

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

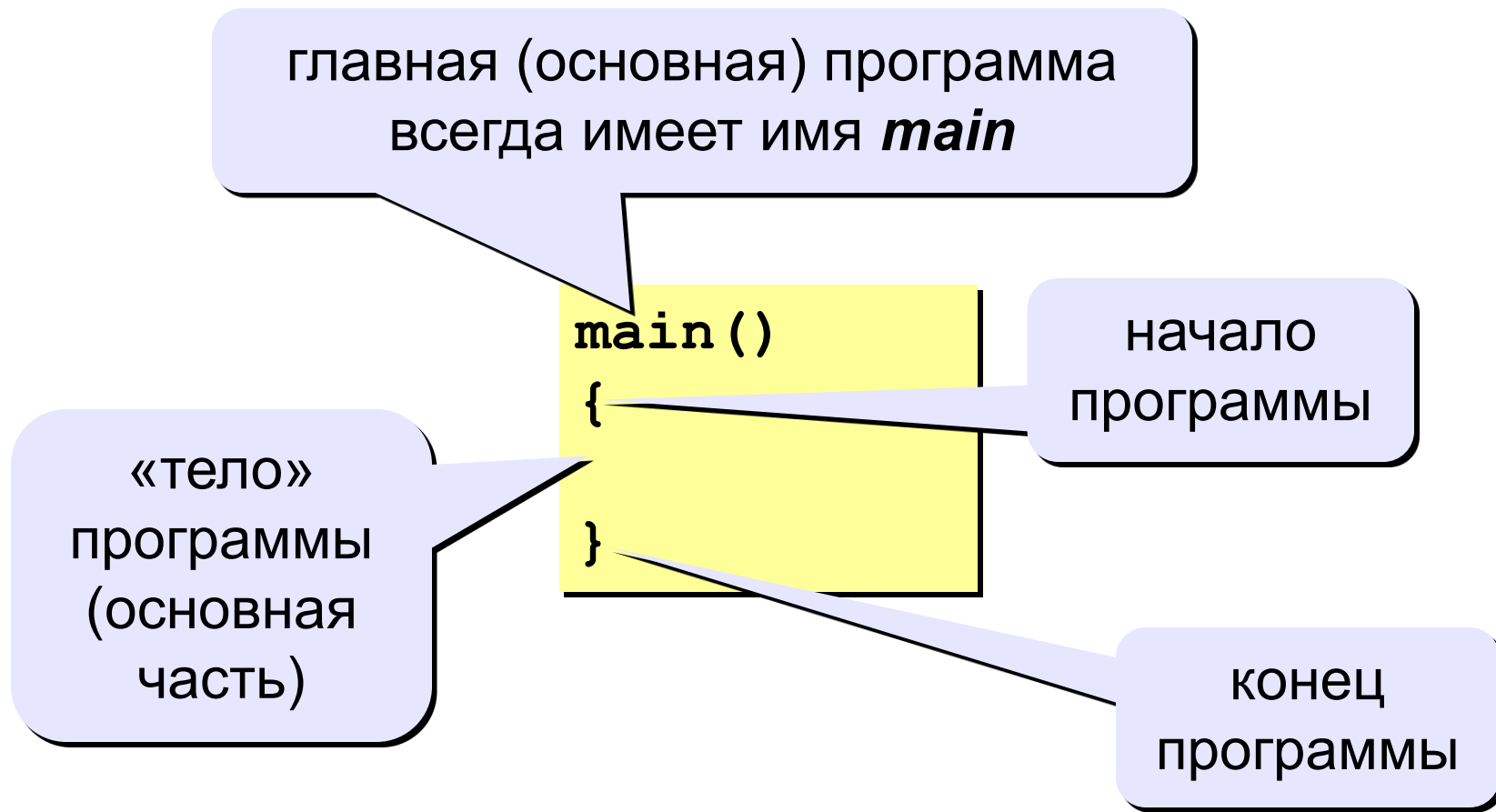
- **Машинно-ориентированные (низкого уровня)** - каждая команда соответствует одной команде процессора (ассемблер)
- **Языки высокого уровня** – приближены к естественному (английскому) языку, легче воспринимаются человеком, не зависят от конкретного компьютера
 - *для обучения*: Бейсик, ЛОГО, Паскаль
 - *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

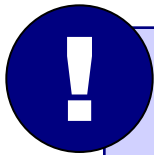
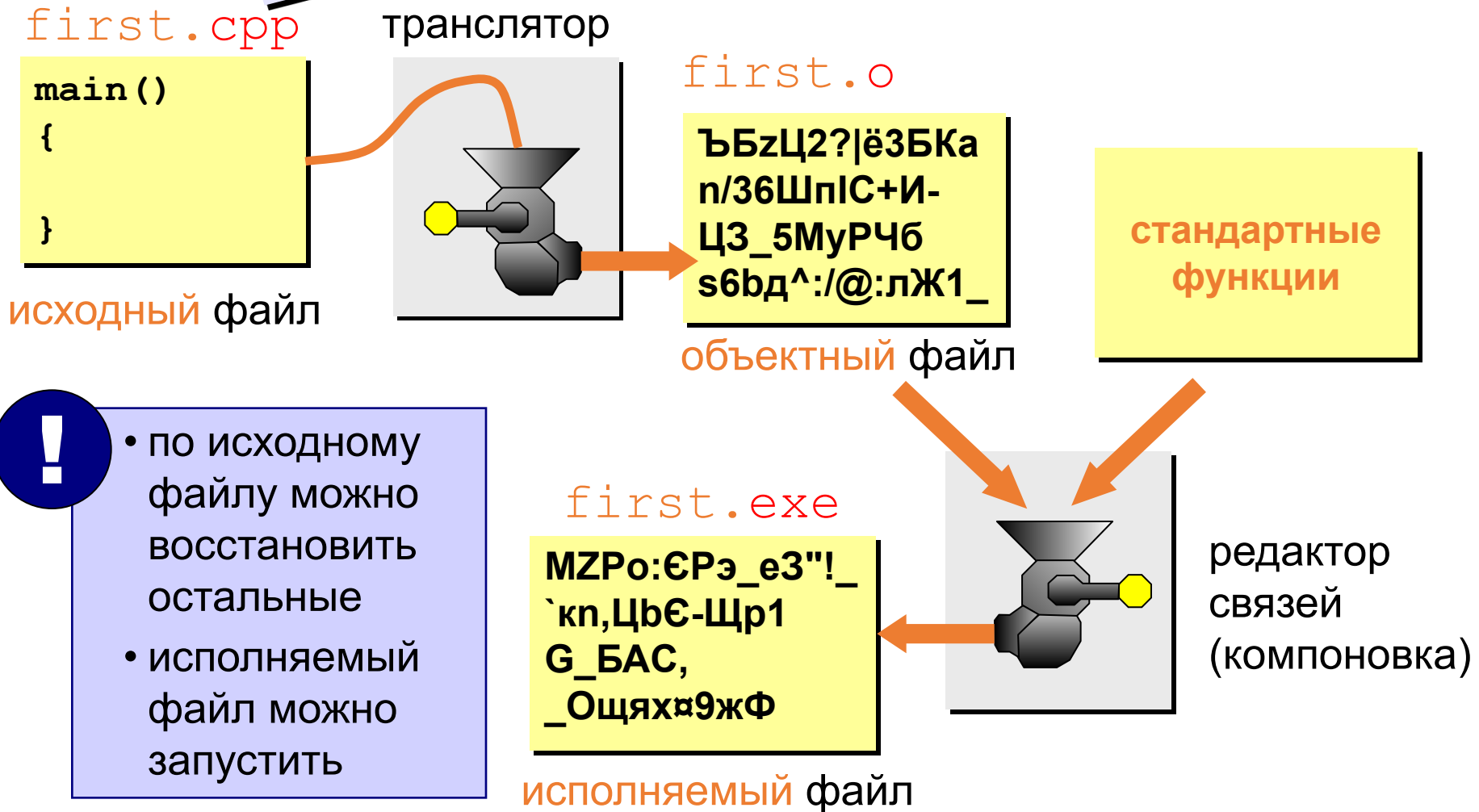
Простейшая программа



Что делает эта программа?

