Программирование на языке Си
Часть II

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 1. Массивы

Массивы

Массив – это группа однотипных элементов, имеющих общее имя и расположенных в памяти рядом.

Особенности:

- все элементы имеют **один тип**
- весь массив имеет **одно имя**
- все элементы расположены в памяти **рядом**

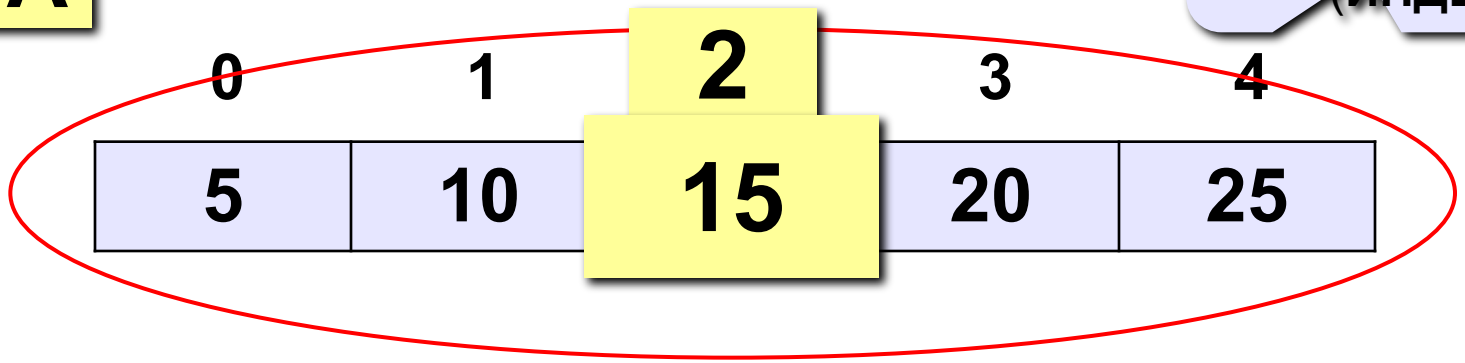
Примеры:

- список учеников в классе
- квартиры в доме
- школы в городе
- данные о температуре воздуха за год

Массивы

A массив

НОМЕР элемента массива (**ИНДЕКС**)



`A[0]` `A[1]` `A[4]`

ЗНАЧЕНИЕ элемента массива

ЗНАЧЕНИЕ элемента массива: 15

`A[2]`

НОМЕР (ИНДЕКС) элемента массива: 2

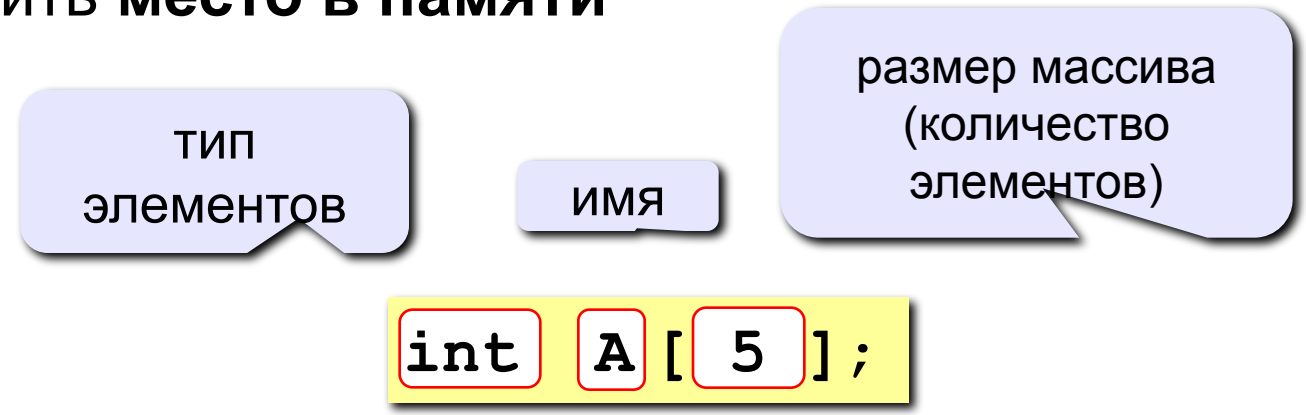
Нумерация элементов массива в Си начинается с НУЛЯ!

Объявление массивов

Зачем объявлять?

- определить **имя** массива
- определить **тип** массива
- определить **число элементов**
- выделить **место в памяти**

Пример:



Размер через константу:

```
const int N =
5;
int  A[ N ];
```

Объявление массивов

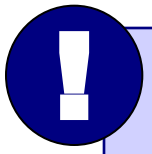
Еще примеры:

```
int X[10], Y[10];
float zz, A[20];
char s[80];
```

С присвоением начальных значений:

```
int A[4] = { 8, -3, 4, 6 };
float B[2] = { 1. };
char C[3] = { 'A', '1', 'Ю' };
```

остальные нулевые!



Если начальные значения не заданы, в ячейках находится «мусор»!

Что неправильно?

```
const int N = 10;
float A[N];
```

```
int X[4.5];
```

```
int A[10];
A[10] = 0;
```

выход за границы массива (стираются данные в памяти)

```
float X[5];
int n = 1;
X[n-2] = 4.5;
X[n+8] = 12.;
```

```
int X[4];
X[2] = 4.5;
```

дробная часть отбрасывается (ошибки нет)

```
float A[2] = { 1, 3.8 };
```

```
float B[2] = { 1., 3.8, 5.5 };
```

Массивы

Объявление:

```
const int N = 5;
int A[N], i;
```

Ввод с клавиатуры:

```
printf("Введите 5 элементов массива:\n");
for( i=0; i<N; i++ ) {
  printf ("A[%d] = ", i );
  scanf ("%d", &A[i] );
  }
```

```
A[0] = 5
A[1] = 12
A[2] = 34
A[3] = 56
A[4] = 13
```

По

Вы

```
for( i=0; i<N; i++ ) A[i]=A[i]*2;
```

```
printf("Результат:\n");
for( i=0; i<N; i++ )
  printf("%4d", A[i]);
```

```
Результат:
  10   24   68 112   26
```

Программа

Задача: ввести с клавиатуры массив из 5 элементов, умножить все элементы на 2 и вывести полученный массив на экран.

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
main()
{
const int N = 5;
int A[N], i;
 // ввод элементов массива
 // обработка массива
 // вывод результата
getch();
}
```

на предыдущих слайдах

Задания

«4»: Ввести с клавиатуры массив из 5 элементов, найти среднее арифметическое всех элементов массива.

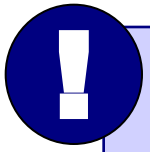
Пример:

```
Введите пять чисел:
4   15   3   10    14
среднее арифметическое 9.200
```

«5»: Ввести с клавиатуры массив из 5 элементов, найти минимальный из них.

Пример:

```
Введите пять чисел:
4   15    3    10    14
минимальный элемент 3
```



При изменении константы N остальная программа не должна изменяться!

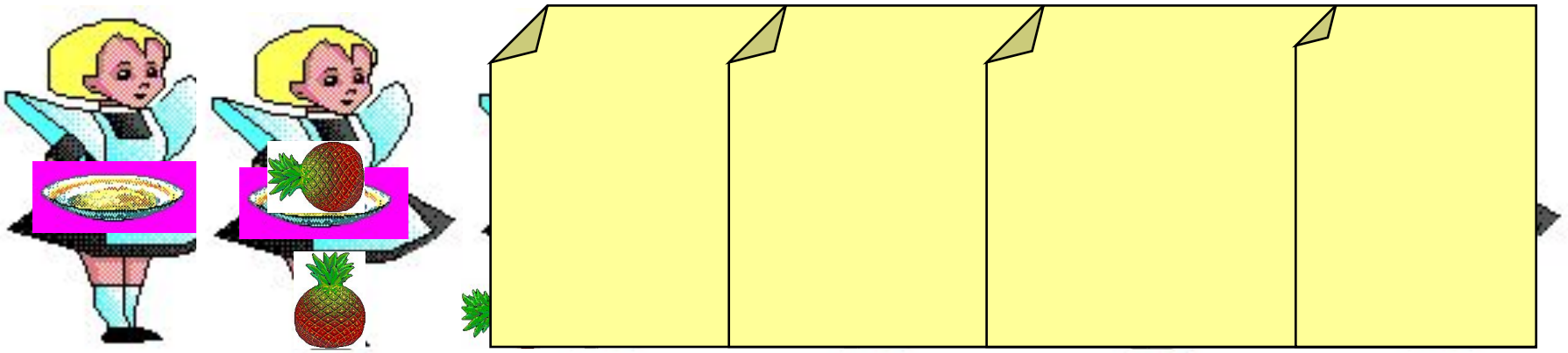
Программирование на языке Си
Часть II

Тема 2. Максимальный элемент массива

Максимальный элемент

Задача: найти в массиве максимальный элемент.

Алгоритм:



Псевдокод:

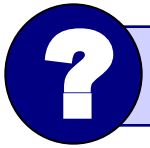
```
// считаем, что элемент A[0] – максимальный
for ( i=1; i < N; i++ )
  if ( A[i] > максимального )
    // запомнить новый максимальный элемент A[i]
```

Почему цикл от i=1?

Максимальный элемент

Дополнение: как найти номер максимального элемента?

```
                    // пока A[0]- максимальный
iMax = 0;
for ( i=1; i < N; i++ ) // проверяем остальные
  if ( A[i] > A[iMax] ) {   // нашли новый
                            // запомнить A[i]
    iMax = i;               // запомнить i
    }
```



Как упростить?

По номеру элемента **iMax** всегда можно найти его значение **A[iMax]**. Поэтому везде меняем **max** на **A[iMax]** и убираем переменную **max**.

Заполнение случайными числами

```
#include <stdlib.h>   // случайные числа
```

RAND_MAX – максимальное случайное целое число (обычно RAND_MAX = 32767)

Случайное целое число в интервале [0,RAND_MAX]

```
x = rand(); // первое число
x = rand(); // уже другое число
```

Установить начальное значение последовательности:

```
srand ( 345 ); // начнем с 345
```

Целые числа в заданном интервале

Целые числа в интервале [0,N-1]:

```
int random(int N) {
  return rand()% N;
}
```

Примеры:

```
x = random ( 100 );   // интервал [0,99]
x = random ( z );     // интервал [0,z-1]
```

Целые числа в интервале [a,b]:

```
x = random ( z ) + a;    // интервал [a,z-1+a]
x = random (b – a + 1) + a; // интервал [a,b]
```

Заполнение случайными числами

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int random(int N)
{ return rand() % N; }
main()
{
const int N = 10;
int A[N], i;
printf("Исходный массив:\n");
for (i=0; i<N; i++) {
  A[i] = random(100) + 50;
  printf("%4d", A[i]);
  }
...
}
```

функция выдает случайное число от 0 до N-1

Какой интервал?

Программа

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
main()
{
const int N = 5;
int A[N], i, iMax;
  // заполнить случайными числами [100,150]
  // найти максимальный элемент и его номер
printf("\nМаксимальный элемент A[%d] = %d",
        iMax, A[iMax]);
getch();
}
```

Что дает `const`?

на предыдущих слайдах

Задания

«4»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [-10..10] и найти в нем максимальный и минимальный элементы и их номера.

Пример:

```
Исходный массив:
4   -5   3   10   -4   -6   8   -10   1   0
максимальный a[4]=10
минимальный  a[8]=-10
```

«5»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [-10..10] и найти в нем два максимальных элемента и их номера.

Пример:

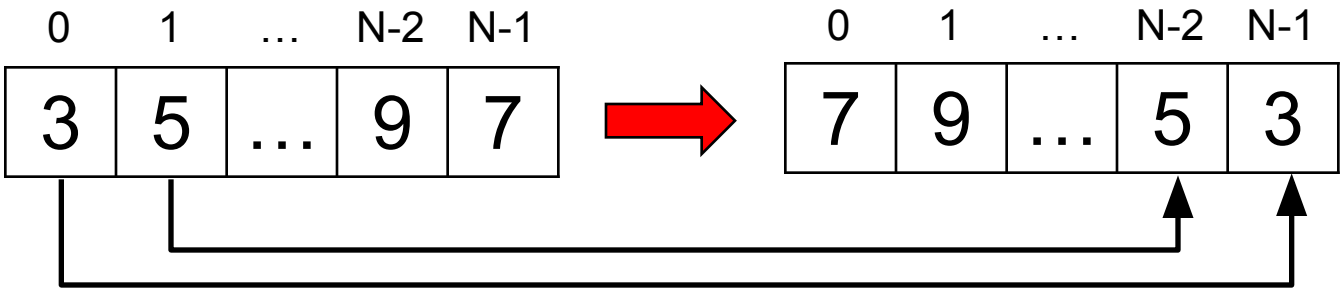
```
Исходный массив:
4   -5   3   10   -4   -6   8   -10   1   0
максимальные a[4]=10, a[7]=8
```

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 3. Обработка массивов

Реверс массива

Задача: переставить элементы массива в обратном порядке (выполнить инверсию).



Алгоритм:

сумма индексов **N-1**

поменять местами **A[0]** и **A[N-1]**, **A[1]** и **A[N-2]**, …

Псевдокод:

```
for ( i = 0; i < N / 2 ; i++ )
  // поменять местами A[i] и A[N-1-i]
```

Что неверно?

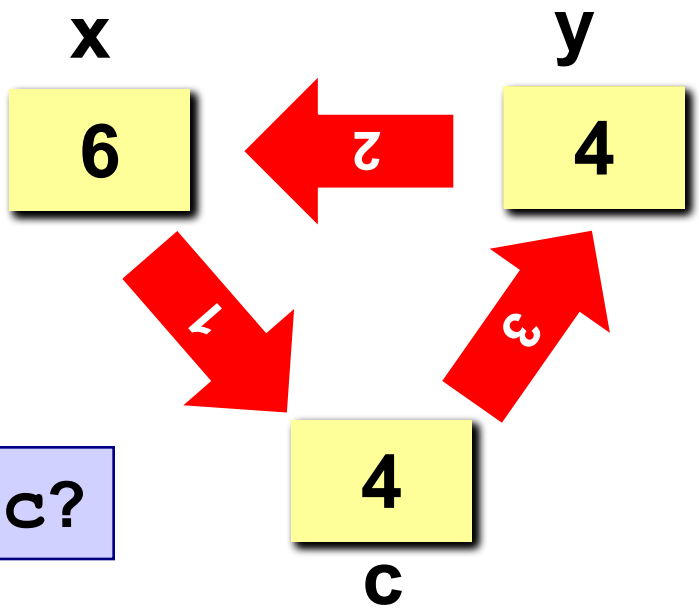
Как переставить элементы?

Задача: поменять местами содержимое двух чашек.

Задача: поменять местами содержимое двух ячеек памяти.

