Основы программирования (на языке Си)

Тема 10. Массивы

Массивы

Массив – тип данных, состоящий из группы 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 студентов в группе
- квартиры в доме
- школы в городе
- данные о температуре воздуха за год

Массивы

НОМЕР
элемента массива
(**ИНДЕКС**)

A **массив**

0	1	2	3	4
5	10	15	20	25

`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:

тип элементов

имя

размер массива (количество элементов)

```
int A[5];
```

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?

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

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

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

выход за границы массива
(стираются данные в памяти)

дробная часть отбрасывается (ошибки нет)

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

```
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

«А»: 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
```

«В»: 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!

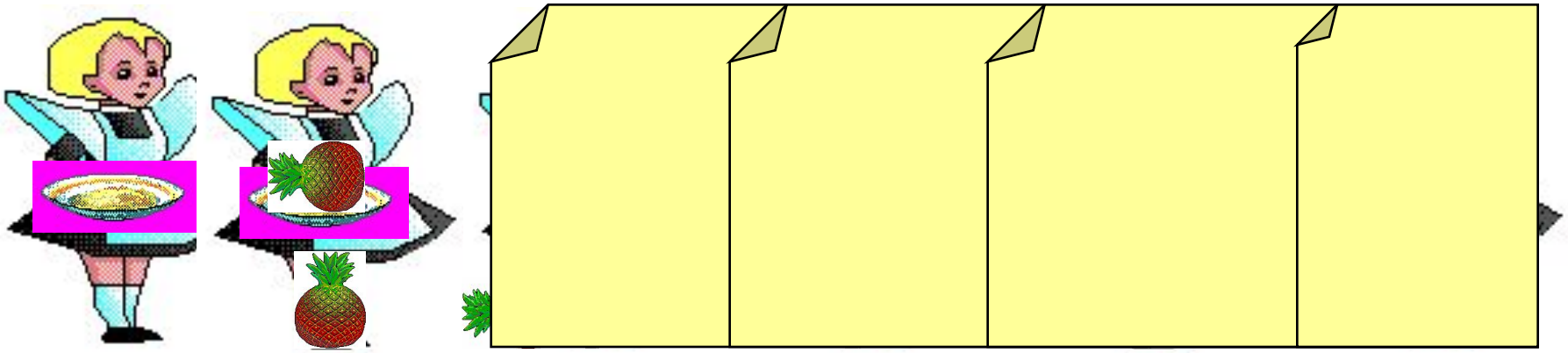
Основы программирования (на языке Си)

Тема 11. Поиск максимального элемента 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 ); // установка зерна генератора
srand ( time (NULL) ); // зерно равно
// количеству секунд, прошедших с 01.01.1970
```

необходимо подключить

```
#include <time.h>
```

Заполнение случайными числами

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
main()
{
const int N = 10;
int A[N], i;
srand ( 100 );
printf("Исходный массив:\n");
for (i=0; i<N; i++) {
  A[i] = rand()%101 - 50;
  printf("%4d", A[i]);
  }
...
}
```

Какой интервал?

Чему равно зерно?

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

«А»: 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
```

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

Пример:

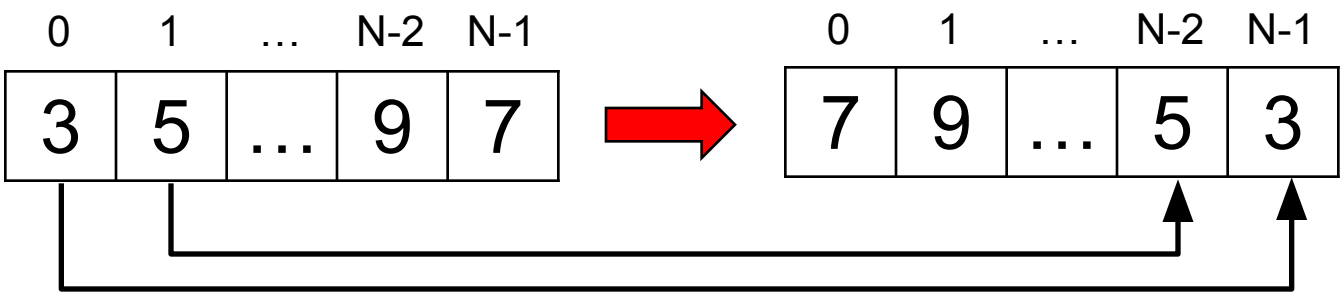
```
Исходный массив:
4   -5   3   10   -4   -6   8   -10   1   0
максимальные a[4]=10, a[7]=8
```

Основы программирования (на языке Си)

Тема 12. 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?

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

«A»: **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
```