Что происходит дальше?

текст программы на Си или Си++



- по исходному файлу можно восстановить остальные
- 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

Оболочка Dev C ++ 4.9

IDE = *Integrated Development Environment*

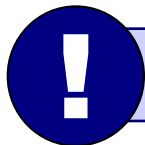
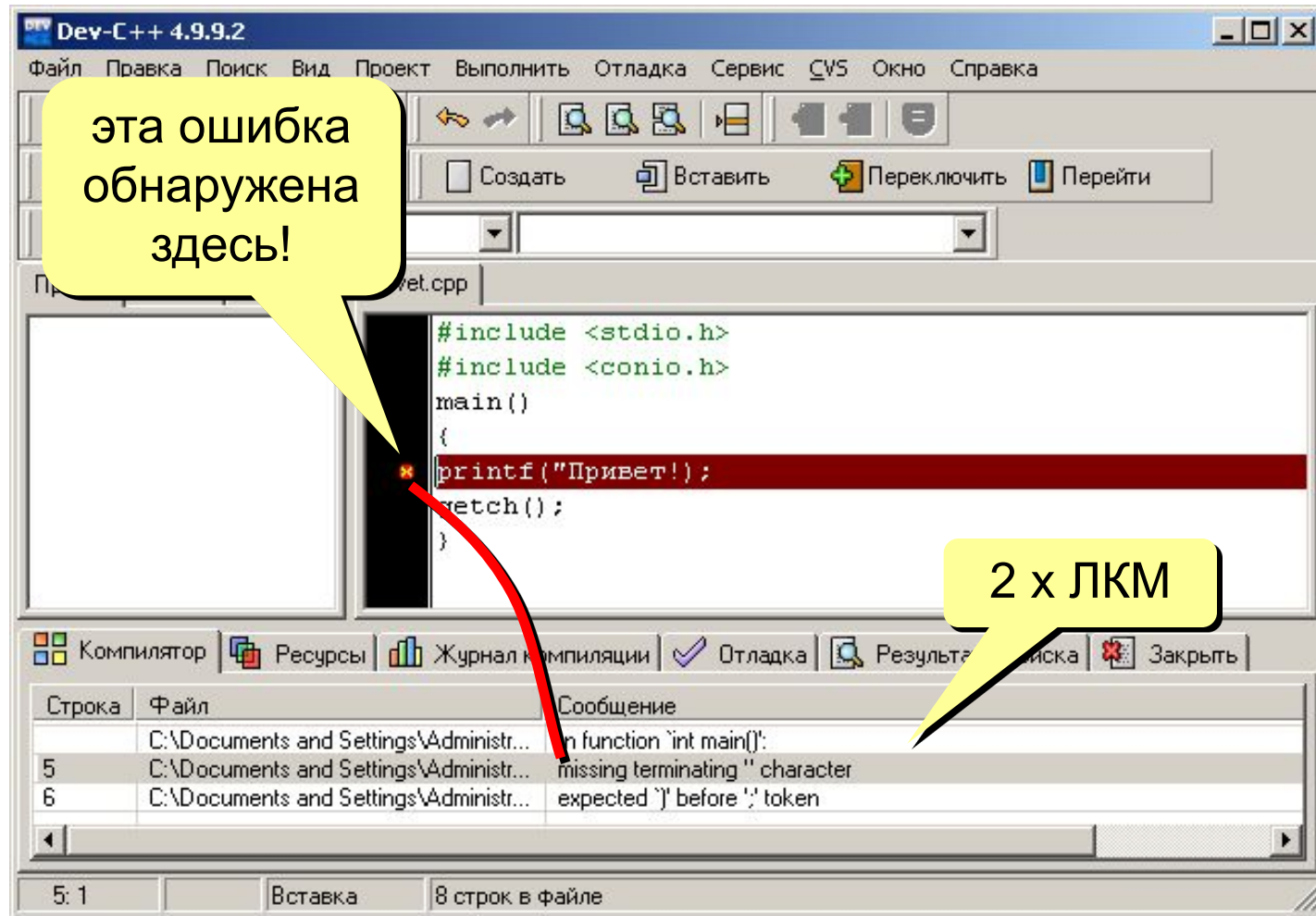
интегрированная среда разработки:

- **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	
Закреть 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

НН НН

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.

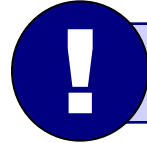
Типы переменных

- `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.

```
main ()
```

```
{
```

```
i
```

```
f
```

```
int Tu104, Il86=23, Yak42;
```

```
float x=4.56, y, z;
```

```
char c, c2='A', m;
```

```
}
```

целая переменная a

вещественные

перемен

целые переменные

Tu104, Il86 и Yak42

целая и дробная
части отделяются
точкой

вещественные
переменные x, y и z

x = 4,56

СИМВОЛЬНЫЕ
переменные c, c2 и m

c2 = 'A'



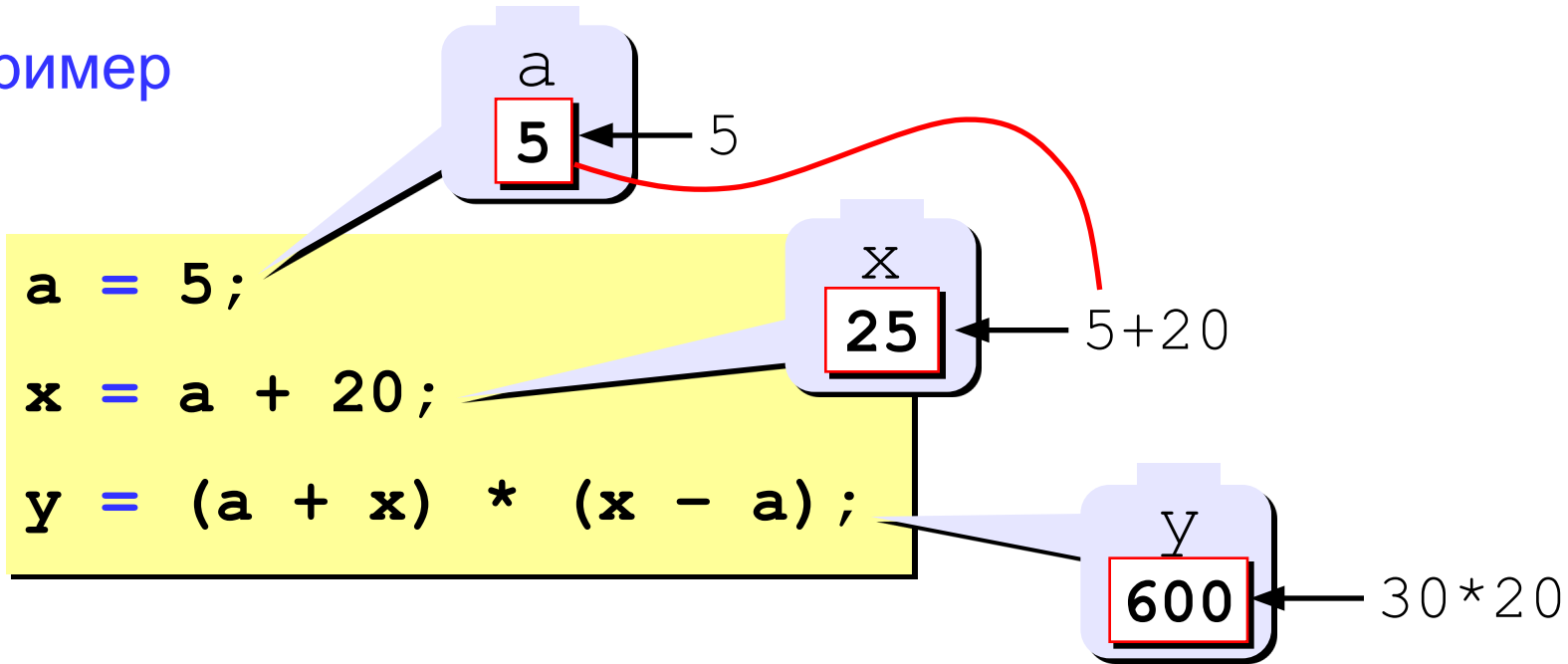
Если начальное значение не задано, в этой ячейке находится «мусор»!

