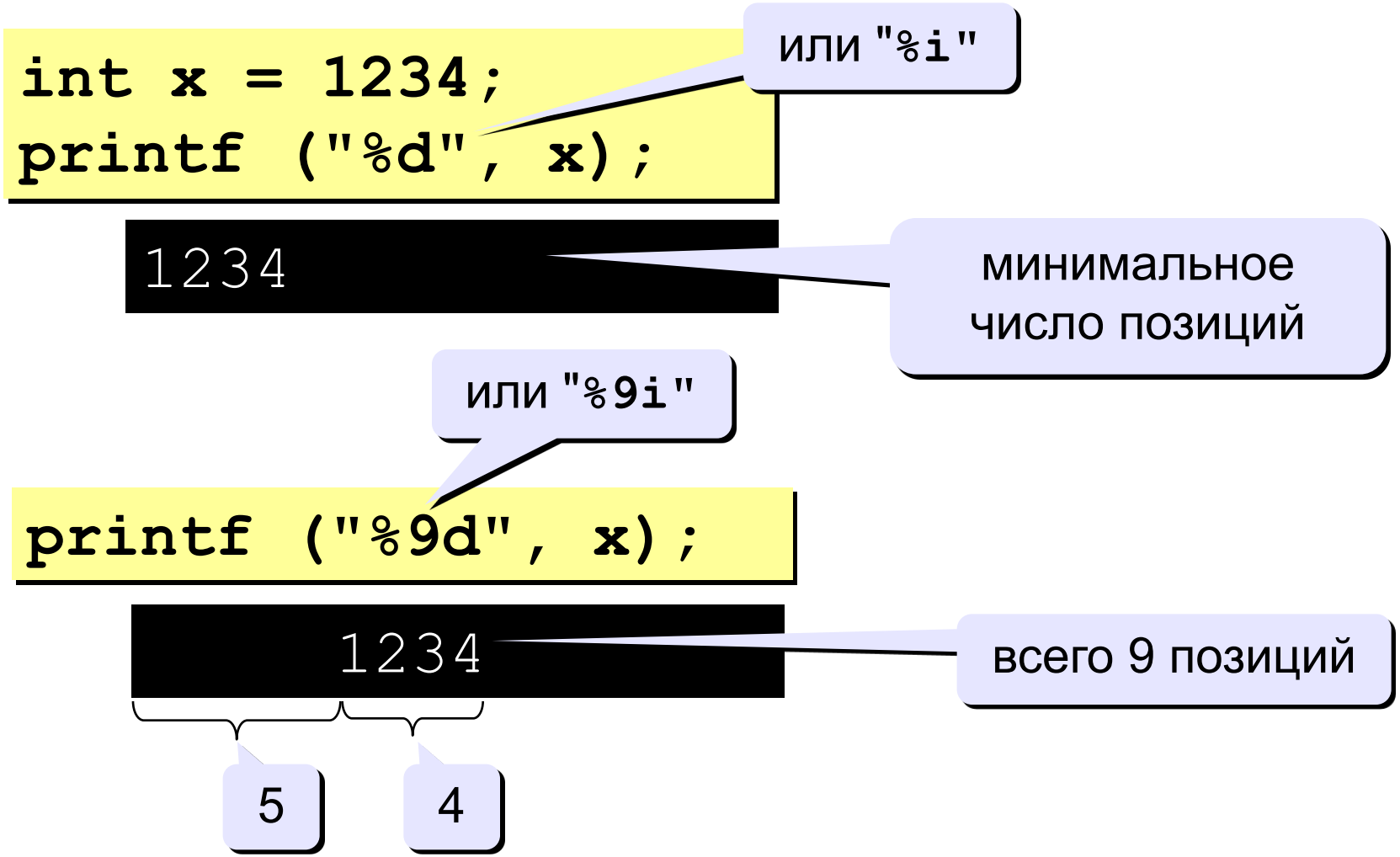
формат вывода

список значений

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

арифметическое выражение

Вывод целых чисел



Вывод вещественных чисел

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

```
123.456700
```

минимальное число позиций, **6 цифр** в дробной части

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

```
  123.456
```

всего 9 позиций, **3 цифры** в дробной части

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

```
1.234560e+02
```

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

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

```
  1.23e+02
```

всего 10 позиций, **2 цифры** в дробной части мантиссы

Полное решение

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

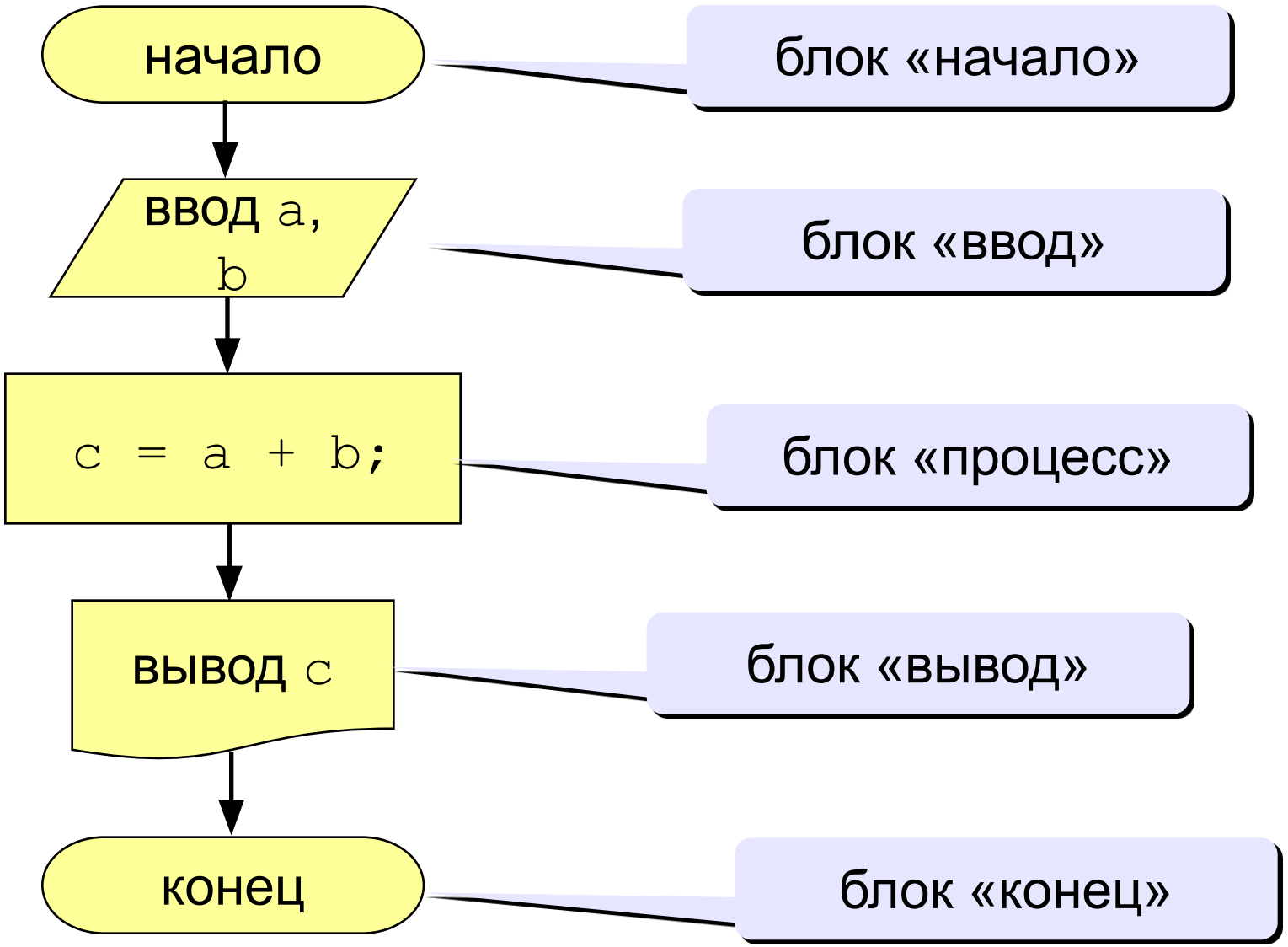
Протокол:

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

это выводит компьютер

это вводит пользователь

Блок-схема линейного алгоритма



Задания

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

Пример:

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

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

Пример:

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

Программирование на языке Си

Тема 4. Ветвления

Разветвляющиеся алгоритмы

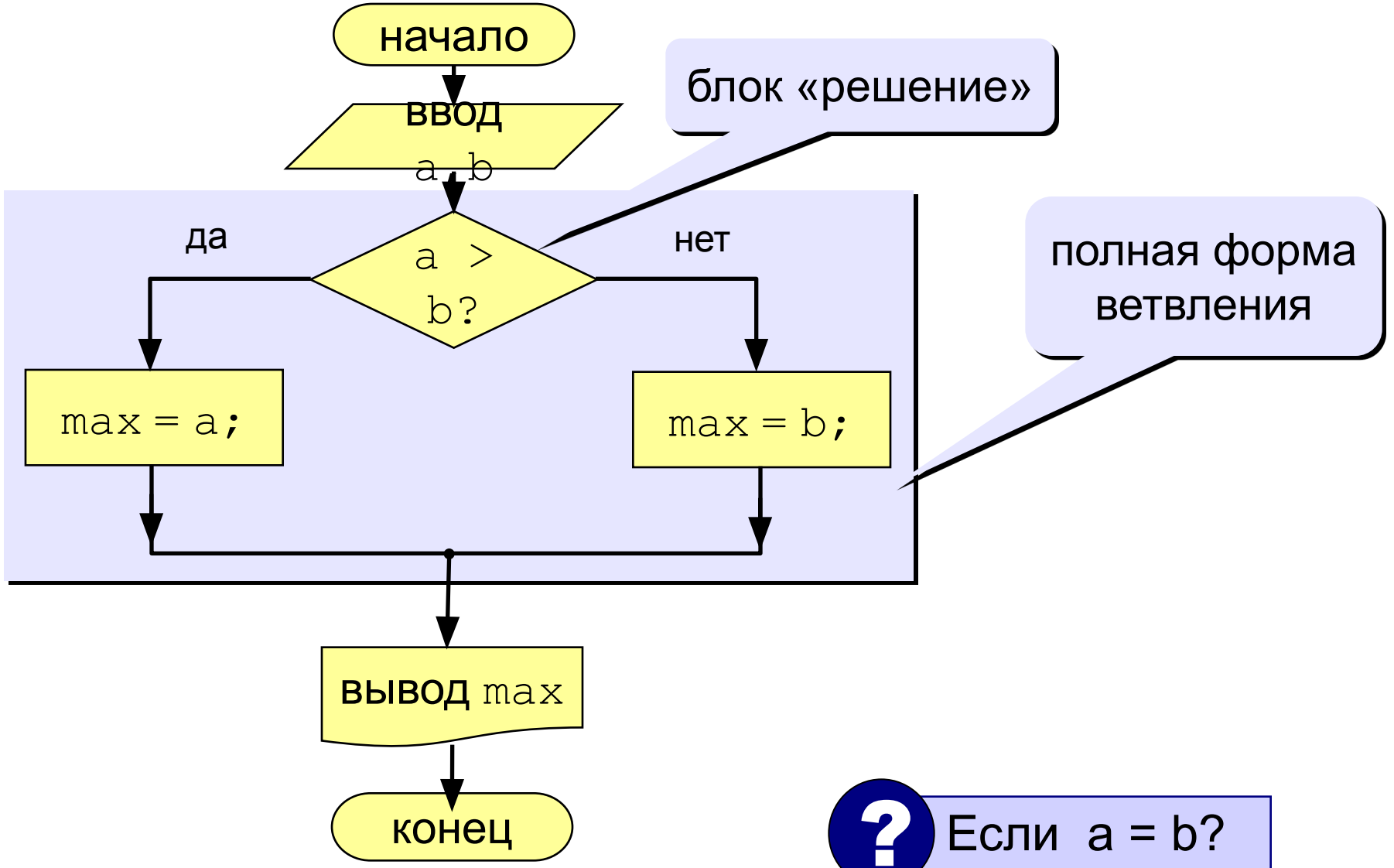
Задача. Ввести два целых числа и вывести на экран наибольшее из них.

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



? 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

Условный оператор

```
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?

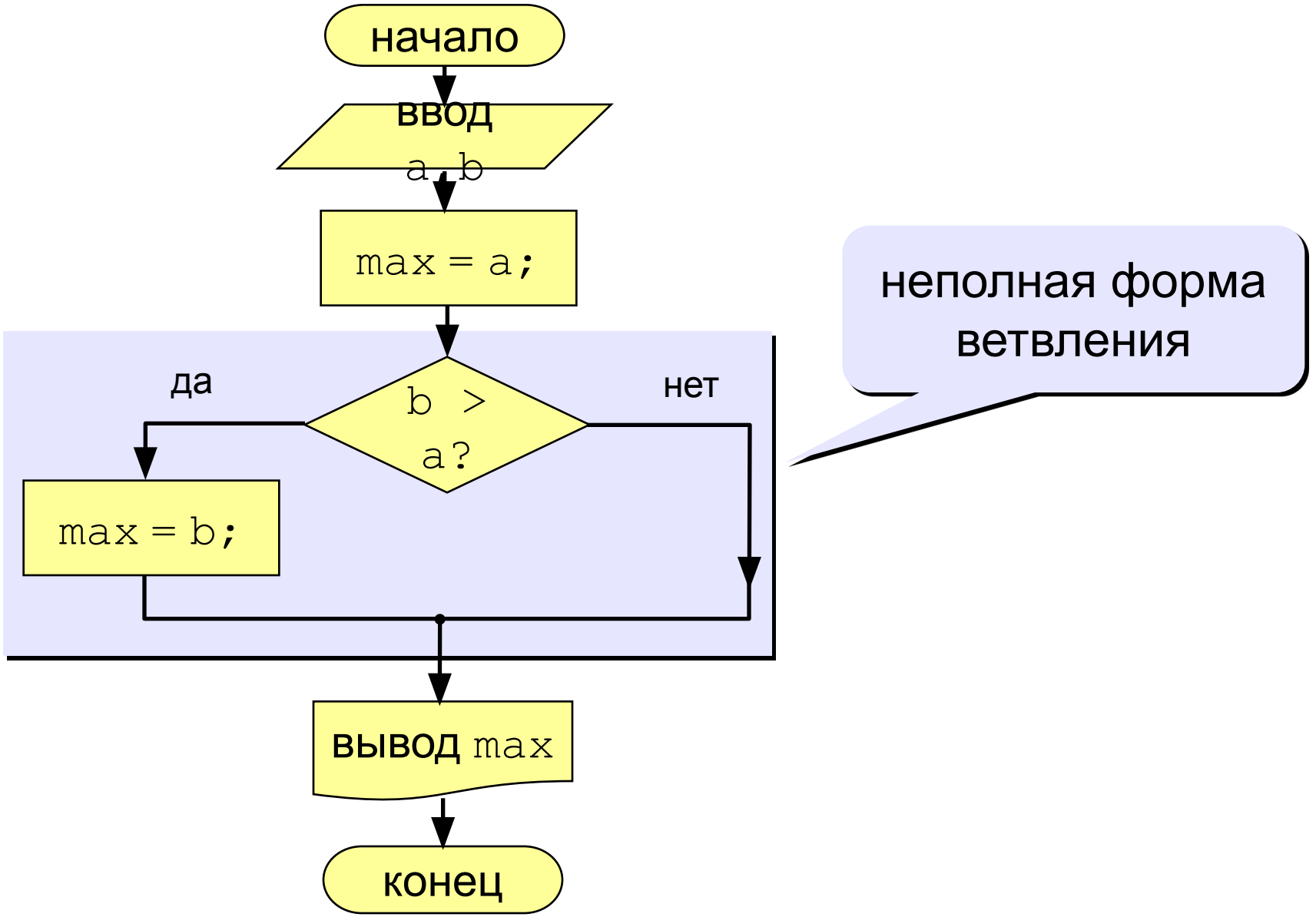
```
if ( a > b ) {
  a = b;
  }
else
  b = a;
```

