Алгоритм и его свойства

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Что такое алгоритм?

Алгоритм — это точное описание порядка действий, которые должен выполнить исполнитель для решения задачи за конечное время.

Исполнитель – это устройство или одушевленное существо (человек), способное понять и выполнить команды, составляющие алгоритм.

Формальные исполнители: не понимают (и не могут понять) смысл команд.

Мухаммед ал-Хорезми
(ок. 783–ок. 850 гг.)

Свойства алгоритма

Дискретность — алгоритм состоит из отдельных команд, каждая из которых выполняется за конечное время.

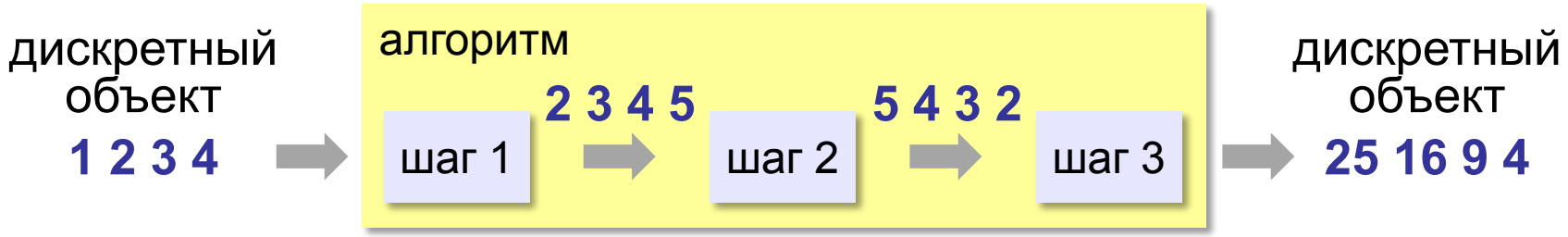
Детерминированность (определённость) — при каждом запуске алгоритма с одними и теми же исходными данными получается один и тот же результат.

Понятность — алгоритм содержит только команды, входящие в **систему команд исполнителя**.

Конечность (результативность) — для корректного набора данных алгоритм должен завершаться через конечное время.

Корректность — для допустимых исходных данных алгоритм должен приводить к правильному результату.

Как работает алгоритм?



- получает на вход дискретный объект
- в результате строит другой дискретный объект (или выдаёт сообщение об ошибке)
- обрабатывает объект по шагам
- на каждом шаге получается новый дискретный объект

Способы записи алгоритмов

- **естественный язык**

```
установить соединение
пока не принята команда «стоп»
   принять команду
   выполнить команду
завершить сеанс связи
```

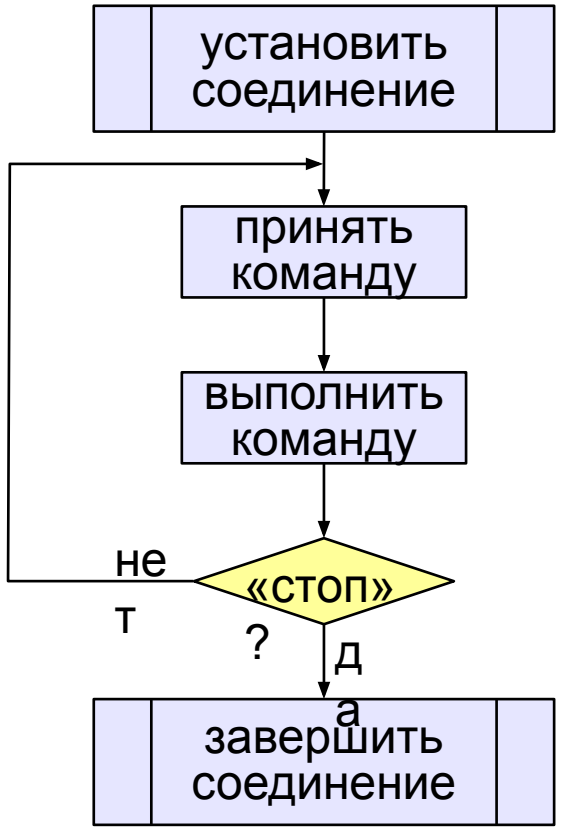
Способы записи алгоритмов

- **псевдокод**

```
установить соединение
начало цикла
   принять команду
   выполнить команду
конец цикла при команда = 'stop'
завершить сеанс связи
```

Способы записи алгоритмов

- **блок-схема**



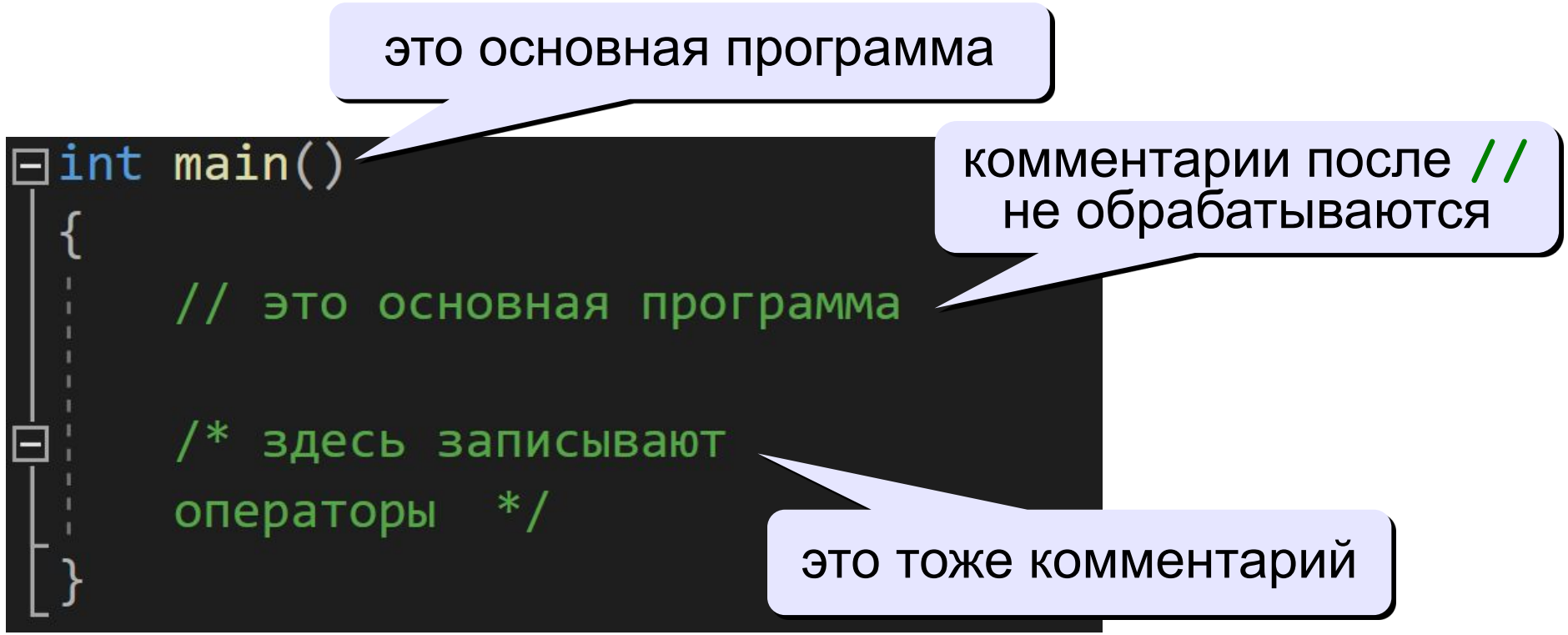
- **программа**

```
установитьСоединение
начало цикла
   cmd = получитьКоманду
   выполнитьКоманду(cmd)
конец при cmd = 'stop'
закрытьСоединение
```

Простейшие программы

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Простейшая программа



? Что делает эта программа?

Вывод на экран

```
main()
{
    printf("2+");
    printf("2=?\n");
    printf("Ответ: 4");

    return 0;
}
```

"\n" – новая строка

Подключение библиотечных функций

```c
#include <stdio.h>

main()
{
    printf("2+");
    printf("2=?\n");
    printf("Ответ: 4");

    return 0;
}
```

стандартные функции ввода и вывода

Задания

«B»: Вывести на экран текст «лесенкой»

```
Вася
    пошел
        гулять
```

«C»: Вывести на экран рисунок из букв

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

Сложение чисел

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

Протокол:

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

компьютер

пользователь

компьютер считает сам!

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

Сумма: псевдокод

```
main()
{
    // ввести два числа
    // вычислить их сумму
    // вывести сумму на экран
}
```

Псевдокод – алгоритм на русском языке с элементами языка программирования.

Компьютер не может исполнить псевдокод!

Переменные

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

Имена переменных

МОЖНО использовать

- латинские буквы (A-Z, a-z) (заглавные и строчные буквы **различаются**)
- цифры (имя не может начинаться с цифры)
- знак подчеркивания _

НЕЛЬЗЯ использовать

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

Какие имена правильные?

AXby R&B 4Wheel Вася “PesBarbos”

TU154 [QuQu] _ABBA A+B

Объявление переменных

Типы переменных:

- `int  // целая`
- `float  // вещественная`
- и другие…

Объявление переменных:

выделение места в памяти

тип – целые

список имен переменных

```
int a, b, c;
```

Тип	байт	Диапазон принимаемых значений
целочисленный (логический) тип данных		
bool	1	0 / 255
целочисленный (символьный) тип данных		
char	1	0 / 255
целочисленные типы данных		
short int	2	-32 768 / 32 767
unsigned short int	2	0 / 65 535
int	4	-2 147 483 648 / 2 147 483 647
unsigned int	4	0 / 4 294 967 295
long int	4	-2 147 483 648 / 2 147 483 647
unsigned long int	4	0 / 4 294 967 295
типы данных с плавающей точкой		
float	4	-2 147 483 648.0 / 2 147 483 647.0
long float	8	-9 223 372 036 854 775 808 .0 / 9 223 372 036 854 775 807.0
double	8	-9 223 372 036 854 775 808 .0 / 9 223 372 036 854 775 807.0

Как записать значение в переменную?