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:

+ - *

умножение

деление

остаток от
деления

- вызовы функций
- круглые скобки ()



Для чего служат
круглые скобки?

Какие операторы неправильные?

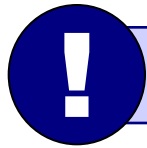
```
main ()
{
  int a, b;
  float x, y;
  a = 5;
  10 = x;
  y = 7,8;
  b = 2.5;
  x = 2*(a + y);
  a = b + x;
}
```

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 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
<code>a = a + 1;</code> инкремент	<code>a++;</code>
<code>a = a + b;</code>	<code>a += b;</code>
<code>a = a - 1;</code> декремент	<code>a--;</code>
<code>a = a - b;</code>	<code>a -= b;</code>
<code>a = a * b;</code>	<code>a *= b;</code>
<code>a = a / b;</code>	<code>a /= b;</code>
<code>a = a % b;</code>	<code>a %= b;</code>

Ручная прокрутка программы

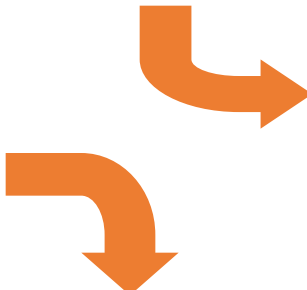
```
main ()
{
    int a, b;
    a = 5;
    b = a + 2;
    a = (a + 2) * (b - 3);
    b = a / 5;
    a = a % b;
    a++;
    b = (a + 14) % 7;
}
```

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

$$\begin{array}{cccccccc} & 2 & 3 & 5 & 4 & 1 & 7 & 8 & 6 & 9 \\ z = & (5 * a * c + 3 * (c - d)) / a * (b - c) / b ; \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{cccccccc} & 2 & 6 & 3 & 4 & 7 & 5 & 1 & 12 & 8 & 11 & 10 & 9 \\ x = & (a * a + 5 * c * c - d * (a + b)) / ((c + d) * (d - 2 * a)) ; \end{array}$$

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 строка, которая показывает, какие числа вводятся (выводятся).

%d – целое число

%f – вещественное число

%c – 1 символ

%s – символьная строка

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

&a – адрес
переменной **a**

7652

12

a – значение
переменной **a**

Что неправильно?

```
int a, b;
```

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

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

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

убрать пробел

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

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

&a

%d%d

&a, &b

%d%d

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

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);
```

```
123.456
```

всего 9 позиций,
3 цифры в дробной
части

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