```
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;
```

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

Вариант 2Б. Программа

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

Задания

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

Пример:

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

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

Пример:

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

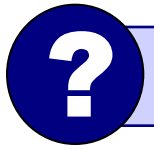
Программирование на языке Си

Тема 5. Сложные условия

Сложные условия

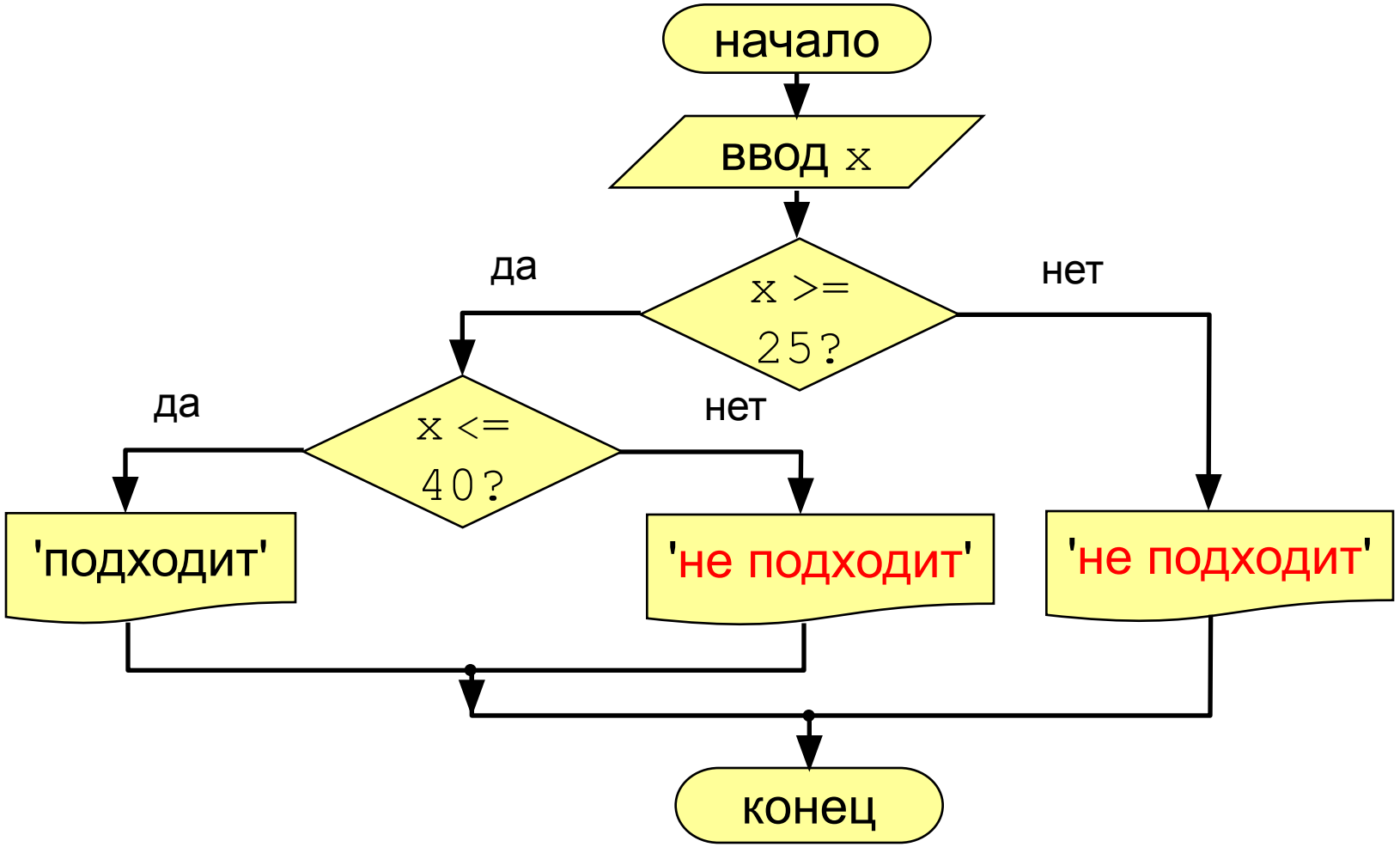
Задача. Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ «подходит» или «не подходит»).

Особенность: надо проверить, выполняются ли два условия одновременно.



Можно ли решить известными методами?

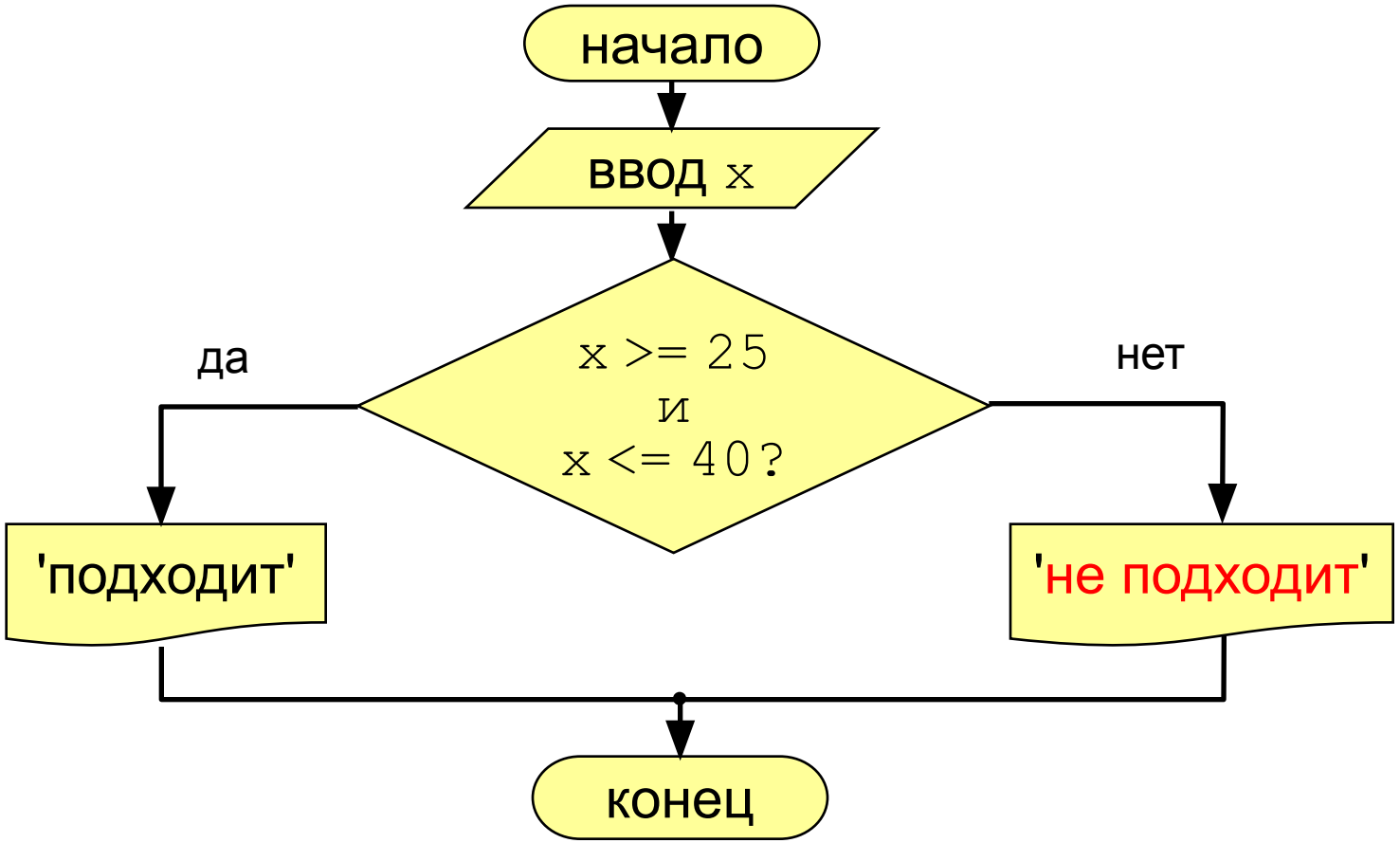
Вариант 1. Алгоритм



Вариант 1. Программа