оператор присваивания

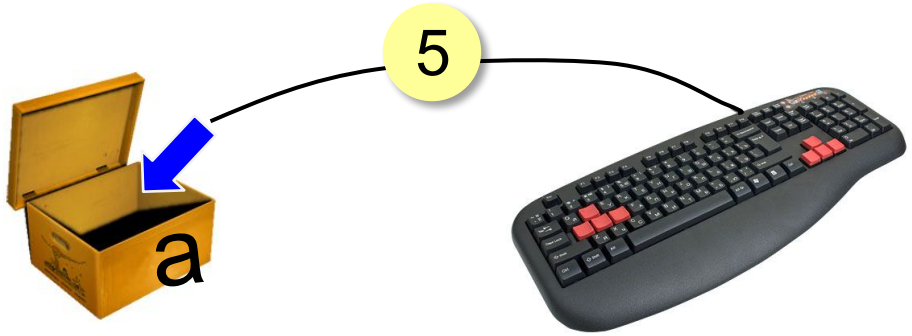
```
a = 5;
```

! При записи нового значения старое стирается!

Оператор – это команда языка программирования (инструкция).

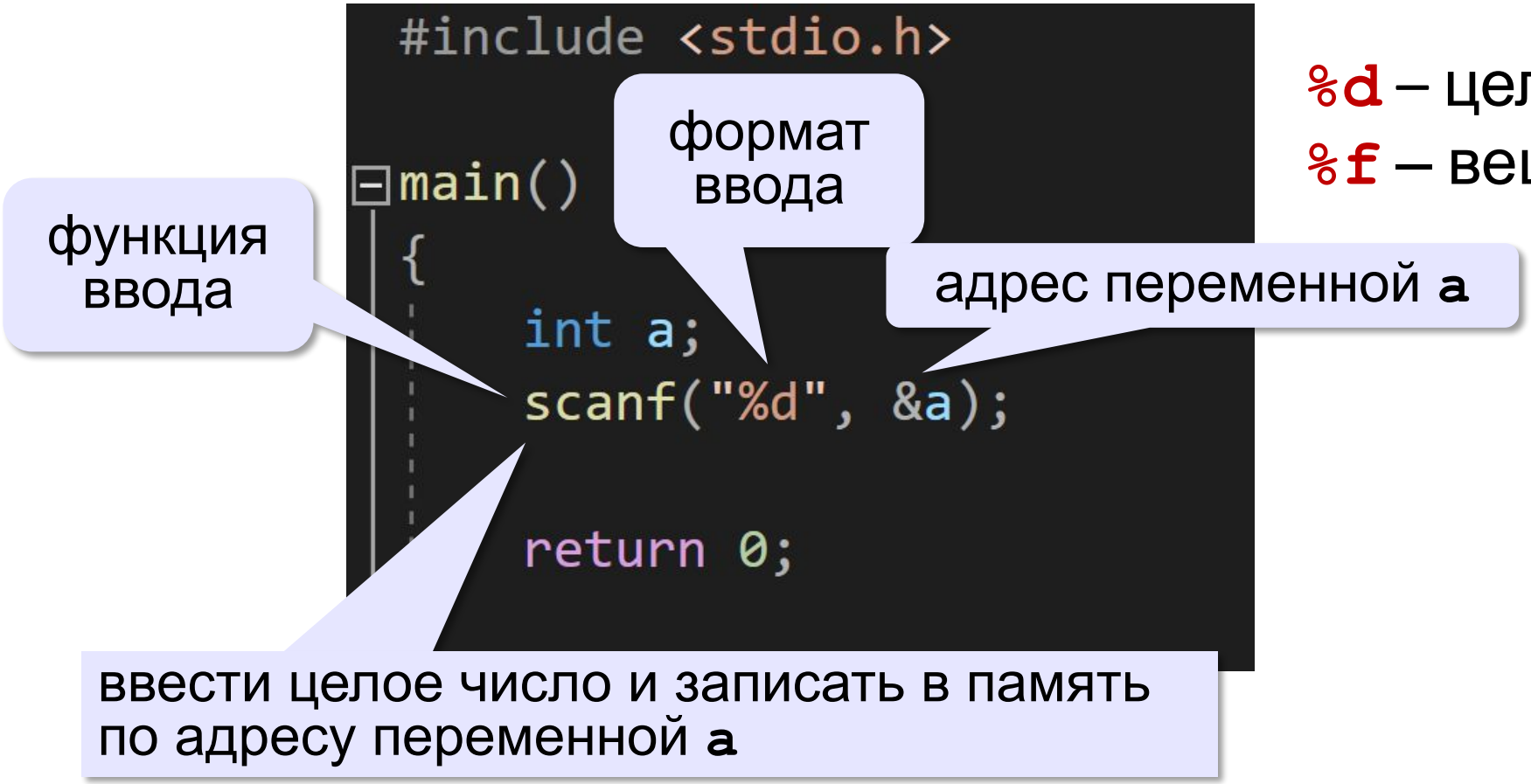
Оператор присваивания – это команда для записи нового значения в переменную.

Ввод значения с клавиатуры



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

Ввод значения с клавиатуры



%d – целое

%f – вещественное

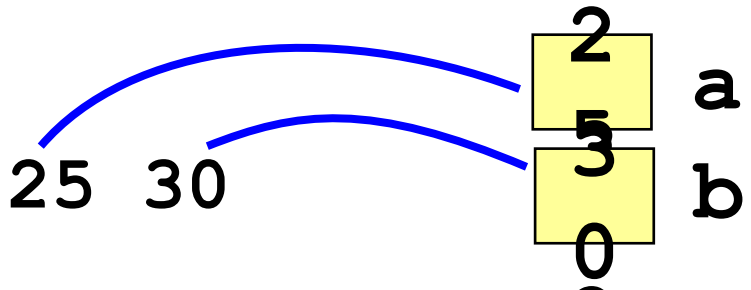
Таблица: Команды форматирования для printf()

Код	Формат
%c	Символ типа char
%d	Десятичное число целого типа со знаком
%i	Десятичное число целого типа со знаком
%e	Научная нотация (e нижнего регистра)
%E	Научная нотация (E верхнего регистра)
%f	Десятичное число с плавающей точкой
%g	Использует код %e или %f — тот из них, который короче (при использовании %g используется e нижнего регистра)
%G	Использует код %E или %f — тот из них, который короче (при использовании %G используется E верхнего регистра)
%o	Восьмеричное целое число без знака
%s	Строка символов
%u	Десятичное число целого типа без знака
%x	Шестнадцатиричное целое число без знака (буквы нижнего регистра)
%X	Шестнадцатиричное целое число без знака (буквы верхнего регистра)
%p	Выводит на экран значение указателя
%n	Ассоциированный аргумент — это указатель на переменную целого типа, в которую помещено количество символов, записанных на данный момент
%%	Выводит символ %

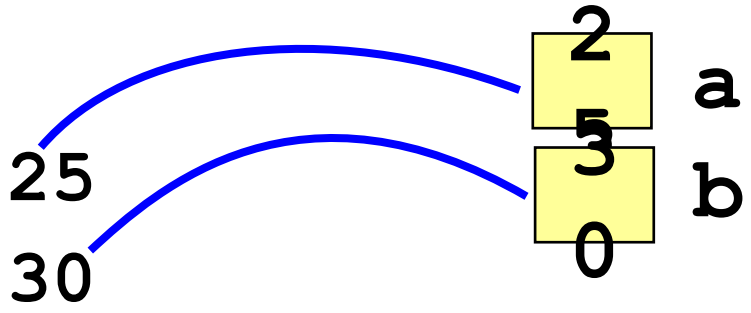
Ввод значений двух переменных

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

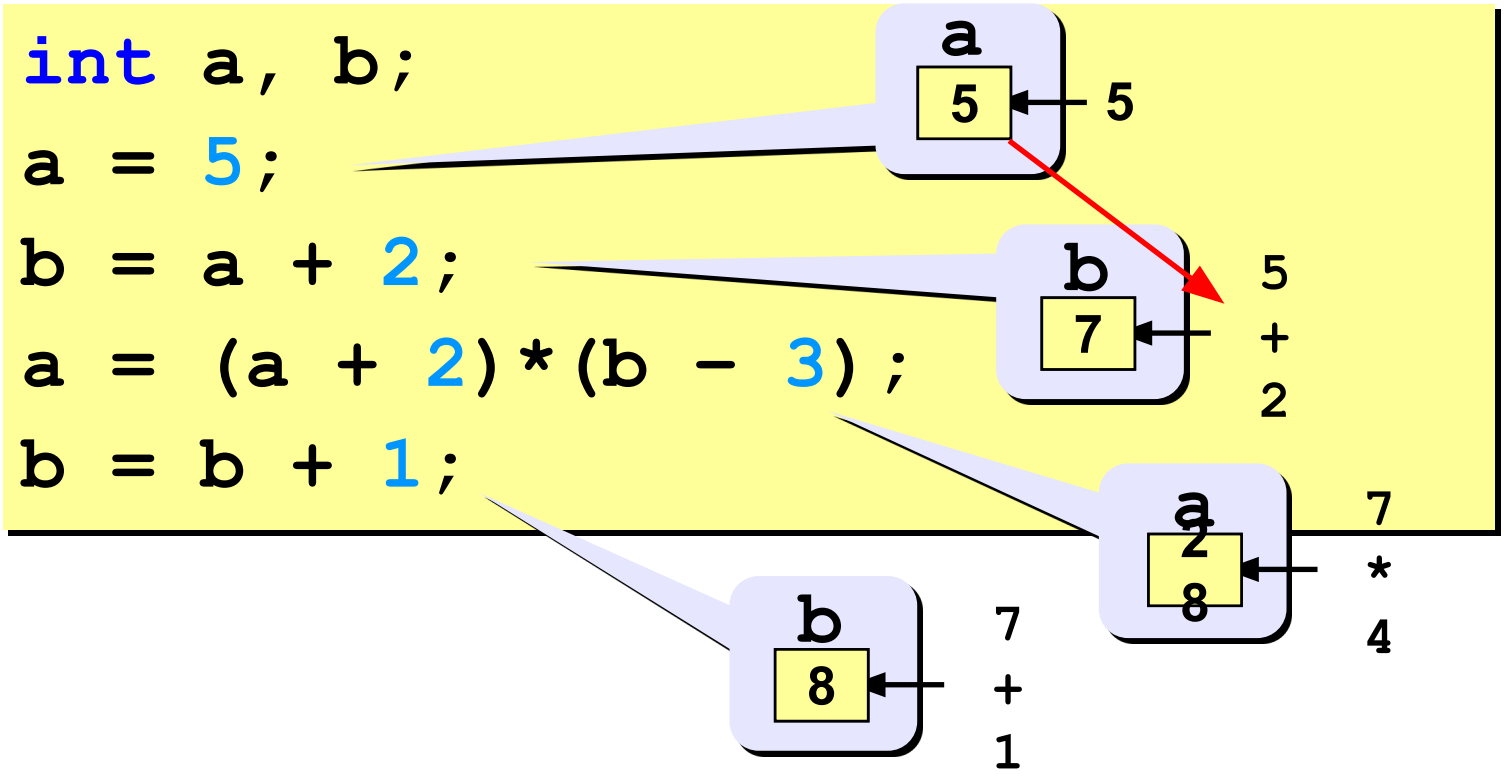
через пробел:



через *Enter*:



Изменение значений переменной



Вывод данных

формат вывода

```
printf("%d", a);
printf("%d\n", a);
```

`"\n"` – новая строка

Вывод данных

```
printf("Привет!");
printf("Ответ: %d", a);
printf("%d+%d=%d", a, b, c);
```

Сложение чисел: простое решение

```c
#include <stdio.h>

main()
{
    int a, b, c;
    scanf("%d%d", &a, &b);

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

    return 0;
}
```

Снова про оператор вывода

Вычисление выражений:

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

Форматный вывод:

```
a = 123;
printf("%5d", a);
```

␣␣123

5 знаков

Вычисления

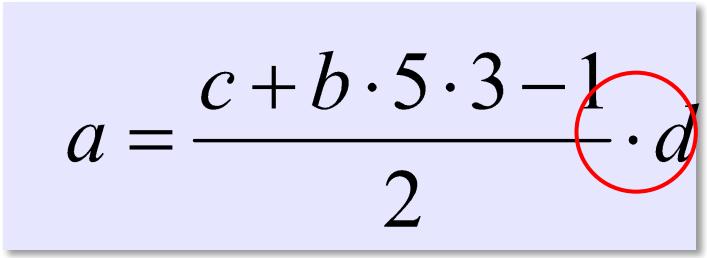
ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Арифметическое выражения

```
a = (c + b*5*3 - 1) / 2 * d;
```

Приоритет (*старшинство*):

1) скобки
2) умножение и деление
3) сложение и вычитание



Деление

```
int a = 3, b = 4;
float x;
x = 3 / 4;
x = 3. / 4;
x = 3 / 4.;
x = a / 4;
x = a / 4.;
x = a / b;
x = float(a) / 4;
x = a / float(b);
```

Что запишется в **x**?

Остаток от деления

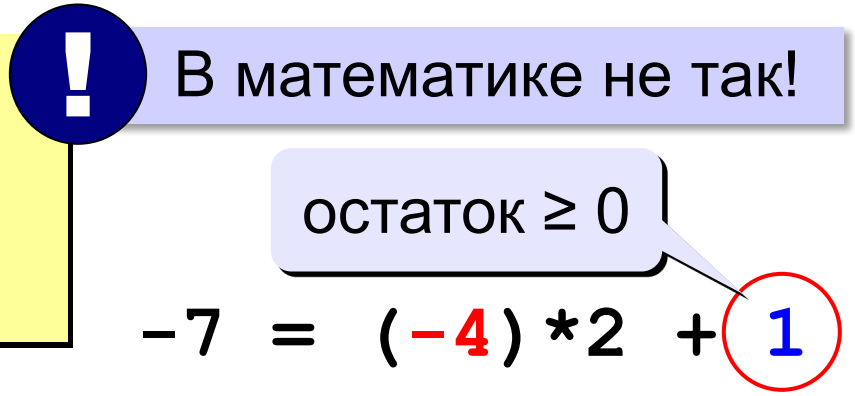
`%` – остаток от деления

```
int a, b, d;
d = 85;
b = d / 10;
a = d % 10;
d = a % b;
d = b % a;
```

Остаток от деления

Для отрицательных чисел:

```
int a = -7;
b = a / 2;
d = a % 2;
```



Сокращенная запись операций

```
int a, b;
...
a ++;     // a = a + 1;
a --;     // a = a - 1;
a += b;   // a = a + b;
a -= b;   // a = a - b;
a *= b;   // a = a * b;
a /= b;   // a = a / b;
a %= b;   // a = a % b;
```

Вещественные числа

Форматы вывода:

```
float x = 123.456;
printf("%f\n", x );
printf("%10.2f\n", x );
```

6 цифр в дробной части

```
123.456001
␣␣␣␣123.46
```

всего знаков

в дробной части

Стандартные функции

```
#include <math.h>
```

подключить математическую библиотеку

abs(x) – модуль целого числа
fabs(x) – модуль вещественного числа
sqrt(x) – квадратный корень
sin(x) – синус угла, заданного **в радианах**
cos(x) – косинус угла, заданного **в радианах**
exp(x) – экспонента e^x
ln(x) – натуральный логарифм
pow(x,y) – x^y: возведение числа x в степень y
floor(x) – округление «вниз»
ceil(x) – округление «вверх»

Случайные числа на компьютере

```
#include <stdlib.h>
```

Генератор на отрезке [0,RAND_MAX]:

```
int X, Y;
X = rand(); // псевдослучайное число
Y = rand()  // это уже другое число!
```

англ. *random – случайный*

Случайные числа на компьютере

Целые числа на отрезке [a,b]:

```
int X, Y;
X = a + rand() % (b - a + 1);
Y = a + rand() % (b - a + 1);
```

[0,b-a]

Задачи

«А»: Ввести с клавиатуры три целых числа, найти их сумму, произведение и среднее арифметическое.

Пример:

```
Введите три целых числа:
5 7 8
5+7+8=20
5*7*8=280
(5+7+8)/3=6.667
```

Задачи

«В»: Ввести с клавиатуры координаты двух точек (A и B) на плоскости (вещественные числа). Вычислить длину отрезка AB.

Пример:

```
Введите координаты точки A:
5.5 3.5
Введите координаты точки B:
1.5 2
Длина отрезка AB = 4.272
```

Задачи

«С»: Получить случайное трехзначное число и вывести через запятую его отдельные цифры.

Пример:

```
Получено число 123.
Его цифры 1, 2, 3.
```

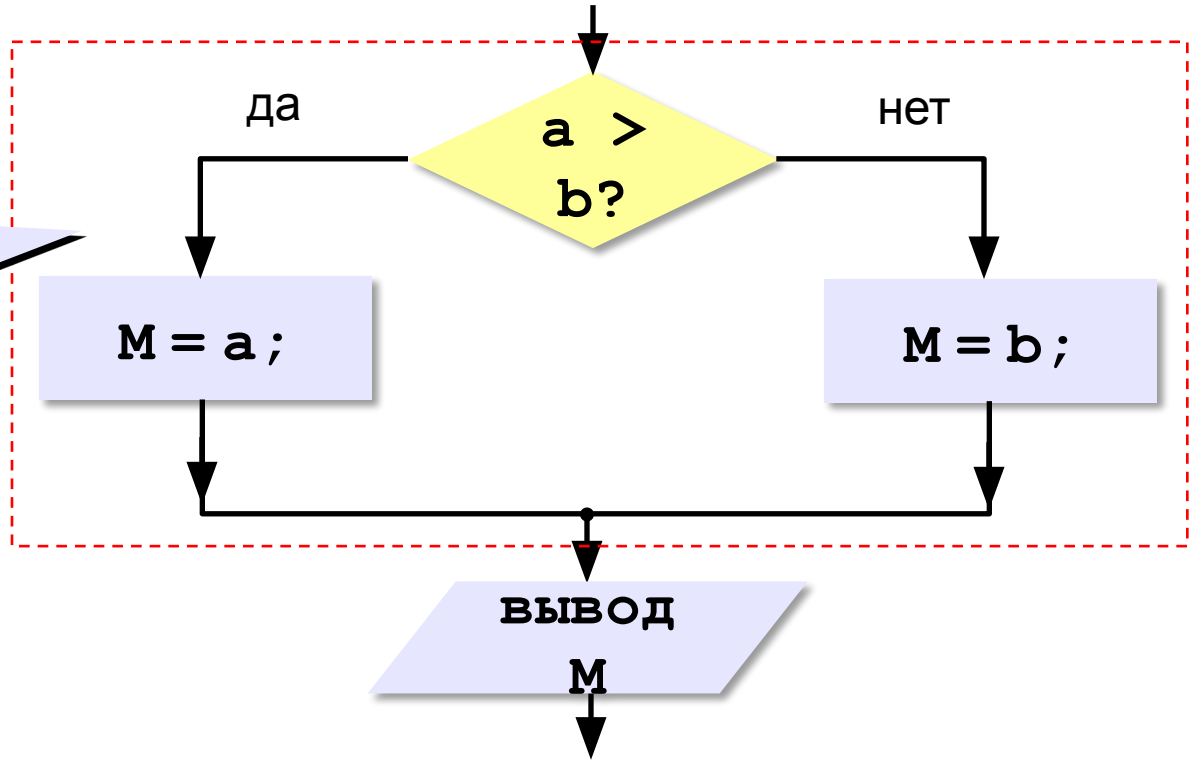
Ветвления

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Условный оператор

Задача: **изменить порядок действий** в зависимости от выполнения некоторого условия.