```
1.234560e+02
```

стандартный вид:
1,23456·10²

```
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

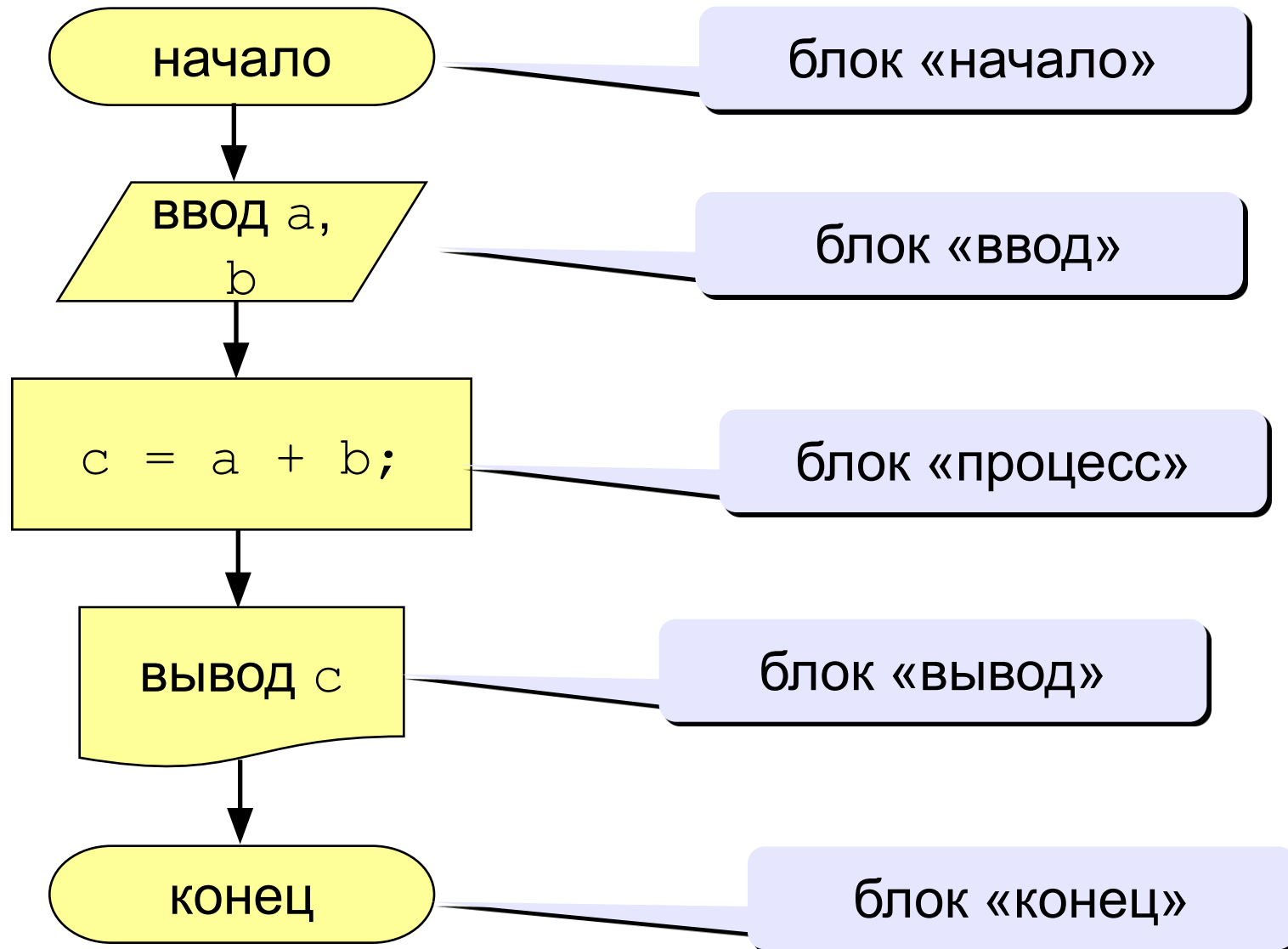
25 30

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

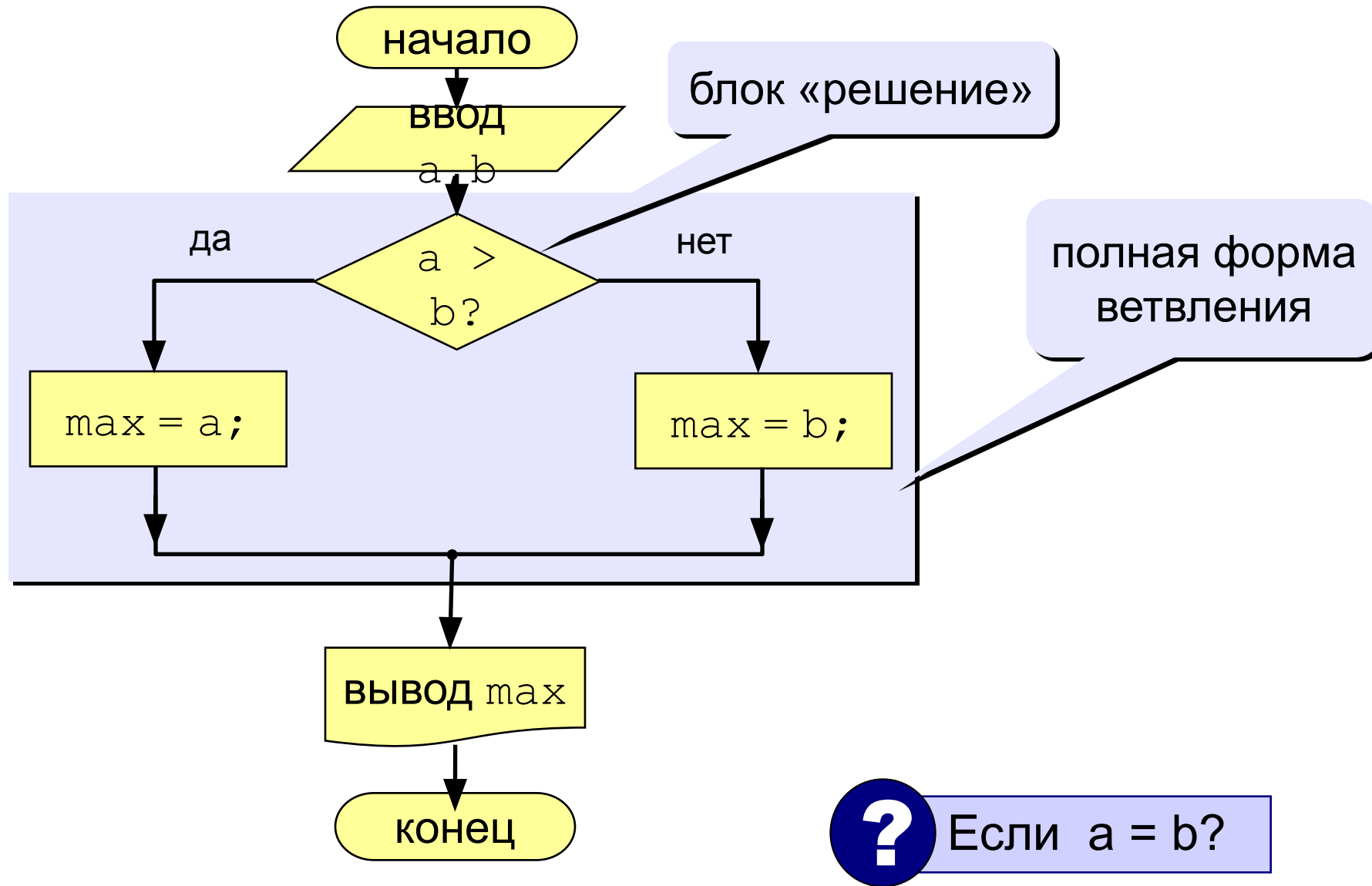
Задача. Ввести два целых числа и вывести на экран наибольшее из них.

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



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?