```
main()
{
 int x;
 printf("Введите возраст\n");
 scanf("%d", &x);
 if (x >= 25)
   if (x <= 40)
        printf("Подходит");
   else printf("Не подходит");
 else
   printf("Не подходит");
}
```

Вариант 2. Алгоритм



Вариант 2. Программа

```
main()
{
int x;
printf("Введите возраст\n");
scanf("%d", &x);
if ( x >= 25 && x <= 40 )
     printf("Подходит");
else printf("Не подходит");
}
```

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 сложных условий:

- 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 номер месяца и вывести название времени года.

Пример:

```
Введите номер месяца:
4
весна
```

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

Пример:

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

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

Программирование на языке Си

Тема 6. Циклы

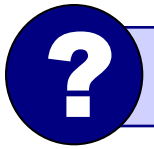
Циклы

Цикл – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.

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

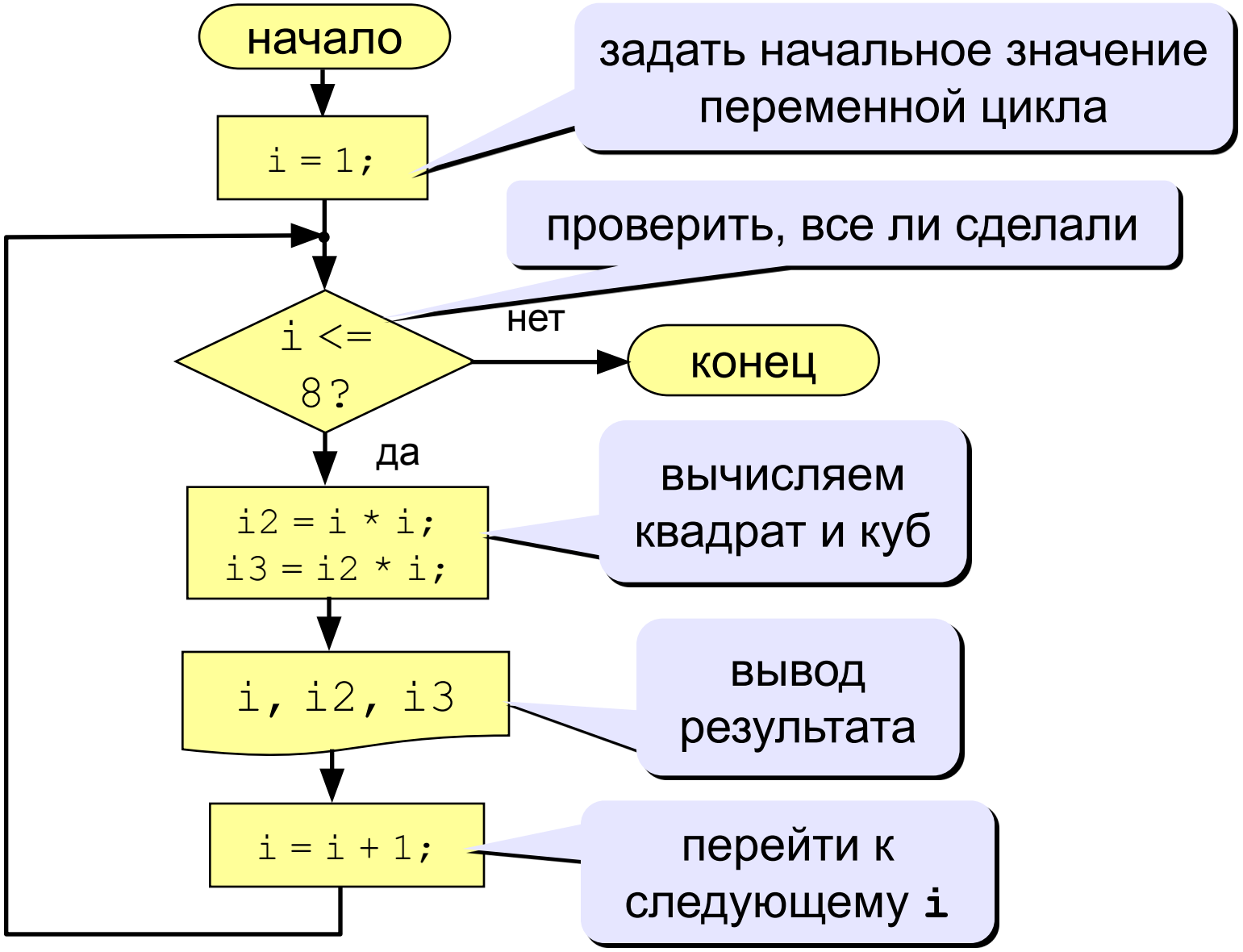
Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 1 до 8 (от `a` до `b`).

Особенность: одинаковые действия выполняются 8 раз.

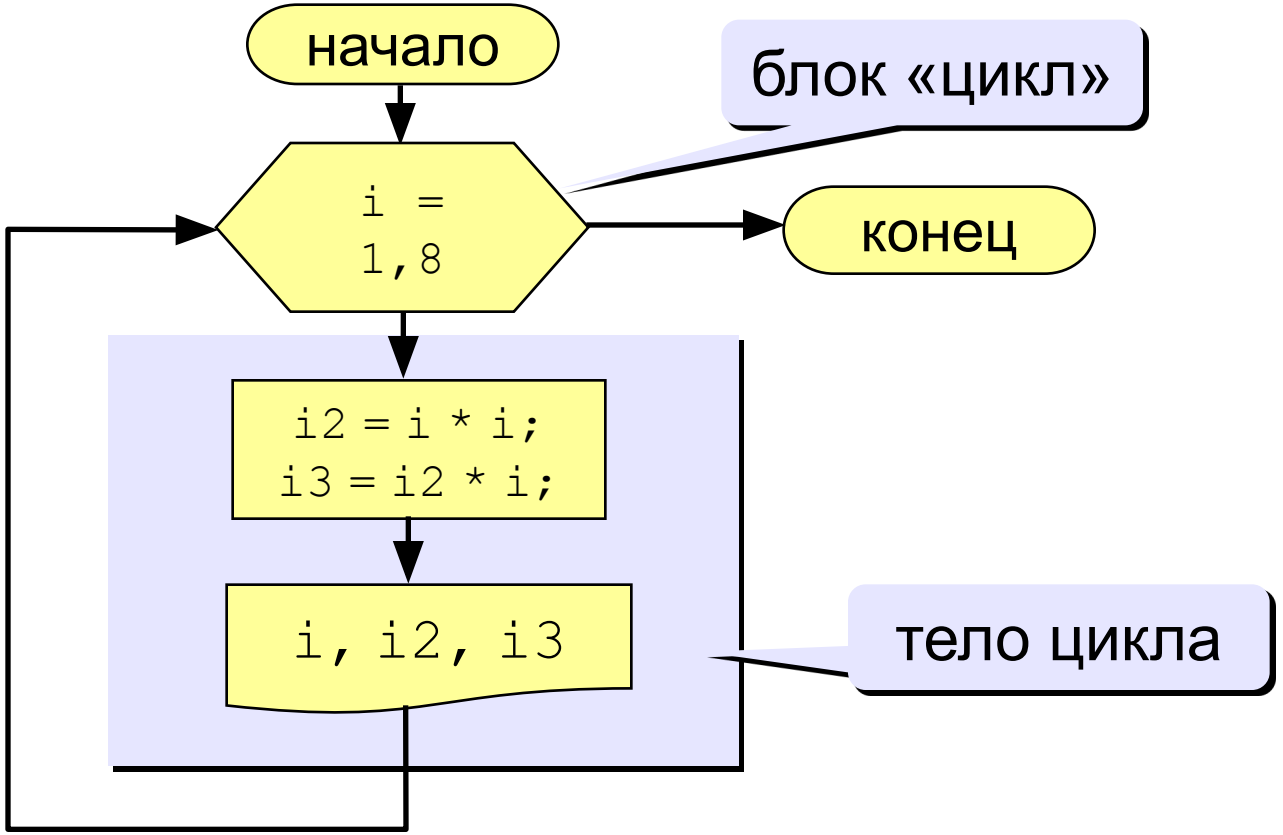


Можно ли решить известными методами?

Алгоритм


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

Алгоритм (с блоком «цикл»)



Программа