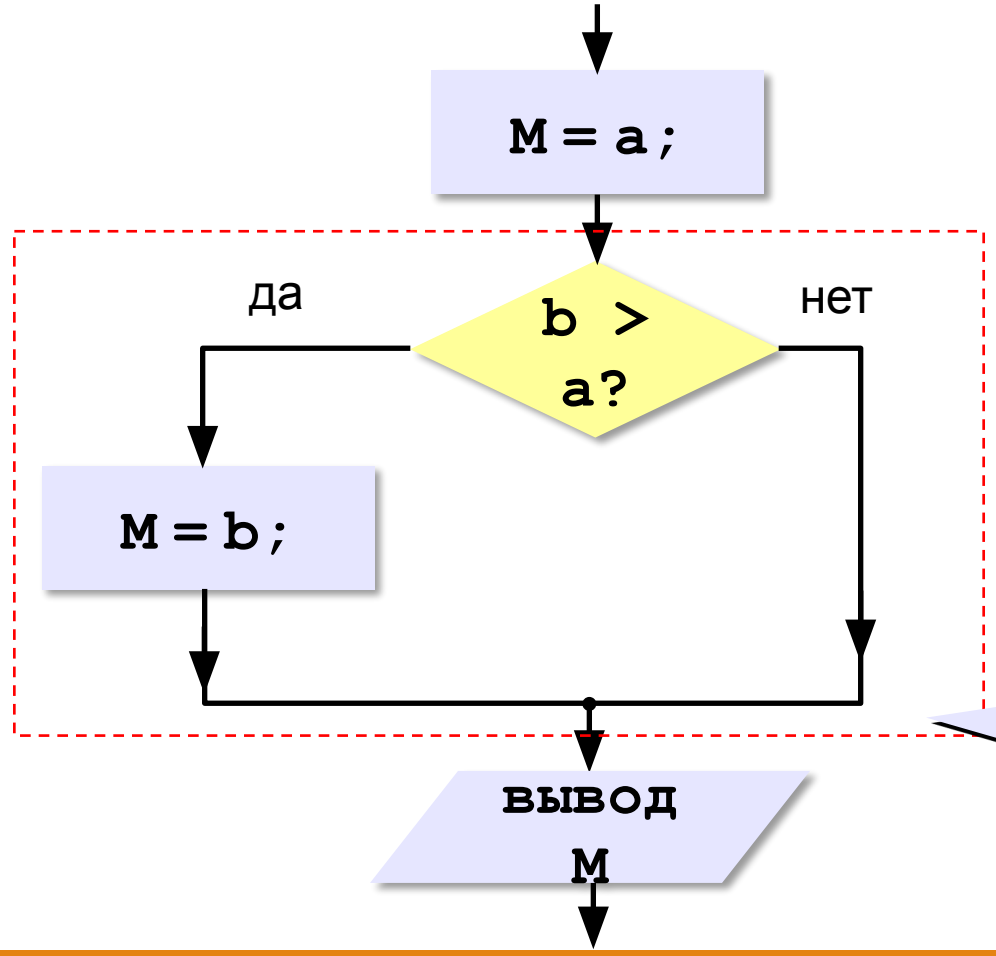
полная форма ветвления



? Если a = b?

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

Условный оператор: неполная форма




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

неполная форма ветвления

Знаки отношений

`>` `<`	больше, меньше
`>=`	больше или равно
`<=`	меньше или равно
`==`	равно
`!=`	не равно

Вложенные условные операторы

Задача: в переменных **a** и **b** записаны возрасты Андрея и Вовы. Кто из них старше?

Сколько вариантов?

```
if ( a == b )
  printf("Одного возраста");
else
  if ( a > b )
    printf("Андрей старше");
  else
    printf(«Вова старше");
```

вложенный условный оператор

Зачем нужен?

Задачи

«А»: Ввести три целых числа, найти максимальное из них.

Пример:

```
Введите три целых числа:
1 5 4
Максимальное число 5
```

Задачи

«В»: Ввести пять целых чисел, найти максимальное из них.

Пример:

```
Введите пять целых чисел:
1 5 4 3 2
Максимальное число 5
```

Задачи

«С»: Ввести последовательно возраст Антона, Бориса и Виктора. Определить, кто из них старше.

Пример:

```
Возраст Антона: 15
Возраст Бориса: 17
Возраст Виктора: 16
Ответ: Борис старше всех.
```

Пример:

```
Возраст Антона: 17
Возраст Бориса: 17
Возраст Виктора: 16
Ответ: Антон и Борис старше Виктора.
```

Сложные условия

Задача: набор сотрудников в возрасте **25-40 лет** (включительно).

сложное условие

```
if ( v >= 25 && v <= 40 )
  printf("подходит");
else
  printf("не подходит");
```

`&&`	«И»
`||`	«ИЛИ»
`!`	«НЕ»

Приоритет :

1) отношения (`<`, `>`, `<=`, `>=`, `==`, `!=`)
2) `!` («НЕ»)
3) `&&` («И»)
4) `||` («ИЛИ»)

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает три числа и выводит количество одинаковых чисел в этой цепочке.

Пример:

```
Введите три числа:
5 5 5
Все числа одинаковые.
```

Пример:

```
Введите три числа:
5 7 5
Два числа одинаковые.
```

Пример:

```
Введите три числа:
5 7 8
Нет одинаковых чисел.
```

Задачи

«В»: Напишите программу, которая получает номер месяца и выводит соответствующее ему время года или сообщение об ошибке.

Пример:

```
Введите номер месяца:
5
Весна.
```

Пример:

```
Введите номер месяца:
15
Неверный номер месяца.
```

Задачи

«С»: Напишите программу, которая получает возраст человека (целое число, не превышающее 120) и выводит этот возраст со словом «год», «года» или «лет». Например, «21 год», «22 года», «25 лет».

Пример:

```
Введите возраст: 18
Вам 18 лет.
```

Пример:

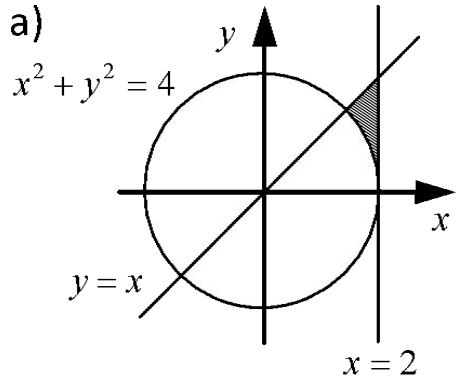
```
Введите возраст: 21
Вам 21 год.
```

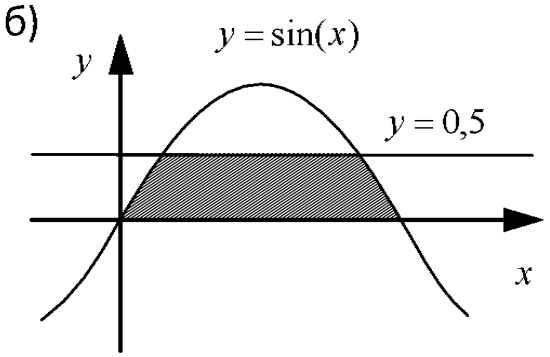
Пример:

```
Введите возраст: 22
Вам 22 года.
```

Задачи

«А»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.

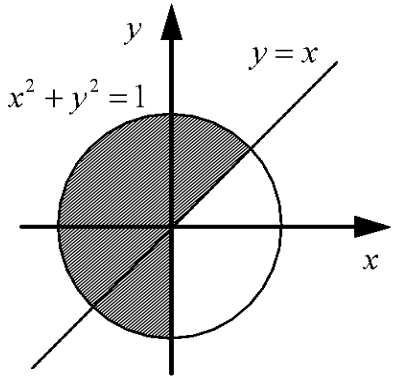




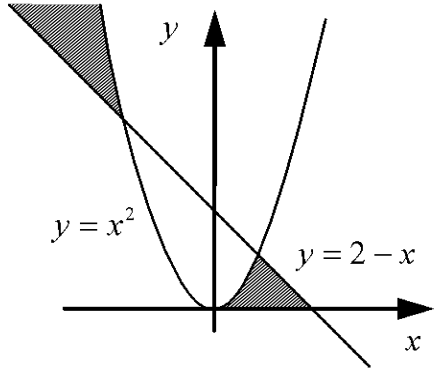
Задачи

«В»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.

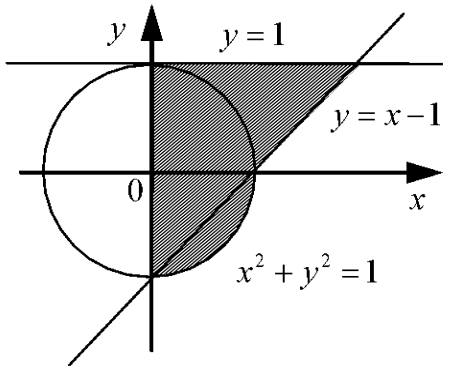
а)



б)

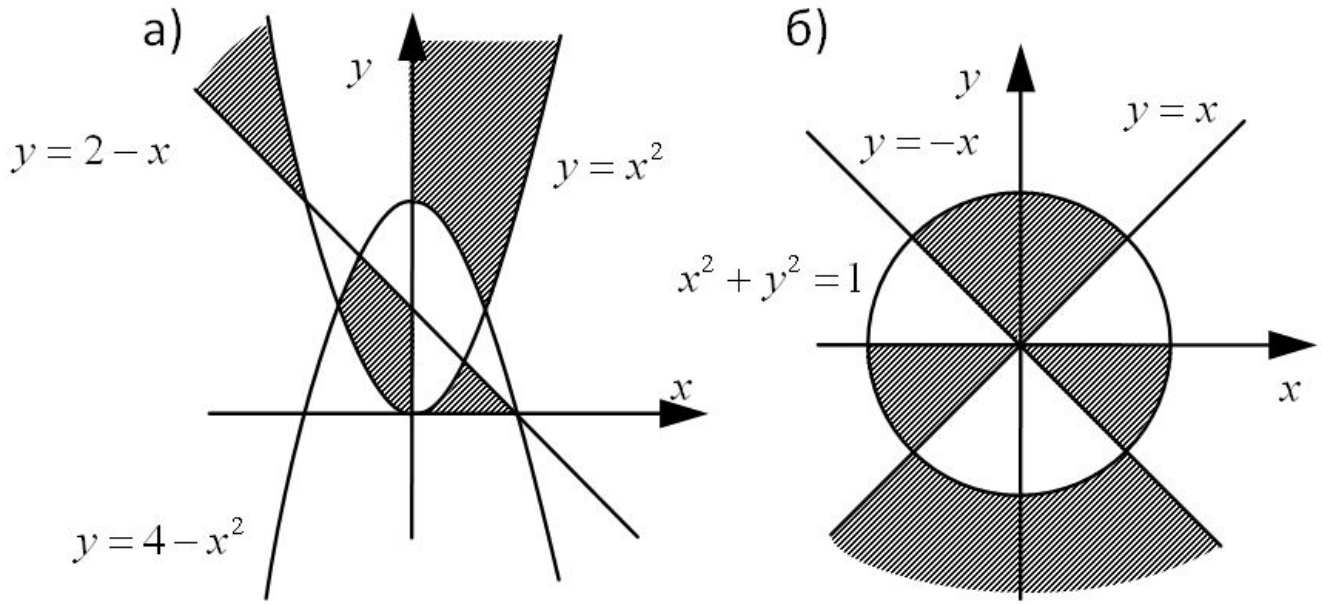


в)



Задачи

«С»: Напишите условие, которое определяет заштрихованную область.