```
x = y;
y = x;
```

```
c = x;
x = y;
y = c;
```



Можно ли обойтись без c?

Программа

```
main()
{
   const int N=10;
   int A[N], i, c;
   // заполнить массив
   // вывести исходный массив
   for (i=0; i<N/2; i++) {
     c=A[i];
     A[i]=A[N-1-i];
     A[N-1-i]=c;
     }
   // вывести полученный массив
}
```

Задания

«4»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [-10..10] и выполнить инверсию отдельно для 1-ой и 2-ой половин массива.

Пример:

```
Исходный массив:
4   -5   3  10  -4 | -6  8  -10  1  0
Результат:
-4  10   3  -5   4 |  0  1  -10  8 -6
```

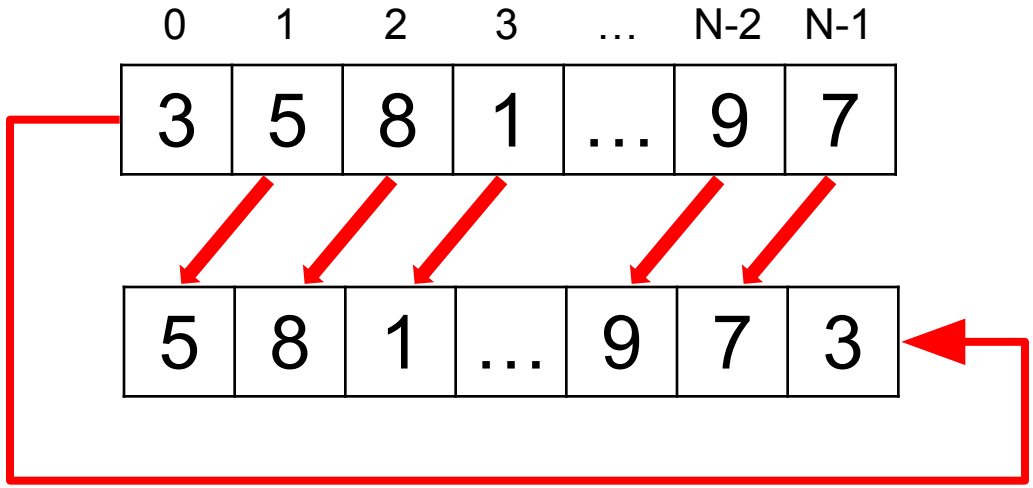
«5»: Заполнить массив из 12 элементов случайными числами в интервале [-12..12] и выполнить инверсию для каждой трети массива.

Пример:

```
Исходный массив:
4   -5   3  10 | -4  -6   8 -10 | 1  0  5  7
Результат:
10   3  -5   4 | -10   8  -6  -4 | 7  5  0  1
```

Циклический сдвиг

Задача: сдвинуть элементы массива влево на 1 ячейку, первый элемент становится на место последнего.



Алгоритм:

```
A[0]=A[1]; A[1]=A[2];… A[N-2]=A[N-1];
```

Цикл:

почему не **N**?

```
for (i=0; i<N-1; i++)
  A[i]=A[i+1];
```

? **Что неверно?**

Программа

```
main()
{
   const int N = 10;
   int A[N], i, c;
   // заполнить массив
   // вывести исходный массив
   c=A[0];
   for(i=0; i<N-1; i++)
      A[i]=A[i+1];
   A[N-1]=c;
   // вывести полученный массив
}
```

Задания

«4»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [-10..10] и выполнить циклический сдвиг ВПРАВО.

Пример:

```
Исходный массив:
4   -5   3  10  -4  -6  8  -10  1  0
Результат:
0   4   -5   3  10  -4  -6  8  -10  1
```

«5»: Заполнить массив из 12 элементов случайными числами в интервале [-12..12] и выполнить циклический сдвиг ВПРАВО на 4 элемента.

Пример:

```
Исходный массив:
4   -5   3  10 | -4  -6   8 -10  1  0  5  7
Результат:
-4  -6   8 -10   1   0   5   7 | 4 -5  3  10
```

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 4. Сортировка массивов

Сортировка

Сортировка – это расстановка элементов массива в заданном порядке (по возрастанию, убыванию, последней цифре, сумме делителей, …).

Задача: переставить элементы массива в порядке возрастания.

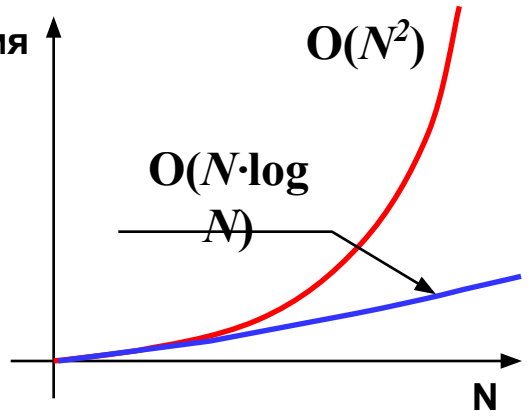
Алгоритмы:

сложность $O(N^2)$

- простые и понятные, но неэффективные для больших массивов
  - **метод пузырька**
  - **метод выбора**

сложность $O(N \cdot \log N)$

- сложные, но эффективные
  - **«быстрая сортировка» (*Quick Sort*)**
  - **сортировка «кучей» (*Heap Sort*)**
  - **сортировка слиянием**
  - **пирамидальная сортировка**

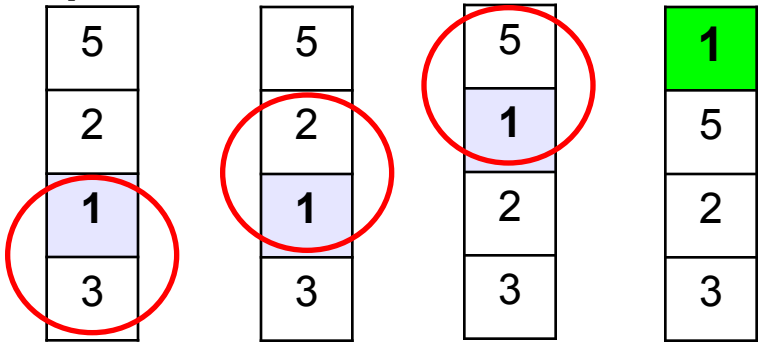


Метод пузырька

Идея – пузырек воздуха в стакане воды поднимается со дна вверх.

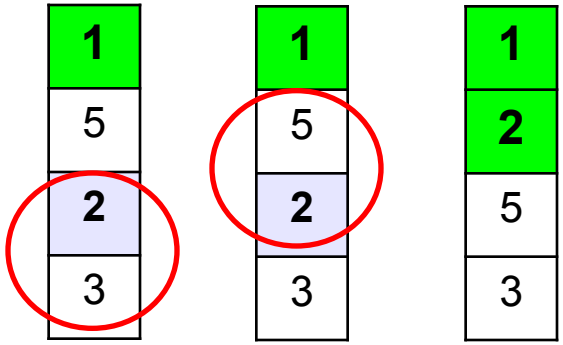
Для массивов – самый маленький («легкий») элемент перемещается вверх («всплывает»).

1-ый проход

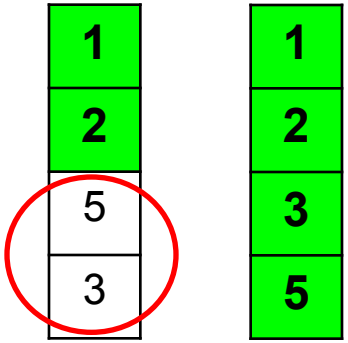


- начиная снизу, сравниваем два соседних элемента; если они стоят «неправильно», меняем их местами
- за 1 проход по массиву **один** элемент (самый маленький) становится на свое место

2-ой проход

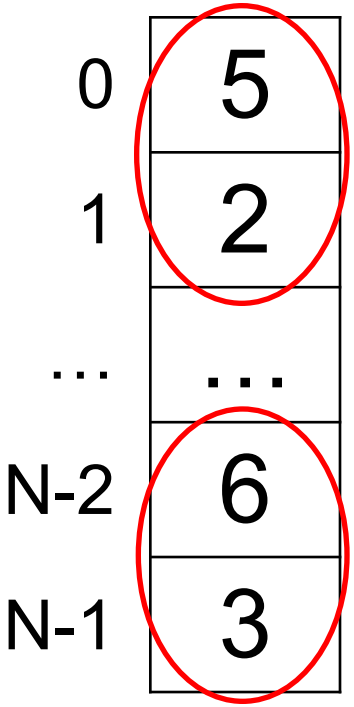


3-ий проход



Для сортировки массива из N элементов нужен N-1 проход (достаточно поставить на свои места N-1 элементов).

Программа (1-ый проход)



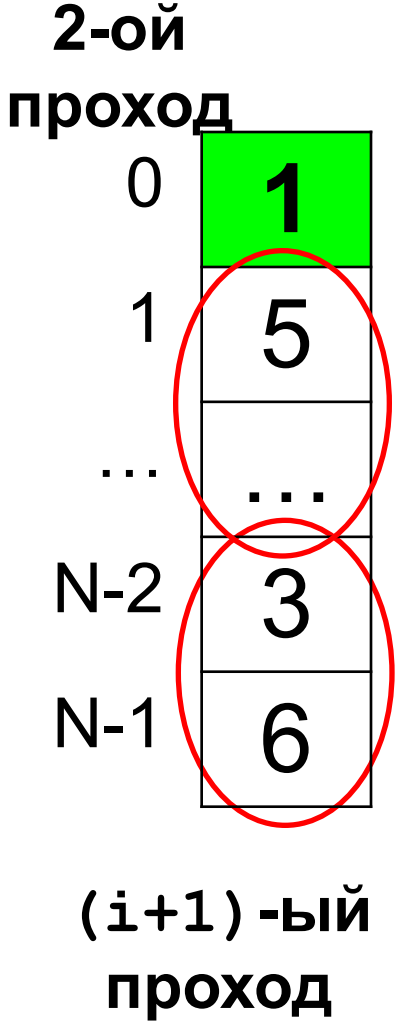
сравниваются пары

A[N-2] и A[N-1],
A[N-3] и A[N-2]
…
A[0] и A[1]

A[j] и A[j+1]

```
for( j = N-2; j >= 0 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

Программа (следующие проходы)



A[0] уже на своем месте!

```
for ( j = N-2; j >= 1 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

```
for ( j = N-2; j >= i ; j-- )
  ...
```

Программа

```
main()
{
   const int N = 10;
   int A[N], i, j, c;
   // заполнить массив
   // вывести исходный массив
   for (i = 0; i < N-1; i ++){
     for (j = N-2; j >= i; j --)
       if ( A[j] > A[j+1] ) {
         c = A[j];
         A[j] = A[j+1];
         A[j+1] = c;
         }
     }
   // вывести полученный массив
}
```

Почему цикл для `i < N-1`, а не `i < N`?

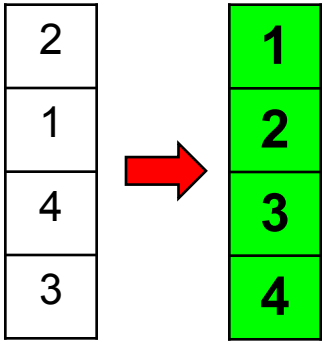
элементы выше `A[i]` уже поставлены

меняем `A[j]` и `A[j+1]`

Метод пузырька с флажком

Идея – если при выполнении метода пузырька не было обменов, массив уже отсортирован и остальные проходы не нужны.

Реализация: **переменная-флаг**, показывающая, был ли обмен; если она равна 0, то выход.




```
int flag;

do {
  flag =
  0;                  // сбросить флаг
  for (j=N-2; j>=0; j--)
    if (A[j] > A[j+1]) {
      c=A[j];
      A[j]=A[j+1];
      A[j+1]=c;
      flag =
      1;              // поднять флаг
      }
  }
while ( flag
      );              // выход при flag=0
```

? **Как улучшить?**

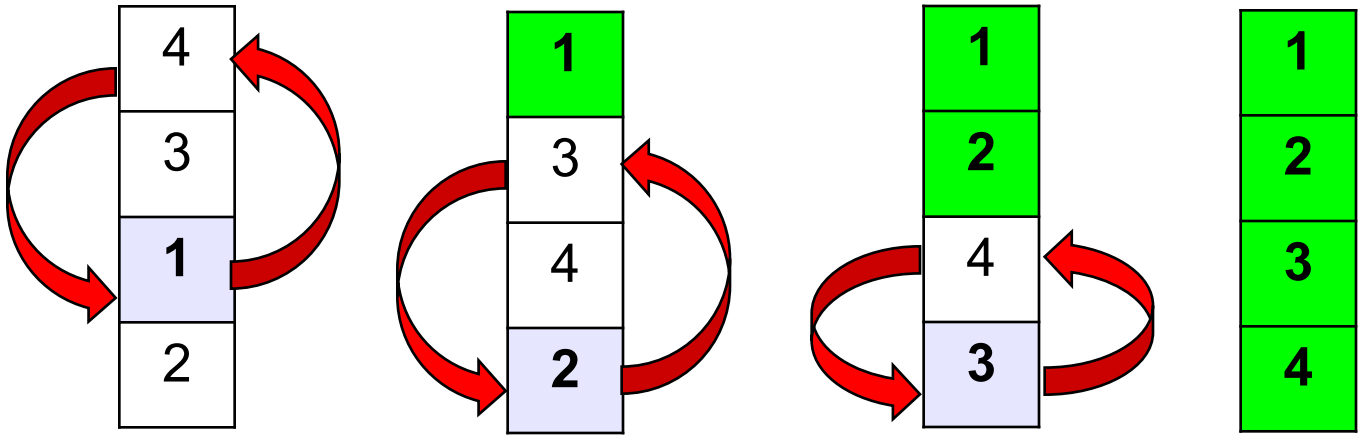
Метод пузырька с флажком

```
i=0;
do {
   flag=0; // сбросить флаг
   for(j=N-2; j>=i; j--)
     if (A[j] > A[j+1]) {
       c=A[j];
       A[j]=A[j+1];
       A[j+1]=c;
       flag=1;  // поднять флаг
       }
   i++;
   }
while ( flag );  // выход при flag = 0
```

Метод выбора

Идея:

- найти минимальный элемент и поставить на первое место (поменять местами с **`A[0]`**)
- **из оставшихся** найти минимальный элемент и поставить на второе место (поменять местами с **`A[1]`**), и т.д.



Метод выбора

нужно N-1 проходов

```
for( i=0; i< N-1 ; i++) {
  nMin = i;
  for ( j= i+1 ; j<N; j++)
    if( A[j] < A[nMin] ) nMin=j;
  if( nMin != i ) {
    c=A[i];
    A[i]=A[nMin];
    A[nMin]=c;
    }
  }
```

поиск минимального от A[i] до A[N-1]

если нужно, переставляем

? Можно ли убрать if?

Задания

«4»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [0..100] и отсортировать его по последней цифре.

Пример:

```
Исходный массив:
14  25  13  30  76  58  32  11  41  97
Результат:
30  11  41  32  13  14  25  76  97  58
```

«5»: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [0..100] и отсортировать первую половину по возрастанию, а вторую – по убыванию.

Пример:

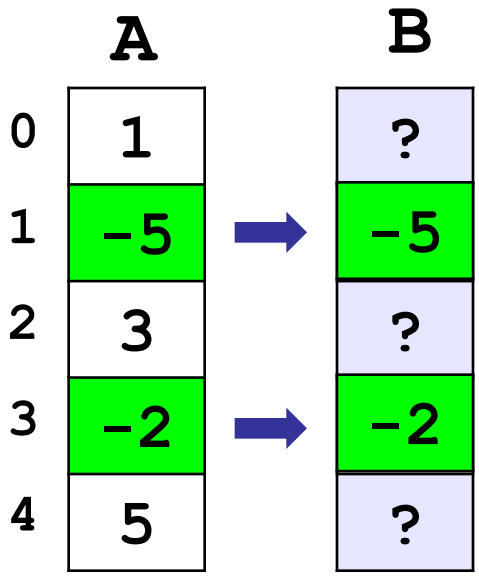
```
Исходный массив:
14  25  13  30  76 | 58  32  11  41  97
Результат:
13  14  25  30  76 | 97  58  41  32  11
```

Формирование массива по условию

Задача – найти в массиве элементы, удовлетворяющие некоторому условию (например, отрицательные), и скопировать их в другой массив.

Примитивное решение:

```
const int N = 5;
int A[N], B[N];
// здесь заполнить массив A
for( i=0; i< N; i++)
  if( A[i] < 0 ) B[i] = A[i];
```

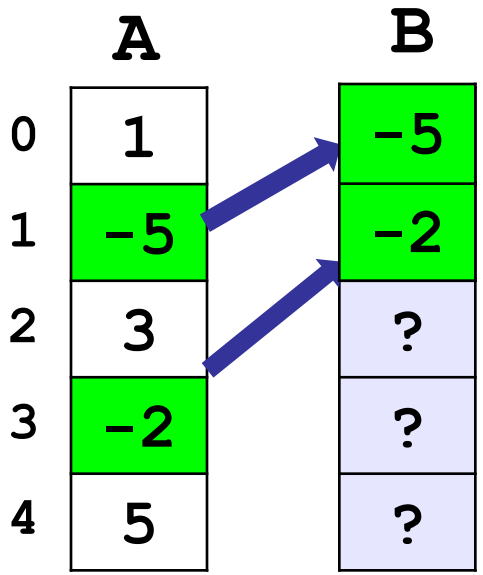


- выбранные элементы не рядом, не в начале массива
- непонятно, как с ними работать

Формирование массива по условию

Решение: ввести счетчик найденных элементов **count**, очередной элемент ставится на место **B[count]**.

```
int A[N], B[N], count = 0;
// здесь заполнить массив A
for( i = 0; i < N; i ++)
  if( A[i] < 0 ) {
    B[count] = A[i];
    count ++;
    }
// вывод массива B
for( i = 0; i < count; i ++)
  printf("%d\n", B[i]);
```



Задания

«4»: Заполнить массив случайными числами и отобрать в другой массив все числа, у которых вторая с конца цифра (число десятков) – ноль.

Пример:

```
Исходный массив:
40   105   203  1  14
Результат:
105   203  1
```

«5»: Заполнить массив случайными числами и выделить в другой массив все числа, которые встречаются более одного раза.

Пример:

```
Исходный массив:
4  1   2  1  11  2  34
Результат:
1  2
```

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 5. Поиск в массиве

Поиск в массиве

Задача – найти в массиве элемент, равный **X**, или установить, что его нет.

Решение: для произвольного массива: **линейный поиск** (перебор)

недостаток: **низкая скорость**

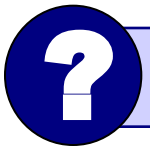
Как ускорить? – заранее подготовить массив для поиска

- как именно подготовить?
- как использовать «подготовленный» массив?

Линейный поиск

nX – номер нужного элемента в массиве

```
nX = -1; // пока не нашли ...
for ( i = 0; i < N; i ++)  // цикл по всем элементам
  if ( A[i] == X )         // если нашли, то ...
     nX = i;               // ... запомнили номер
if (nX < 0) printf("Не нашли...")
else        printf("A[%d]=%d", nX, X);
```

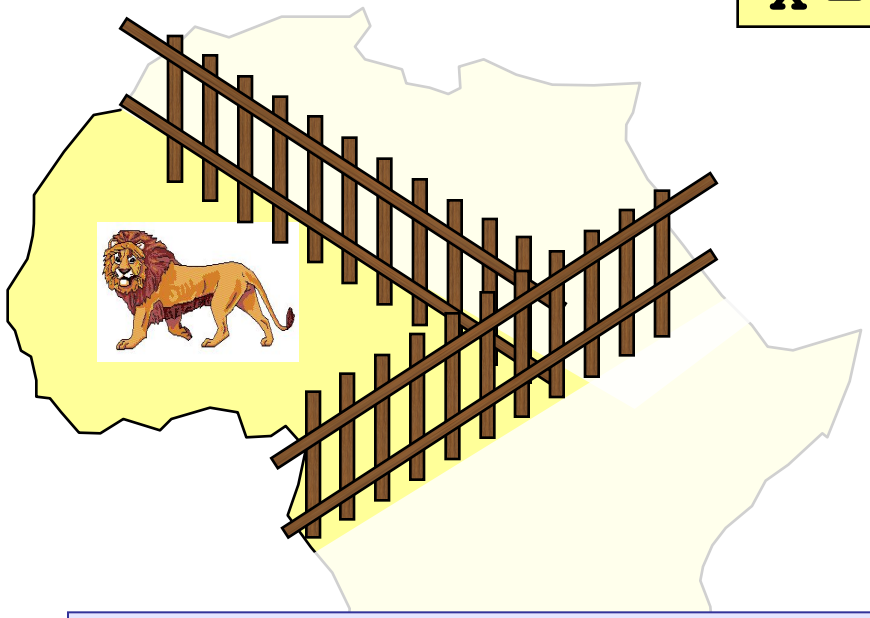


Что можно улучшить?

Улучшение: после того, как нашли **X**, выходим из цикла.

```
nX = -1;
for ( i = 0; i < N; i ++)
 if ( A[i] == X ) {
   nX = i;
   break ;  //выход из цикла
   }
```

Двоичный поиск



X = 7

X < 8

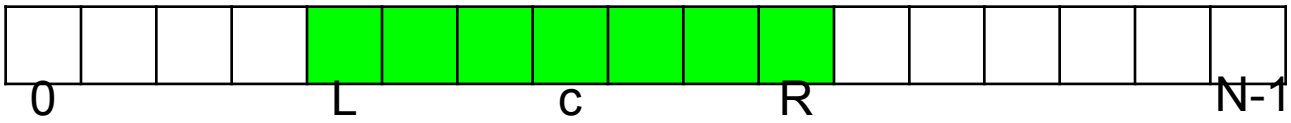
X > 4

X > 6

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	**4**	4
5	5	5
6	6	**6**
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16

1. Выбрать средний элемент `A[c]` и сравнить с X.
2. Если `X = A[c]`, нашли (выход).
3. Если `X < A[c]`, искать дальше в первой половине.
4. Если `X > A[c]`, искать дальше во второй половине.

Двоичный поиск




```
nX = -1;
L = 0; R = N-1; // границы: ищем от A[0] до A[N-1]
while ( R >= L ){
  c = (R + L) / 2;
  if (X == A[c]) {
    nX = c;
    break;
    }
  if (X < A[c]) R = c - 1;
  if (X > A[c]) L = c + 1;
  }
if (nX < 0) printf("Не нашли...");
else        printf("A[%d]=%d", nX, X);
```

номер среднего элемента

если нашли …

выйти из цикла

сдвигаем границы

Почему нельзя `while ( R > L ) { … }` ?

Сравнение методов поиска

	Линейный	Двоичный
подготовка	нет	**отсортировать**
	число шагов	
N = 2	**2**	**2**
N = 16	**16**	**5**
N = 1024	**1024**	**11**
N= 1048576	**1048576**	**21**
N	**≤ N**	**≤ $\log_2 N+1$**

Задания

«4»: Написать программу, которая сортирует массив **ПО УБЫВАНИЮ** и ищет в нем элемент, равный X (это число вводится с клавиатуры). Использовать **двоичный поиск**.

«5»: Написать программу, которая считает **среднее число шагов в двоичном поиске** для массива из 32 элементов в интервале [0,100]. Для поиска использовать 1000 случайных чисел в этом же интервале.

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 6. Массивы в процедурах и функциях

Массивы в процедурах

Задача: составить процедуру, которая переставляет элементы массива в обратном порядке.

параметр-массив

размер массива

```
void Reverse ( int A[] , int N )
{
int i, c;
for ( i = 0; i < N/2; i ++ ) {
  c = A[i];
  A[i] = A[N-1-i];
   A[N-1-i] = c;
  }
}
```

Массивы как параметры процедур

Особенности:

- при описании параметра-массива в заголовке функции его размер не указывается (функция работает с массивами **любого размера**)

Почему здесь размер не обязателен?

- размер массива надо передавать как отдельный параметр
- в процедура передается **адрес** исходного массива: все **изменения**, сделанные в процедуре **влияют** на массив в основной программе

Массивы в процедурах

```
void Reverse ( int A[], int N )
{
...
}
main()
{
  int A[10];
    // здесь надо заполнить массив
  Reverse ( A, 10 );  // весь массив
  // Reverse ( A, 5 );   // первая половина
  // Reverse ( A+5, 5 ); // вторая половина
}
```

это адрес начала массива в памяти

A или **&A[0]**

A+5 или **&A[5]**

Задания

«4»: Написать процедуру, которая сортирует массив по возрастанию, и показать пример ее использования.

«5»: Написать процедуру, которая ставит в начало массива все четные элементы, а конец – все нечетные.

Массивы в функциях

Задача: составить функцию, которая находит сумму элементов массива.

результат – целое число

параметр-массив

размер массива

```
int Sum ( int A[], int N )
{
int i, sum = 0;
for ( i = 0; i < N; i ++ )
   sum += A[i];
return sum;
}
```

Массивы в процедурах и функциях

```
int Sum ( int A[], int N )
{
...
}
main()
{
  int A[10], sum, sum1, sum2;
    // заполнить массив
  sum  = Sum ( A, 10 );  // весь массив
  sum1 = Sum ( A, 5 );   // первая половина
  sum2 = Sum ( A+5, 5 ); // вторая половина
  ...
}
```

Задания

«4»: Написать функцию, которая находит максимальный элемент в массиве.

«5»: Написать логическую функцию, которая определяет, верно ли, что среди элементов массива есть два одинаковых. Если ответ «да», функция возвращает 1; если ответ «нет», то 0.

Подсказка: для отладки удобно использовать массив из 5 элементов, задаваемых вручную:

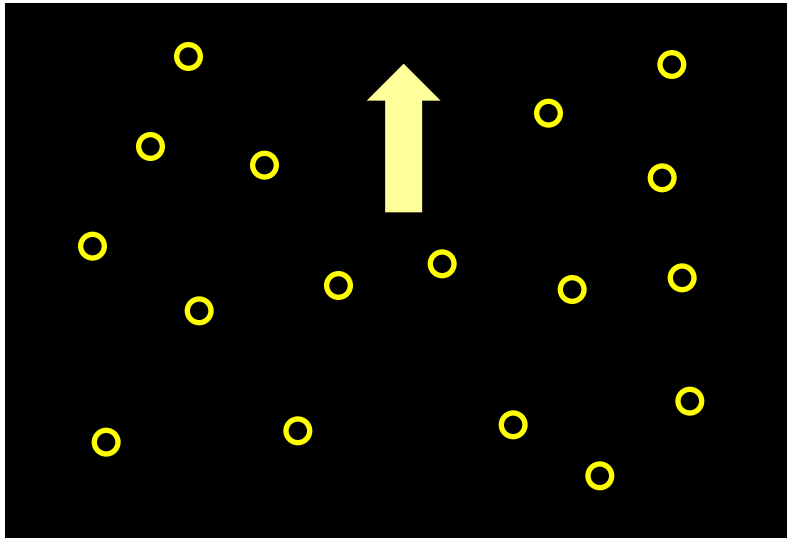
```
const int N = 5;
int A[N] = { 1, 2, 3, 3, 4 };
```

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 7. Практикум (моделирование)

Моделирование кипения воды

Задача: Построить компьютерную модель кипения воды.



Хранение данных: координаты (центров) пузырьков хранятся в массивах **`X`** и **`Y`**:

`X[i]`, **`Y[i]`** – координаты центра пузырька с номером **`i`**.

Структура программы

```
#include <graphics.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>
const int N = 100;
int X[N], Y[N], r = 3;
void Init ();    // начальное положение
void Draw ( int color ); // рисуем, стираем
void Sdvig ( int dy );   // летят вверх
void Zamena ();          // ушли, пришли
main()
{
  initwindow (600, 400);
  ... // основная часть программы
  closegraph();
}
... // здесь сами процедуры
```

глобальные константы и переменные

объявления процедур

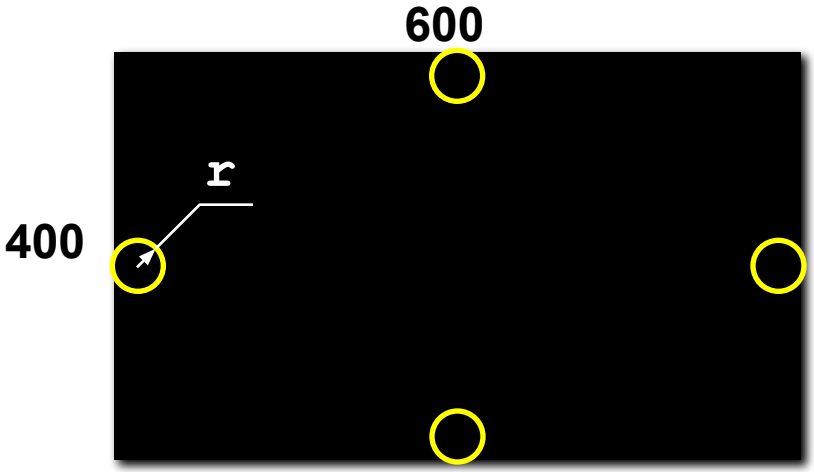
Основная программа

```
Init();              // начальная расстановка
while ( 1 )          // зацикливание ???
  {
  if ( kbhit() )
    if ( getch() == 27 ) break;
  Draw ( YELLOW );   // рисуем все пузырьки
  delay ( 10 );      // ждем 10 мс
  Draw ( BLACK );    // стираем все пузырьки
  Sdvig ( 4 );       // вверх на 4 пикселя
  Zamena();          // если за пределами экрана…
  }
```

выход по *Esc* (код 27)

Процедура Init

Начальная случайная расстановка:



Интервал для x: `[r, 600-r]`