```
main()
{
int i, i2, i3;
for (i=1; i<=8; i++)
    {
    i2 = i*i;
    i3 = i2*i;
    printf("%4d %4d %4d\n", i, i2,
    i3);
    }
}
```

начальное значение

заголовок цикла

конечное значение

цикл

переменная цикла

изменение на каждом шаге: **i=i+1**

начало цикла

тело цикла

конец цикла

ровные столбики

Цикл с уменьшением переменной

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

Особенность: переменная цикла должна уменьшаться.

Решение:

```
for ( i = 8; i >= 1; i -- )
   {
   i2 = i*i;
   i3 = i2*i;
   printf("%4d %4d %4d\n", i, i2, i3);
   }
```

Цикл с переменной

```
for (начальные значения;
      условие продолжения цикла;
      изменение 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++) { ... }
```

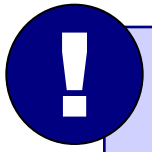
```
for (; c<d; ) { ... }
```

Цикл с переменной

Особенности:

- *условие* проверяется в начале очередного шага цикла, если оно ложно цикл не выполняется;
- *изменения* (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 переменную цикла в теле цикла!

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

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

Цикл с переменной

Особенности:

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

```
for (i=1; i<=8; i++)
  printf("Привет");
printf("i=%d", i);
```

i=9

```
for (i=8; i>=1; i--)
  printf("Привет");
printf("i=%d", i);
```

i=0

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

Задания

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

Пример:

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

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

Пример:

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

Программирование на языке Си

Тема 7. Циклы с условием

Цикл с неизвестным числом шагов

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

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

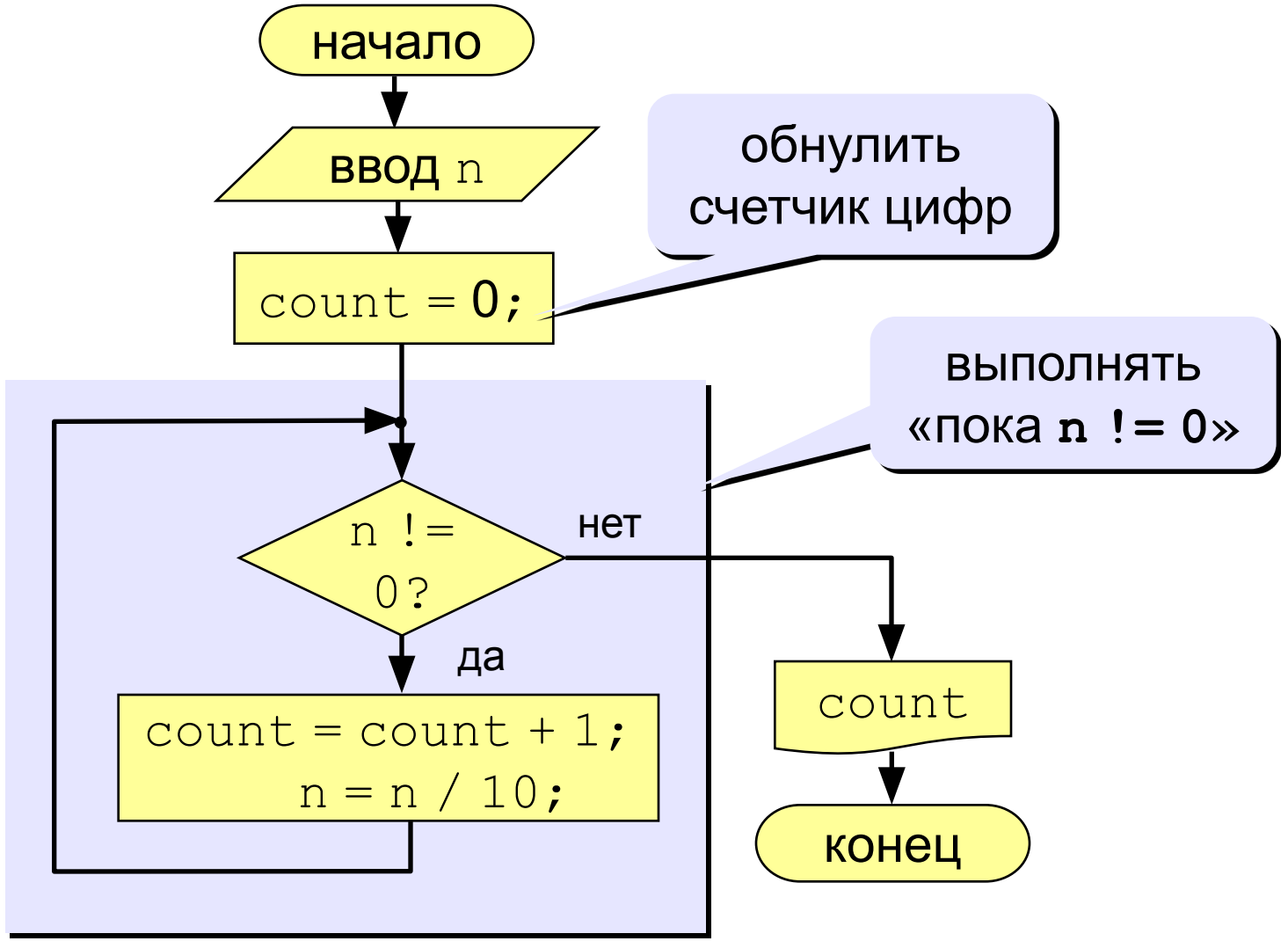
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру, увеличиваем счетчик.

n	count
123	0
12	1
1	2
0	3

Проблема: Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

Решение: Надо остановиться, когда `n = 0`, т.е. надо делать «пока `n != 0`».

Алгоритм


начало
ввод n
count = 0;
обнулить счетчик цифр
выполнять «пока n != 0»
n != 0?
нет
да
count = count + 1;
n = n / 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 пересчитывается каждый раз при входе в цикл
- если условие на входе в цикл ложно, цикл не выполняется ни разу

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

- если условие никогда не станет ложным, программа зацикливается

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

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

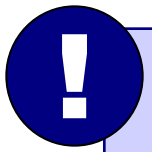
Замена `for` на `while` и наоборот