Множественный выбор

```
if (m == 1) printf("январь");
...
if (m == 12) printf("декабрь");
```

```
switch ( m ) {
   case 1: printf("январь");
           break;
 ...
   case 12: printf("декабрь");
            break;
   default: printf("ошибка");
 }
```

Множественный выбор

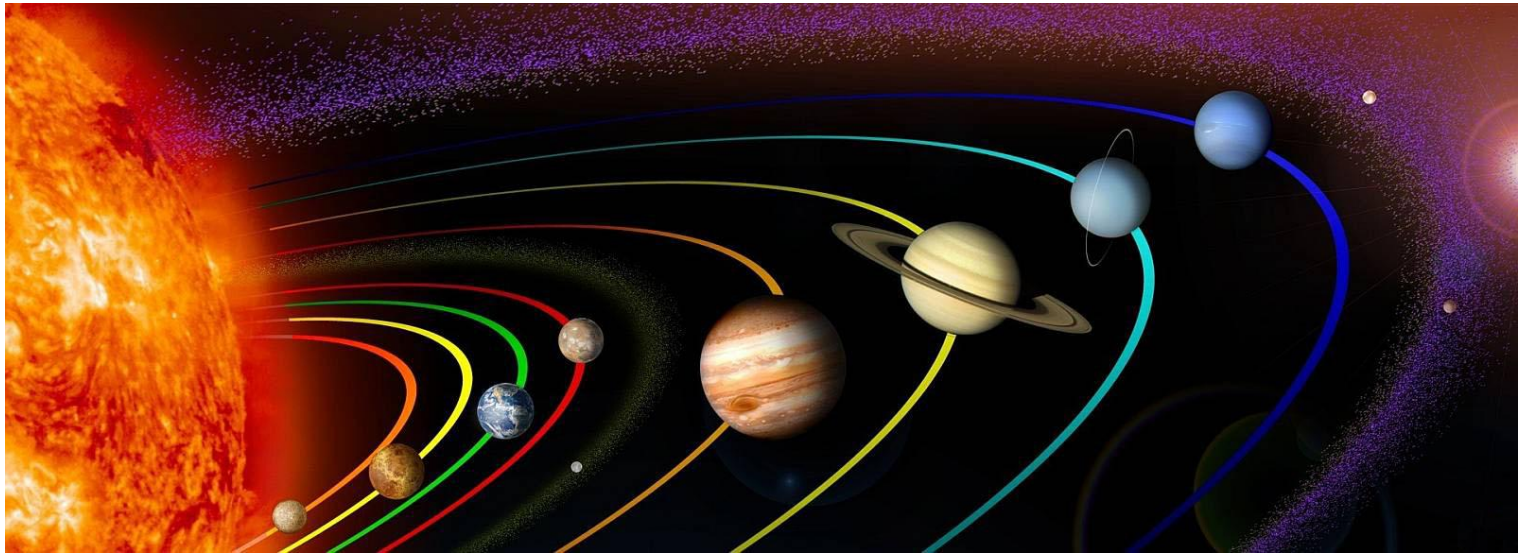
Если не ставить `break`:

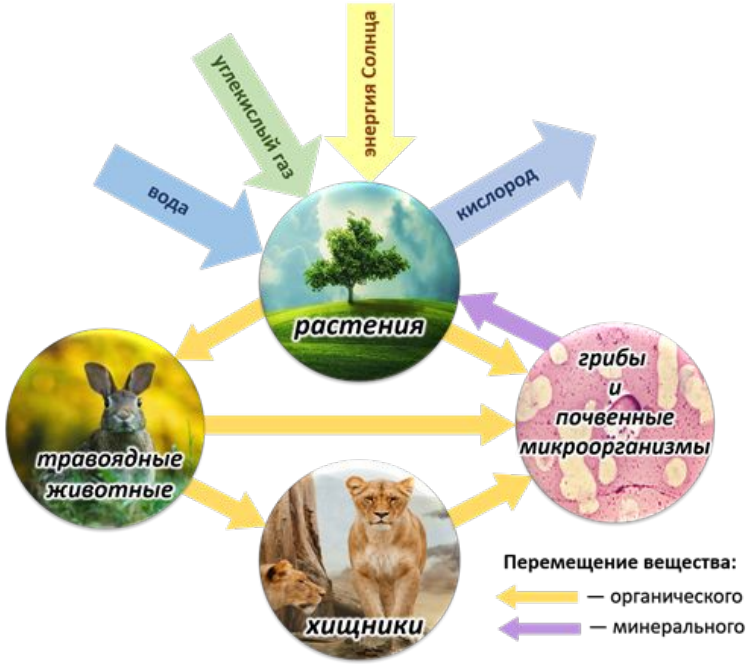
```
switch ( m ) {
   case 1:    printf("январь");
   case 2:    printf("февраль");
   case 3:    printf("март");
   default:   printf("ошибка");
 }
```

При `m = 2`: `февральмартошибка`

Циклические алгоритмы

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++




углекислый газ
энергия Солнца
вода
кислород
растения
грибы и почвенные микроорганизмы
травоядные животные
хищники
Перемещение вещества:
— органического
— минерального


Круговорот воды в природе
вода в виде снега и льда
испарение снега и льда
конденсация
испарение с поверхности почвы
осадки
поверхностный сток
таяние ледников
испарение
родники
накопление пресной воды
боковой сток
грунтовые воды
грунтовый сток
вода в морях и океанах
USGS
U.S. Department of the Interior
U.S. Geological Survey
http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html

Что такое цикл?

Цикл – это многократное выполнение одинаковых действий.

Два вида циклов:

- цикл с **известным** числом шагов (сделать 10 раз)
- цикл с **неизвестным** числом шагов (делать, пока не надоест)

Задача. Вывести на экран 10 раз слово «Привет».

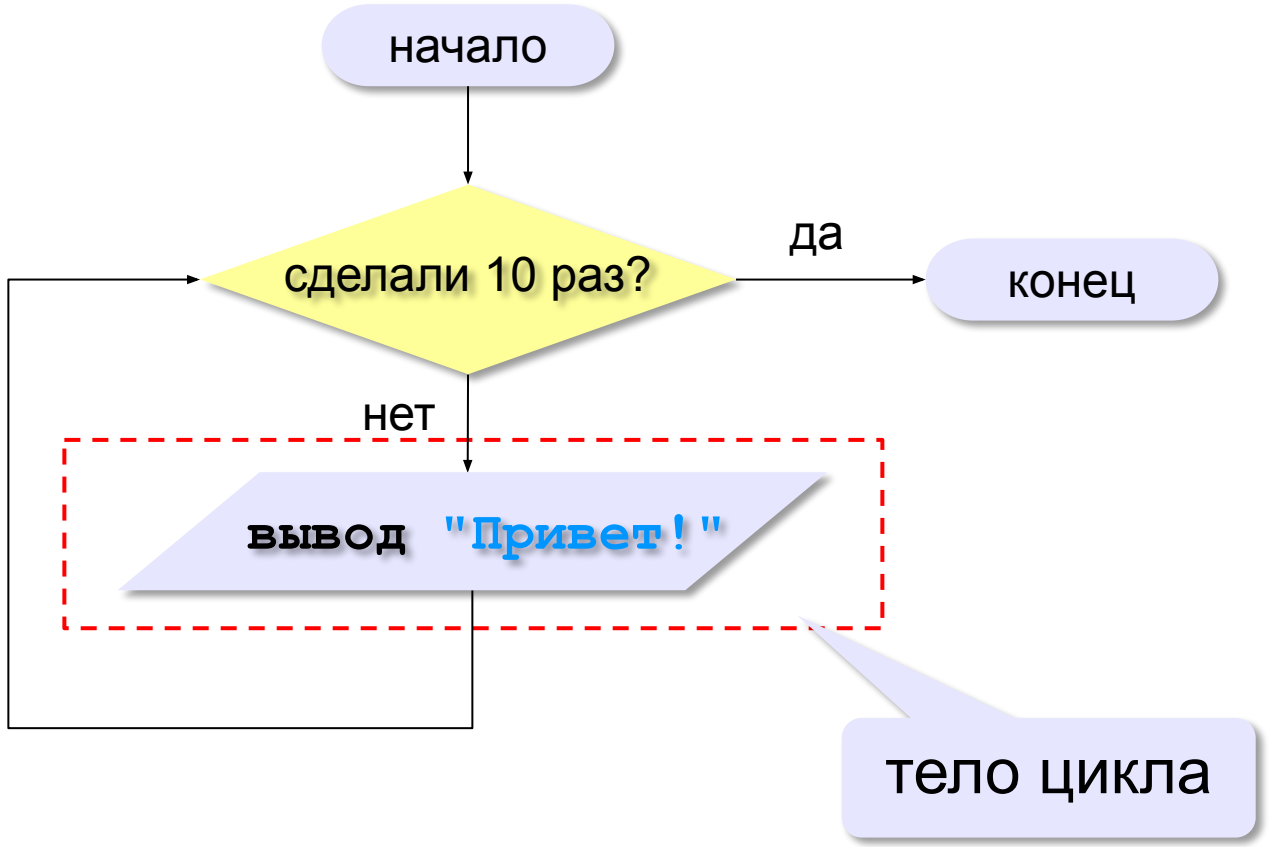
Можно ли решить известными методами?

Повторения в программе

```
printf("Привет\n");
printf("Привет\n");
...
printf("Привет\n");
```

Что плохо?