```
X[i] = random(640 - 2*r) + r;
```

Интервал для y: `[r, 400-r]`

```
Y[i] = random(400 - 2*r) + r;
```

```
void Init()
{
  int i;
  for ( i = 0; i < N; i ++ ) {
    X[i] = random(600 - 2*r) + r;
    Y[i] = random(400 - 2*r) + r;
    }
}
```

Процедуры Draw, Sdvig

Рисование и стирание:

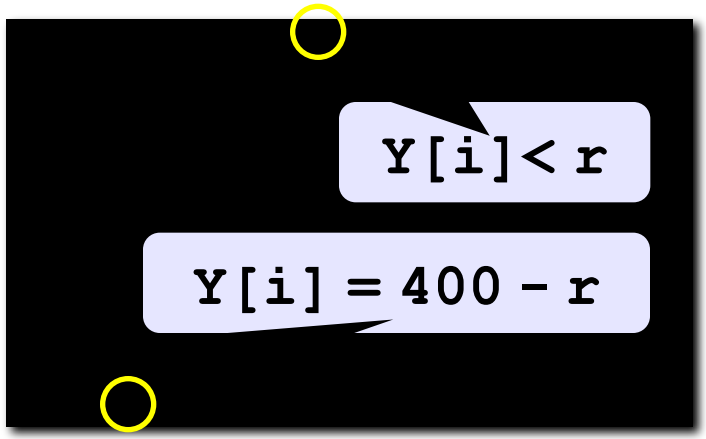
```
void Draw ( int color )
{
  int i;
  setcolor ( color );
  for ( i = 0; i < N; i ++ )
    circle ( X[i], Y[i], r );
}
```

Сдвиг вверх:

```
void Sdvig ( int dy )
{
  int i;
  for ( i = 0; i < N; i ++ )
    Y[i] -= dy;
}
```

Процедура Zamena

Замена вышедших за границы экрана:



Условие выхода:

```
if ( Y[i] < r ) { ... }
```

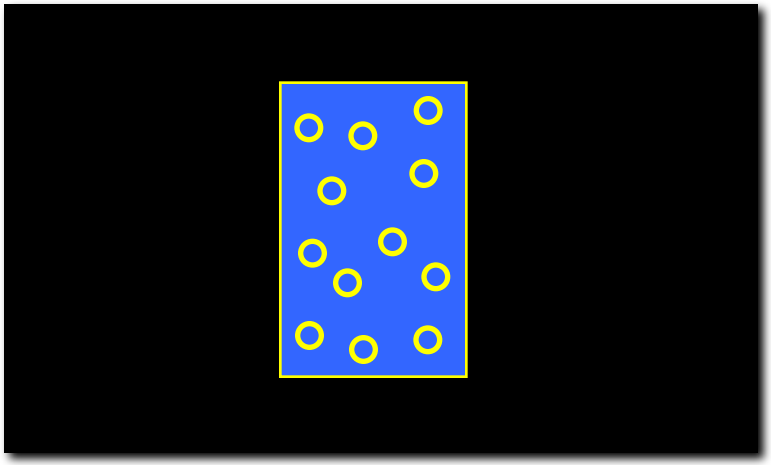
Перебросить вниз:

```
X[i] = random(600 - 2*r) + r;
Y[i] = 400 - r;
```

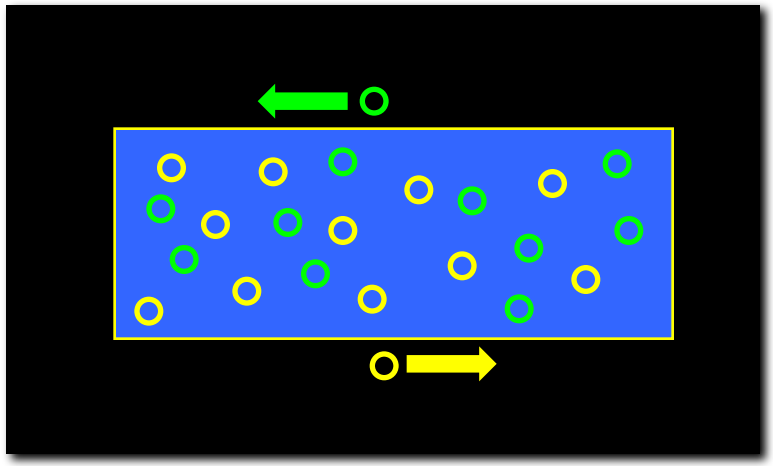
```
void Zamena ()
{
  int i;
  for ( i = 0; i < N; i ++ )
    if ( Y[i] < r ) {
      X[i] = random(600 - 2*r) + r;
      Y[i] = 400 - r;
      }
}
```

Задания

«4»: Моделирование кипения воды в стакане (синий фон, рамка):



«5»: Моделирование двустороннего потока: часть частиц двигаются влево, часть – вправо.



Программирование на языке Си
Часть II

Тема 8. Символьные строки

Чем плох массив символов?

Это массивы символов:

```
char A[4] = { 'A', '3', '[', 'Ж'};
char B[10];
```

Для массива:

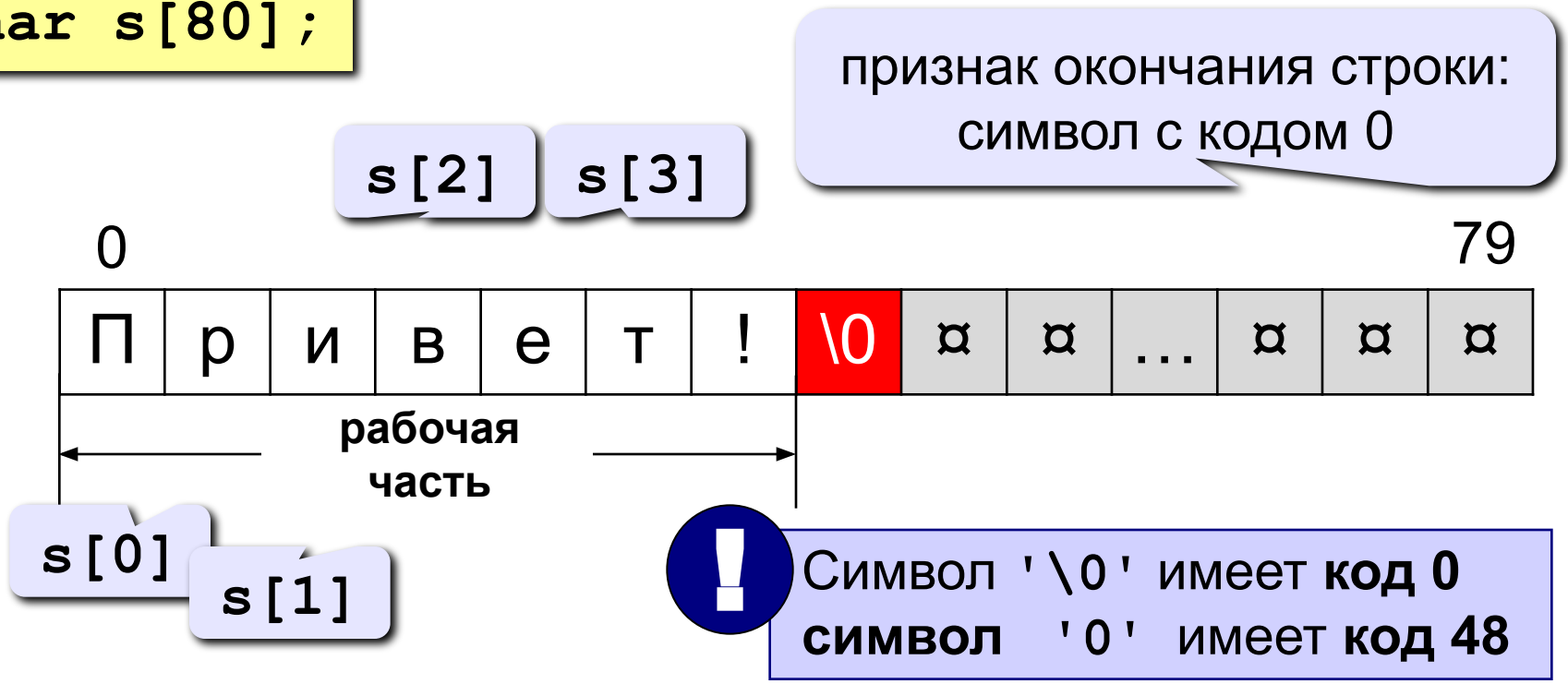
- каждый символ – отдельный объект;
- массив имеет длину N, которая задана при объявлении

Что нужно:

- обрабатывать последовательность символов как единое целое
- строка должна иметь переменную длину

Символьные строки

```
char s[80];
```



Символьная строка – это последовательность символов, которая заканчивается символом `'\0'`.

Объявление символьных строк

Объявить строку = выделить ей место в памяти и присвоить имя.

```
char s[80];

char s1[80] = "abc";

char qqq[] = "Вася";
```

выделяется 80 байт, в строке – «мусор» (если она *глобальная*, то нули '\0')

выделяется 80 байт, занято 4 байта (с учетом '\0')

выделяется 5 байт (с учетом '\0')

- **При выделении памяти надо учитывать место для символа '\0'.**
- **В строку нельзя записывать больше символов, чем выделено памяти.**

Ввод и вывод символьных строк

Задача: ввести слово с клавиатуры и заменить все буквы «а» на буквы «б».

```
main()
{
  char q[80];
  int i;
  printf("Введите с
  scanf( "%s", q);
  i = 0;
  while ( q[i] != '\0' ) {
    if ( q[i] == 'a' ) q[i] = 'б';
    i ++;
    }
  printf ("Результат: %s", q );
}
```

%s – формат для ввода и вывода символьных строк (выводится только часть до '\0'

начали с q[0]

не надо ставить &: &q[0]

пока не дошли до конца строки

переход к следующему символу

Ввод символьных строк

Ввод одного слова:

```
char q[80];
printf ("Введите текст:\n");
scanf ( "%s", q);
printf ("Введено:\n%s", q);
```

```
Введите текст:
Вася пошел гулять
Введено:
Вася
```

Ввод строки с пробелами:

```
char q[80];
printf("Введите текст:\n");
  gets ( q
     );
printf("Введено:\n%s", q);
```

```
Введите текст:
Вася пошел гулять
Введено:
Вася пошел гулять
```

Вывод символьных строк

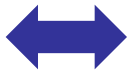
Универсальный способ:

```
printf ( "Результат: %s", q );
```

- можно выводить сразу и другую информацию: надписи, значения переменных, …

Только для одной строки:

```
puts ( q );
```



```
printf ( "%s\n", q );
```

- вывод только одной строки
- после вывода – переход на новую строку

Задания

«4»: Ввести символьную строку и заменить все буквы "а" на буквы "б" и наоборот, как заглавные, так и строчные.

Пример:

```
Введите строку:
ааббссААББСС
Результат:
ббаассББААСС
```

«5»: Ввести символьную строку и проверить, является ли она палиндромом (палиндром читается одинаково в обоих направлениях).

Пример:

```
Введите строку:
АБВГДЕ
Результат:
Не палиндром.
```

Пример:

```
Введите строку:
КАЗАК
Результат:
Палиндром.
```

Функции для работы со строками

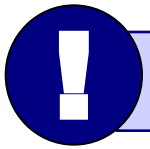
Подключение библиотеки:

```
#include <string.h>
```

Длина строки: ***strlen*** (*string length*)

```
char q[80] = "qwerty";
int n;
n = strlen ( q );
```

n = 6

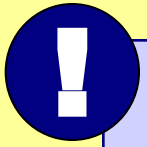


При определении длины символ `'\0'` не учитывается!

Сравнение строк

strcmp (*string comparison*):

```
char q1[80], q2[80];
int n;
gets ( q1 );
gets ( q2 );
n = strcmp ( q1, q2 );
```



Функция вычисляет разность между кодами первых двух отличающихся символов!

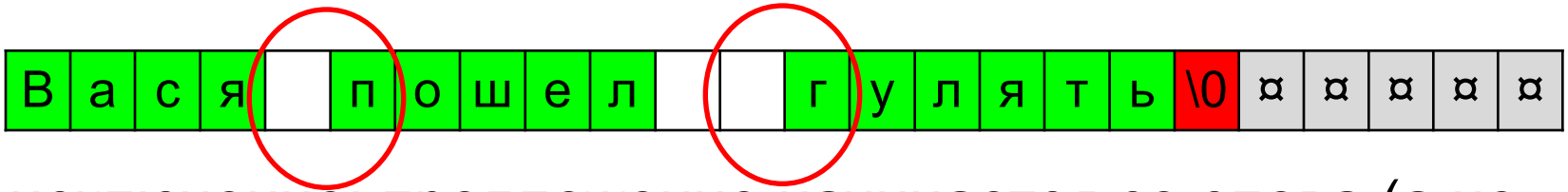
q1	q2	n
"AA"	"AA"	

Пример решения задачи

Задача: ввести строку и определить, сколько в ней слов. Программа должна работать только при вводе правильного пароля.

Идея решения:

- проверка пароля – через ***strcmp***
- количество слов = количеству первых букв слова
- первая буква: пробел и за ним «не пробел»



- исключение: предложение начинается со слова (а не с пробела)

Проверка пароля

```
#include <string.h>
main()
{
 char secret[] = "123", pass[20];
 printf ( "Введите пароль\n" );
 gets ( pass );
 if ( strcmp ( pass, secret ) != 0 )
   {
   printf ( "Пароль неверный" );
   getch ();
   return 1;
   }
 ...
}
```

если пароль неверный...

сообщить об ошибке и выйти из программы

аварийное завершение, код ошибки 1

Основная часть программы

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
main()
{
 char q[80];
 int i, len, count = 0;
 ...  // проверка пароля
 printf ("Введите предложение\n");
 gets ( q );
 len = strlen( q );
 if ( q[0] != ' ') count++;
 for ( i = 0; i < len - 1; i ++ )
   if ( q[i] == ' ' && q[i+1] != ' ' )
     count ++;
 printf ( "Найдено %d слов", count );
}
```

предыдущий слайд

особый случай

если нашли пробел, а за ним не пробел…

Задания (везде – с паролем!)

«4»: Ввести предложение и определить, сколько слов заканчиваются на букву 'а'.