```
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 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:    Введите целое число:
1234                    1224
Нет.                    Да.
```

Последовательности

Примеры:

- 1, 2, 3, 4, 5, …
- 1, 2, 4, 7, 11, 16, …
- 1, 2, 4, 8, 16, 32, …
- $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{5}{32}, \ldots$

$a_n = n$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = a_n + 1$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = a_n + n$

$a_n = 2^{n-1}$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = 2a_n$

$\frac{1}{2}, \frac{2}{4}, \frac{3}{8}, \frac{4}{16}, \frac{5}{32}, \ldots$

$a_n = \frac{b_n}{c_n}$

$b_1 = 1,\ b_{n+1} = b_n + 1$

$c_1 = 2,\ c_{n+1} = 2c_n$

Последовательности

Задача: найти сумму всех элементов последовательности,

$$1,\ -\frac{1}{2},\ \frac{2}{4},\ -\frac{3}{8},\ \frac{4}{16},\ -\frac{5}{32},\ldots$$

которые по модулю больше 0,001:

$$S = 1 - \frac{1}{2} + \frac{2}{4} - \frac{3}{8} + \frac{4}{16} - \frac{5}{32} + \ldots$$

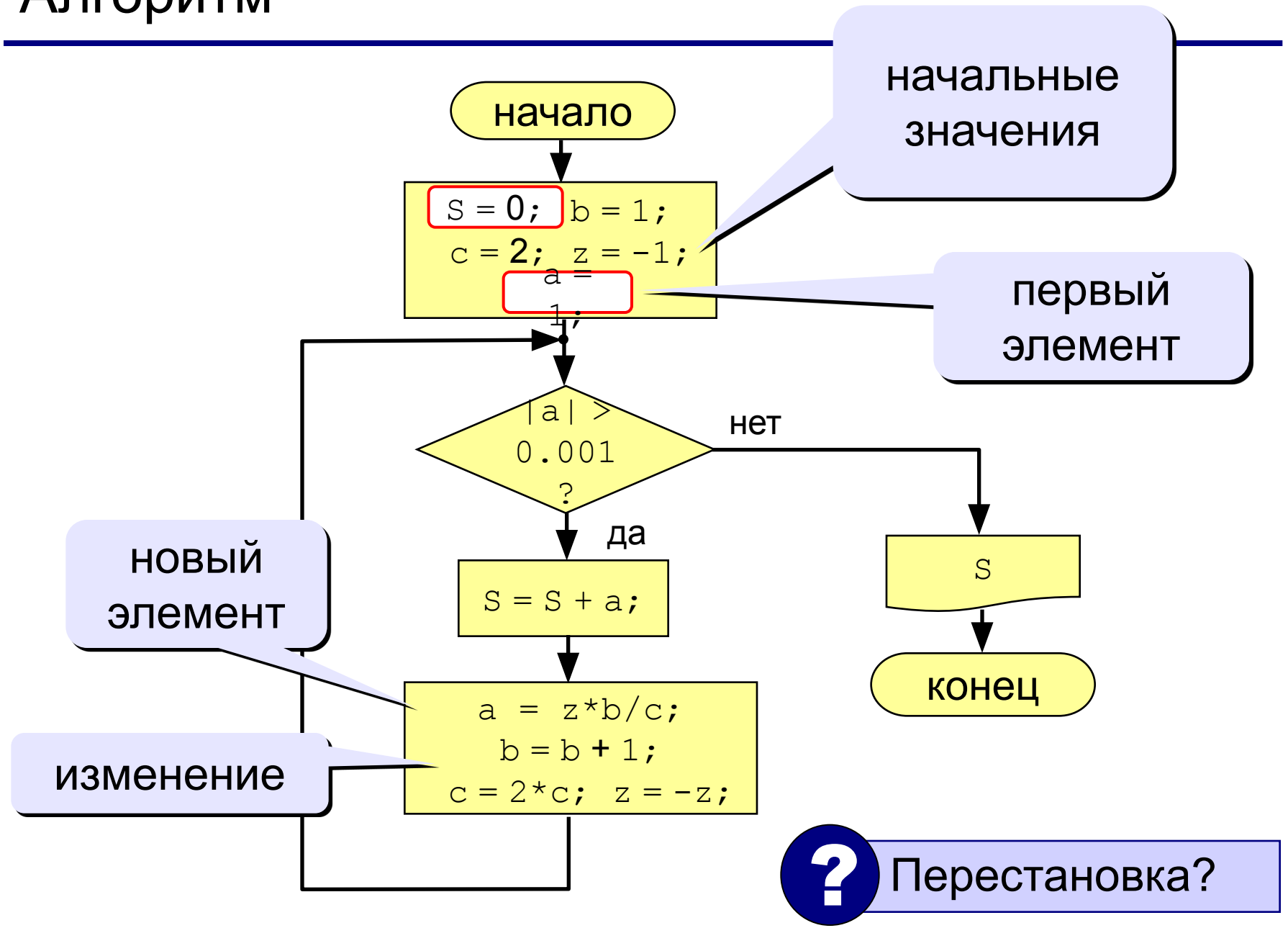
Элемент последовательности (начиная с №2):

$$a = z\,\frac{b}{c}$$

n	1	2	3	4	5	. . .
b	1	2	3	4	5	. . .
c	2	4	8	16	32	. . .
z	-1	1	-1	1	-1	. . .