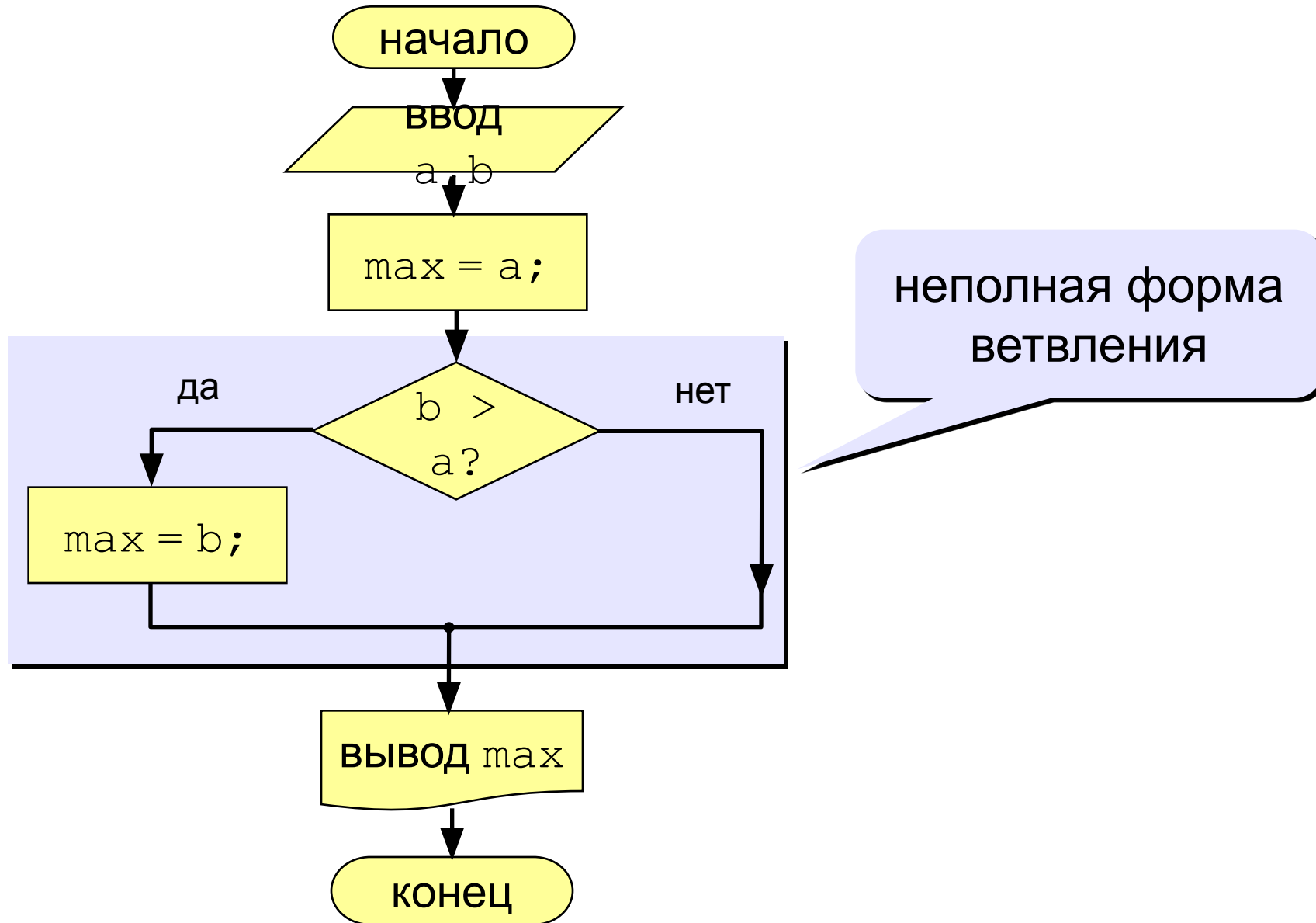
```
if ( a > b ) {  
    a = b;  
}  
else  
    b = a;
```

```
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

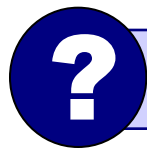
Программирование на языке Си

Тема 5. Сложные условия

Сложные условия

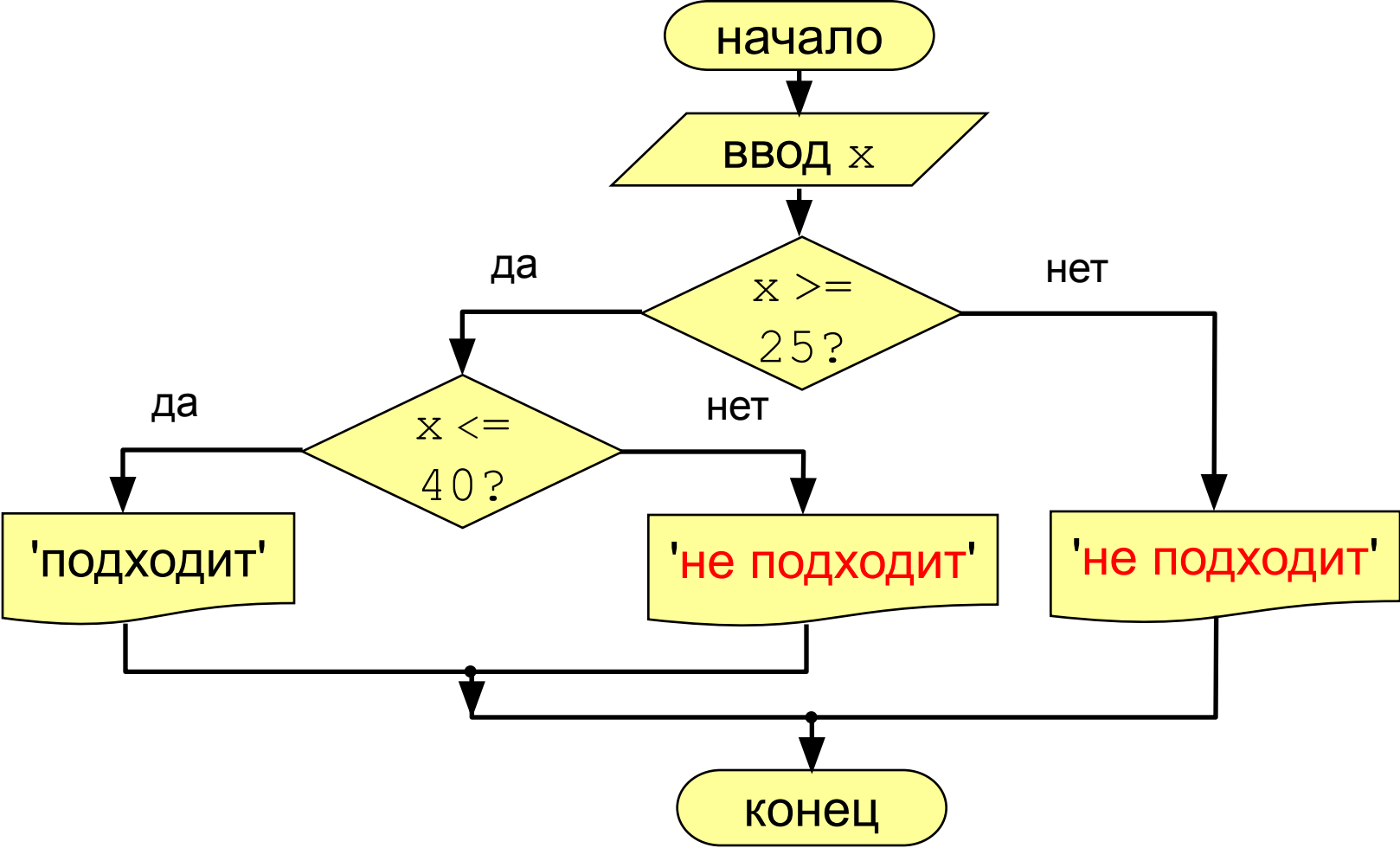
Задача. Фирма набирает сотрудников от 25 до 40 лет включительно. Ввести возраст человека и определить, подходит ли он фирме (вывести ответ «подходит» или «не подходит»).

Особенность: надо проверить, выполняются ли два условия одновременно.



Можно ли решить известными методами?

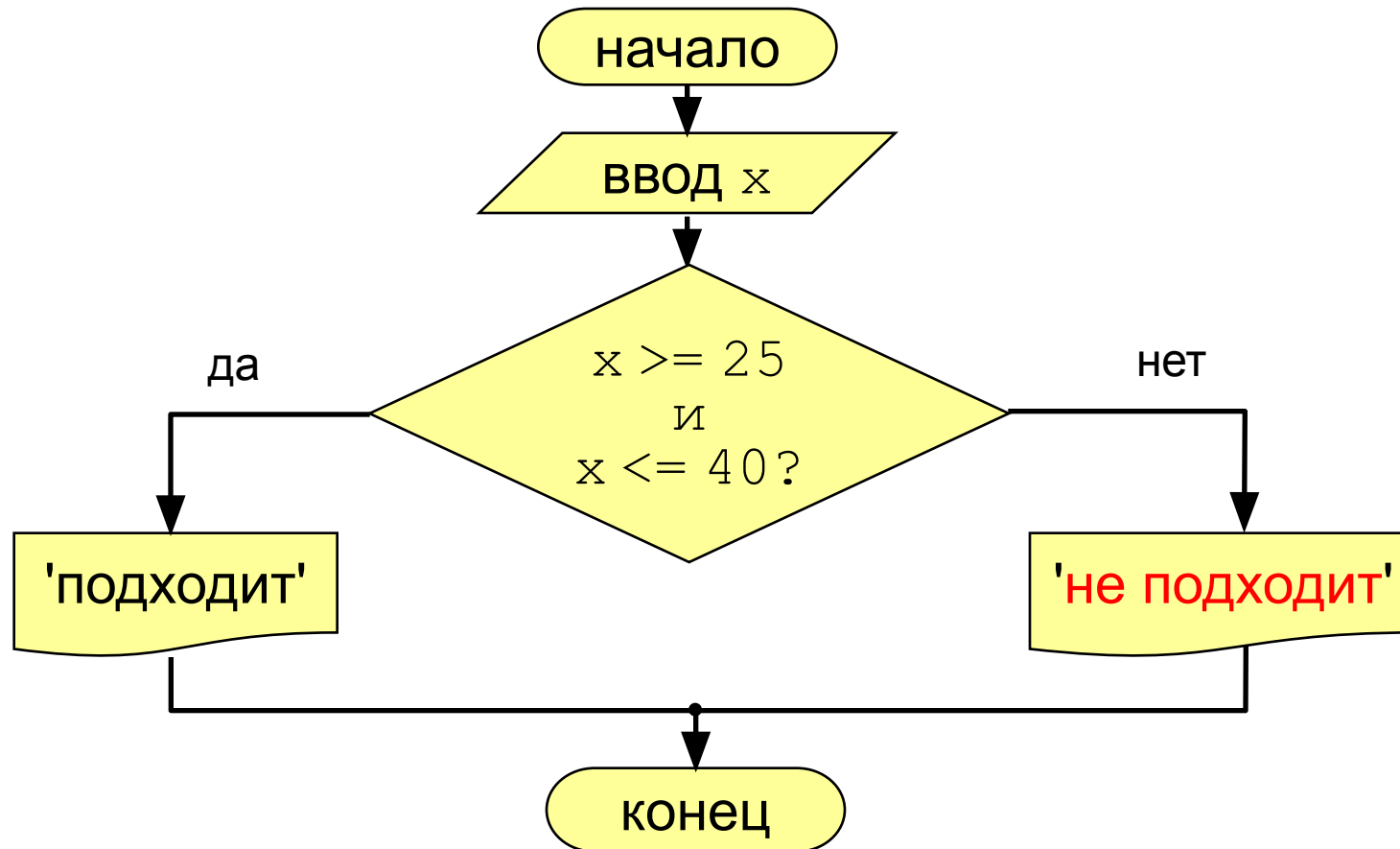
Вариант 1. Алгоритм



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:

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

Сложные условия

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

$!(a > b)$

1

$a < b \ \&\& \ b < c$

1

$!(a >= b) \ || \ c == d$

1

$a < c \ || \ b < c \ \&\& \ b < a$

1