Пример:

```
Введите предложение:
Мама мыла раму
Найдено слов: 2
```

```
Введите предложение:
Декан пропил бутан
Нет таких слов
```

«5»: Ввести предложение и разобрать его на отдельные слова:

Пример:

```
Введите предложение:
Мама мыла раму
Результат:
Мама
мыла
раму
```

Подсказка: для вывода одного символа используйте функцию putchar*(символ)*. Например:

```
putchar(q[i]);
putchar('\n'); // переход на новую строку
```

Копирование строк

strcpy **(*string copy*)**

```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";

strcpy ( q1, q2 );
```

куда

откуда

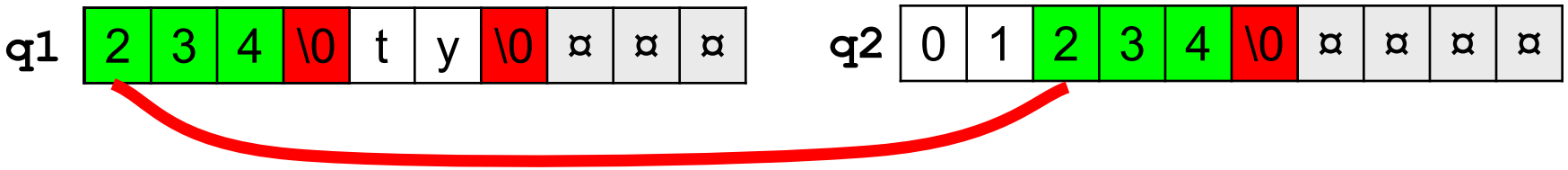
Старое значение q1 стирается!

копирование «хвоста» строки

```
char q1[10] = "qwerty", q2[10] = "01234";
strcpy ( q1, q2+2 );
```

q2 = &q2[0]

q2+2 = &q2[2]

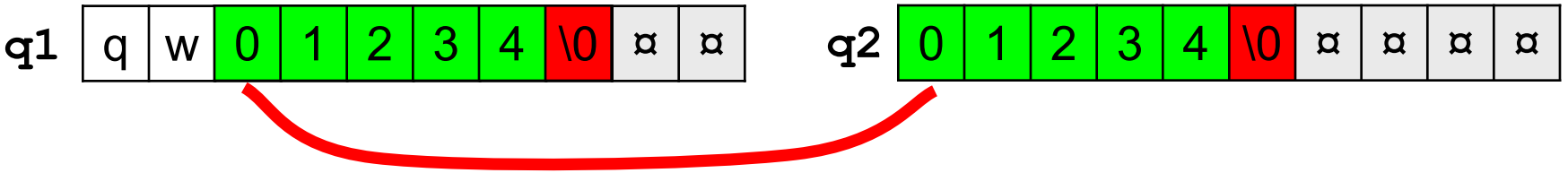


Копирование строк

копирование в середину строки

```
char q1[10]="qwerty", q2[10]="01234";
strcpy ( q1+2, q2 );
```

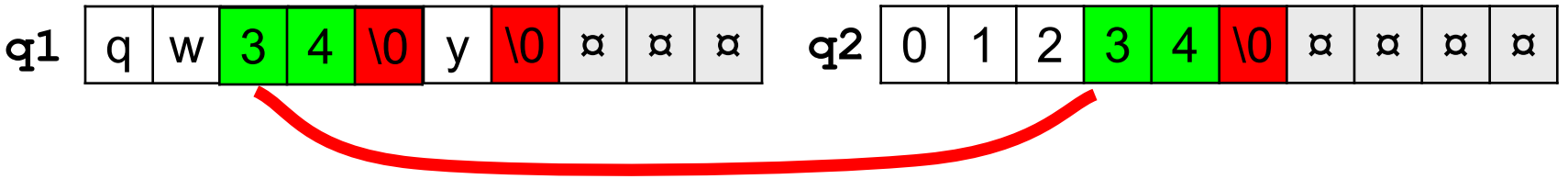
q1+2 = &q1[2]




```
char q1[10]="qwerty", q2[10]="01234";
strcpy ( q1+2, q2+3 );
```

q1+2 = &q1[2]

q2+3 = &q2[3]

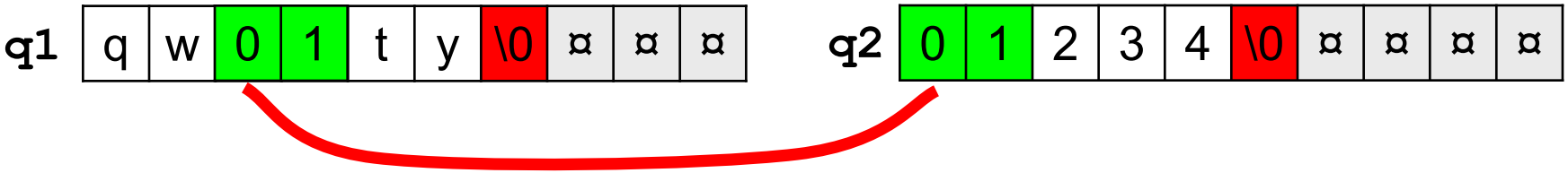


Копирование строк

strncpy – **копирование нескольких символов**

```
char q1[10]="qwerty", q2[10]="01234";
strncpy ( q1+2, q2, 2 );
```

q1+2 = &q1[2]

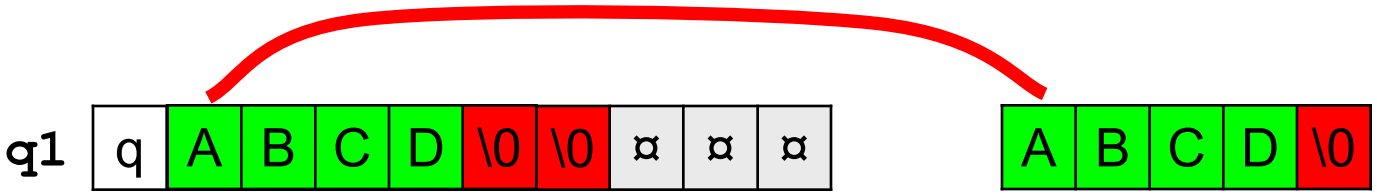


Функция `strncpy` не добавляет символ `'\0'` в конце строки!

Копирование строк

копирование строки-константы

```
char q1[10] = "qwerty";
strcpy ( q1+1, "ABCD");
```



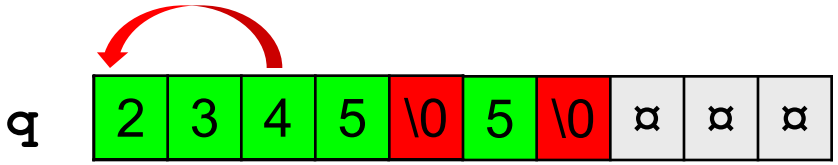

```
char q1[10] = "qwerty";
strcpy ( "ABCD", q1+2 );
```

Первым параметром НЕ может быть константа!

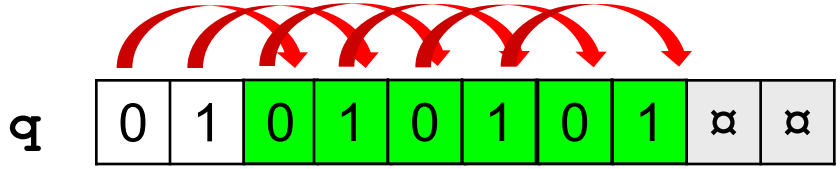
Копирование строк

копирование внутри одной строки

```
char q[10] = "012345";
strcpy ( q, q+2 );
```




```
char q[10] = "012345";
strcpy ( q+2, q );
```

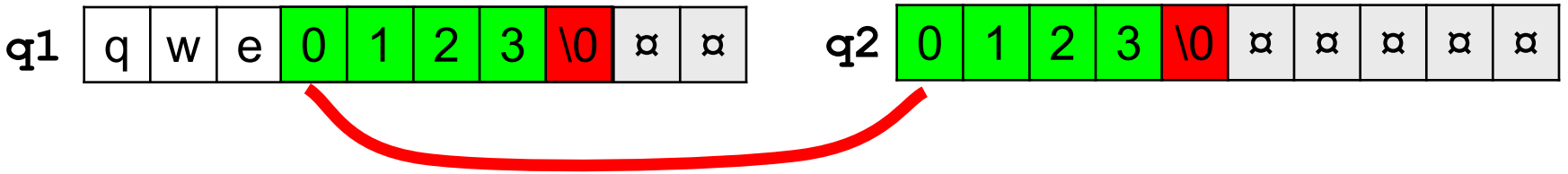


Зацикливание и зависание компьютера!

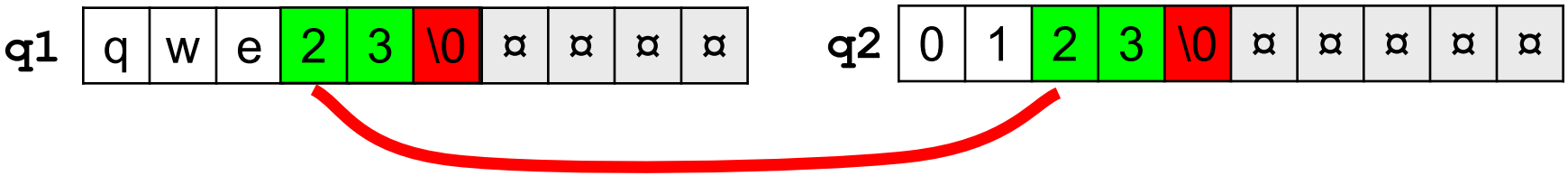
Объединение строк

strcat (***string concatenation***) = копирование второй строки в конец первой

```
char q1[10]="qwe", q2[10]="0123";
strcat ( q1, q2 );
```



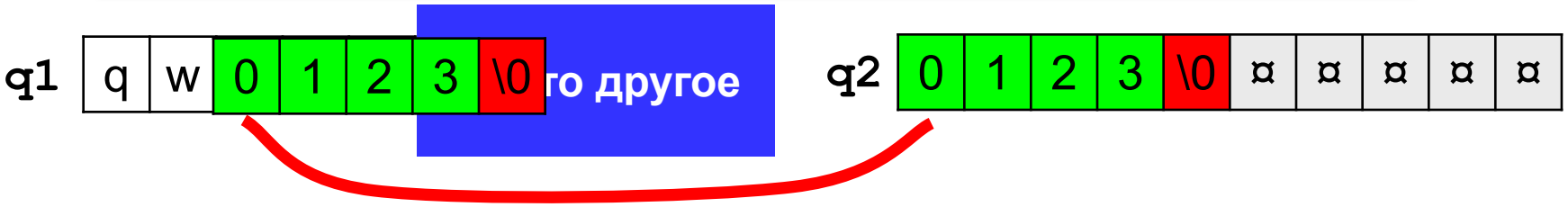

```
char q1[10]="qwe", q2[10]="0123";
strcat ( q1, q2+2 );
```



Проблемы при копировании строк

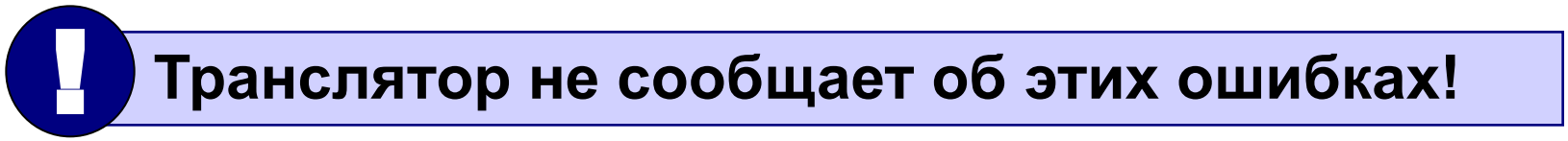
- не хватает места для строки-результата

```
char q1[] = "qwer", q2[10] = "01234";
strcpy ( q1+2, q2 );
```



- зацикливание при копировании в ту же строку «слева направо»

```
char q[10] = "01234";
strcpy ( q+2, q );
```



Пример решения задачи

Задача: ввести имя файла (без пути) и поменять его расширение на **".exe"**.

Пример:

```
Введите имя файла:
vasya.html
Результат:
vasya.exe
```

```
Введите имя файла:
vasya
Результат:
vasya.exe
```

Алгоритм:

- найти точку в имени файла
- если она есть, скопировать в это место строку-константу "**.exe**"
- если точки нет, добавить в конец строки "**.exe**"

Программа

```
main()
{
char  fName[80];
int  i;
printf("Введите имя файла\n");
gets ( fName );
i = 0;
while ( fName[i] != '.' ) {
    if ( fName[i] == '\0' ) break;
    i ++;
    }
if ( fName[i] == '.' )
      strcpy ( fName+i, ".exe" );
else strcat ( fName, ".exe" );
puts ( "Результат:" );
puts ( fName );
}
```

поиск точки

дошли до конца строки

меняем или добавляем расширение

Задания

«4»: Ввести полный адрес файла (возможно, без расширения) и изменить его расширение на «.exe».

Пример:

```
Введите имя файла:
C:\DOC.TXT\qqq
Результат:
C:\DOC.TXT\qqq.exe
```

```
Введите имя файла:
C:\DOC.TXT\qqq.com
Результат:
C:\DOC.TXT\qqq.exe
```

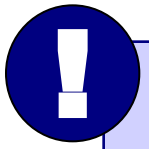
«5»: Ввести в одной строке фамилию, имя и отчество. Вывести приветствие, где останутся имя и фамилия (см. пример).

Пример:

```
Введите ФИО:
Пупкин Василий Иванович
Результат:
Привет, Василий Пупкин!
```

Поиск в символьных строках

Задача: найти заданный символ или сочетание символов (**подстроку**) в символьной строке.



Функции поиска в Си возвращают адрес найденного символа или подстроки!

Если образец не найден, возвращается **NULL** (нулевой адрес).

Указатель – это переменная в которую можно записать адрес другой переменной заданного типа.