Блок-схема цикла



Как организовать цикл?

```
счётчик = 0
пока счётчик < 10
  printf("Привет\n");
  увеличить счётчик на 1
```

Добавить кусок кода и совместить с блоксхемой, чтоб было последовательно

Цикл с условием

Задача. Определить **количество цифр** в десятичной записи целого положительного числа, записанного в переменную **n**.

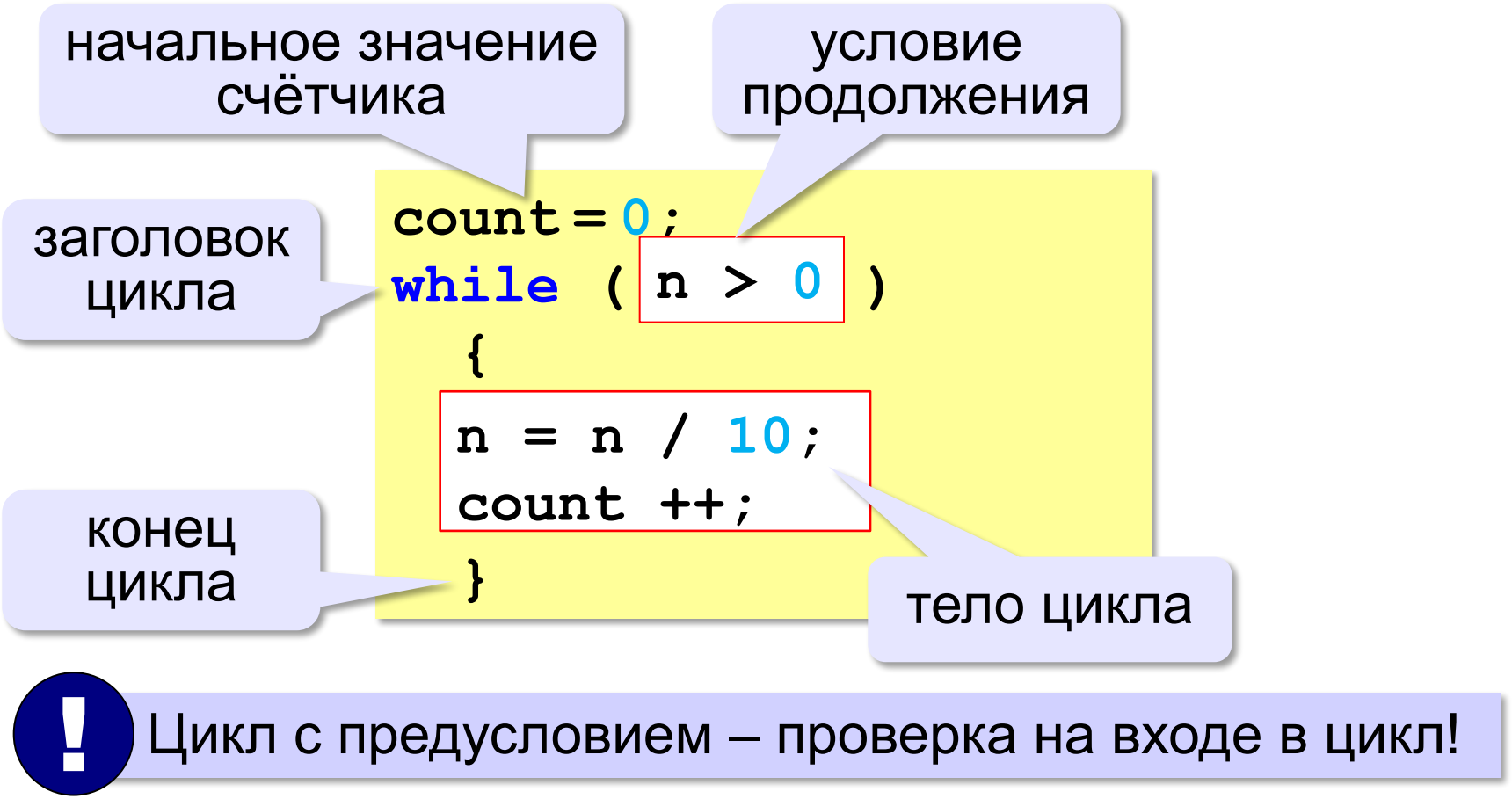
```
счётчик = 0
пока n > 0
   отсечь последнюю цифру n
   увеличить счётчик на 1
```

n	счётчик
1234	0

Как отсечь последнюю цифру?

Как увеличить счётчик на 1?

Цикл с условием



! Цикл с предусловием – проверка на входе в цикл!

Цикл с условием

При известном количестве шагов:

```
k = 0;
while ( k < 10 )
   {
   printf ( "привет\n" );
   k ++;
   }
```

Зацикливание:

```
k = 0;
while ( k < 10 )
   {
   printf ( "привет\n" );
   }
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a = a + 1;
```

2 раза
a = 6

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

зацикливание

Цикл с постусловием

заголовок цикла

тело цикла

```
do
   {
   printf("Введите n > 0: ");
   scanf ( "%d", &n );
   }
while ( n <= 0 );
```

условие продолжения

- при входе в цикл условие ***не*** **проверяется**
- цикл всегда выполняется **хотя бы один раз**

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает два целых числа A и B (0 < A < B) и выводит квадраты всех натуральных чисел в интервале от A до B.

Пример:

```
Введите два целых числа:
10 12
10*10=100
11*11=121
12*12=144
```

Задачи

«B»: Напишите программу, которая получает два целых числа и находит их произведение, не используя операцию умножения. Учтите, что числа могут быть отрицательными.

Пример:

```
Введите два числа:
10 -15
10*(-15)=-150
```

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вычислить сумму всех чисел Фибоначчи, меньших N. Предусмотрите защиту от ввода отрицательного числа N.

Пример:

```
Введите число N:
10000
Сумма 17710
```

Задачи

«А»: Ввести натуральное число и найти сумму его цифр.

Пример:

```
Введите натуральное число:
12345
Сумма цифр 15.
```

Задачи

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

Пример:

```
Введите натуральное число:
12342
Нет.
```

Пример:

```
Введите натуральное число:
12245
Да.
```

Задачи

«С»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры (не обязательно стоящие рядом).

Пример:

```
Введите натуральное число:
12342
Да.
```

Пример:

```
Введите натуральное число:
12345
Нет.
```

Цикл с переменной

Задача. Вывести все степени двойки от 2^1 до 2^{10}.

Можно ли сделать с циклом «пока»?

```
i = 1;
n = 2;
while ( i <= 10 )
   {
   printf("%d\n", n);
   n *= 2;
   i ++;
   }
```

```
n = 2;
for( int i=0; i<10; ++i )
   {
   printf("%d\n", n);
   n *= 2;
   }
```

цикл с переменной

Цикл с переменной: другой шаг

```
for ( i=10; i>=1; i-- )
  printf( "%d\n", i*i );
```

100
81
64
49
36
25
16
9
4
1

Что получится?

```
for ( i=1; i<=10; i+=2 )
  printf( "%d\n", i*i );
```

1
9
25
49
81

```
a=1;
for( i=1; i<=3; i++ ) a=a+1;
```

a = 4

```
a=1;
for( i=3; i<=1; i++ ) a=a+1;
```

a = 1

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

зацикливание

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

a = 4

Задачи

«А»: Найдите все пятизначные числа, которые при делении на 133 дают в остатке 125, а при делении на 134 дают в остатке 111.

Задачи

«B»: Натуральное число называется **числом Армстронга**, если сумма цифр числа, возведенных в N-ную степень (где N – количество цифр в числе) равна самому числу. Например, $153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$. Найдите все трёхзначные Армстронга.

Задачи

«С»: Натуральное число называется автоморфным, если оно равно последним цифрам своего квадрата. Например, $25^2 = 625$. Напишите программу, которая получает натуральное число N и выводит на экран все автоморфные числа, не превосходящие N.

Пример:

```
Введите N:
1000
1*1=1
5*5=25
6*6=36
25*25=625
76*76=5776
```

Вложенные циклы

Задача. Вывести все простые числа в диапазоне от 2 до 1000.

```
сделать для n от 2 до 1000
  если число n простое то
    вывод n
```

нет делителей [2.. **n-1**]: проверка в цикле!

Что значит «простое число»?

Вложенные циклы

```
for ( n = 2; n <= 1000; n ++ )
  {
  count = 0;
  for ( k = 2; k < n; k ++ )
      if ( n % k == 0 )
        count ++;
  if ( count == 0 )
    printf("%d\n", n);
  }
```

вложенный цикл

Вложенные циклы

```
for ( i = 1; i <= 4; i++ )
   {
   for ( k = 1; k <= i; k++ )
      {
      ...
      }
   }
```

```
1 1
2 1
2 2
3 1
3 2
3 3
4 1
4 2
4 3
4 4
```

Переменная внутреннего цикла изменяется быстрее!

Задачи

«А»: Напишите программу, которая получает натуральные числа A и B (A<B) и выводит все простые числа в интервале от A до B.

Пример:

```
Введите границы диапазона:
10 20
11 13 17 19
```

Задачи

«В»: В магазине продается мастика в ящиках по 15 кг, 17 кг, 21 кг. Как купить ровно 185 кг мастики, не вскрывая ящики? Сколькими способами можно это сделать?

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вывести все натуральные числа, не превосходящие N и делящиеся на каждую из своих цифр.

Пример:

```
Введите N:
15
1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 12 15
```

Процедуры

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Зачем нужны процедуры?

много раз!

```
printf ( "Ошибка" );
```

```
void Error()
{
  printf("Ошибка");
}
```

```
main()
{
  int n;
  scanf ( "%d", &n );
  if ( n<0 ) Error();
  ...
}
```

вызов процедуры

Что такое процедура?

Процедура – вспомогательный алгоритм, который выполняет некоторые действия.

- в момент вызова процедура должна уже быть известна
- в программе может быть **много процедур**
- чтобы процедура заработала, нужно **вызвать** её по имени из основной программы или из другой процедуры

Процедура с параметрами

Задача. Вывести на экран запись целого числа (0..255) в 8-битном двоичном коде.