$a > b \ || \ !(b < c)$

0

Для каких значений x истинны условия:

$x < 6 \ \&\& \ x < 10$

$x < 6 \ \&\& \ x > 10$

$x > 6 \ \&\& \ x < 10$

$x > 6 \ \&\& \ x > 10$

$x < 6 \ || \ x < 10$

$x < 6 \ || \ x > 10$

$x > 6 \ || \ x < 10$

$x > 6 \ || \ x > 10$

$(-\infty, 6)$	$x < 6$
\emptyset	
$(6, 10)$	
$(10, \infty)$	$x > 10$
$(-\infty, 10)$	$x < 10$
$(-\infty, 6) \cup (10, \infty)$	
$(-\infty, \infty)$	
$(6, \infty)$	$x > 6$

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

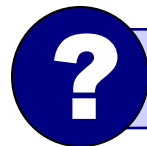
Циклы

Цикл – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.

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

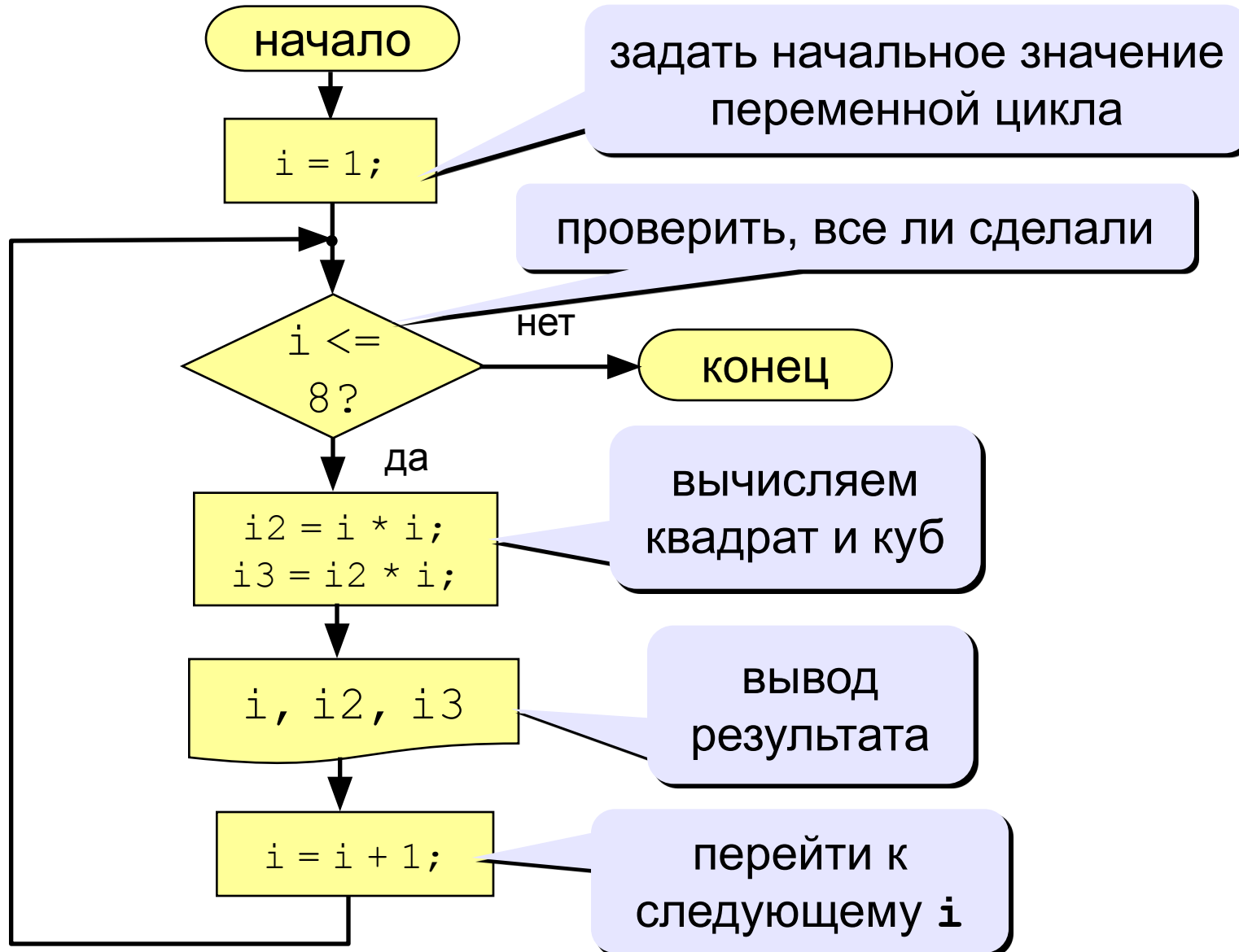
Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 1 до 8 (от a до b).

Особенность: одинаковые действия выполняются 8 раз.

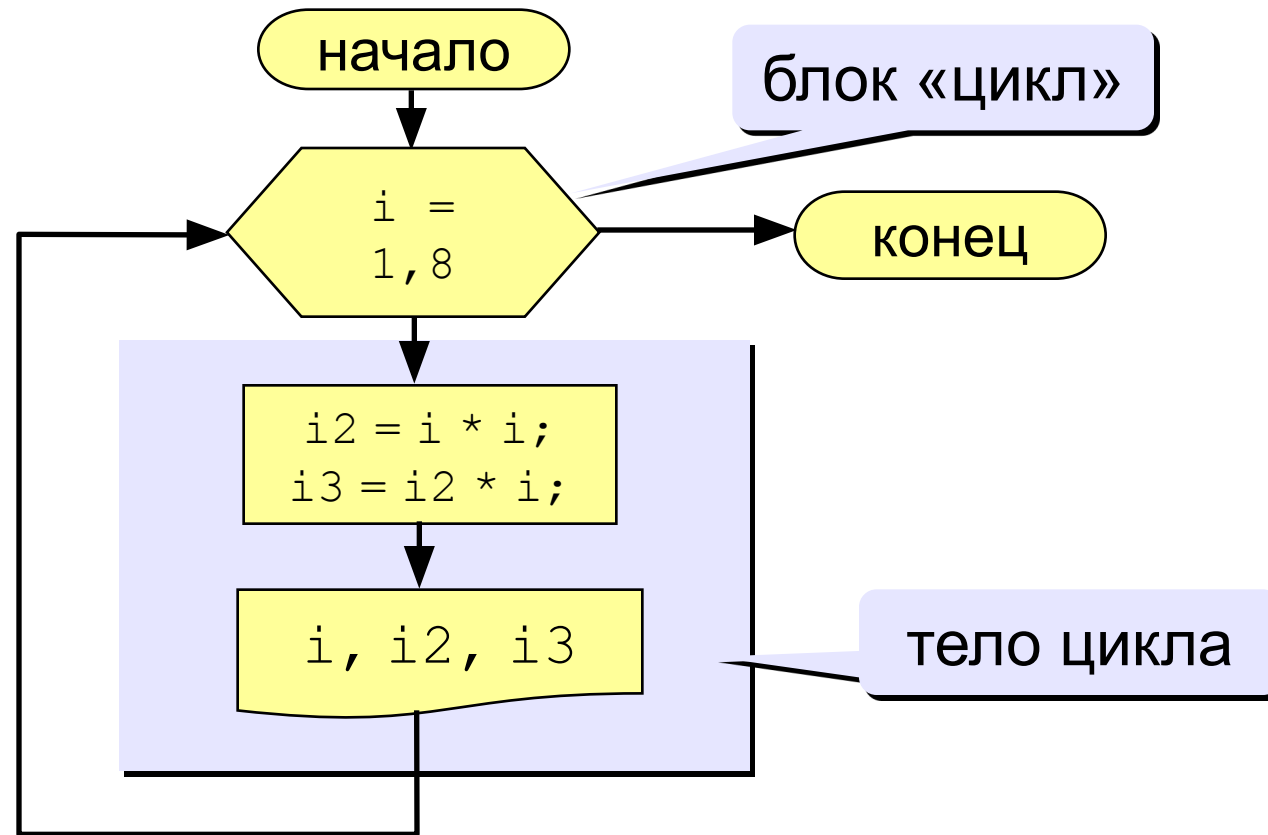


Можно ли решить известными методами?

Алгоритм



Алгоритм (с блоком «цикл»)



Программа