Указатели

pointer – указатель

Объявление:

```
char *p;    // адрес любого символа или строки
int *pI;    // адрес целого числа
float *pF; // адрес вещественного числа
```

Целые переменные и массивы:

```
int n = 6, A[5] = {0, 1, 2, 3, 4};
int *p;      // указатель на целое
p = &n;      // записать адрес n
*p = 20;     // n = 20
p = A + 2;   // записать адрес A[2] (&A[2])
*p = 99;     // изменить A[2]
p ++;        // перейти к A[3]
printf("Адрес: %p, число %d", p, *p);
```

Адрес: 6BCD:000C, значение 3

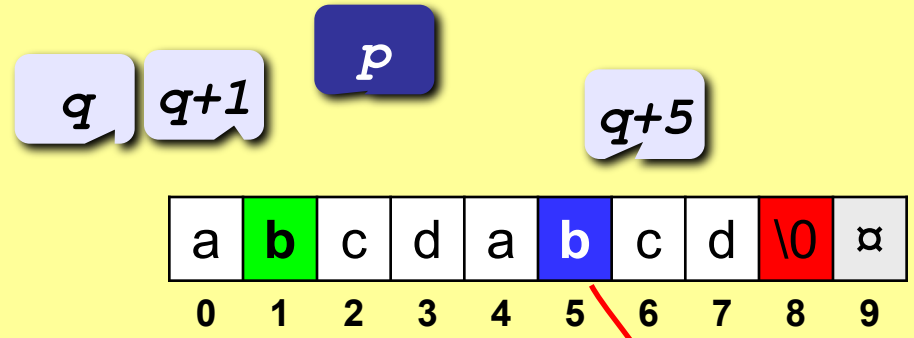
Указатели и символьные строки

```
char str[10] = "0123456";
char *p;                    // указатель на символ
p = str;                    // или & str[0]
*p = 'A';                   // "A12345"
p ++;                       // перейти к str[1]
*p = 'B';                   // "AB2345"
p ++;                       // перейти к str[2]
strcpy ( p, "CD" );         // "ABCD"
strcat ( p, "qqq" );        // "ABCDqqq"
puts ( p );
```

Поиск символа

strchr: найти первый заданный символ с начала строки

```
char q[10] = "abcdabcd";
char *p;
int nomer;
p = strchr(q, 'b');
if ( p == NULL )
  printf ( "Не нашли..." );
else {
  nomer = p - q;
  printf ( "Номер символа %d", nomer );
  }
```



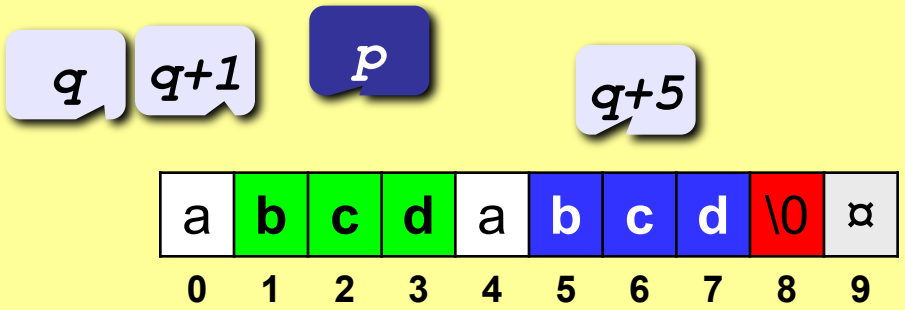
reverse

strrchr: найти последний заданный символ в строке

Поиск подстроки

strstr: найти первую подстроку с начала строки

```
char q[10] = "abcdabcd";
char *p;
int nomer;
p = strstr(q, "bcd");
if ( p == NULL )
  printf ( "Не нашли..." );
else {
  nomer = p - q;
  printf ( "Номер первого символа %d", nomer );
  }
```



Пример решения задачи

Задача: ввести предложение и определить, сколько раз в нем встречается имя «Вася».

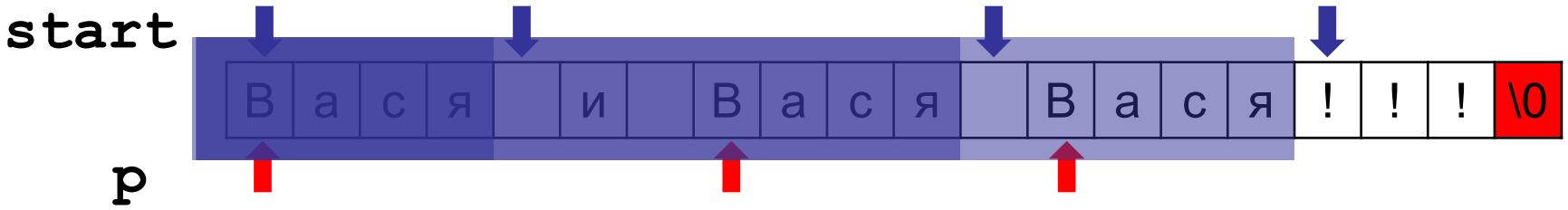
Проблема: функция ***strstr*** ищет только с начала строки.

Алгоритм:

1. Записать адрес начала строки в указатель **start**.
2. Искать подстроку «Вася», начиная с адреса **start**.

```
p = strstr( start, "Вася");
```

3. Если не нашли, выход из цикла.
4. Увеличить счетчик найденных слов.
5. Переставить **start** на адрес после найденного слова.
6. Перейти к шагу 2.



Программа

```
main()
{
  char q[80], *start, *p;
  int count = 0;
  puts ( "Введите предложение" );
  gets ( q );
  start = q; // ищем с начала строки
  while ( 1 ) {
    p = strstr ( start, "Вася" );
    if ( p == NULL ) break;
    count ++;
    start = p + 4; // отсюда ищем следующее слово
    }
  printf ("Имя 'Вася' встречается %d раз", count);
}
```

начало поиска

адрес найденного слова

Задания

«4»: Ввести предложение и заменить все имена «Вася» на «Юра».

Пример:

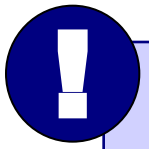
```
Введите предложение:
Вася, Вася, Вася и Вася!!!
Результат:
Юра, Юра, Юра и Юра!!!
```

«5»: Ввести предложение и заменить все имена «Юра» на «Вася».

Пример:

```
Введите предложение:
Юра, Юра, Юра и Юра!!!
Результат:
Вася, Вася, Вася и Вася!!!
```

Строки в процедурах и функциях



- строки передаются в функции и процедуры так же, как и массивы;
- функции и процедуры могут изменять строки – параметры.

Задача: составить процедуру, которая переставляет символы строки в обратном порядке.

Алгоритм:

- определить длину строки **len;**
- все символы первой половины переставить с соответствующими символами второй половины:

s[i] ⟷ s[len-1-i]

```
c = s[i];
s[i] = s[len-i-1];
s[len-1-i] = c;
```

Программа

```
void Reverse ( char s[] )
{
  int len = strlen(s);
  char c;
  for ( i = 0; i < len/2; i ++ ) {
    c = s[i];
    s[i] = s[len-i-1];
    s[len-1-i] = c;
    }
}
main()
{
  char s[] = "1234567890";
  Reverse ( s );
  puts ( s );
  Reverse ( s + 5 );
  puts ( s );
}
```

длину строки определяем на месте

Как сделать инверсию **любой** части строки?

```
0987654321
```

```
0987612345
```

Задания

«4»: Разработать процедуру, которая переставляет пары соседних символов.

Пример:

```
Введите предложение:
Вася пошел гулять!
Результат:
аВясп шолег лутя!ь
```

«5»: Разработать процедуру, которая удаляет все лишние пробелы (в начале предложения и сдвоенные пробелы).

Пример:

```
Введите предложение:
    Вася     пошел     гулять!
Результат:
Вася пошел гулять!
```

Символьные строки в функциях

Задача: составить функцию, которая находит количество цифр в строке.

```
int NumDigits ( char s[] )
{
  int i, count = 0;
  for ( i = 0; i < strlen(s); i ++ )
    if( strchr ( "0123456789", s[i] ) )
      count ++;
  return count;
}
```

```
if ( strchr ( "0123456789", s[i] ) != NULL )
```

или

```
if ( '0' <= s[i] && s[i] <= '9' )
```

Символьные строки в функциях

Основная программа

```
int NumDigits ( char s[] )
{
...
}
main()
{
  char s[80];
  int n;
  printf ( "Введите строку\n" );
  gets ( s );
  n = NumDigits ( s );
  printf ( "Нашли %d цифр.", s );
}
```

Задания

«4»: Разработать функцию, которая определяет, верно ли, что слово – палиндром.

Пример:

```
Введите слово:   Введите слово:
казак    кунак
Результат: Результат:
Это палиндром.   Не палиндром.
```

«5»: Разработать функцию, которая определяет, верно ли, что *предложение* (с пробелами) – палиндром.

Пример:

```
Введите предложение:
а роза упала на лапу азора
Результат:
Это палиндром.
```

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 9. Рекурсивный перебор

Рекурсивный перебор

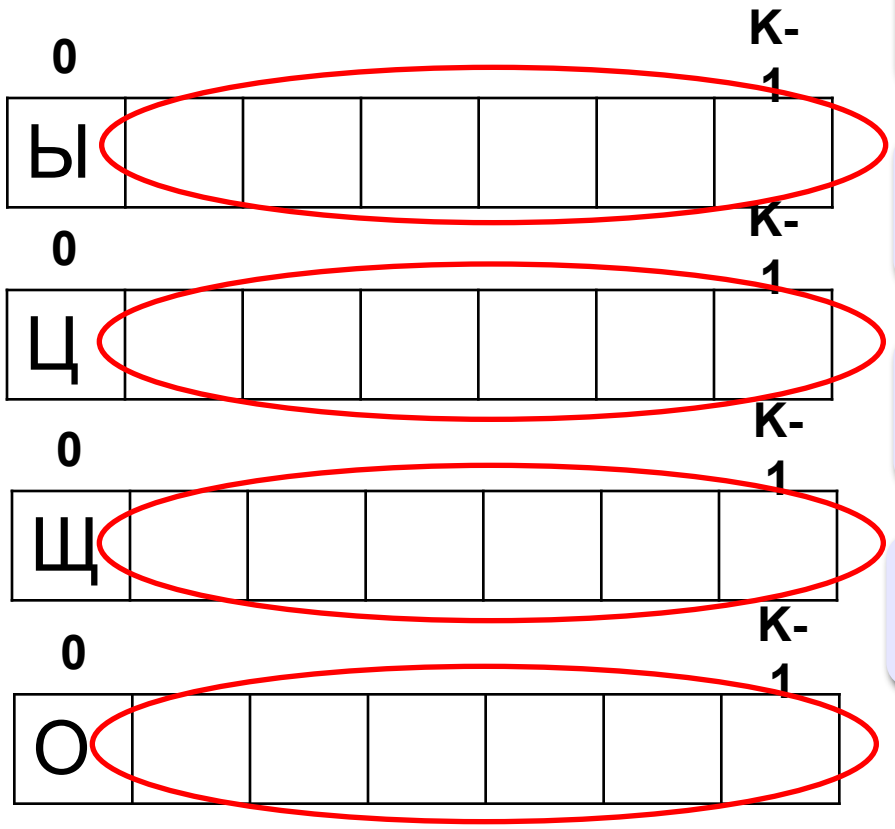
Задача: Алфавит языка племени «тумба-юмба» состоит из букв **Ы**, **Ц**, **Щ** и **О**. Вывести на экран все слова из **K** букв, которые можно составить в этом языке, и подсчитать их количество. Число **K** вводится с клавиатуры.

Количество вариантов:

$$N = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot \boxtimes \cdot 4 = 4^K$$

Рекурсивный перебор

Рекурсия: Решения задачи для слов из **K** букв сводится к 4-м задачам для слов из **K-1** букв.



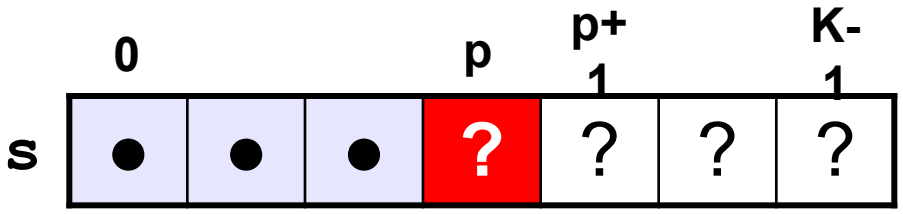
перебрать все варианты

перебрать все варианты

перебрать все варианты

перебрать все варианты

Процедура



Глобальные переменные:

```
char s[80];
int count, K;
```

```
void Rec( int p )
{
  if ( p >= K ) {
    puts ( s );
    count ++;
    return;
    }
  s[p] = 'Ы'; Rec ( p + 1 );
  s[p] = 'Ц'; Rec ( p + 1 );
  s[p] = 'Щ'; Rec ( p + 1 );
  s[p] = 'О'; Rec ( p + 1 );
}
```

p символов уже на своих местах

окончание рекурсии

рекурсивные вызовы

А если букв много?

Процедура

```
void Rec ( int p )
{
  const char letters[] = 'ЫЩЩО';
  int i;
  if ( p >= K ) {
    puts ( s );
    count ++;
    return;
    }
  for ( i = 0; i < strlen(letters); i ++) {
      s[p] = letters[i];
      Rec ( p + 1 );
      }
}
```

все буквы

локальная переменная

цикл по всем буквам

Программа

```
char s[80];
int K, count;

void Rec ( int p )
{
...
}

main()
{
  printf ( "Введите длину слов:\n" );
  scanf ( "%d", &K );
  Rec ( 0 );
  printf ( "Всего %d слов.", count );
}
```

глобальные переменные (обнуляются)

процедура

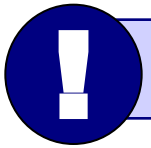
1. Как определяется конец строки?
2. Как обойтись без глобальных переменных?

Задания

Алфавит языка племени "тумба-юмба" состоит из букв **Ы**, **Ц**, **Щ** и **О**. Число **К** вводится с клавиатуры.

«4»: Вывести на экран все слова из **К** букв, в которых буква **Ы** встречается более 1 раза, и подсчитать их количество.

«5»: Вывести на экран все слова из **К** букв, в которых есть одинаковые буквы, стоящие рядом (например, **ЫЩЩО**), и подсчитать их количество.



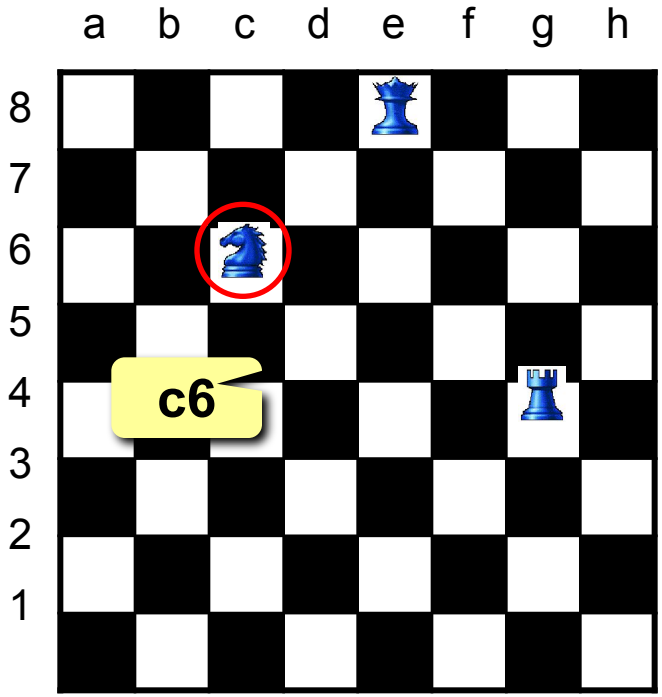
Без глобальных переменных!

Программирование на языке Си
Часть II

Тема 10. Матрицы

Матрицы

Задача: запомнить положение фигур на шахматной доске.