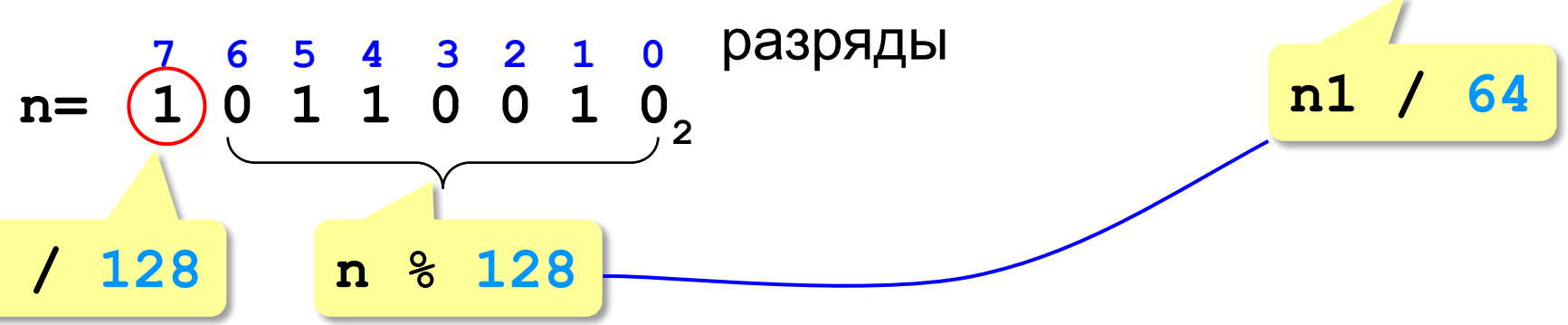
много раз!

Алгоритм:

$178 \Rightarrow 10110010_2$

? Как вывести первую цифру?

? Как вывести вторую цифру?



Процедура с параметрами

Решение:

```
k = 128;
while ( k > 0 )
   {
   printf ( "%d", n / k );
   n = n % k;
   k = k / 2;
   }
```

178 ⇒ 10110010

Результат зависит от **n**!

n	k	вывод
178	128	1

Процедура с параметрами

```
void printBin ( int n )
{
  int k;
  k = 128;
  while ( k > 0 )
     {
     printf ( "%d", n / k );
     n = n % k;
     k = k / 2;
     }
}
```

локальные переменные

Параметры – данные, изменяющие работу процедуры.

```
main()
{
  printBin ( 99 );
}
```

значение параметра (**аргумент**)

Несколько параметров

```
void printSred(int a, int b)
{
  printf( "%f", (a+b)/2. );
}
```

Задачи

«А»: Напишите процедуру, которая принимает параметр – натуральное число N – и выводит на экран линию из N символов '–'.

Пример:

```
Введите N:
10
----------
```

Задачи

«В»: Напишите процедуру, которая выводит на экран в столбик все цифры переданного ей числа, начиная с первой.

Пример:

```
Введите натуральное число:
1234
1
2
3
4
```

Задачи

«С»: Напишите процедуру, которая выводит на экран запись переданного ей числа в римской системе счисления.

Пример:

```
Введите натуральное число:
2013
MMXIII
```

Изменяемые параметры

Задача. Написать процедуру, которая меняет местами значения двух переменных.

```
void Swap ( int a, int b )
{
  int c;
  c=a; a=b; b=c;
}
```

передача по значению

Процедура работает с копиями переданных значений параметров!

Почему не работает?

```
main()
{
  int x=2, y=3;
  Swap ( x,y );
  printf ( "%d %d", x, y );
}
```

```
2 3
```

Изменяем

передаются адреса переменных

передача по **адресу**

```
void Swap ( int * adrA, int * adrB )
{
  int c;
  c = *adrA; *adrA = *adrB; *adrB = c;
}
```

значение переменной по **адресу**

Вызов:

```
int a, b;
Swap( &a, &b );     // правильно
Swap( 2, 3 );       // неправильно
Swap( &a, b+3 );    // неправильно
```

Изменяемые параметры (C++)

переменные могут изменяться

```
void Swap ( int & a, int & b )
{
  int c;
  c=a; a=b; b=c;
}
```

передача по **ссылке**

```
int a, b;
Swap(a, b);    // правильно
Swap(2, 3);    // неправильно
Swap(a, b+3); // неправильно
```

Задачи

«А»: Напишите процедуру, которая переставляет три переданные ей числа в порядке возрастания.

Пример:

```
Введите три натуральных числа:
10 15 5
5 10 15
```

Задачи

«B»: Напишите процедуру, которая сокращает дробь вида M/N. Числитель и знаменатель дроби передаются как изменяемые параметры.

Пример:

```
Введите числитель и знаменатель дроби:
25 15
После сокращения: 5/3
```

Задачи

«С»: Напишите процедуру, которая вычисляет наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное двух натуральных чисел и возвращает их через изменяемые параметры.

Пример:

```
Введите два натуральных числа:
10 15
НОД(10,15)=5
НОК(10,15)=30
```

Функции

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Что такое функция?

Функция – это вспомогательный алгоритм, который возвращает *значение-результат* (число, символ или объект другого типа).

Задача. Написать функцию, которая вычисляет сумму цифр числа.

Алгоритм:

```
сумма = 0
пока n != 0
    сумма = сумма + n % 10
    n = n / 10
```

Сумма цифр числа

```
int sumDigits ( int n )
{
   int sum = 0;
   while ( n != 0 )
      {
      sum += n % 10;
      n /= 10;
      }
   return sum;
}
```

тип результата

передача результата

Использование функций

```
x = 2*sumDigits(n+5);
z = sumDigits(k) + sumDigits(m);
if ( sumDigits(n) % 2 == 0 )
   {
   printf ( "Сумма цифр чётная\n" );
   printf ( "Она равна %d", sumDigits(n) );
   }
```

Функция, возвращающая целое число, может использоваться везде, где и целая величина!

Задачи

«А»: Напишите функцию, которая находит наибольший общий делитель двух натуральных чисел.

Пример:

```
Введите два натуральных числа:
7006652 112307574
НОД(7006652,112307574) = 1234.
```

Задачи

«B»: Напишите функцию, которая определяет сумму цифр переданного ей числа.

Пример:

```
Введите натуральное число:
123
Сумма цифр числа 123 равна 6.
```

Задачи

«С»: Напишите функцию, которая «переворачивает» число, то есть возвращает число, в котором цифры стоят в обратном порядке.

Пример:

```
Введите натуральное число:
1234
После переворота: 4321.
```

Логические функции

Задача. Найти все простые числа в диапазоне от 2 до 100.

```
main()
{
   int i;
   for (i = 2; i <= 100; i++)
      if ( isPrime(i) )
         printf ( "%d\n", i );
}
```

функция, возвращающая логическое значение (да/нет)

Функция: простое число или нет?

```
bool isPrime ( int n )
{
   int count = 0, k = 2;
   while ( k*k <= n && count == 0 )
      {
      if ( n % k == 0 )
          count ++;
      k ++;
      }
   return (count == 0);
}
```

```
if( count == 0 )
      return true;
else return false;
```

Логические функции: использование

Функция, возвращающая логическое значение, может использоваться везде, где и логическая величина!

```
scanf ( "%d", &n );
while ( isPrime(n) )
   {
   printf ("простое число\n");
   scanf ( "%d", &n );
   }
```

Задачи

«А»: Напишите логическую функцию, которая определяет, является ли переданное ей число совершенным, то есть, равно ли оно сумме своих делителей, меньших его самого.

Пример:

```
Введите натуральное число:
28
Число 28 совершенное.
```

Пример:

```
Введите натуральное число:
29
Число 29 не совершенное.
```

Задачи

«В»: Напишите логическую функцию, которая определяет, являются ли два переданные ей числа взаимно простыми, то есть, не имеющими общих делителей, кроме 1.

Пример:

```
Введите два натуральных числа:
28 15
Числа 28 и 15 взаимно простые.
```

Пример:

```
Введите два натуральных числа:
28 16
Числа 28 и 16 не взаимно простые.
```

Задачи

«С»: Простое число называется гиперпростым, если любое число, получающееся из него откидыванием нескольких цифр, тоже является простым. Например, число 733 – гиперпростое, так как и оно само, и числа 73 и 7 – простые. Напишите логическую функцию, которая определяет, верно ли, что переданное ей число – гиперпростое. Используйте уже готовую функцию **`isPrime`**, которая приведена в учебнике.

Пример:

```
Введите натуральное число:
733
Число 733 гиперпростое.
```

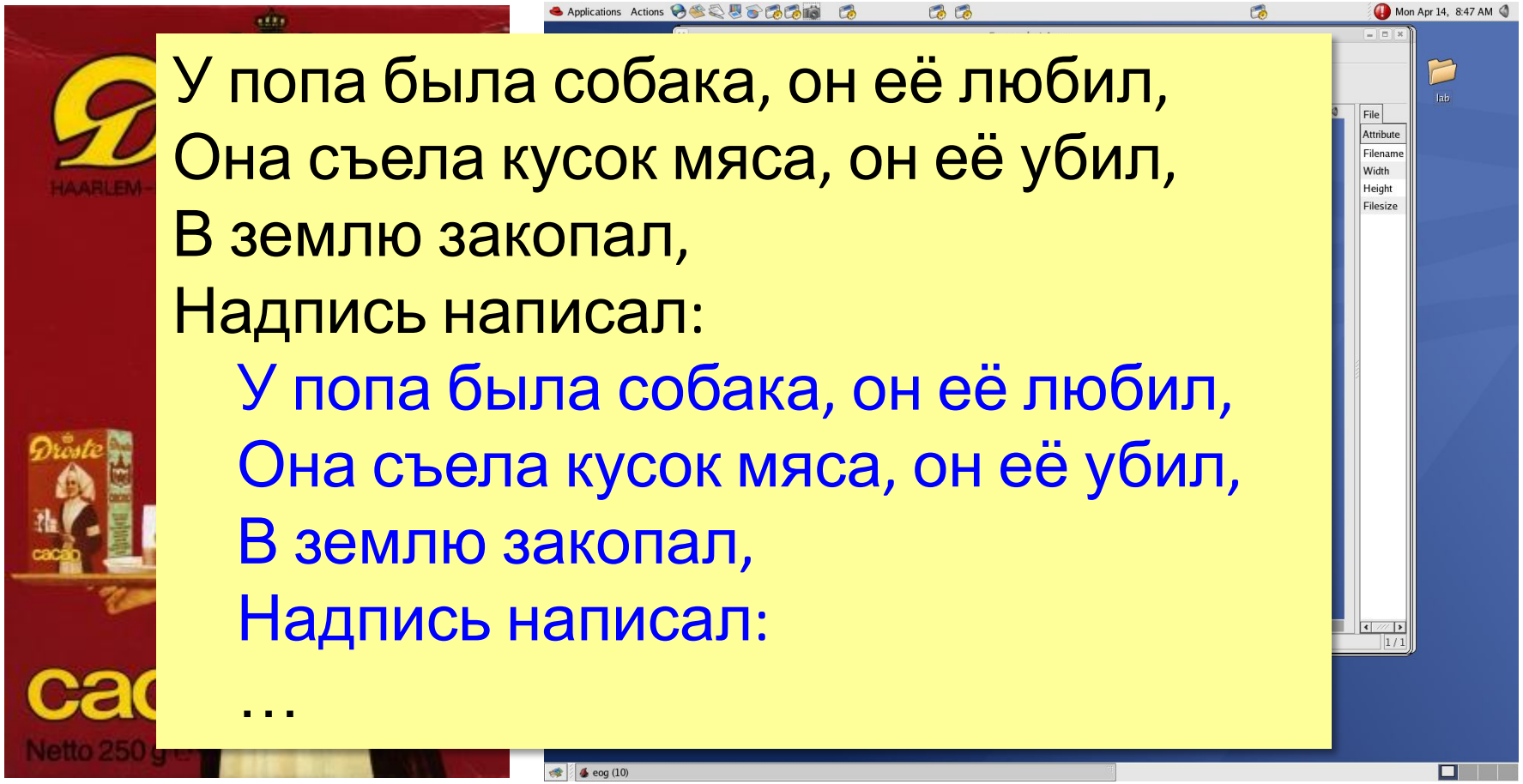
Пример:

```
Введите натуральное число:
19
Число 19 не гиперпростое.
```