```
main ()
```

```
{
```

```
int i, i2, i3;
```

переменная цикла

начальное
значение
заголовок
цикла

конечное
значение

ЦИКЛ

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

начало цикла

изменение на
каждом шаге:
 $i=i+1$

```
  i2 = i*i;
```

```
  i3 = i2*i;
```

```
  printf("%4d %4d %4d\n", i, i2,
```

```
  i3);
```

конец цикла

тело 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++) { ... }
```

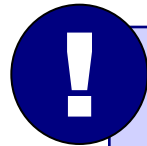
```
for (; c<d; ) { ... }
```


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.

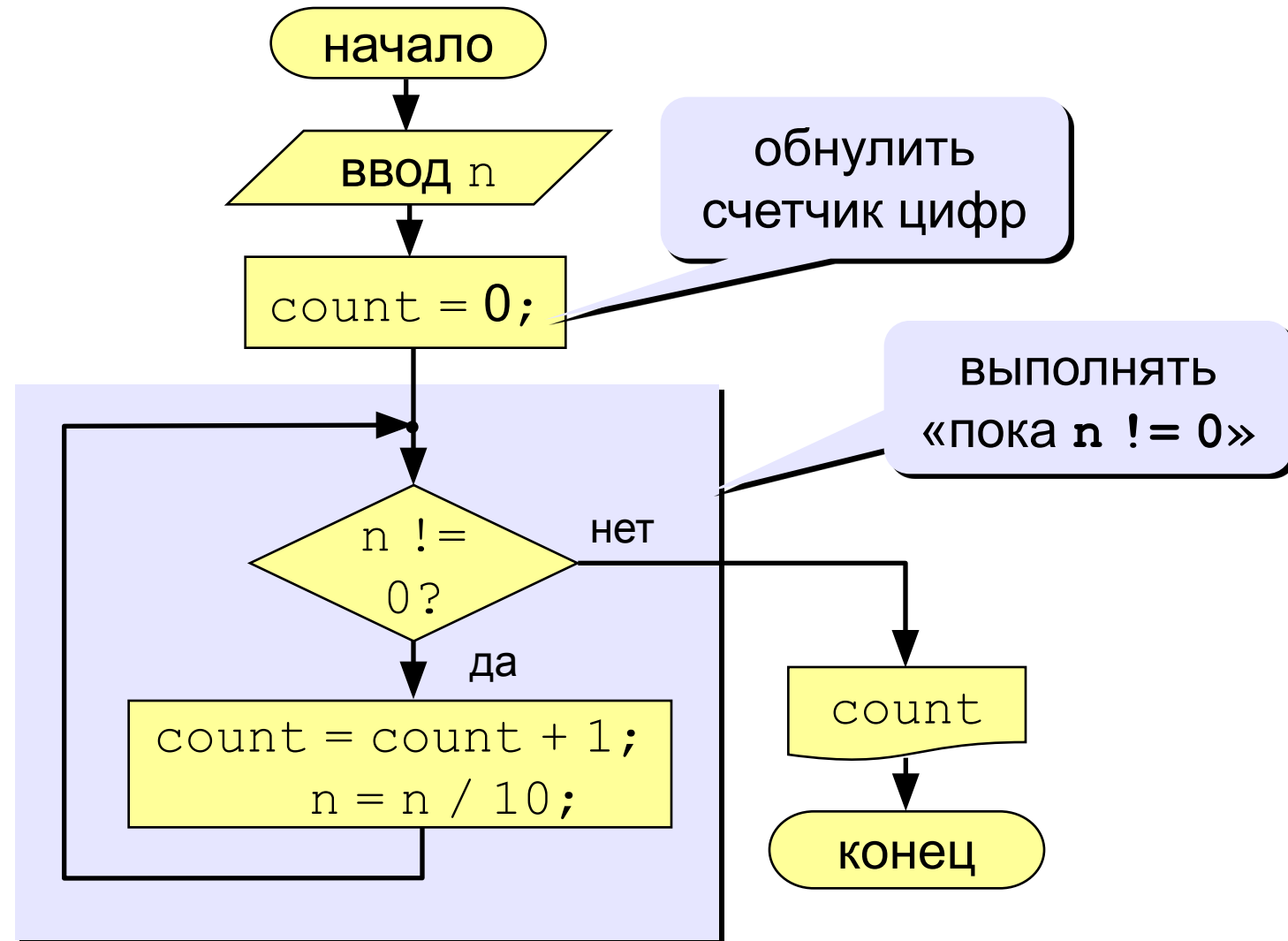
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру, увеличиваем счетчик.

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 $n \neq 0$ ».

Алгоритм



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:

1234

Нет.

Введите целое число:

1224

Да.

Последовательности

Примеры:

• 1, 2, 3, 4, 5, ...

$$a_n = n$$

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

• 1, 2, 4, 7, 11, 16, ...

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

• 1, 2, 4, 8, 16, 32, ...

$$a_n = 2^{n-1}$$

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

• $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{5}{32}, \dots$

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

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

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

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

Последовательности

Задача: найти сумму всех элементов последовательности,

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

которые по модулю больше 0,001:

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

Элемент последовательности (начиная с №2):

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

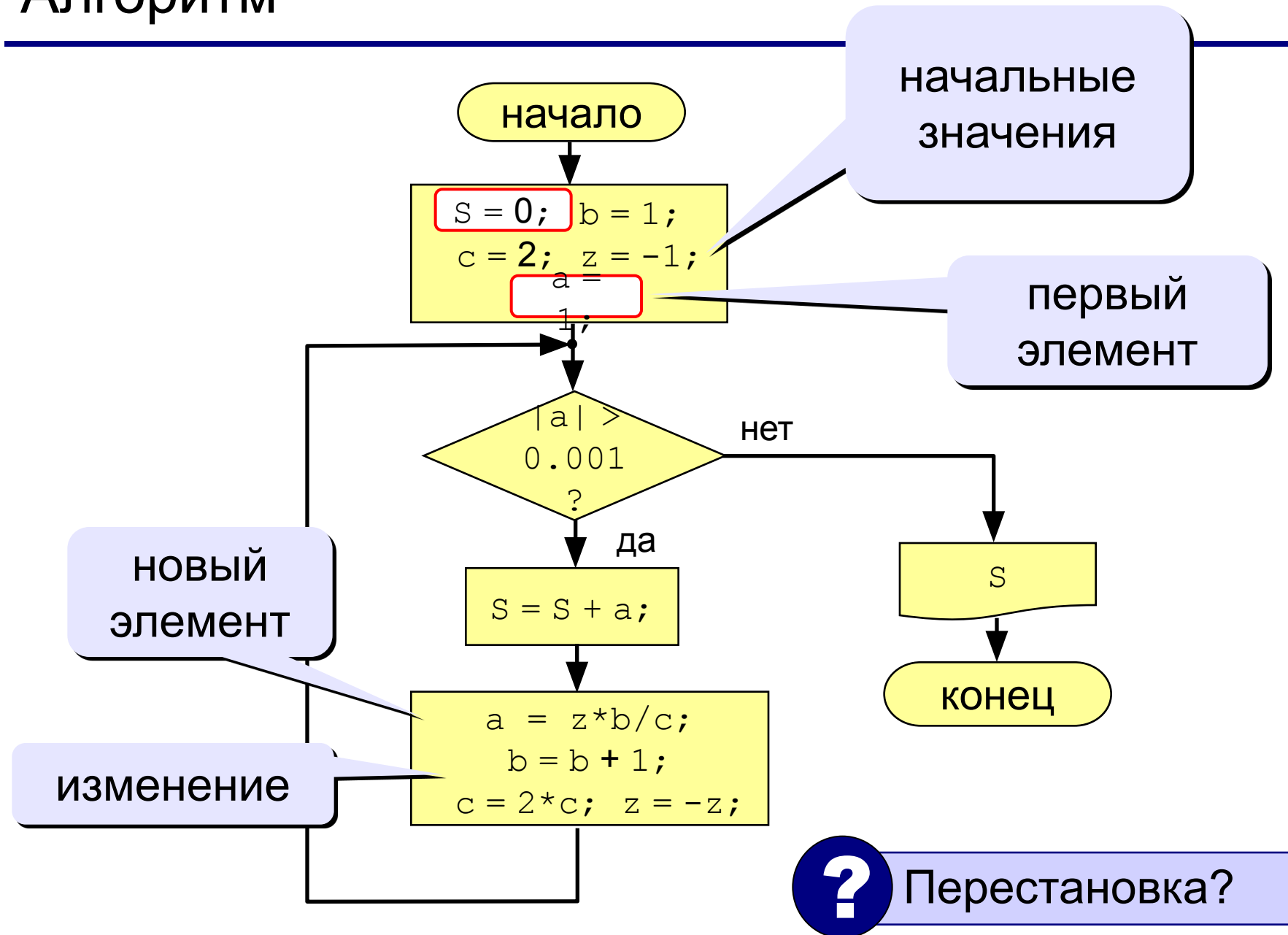
n	1	2	3	4	5	...
b	1	2	3	4	5	...
c	2	4	8	16	32	...
z	-1	1	-1	1	-1	...

$$b = b + 1;$$

$$c = 2 * c;$$

$$z = -z;$$

Алгоритм



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
абсолютного
числа

увеличение
суммы

расчет элемента
последовательности

? Что плохо?