```
b = b+1;
c = 2*c;
z = -z;
```

Алгоритм



? Перестановка?

Программа

```
#include <math.h>
main()
{
   int b, c, z;
   float S, a, b;
   S = 0; z = -1;
   b = 1; c = 2; a = 1;
   while (fabs(a) > 0.001) {
      S += a;
      a = z * b / c;
      z = - z;
      b ++;
      c *= 2;
      }
   printf ("S = %10.3f", S);
}
```

математические функции

чтобы не было округления при делении

- модуль ственного числа

увеличение суммы

расчет элемента последовательности

? Что плохо?

Задания

«4»: Найти сумму элементов последовательности с точностью 0,001:

$$S = 1 + \frac{2}{3 \cdot 3} - \frac{4}{5 \cdot 9} + \frac{6}{7 \cdot 27} - \frac{8}{9 \cdot 81} + \ldots$$

Ответ:

```
S = 1.157
```

«5»: Найти сумму элементов последовательности с точностью 0,001:

$$S = 1 + \frac{2}{2 \cdot 3} - \frac{4}{3 \cdot 9} + \frac{6}{5 \cdot 27} - \frac{8}{8 \cdot 81} + \frac{10}{13 \cdot 243} - \ldots$$

Ответ:

```
S = 1.220
```

Цикл с постусловием

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

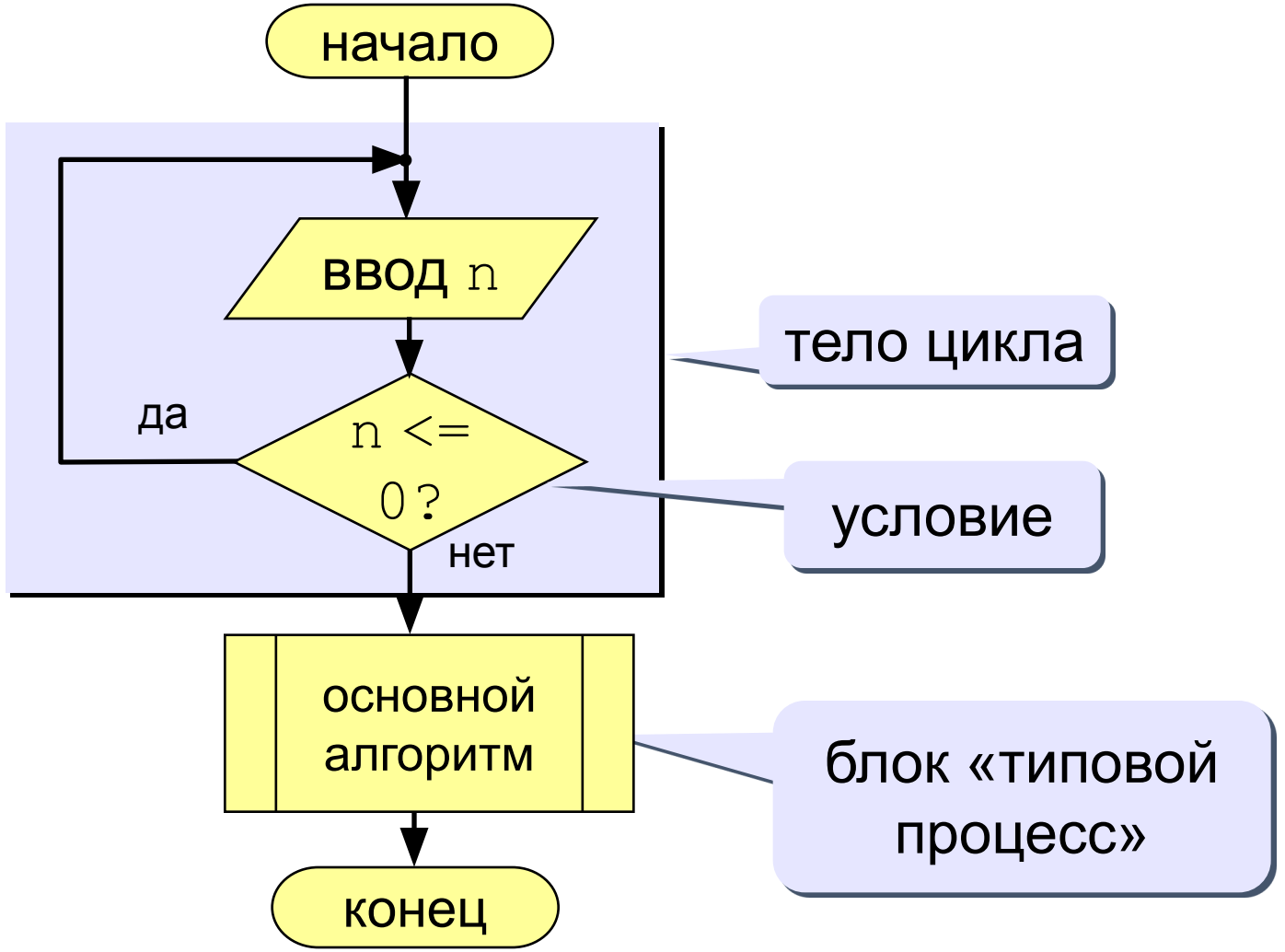
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

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.
```

Программирование на языке Си

Тема 8. Оператор выбора

Оператор выбора

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

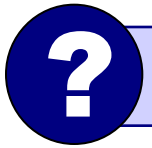
Решение: Число дней по месяцам:

28 дней – 2 (февраль)

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

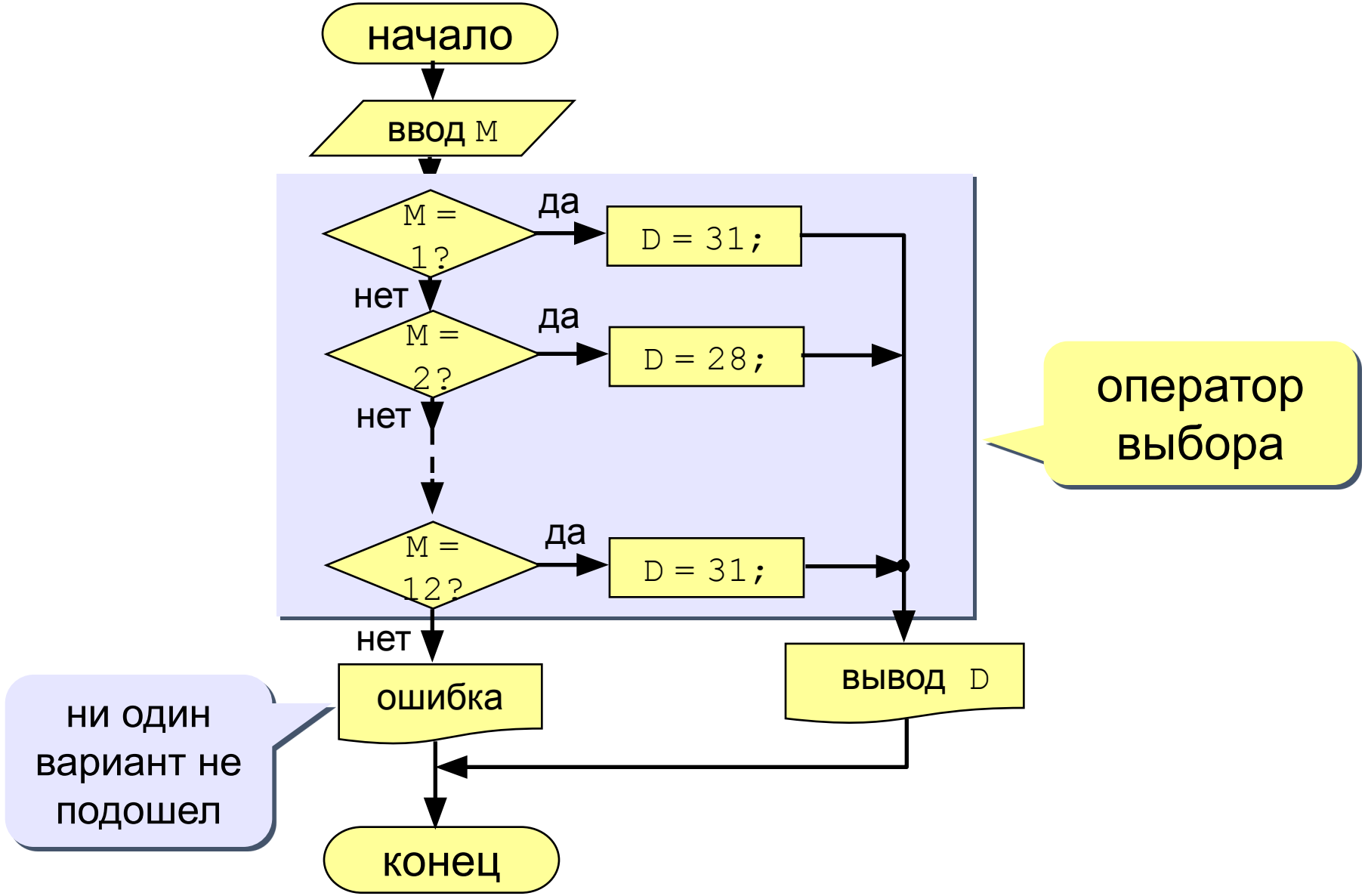
31 день – 1 (январь), 3 (март), 5 (май), 7 (июль), 8 (август), 10 (октябрь), 12 (декабрь)