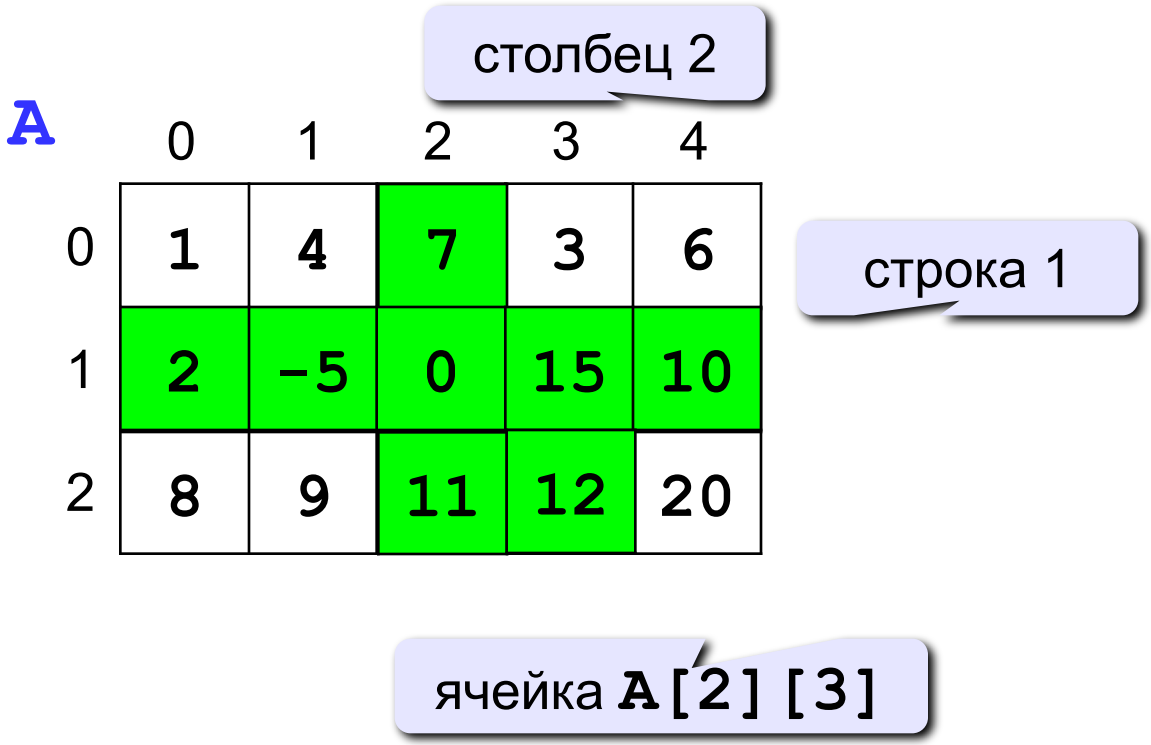
	0	1	2	3	4	5	6	7
7	0	0	0	0	**2**	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	**3**	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	**4**	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

A[5][2]

Матрицы

Матрица – это прямоугольная таблица однотипных элементов.

Матрица – это массив, в котором каждый элемент имеет два индекса (номер строки и номер столбца).



Матрицы

Объявление:

```
const int N = 3, M = 4;
int A[N][M];
float a[2][2] = {{3.2, 4.3}, {1.1, 2.2}};
char sym[2][2] = { 'a', 'b', 'c', 'd' };
```

Ввод с клавиатуры:

```
for ( j = 0; j < M; j ++ )
  for ( i = 0; i < N; i ++ ) {
    printf ( "A[%d][%d]=", i, j);
    scanf ( "%d", &A[i][j] );
    }
```

Если переставить циклы?

i j

A[0][0]= 2
A[1][0]= 5
A[2][0]= 1
A[0][1]= 4
A[1][1]= 4
...
A[2][3]= 4

Матрицы

Заполнение случайными числами

```
for ( i = 0; i < N; i ++ )
  for ( j = 0; j < M; j ++ )
    A[i][j] = random(25) - 10;
```

цикл по строкам

цикл по столбцам

...интервал?

Вывод на экран

```
for ( i = 0; i < N; i ++ ) {
  for ( j = 0; j < M; j ++ )
    printf("%5d", A[i][j]);
  printf("\n");
  }
```

вывод строки

в той же строке

```
   12   25    1   13
  156    1   12  447
    1  456  222   23
```

перейти на новую строку

Если переставить циклы?

Обработка всех элементов матрицы

Задача: заполнить матрицу из 3 строк и 4 столбцов случайными числами и вывести ее на экран. Найти сумму элементов матрицы.

```
main()
{
  const int N=3, M=4;
  int A[N][M], i, j, S=0;
  ... // заполнение матрицы и вывод на экран
  for(i=0; i<N; i++)
    for(j=0; j<M; j++)
      S+=A[i][j];
  printf("Сумма элементов матрицы S=%d", S);
}
```

Задания

Заполнить матрицу из 8 строк и 5 столбцов случайными числами в интервале [-10,10] и вывести ее на экран.

«4»: Найти минимальный и максимальный элементы в матрице их номера. Формат вывода:

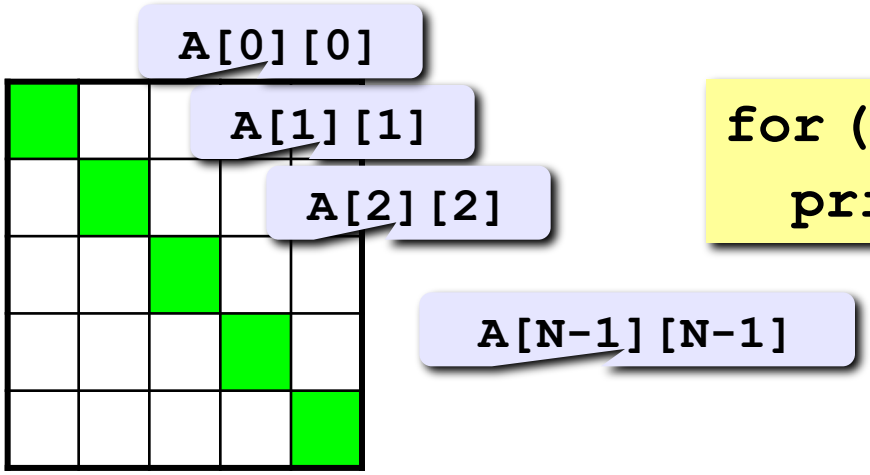
```
Минимальный элемент  A[3][4]=-6
Максимальный элемент A[2][2]=10
```

«5»: Вывести на экран строку, сумма элементов которой максимальна. Формат вывода:

```
Строка 2:  3  5  8  9  8
```

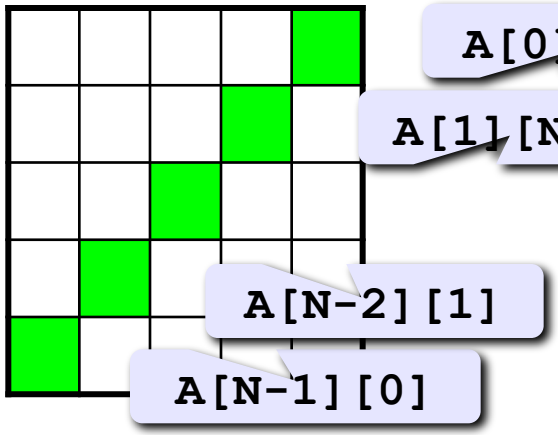
Операции с матрицами

Задача 1. Вывести на экран главную диагональ квадратной матрицы из N строк и N столбцов.




```
for ( i = 0; i < N; i ++ )
  printf ( "%5d", A[i][i] );
```

Задача 2. Вывести на экран вторую диагональ.

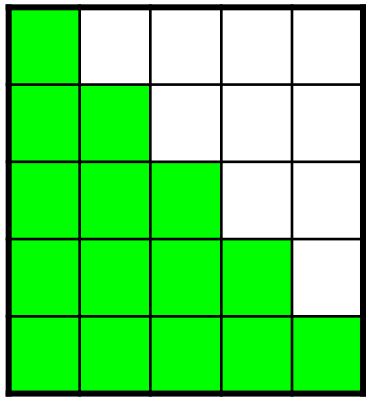


сумма номеров строки и столбца N-1

```
for ( i = 0; i < N; i ++)
  printf ( "%5d", A[i][ N-1-i ]);
```

Операции с матрицами

Задача 3. Найти сумму элементов, стоящих на главной диагонали и ниже ее.



Одиночный цикл или вложенный?

строка 0: `A[0][0]`

строка 1: `A[1][0]+A[1][1]`

`...`

строка i: `A[i][0]+A[i][2]+...+A[i][i]`

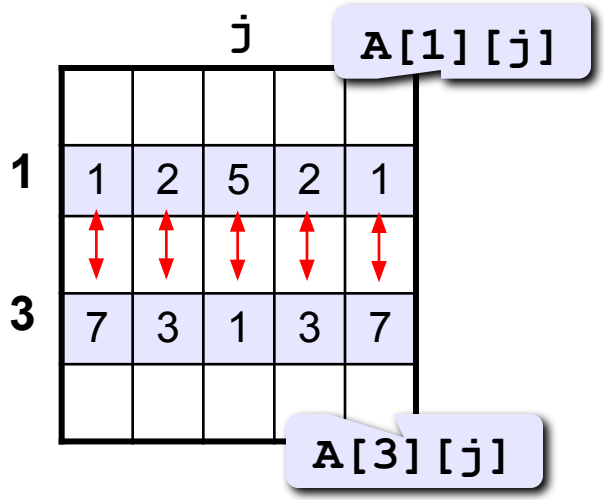
цикл по всем строкам

```
S = 0;
for ( i = 0; i < N; i ++ )
  for ( j = 0; j <= i; j ++
  )
    S += A[i][j];
```

складываем нужные элементы строки **i**

Операции с матрицами

Задача 4. Перестановка строк или столбцов. В матрице из N строк и M столбцов переставить 1-ую и 3-ю строки.




```
for ( j = 0; j <= M; j ++ ) {
  c = A[1][j];
  A[1][j] = A[3][j];
  A[3][j] = c;
  }
```

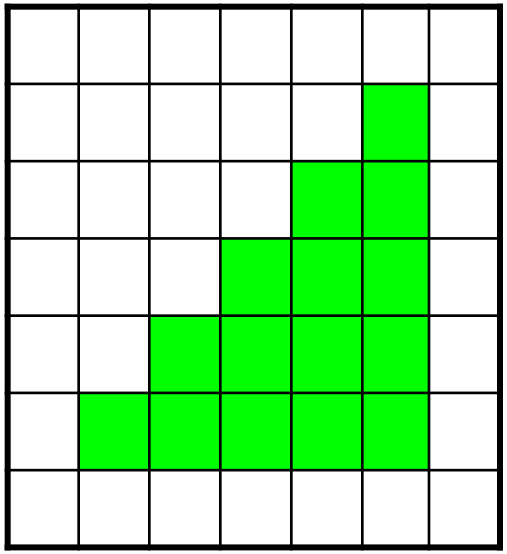
Задача 5. К третьему столбцу добавить шестой.

```
for ( i = 0; i < N; i ++ )
  A[i][3] += A[i][6];
```

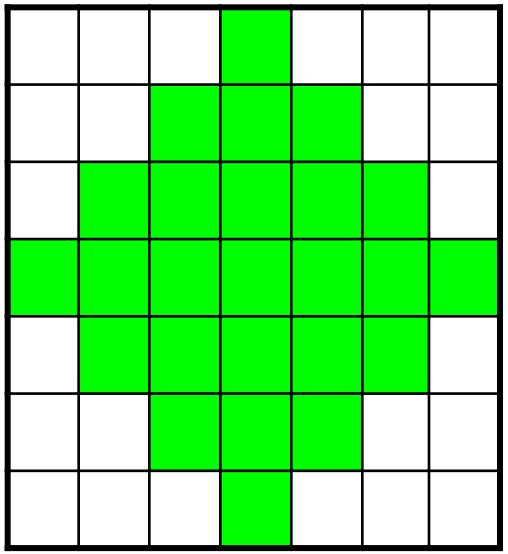
Задания

Заполнить матрицу из 7 строк и 7 столбцов случайными числами в интервале [-10,10] и вывести ее на экран. Обнулить элементы, отмеченные зеленым фоном, и вывести полученную матрицу на экран.

«4»:



«5»:

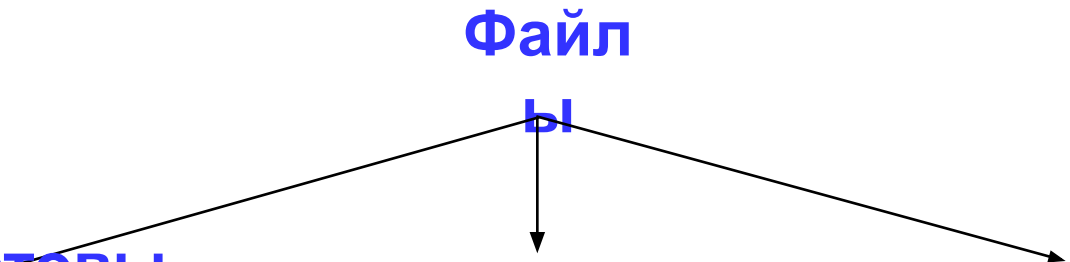


Программирование на языке Си
Часть II

Тема 11. Файлы

Файлы

Файл – это область на диске, имеющая имя.