Задания

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

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

Ответ:

$$S = 1.157$$

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

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

Ответ:

$$S = 1.220$$

Цикл с постусловием

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

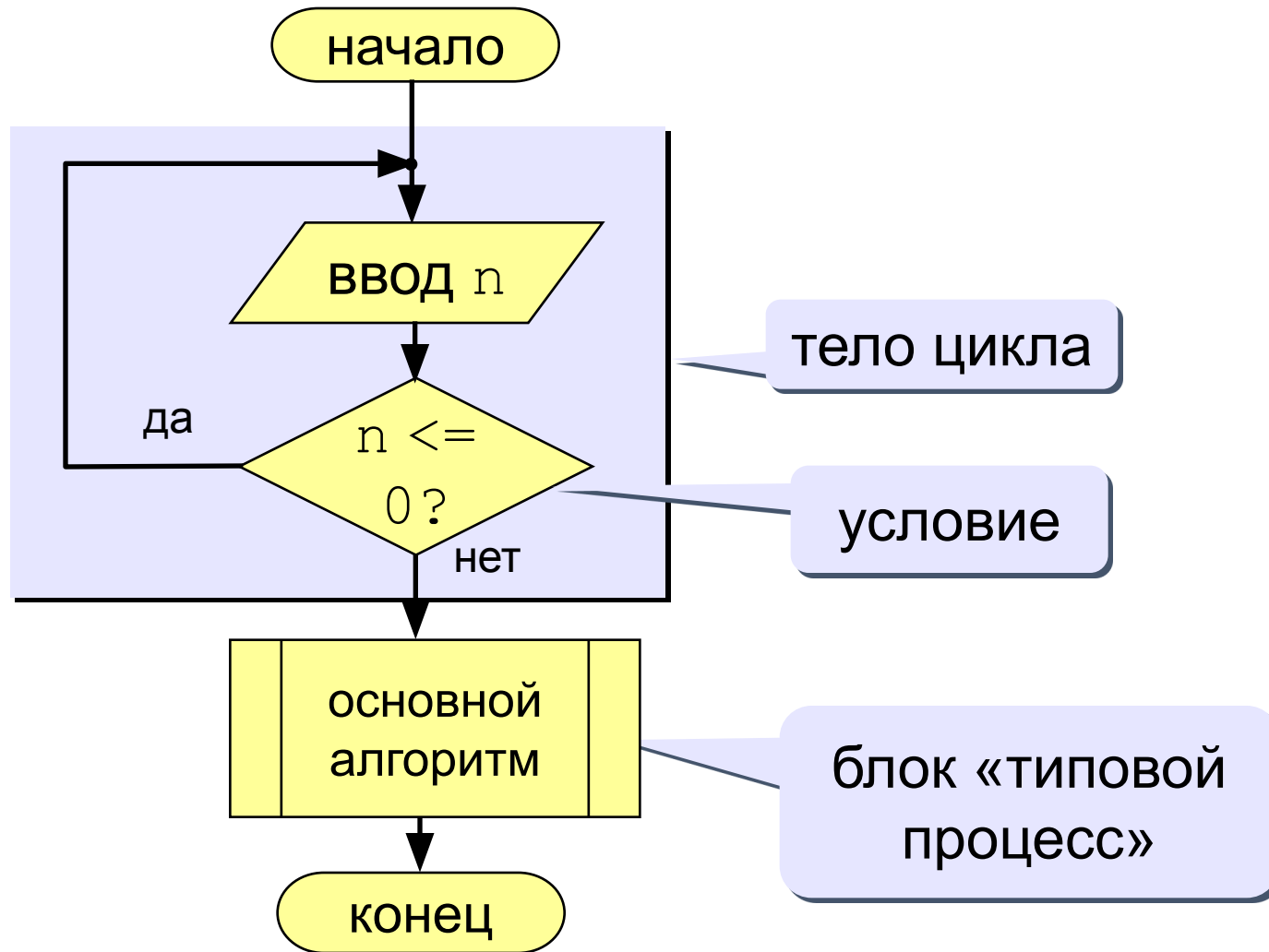
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

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

Особенность: Один раз тело цикла надо сделать в любом случае \Rightarrow 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)

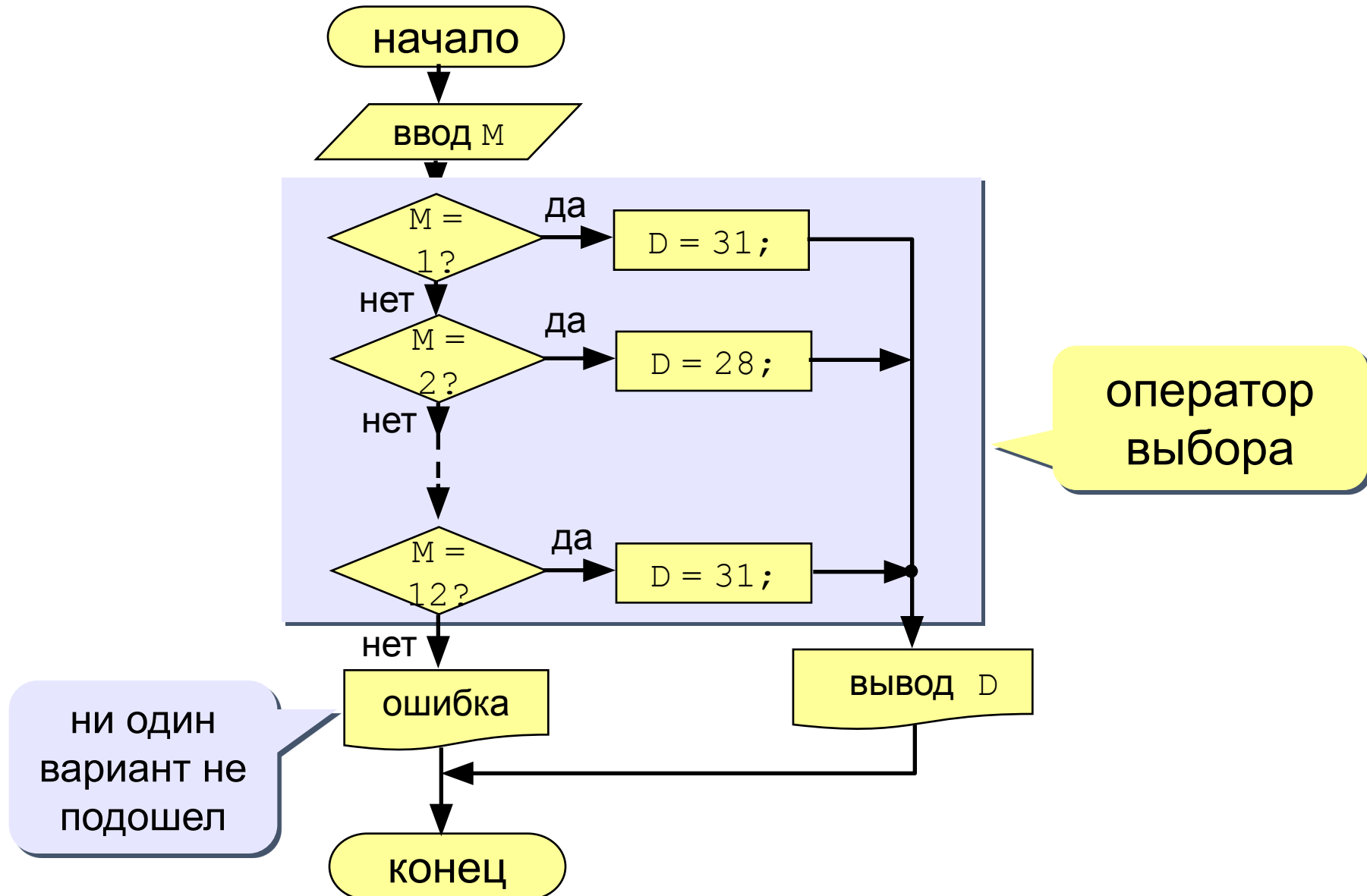
31 день – 1 (январь), 3 (март), 5 (май), 7 (июль),
8 (август), 10 (октябрь), 12 (декабрь)

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



Можно ли решить известными методами?

Алгоритм



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 'a': 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 комментариях)
- 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("Введите 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

ЛКМ или Ctrl+F5

это точка 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