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

Особенности:

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

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

  или символьного типа (`char`)
- нельзя ставить два одинаковых значения:

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

Задания (с защитой от неверного ввода)

«4»: Ввести номер месяца и вывести количество дней в нем, а также число ошибок при вводе.

Пример:

```
Введите номер месяца:
-2
Введите номер месяца:
11
В этом месяце 30 дней.
Вы вводили неверно 1 раз.
```

```
Введите номер месяца:
2
В этом месяце 28 дней.
Вы вводили неверно 0 раз.
```

«5»: 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.
```

Программирование на языке Си

Тема 9. Отладка программ

Отладка программ

Отладка – поиск и исправление ошибок в программе.

Англ. *debugging*, *bug = моль, жучок*

Методы:

- трассировка – вывод сигнальных сообщений
- отключение части кода (в комментарии)
- пошаговое выполнение – выполнить одну строчку программы и остановиться
- точки останова – выполнение программы останавливается при достижении отмеченных строк (переход в пошаговый режим)
- просмотр и изменение значений переменных в пошаговом режиме

Трассировка

```
main()
{
 int i, X;
 printf("Введите целое число:\n");
 scanf("%d", &X);
 printf("Введено X=%d\n", X);
 for(i=1; i<10; i++)
    {
    printf("В цикле: i=%d, X=%d\n", i, X);
    ...
    }
 printf("После цикла: X=%d\n", X);
 ...
}
```

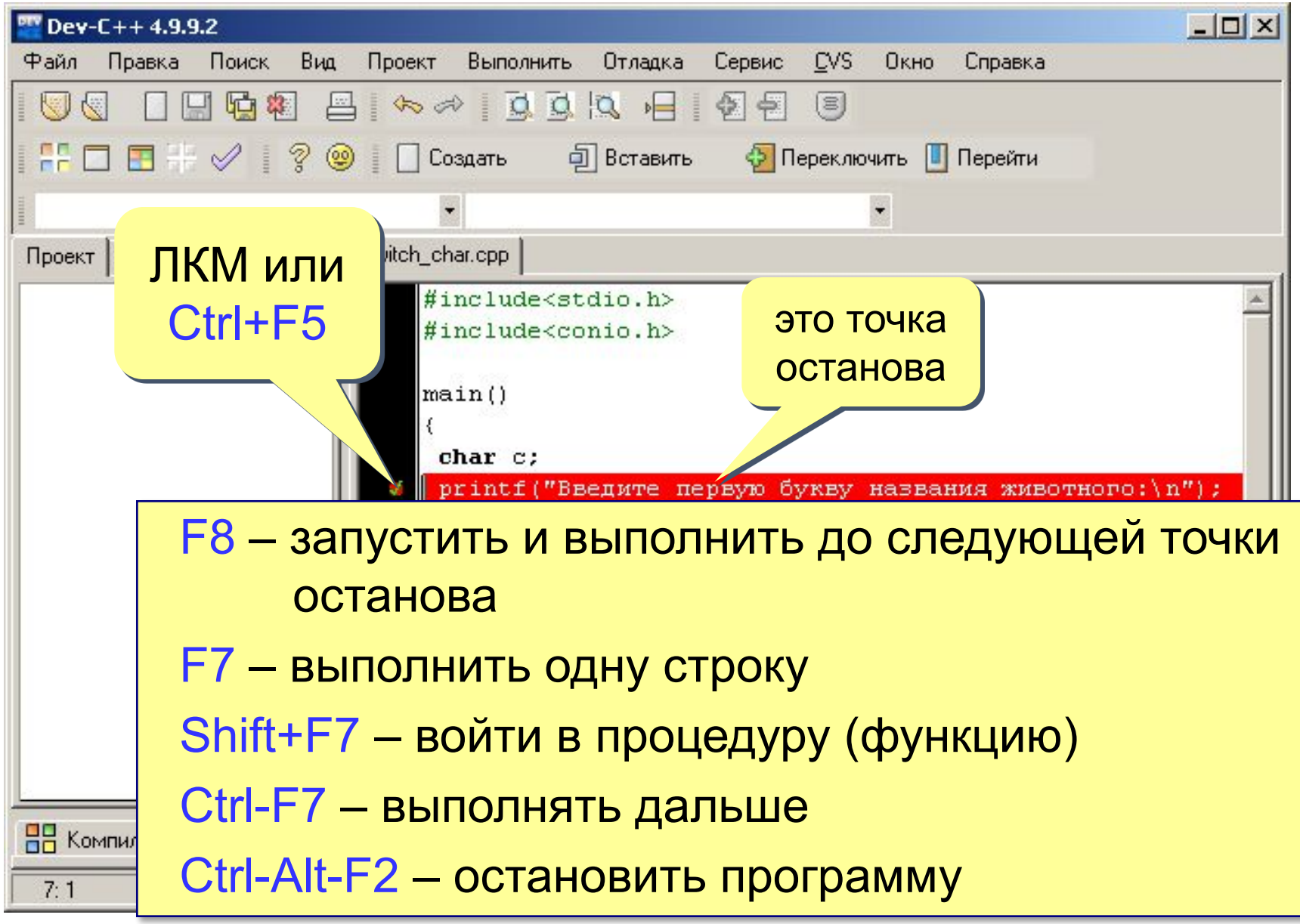
Отключение части кода (комментарии)

```
main()
{
 int i, X;
 printf("Введит  целое число:\n");
 scanf("%d",  X);
 // X *= X + 2;
 for(i=1; i<10; i++) X *= i;
 /* while ( X > 5 ) {
    ...
    } */
 ...
}
```

комментарий до конца строки //

закомментированный блок /* … */

Точки останова



F8 – запустить и выполнить до следующей точки останова

F7 – выполнить одну строку

Shift+F7 – войти в процедуру (функцию)

Ctrl-F7 – выполнять дальше

Ctrl-Alt-F2 – остановить программу

Просмотр значений переменных