Текстовые

только текст без оформления, не содержат управляющих символов (с кодами < 32), кроме перевода строки

ACSII (1 байт на символ)

UNICODE (2 байта на символ)

`*.txt, *.log,`
`*.htm, *.html`

Двоичные

могут содержать любые символы кодовой таблицы

`*.doc, *.exe,`
`*.bmp, *.jpg,`
`*.wav, *.mp3,`
`*.avi, *.mpg`

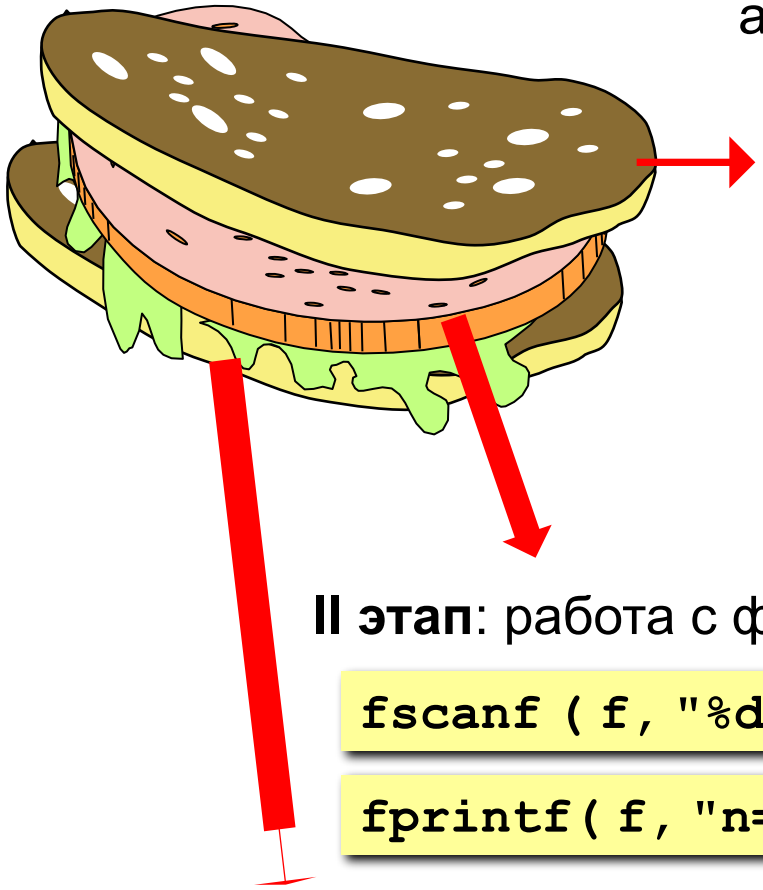
Папки (каталоги)

Принцип сэндвича

Переменная типа «указатель на файл»:

```
FILE *f;
```

I этап. открыть файл (
активным, приготовить к работе)



для чтения ("r", англ. *read*)

```
f = fopen("qq.dat", "r");
```

для записи ("w", англ. *write*)

```
f = fopen("qq.dat", "w");
```

для добавления ("a", англ. *append*)

```
f = fopen("qq.dat", "a");
```

II этап: работа с файлом

```
fscanf ( f, "%d", &n );   // ввести значение n
```

```
fprintf( f, "n=%d", n ); // записать значение n
```

III этап: закрыть (освободить) файл

```
fclose ( f );
```

Работа с файлами

Особенности:

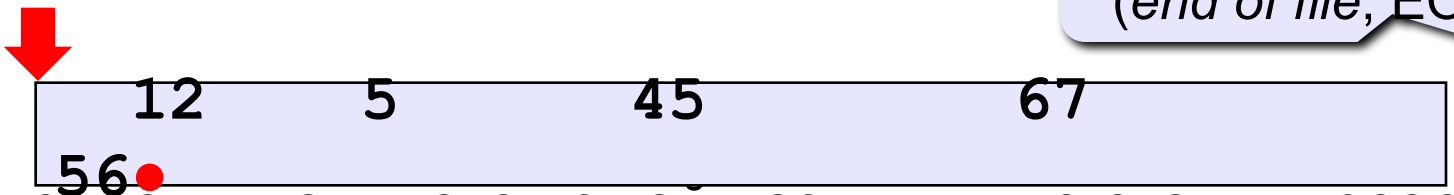
- имя файла упоминается только в команде **`fopen`**, обращение к файлу идет через указатель **`f`**;
- файл, который открывается на чтение, должен **существовать**
- если файл, который открывается на запись, существует, старое содержимое **уничтожается**
- данные (*этим способом*) записываются в файл в текстовом виде
- когда программа заканчивает работу, все файлы закрываются автоматически
- после закрытия файла переменную **`f`** можно использовать еще раз для работы с другим файлом

Последовательный доступ

- при открытии файла курсор устанавливается в начало

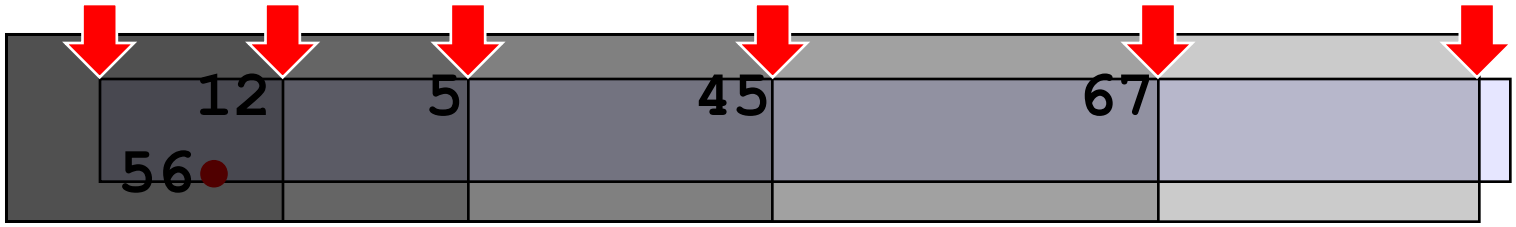
```
f = fopen("qq.dat", "r");
```

конец файла (*end of file*, EOF)



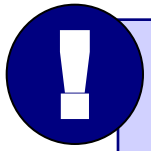
- чтение выполняется с той позиции, где стоит курсор
- после чтения курсор сдвигается на первый непрочитанный символ

```
fscanf ( f, "%d", &x );
```



Как вернуться назад?

Ошибки при открытии файла



Если файл открыть не удалось, функция `fopen` возвращает NULL (нулевое значение)!

```
FILE *f;
f = fopen("qq.dat", "r");
if ( f == NULL ) {
  puts("Файл на найден.");
  return;
  }
```

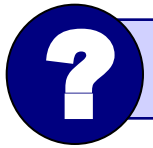
- неверное имя файла
- нет файла
- файл заблокирован другой программой

```
FILE *f;
f = fopen("qq.dat", "w");
if ( f == NULL ) {
  puts("Не удалось открыть файл.");
  return;
  }
```

- неверное имя файла
- файл «только для чтения»
- файл заблокирован другой программой

Пример

Задача: **в файле `input.txt` записаны числа (в столбик), сколько их – неизвестно. Записать в файл `output.txt` их сумму.**



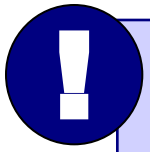
Можно ли обойтись без массива?

Алгоритм:

1. Открыть файл **`input.txt`** для чтения.
2. **`S = 0;`**
3. Прочитать очередное число в переменную **`x`**.
4. Если не удалось, перейти к шагу 7.
5. **`S += x;`**
6. Перейти к шагу 3.
7. Закрыть файл **`input.txt`**.
8. Открыть файл **`output.txt`** для записи.
9. Записать в файл значение **`S`**.
10. Закрыть файл **`output.txt`**.

цикл с условием **«пока есть данные»**

Как определить, что числа кончились?



Функция **fscanf** возвращает
- количество удачно прочитанных чисел;
- **0**, если была ошибка при чтении;
- **–1**, если достигли конца файла.

```
FILE *f;
int n, x;
f = fopen("input.txt", "r");
...
n = fscanf ( f, "%d", &x );
if ( n != 1 )
  puts ( "Не удалось прочитать число" );
```

- дошли до конца файла
- встретили «не число»

Программа

```
main()
{
FILE *f;
int n, x, S = 0;
f = fopen ( "input.txt", "r" );
if ( f == NULL ) {
  printf("Файл не найден.");
  return;
  }
while ( 1 ) {
  n = fscanf ( f, "%d", &x );
  if ( n != 1 ) break;
  S += x;
  }
fclose ( f );
f = fopen ( "output.txt", "w" );
fprintf ( f, "S = %d", S );
fclose ( f );
}
```

ошибка при открытии файла

цикл чтения данных: выход при **n ≠ 1**.

запись результата

Задания

В файле `input.txt` записаны числа, сколько их – неизвестно.

«4»: Найти среднее арифметическое всех чисел и записать его в файл **`output.txt`**.

«5»: Найти минимальное и максимальное числа и записать их в файл **`output.txt`**.

Обработка массивов

Задача: **в файле `input.txt` записаны числа (в столбик), сколько их – неизвестно, но не более 100. Переставить их в порядке возрастания и записать в файл `output.txt`.**

Можно ли обойтись без массива?

Проблемы:

- для сортировки надо удерживать в памяти все числа сразу (массив);
- сколько чисел – неизвестно.

Решение:

1) выделяем в памяти массив из 100 элементов;
2) записываем прочитанные числа в массив и считаем их в переменной **`N`**;
3) сортируем первые **`N`** элементов массива;
4) записываем их в файл.

Чтение данных в массив

Функция, которая читает массив из файла, возвращает число прочитанных элементов (не более MAX):

```
int ReadArray ( int A[], char fName[], int MAX )
{
  int N = 0, k;
  FILE *f;
  f = fopen ( fName, "r" );
  while ( 1 ) {
    k = fscanf ( f, "%d", &A[N]);
    if ( k != 1 ) break;
    N ++;
    if ( N >= MAX ) break;
    }
  fclose(f);
  return N;
}
```

массив

имя файла

предел

заканчиваем цикл если не удалось прочитать …

… или заполнили весь массив

Программа

```
int ReadArray(int A[], char fName[], int MAX)
{
...
}
main()
{
 int A[100], N, i;
 FILE *f;
 N=ReadArray(A, "input.txt", 100);
 ... // сортировка первых N элементов
 f=fopen("output.txt", "w");
 for(i=0;i<N;i++)
   fprintf(f,"%d\n",A[i]);
 fclose(f);
}
```

вывод отсортированного массива в файл

Задания

В файле `input.txt` записаны числа (в столбик), известно, что их не более 100.

«4»: Отсортировать массив по убыванию последней цифры и записать его в файл **`output.txt`**.

«5»: Отсортировать массив по возрастанию суммы цифр и записать его в файл **`output.txt`**.

Обработка текстовых данных

Задача: в файле `input.txt` записаны строки, в которых есть слово-паразит "*короче*". Очистить текст от мусора и записать в файл `output.txt`.

Файл `input.txt` :

```
Мама, короче, мыла, короче, раму.
Декан, короче, пропил, короче, бутан.
А роза, короче, упала на лапу, короче, Азора.
Каждый, короче, охотник желает, короче, знать, где ...
```

Результат – файл `output.txt` :

```
Мама мыла раму.
Декан пропил бутан.
А роза упала на лапу Азора.
Каждый охотник желает знать, где сидит фазан.
```

Обработка текстовых данных

Особенность:

надо одновременно держать открытыми два файла (один в режиме чтения, второй – в режиме записи).

Алгоритм:

1. **Открыть оба файла.**
2. **Прочитать строку.**
3. **Удалить все сочетания ", *короче,".***
4. **Записать строку во второй файл.**
5. **Перейти к шагу 2.**
6. **Закрыть оба файла.**

пока не кончились данные

Работа с файлами

```
main()
{
 char s[80], *p;
 int i;
 FILE *fIn, *fOut;
 fIn = fopen("input.txt", "r");
 fOut = fopen("output.txt", "w");
 ... // обработать файл
 fclose(fIn);
 fclose(fOut);
}
```

указатель для поиска

файловые указатели

открыть файл для чтения

открыть файл для записи

закрыть файлы

Обработка текстовых данных

Чтение строки s:

```
char s[80], *p;
FILE *fIn;
... // здесь надо открыть файл
p = fgets ( s, 80, fIn );
if ( p == NULL )
     printf("Файл закончился.");
else printf("Прочитана строка:\n%s", s);
```

строка | длина | файл

Обработка строки s:

```
while ( 1 ) {
  p = strstr ( s, ", короче," );
  if ( p == NULL ) break;
  strcpy ( p, p + 9 );
  }
```

искать ", короче,"

выйти из цикла, если не нашли

удалить 9 символов

Полный цикл обработки файла

```
#include <string.h>

while ( 1 ) {
  p = fgets ( s, 80, fIn );
  if ( p == NULL ) break;
  while ( 1 ) {
    p = strstr ( s, ", короче," );
    if ( p == NULL ) break;
    strcpy ( p, p + 9 );
    }
  fputs ( s, fOut );
  }
```

читаем строку

если нет больше строк, выйти из цикла

обработка строки

запись "очищенной" строки

Задания

В файле `input.txt` записаны строки, сколько их – неизвестно.

«4»: Заменить во всем тексте «в общем» на «короче» и записать результат в файл **`output.txt`**.

«5»: Заменить во всем тексте «короче» на «в общем» и записать результат в файл **`output.txt`**.

Двоичные файлы

Особенности:

- данные хранятся во внутреннем **машинном формате** (в текстовом редакторе не прочитать)
- можно читать и записывать любой кусок памяти (просто биты…)
- принцип сэндвича (открыть – работать – закрыть)
- обращение к файлу через указатель

Файловые указатели

```
FILE *fp;
```

Открытие и закрытие двоичных файлов

Открытие файла

```
fp=fopen("input.dat", "rb");
```

"**rb**" = *read binary* (чтение)
"**wb**" = *write binary* (запись)
"**ab**" = *append binary* (добавление)

Ошибки при открытии

```
if (fp == NULL) {
  printf("Файл открыть не удалось.");
  }
```

Закрытие файла

```
fclose(fp);
```

Чтение по блокам

Чтение в начало массива

```
int A[100];
n=fread( A, sizeof(int), 100, fp );
```

размер одного блока

указатель на файл

прочитано фактически

адрес области памяти («куда»): **A ⇔ &A[0]**

размер переменной целого типа

количество блоков

Чтение в середину массива

```
int A[100];
n=fread( A+5, sizeof(int), 2, fp );
```

читается 2 целых числа: **A[5], A[6]**

Запись по блокам

Запись с начала массива

```
int A[100];
n=fwrite( A, sizeof(int), 100, fp );
```

размер одного блока

указатель на файл

записано фактически

адрес области памяти («откуда»): **A ⇔ &A[0]**

размер переменной целого типа

количество блоков

Запись отдельных элементов массива

```
int A[100];
n=fwrite( A+5, sizeof(int), 2, fp );
```

записывается 2 целых числа: **A[5], A[6]**

Работа с матрицами

Хранение в памяти: по строкам (Си, Паскаль)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Запись матрицы

```
int A[3][3];
FILE *fp = fopen("output.dat", "wb");
... // здесь заполняем матрицу
n=fwrite( A, sizeof(int), 9, fp );
```

Пример

Задача: прочитать массив из файла **input.dat**, умножить все элементы на 2 и вывести в файл **output.dat**.

Структура программы:

```
#include <stdio.h>
main()
{
const int N = 10;
int i, A[N], n;
FILE *fp;
    // чтение данных и файла input.dat
for ( i = 0; i < n; i ++ )
   A[i] = A[i] * 2;
    // запись данных в файл output.dat
}
```

прочитано фактически

Работа с файлами

Чтение данных:

```
fp = fopen( "input.dat", "rb" );
if ( fp == NULL ) {
  printf("Файл открыть не удалось.");
  return;
  }
n = fread ( A, sizeof(int), N, fp );
if ( n < N ) printf("Не хватает данных в файле");
fclose ( fp );
```

критическая ошибка

некритическая ошибка

Запись данных:

```
fp = fopen( "output.dat", "wb" );
fwrite ( A, sizeof(int), n, fp );
fclose ( fp );
```

сколько прочитали

Задания

«4»: В **текстовом** файле **`input.txt`** записан массив целых чисел. Отсортировать его и записать в **двоичный** файл **`output.dat`**.

«5»: В **текстовых** файлах **`input1.txt`** и **`input2.txt`** записаны два массива. Объединить их в один массив, отсортировать и записать результат в **двоичный** файл **`output.dat`**.

Конец фильма