Рекурсия

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C++

Что такое рекурсия?



У попа была собака, он её любил,
Она съела кусок мяса, он её убил,
В землю закопал,
Надпись написал:

> У попа была собака, он её любил,
> Она съела кусок мяса, он её убил,
> В землю закопал,
> Надпись написал:
> …

Что такое рекурсия?

Натуральные числа:

- 1 – натуральное число
- если n – натуральное число,
  то $n+1$ – натуральное число

индуктивное определение

Рекурсия — это способ определения множества объектов через само это множество на основе заданных простых базовых случаев.

Что такое рекурсия?

Числа Фибоначчи:

- $F_1 = F_2 = 1$
- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ при $n > 2$

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, …

Что такое рекурсия?

Числа Фибоначчи:

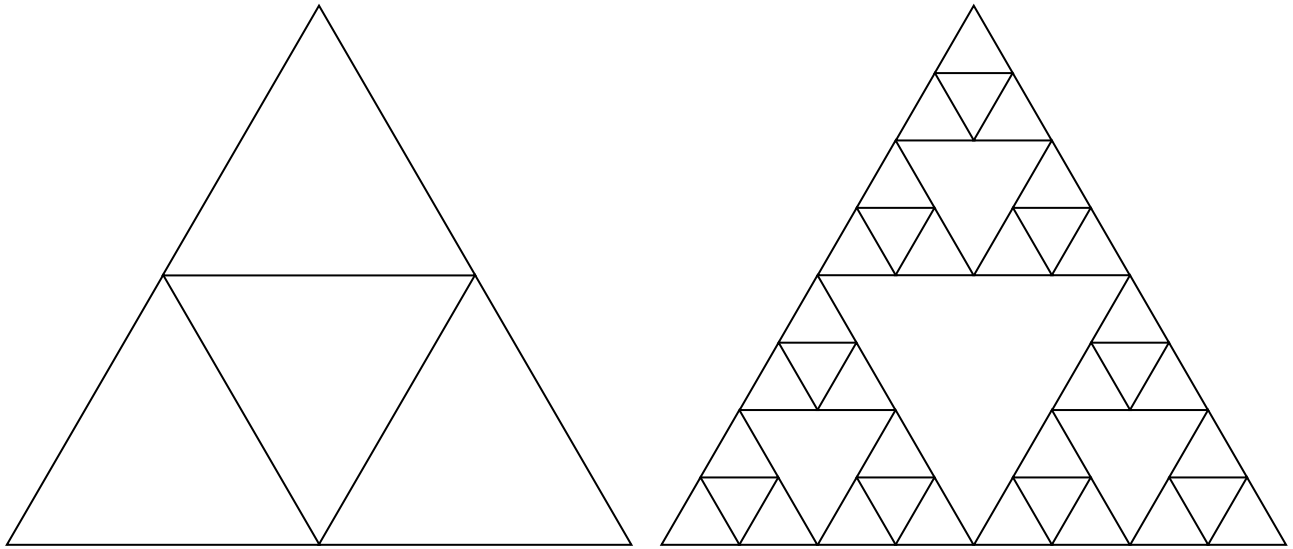
- $F_1 = F_2 = 1$
- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ при $n > 2$

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, …

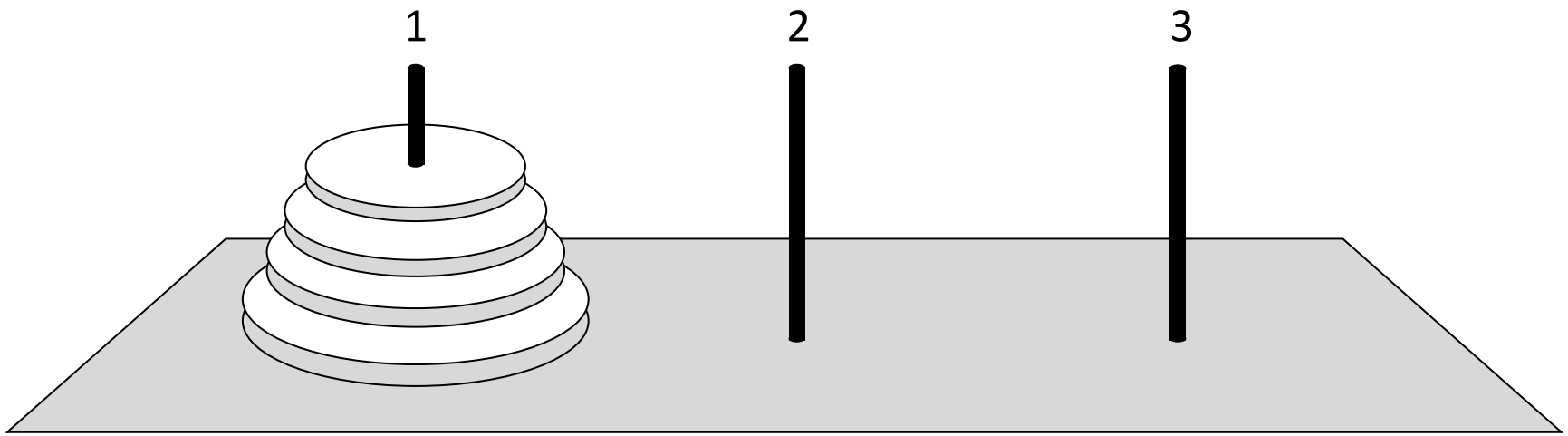
Фракталы

Фракталы – геометрические фигуры, обладающие самоподобием.

Треугольник Серпинского:



Ханойские башни



- за один раз переносится один диск
- класть только меньший диск на больший
- третий стержень вспомогательный

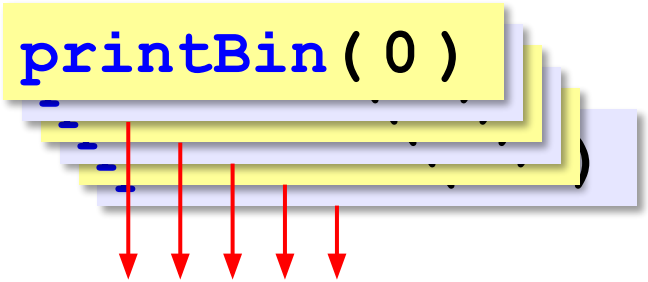
Вывод двоичного кода числа

```
void printBin( int n )
{
  if (n == 0) return;
  printBin(n / 2);
  printf ( "%d", n % 2 );
}
```

условие выхода из рекурсии

напечатать все цифры, кроме последней

вывести последнюю цифру



Вычисление суммы цифр числа

```
int sumDig ( int n )
{
   int sum;
   sum = n %10;
   if ( n >= 10 )
    sum += sumDig ( n / 10 );
   return sum;
}
```

последняя цифра

рекурсивный вызов

? Где условие окончания рекурсии?

```
sumDig( 1234 )
  4 + sumDig( 123 )
    4 + 3 + sumDig( 12 )
      4 + 3 + 2 + sumDig( 1 )
        4 + 3 + 2 + 1
```

Алгоритм Евклида

Алгоритм Евклида. Чтобы найти НОД двух натуральных чисел, нужно вычитать из большего числа меньшее до тех пор, пока меньшее не станет равно нулю. Тогда второе число и есть НОД исходных чисел.

```
int NOD ( int a, int b )
{
  if ( a == 0 || b == 0 )
     return a+b;
  if ( a>b )
        return NOD( a-b, b );
  else return NOD( a, b-a );
}
```

условие окончания рекурсии

рекурсивные вызовы

Задачи

«А»: Напишите рекурсивную функцию, которая вычисляет НОД двух натуральных чисел, используя модифицированный алгоритм Евклида.

Пример:

```
Введите два натуральных числа:
7006652 112307574
НОД(7006652,112307574)=1234.
```

Задачи

«B»: Напишите рекурсивную функцию, которая раскладывает число на простые сомножители.

Пример:

```
Введите натуральное число:
378
378 = 2*3*3*3*7
```

Задачи

«С»: Дано натуральное число N. Требуется получить и вывести на экран количество всех возможных *различных* способов представления этого числа в виде суммы натуральных чисел (то есть, 1 + 2 и 2 + 1 – это один и тот же способ разложения числа 3). Решите задачу с помощью рекурсивной функции.

Пример:

```
Введите натуральное число:
4
Количество разложений: 4.
```