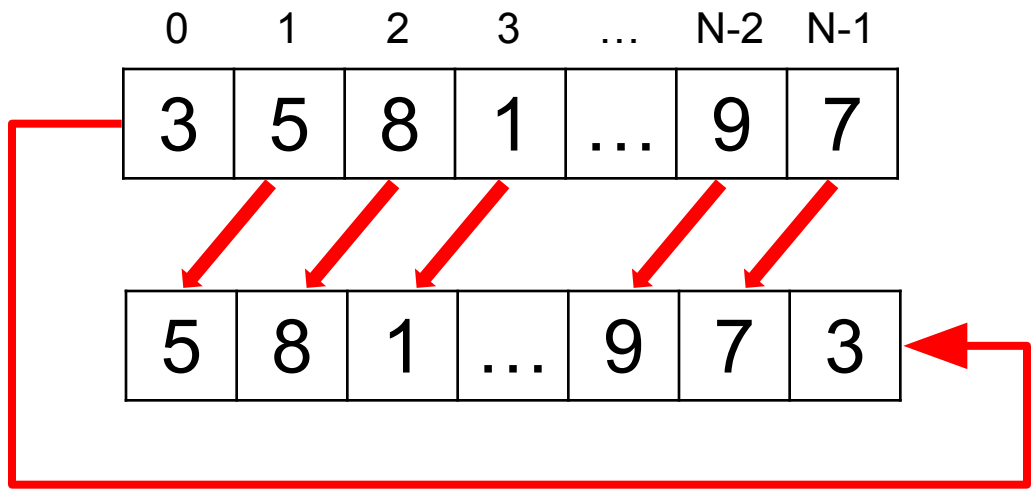
«B»: **Заполнить массив из 12 элементов случайными числами в интервале [-12..12] и выполнить инверсию для каждой трети массива.**

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

Основы программирования (на языке Си)

Тема 13. 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.

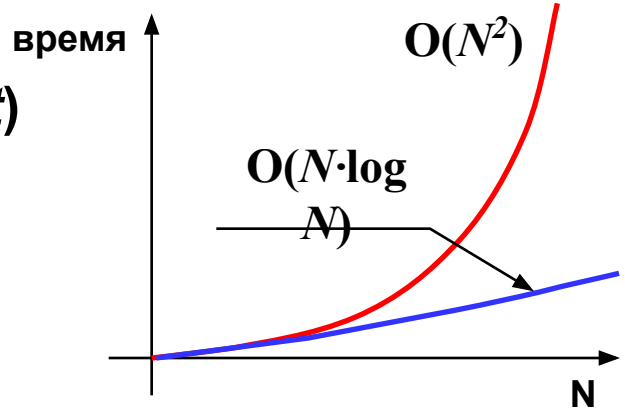
сложность $O(N^2)$

Алгоритмы:

- 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**

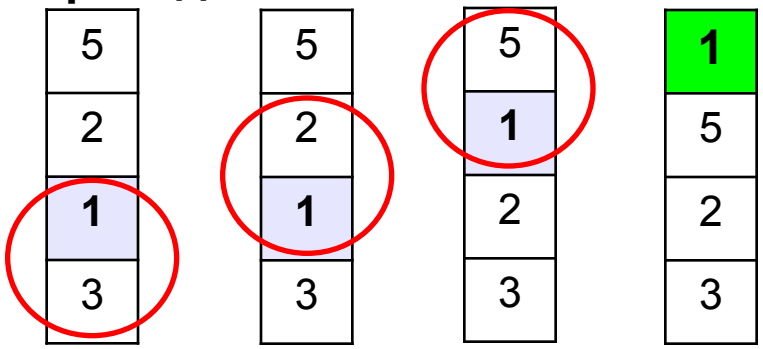


Метод пузырька

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

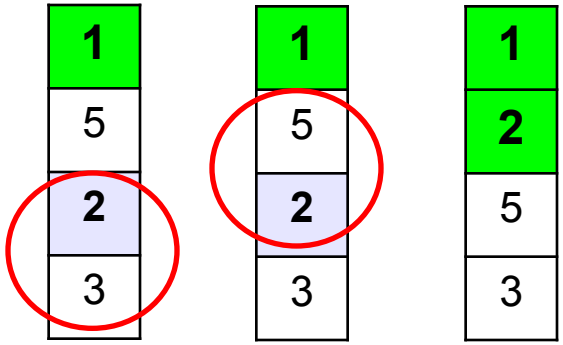
Для массивов – самый маленький («легкий») элемент перемещается вверх («всплывает»).

1-ый проход

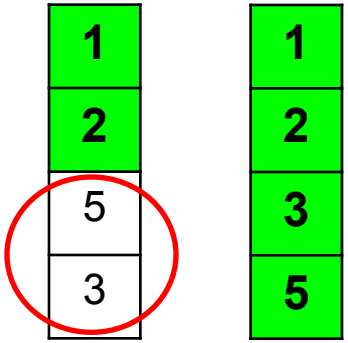


- начиная снизу, сравниваем два соседних элемента; если они стоят «неправильно», меняем их местами
- за 1 проход по массиву **один** элемент (самый маленький) становится на свое место

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)

0	5
1	2
…	…
N-2	6
N-1	3

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)

2-ой проход

0	1
1	5
…	…
N-2	3
N-1	6

(i+1)-ый проход

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`?

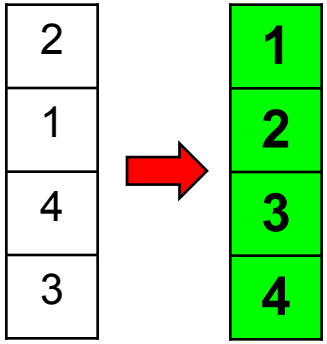
элементы выше `A[i]` уже поставлены

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?

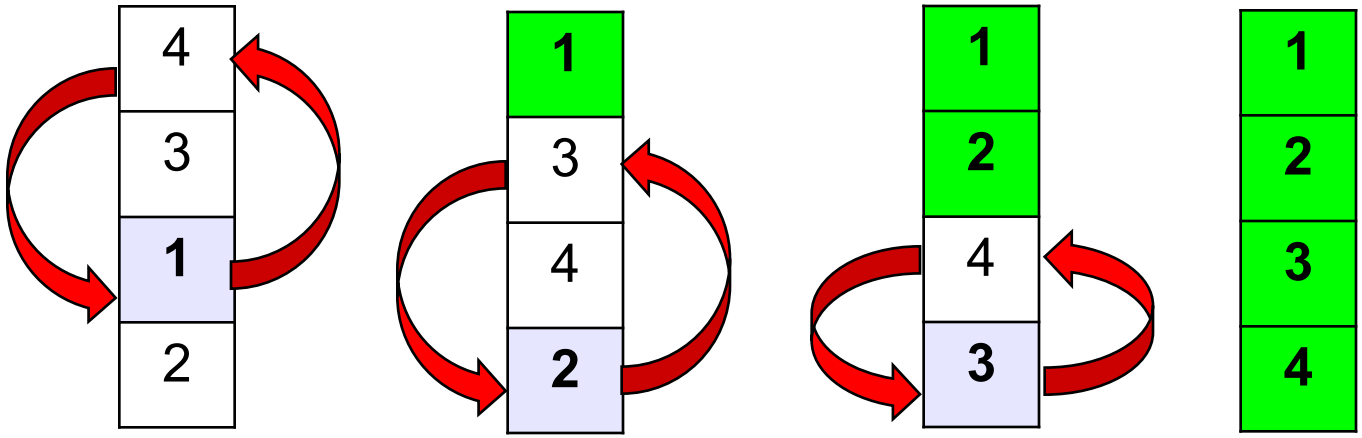
Метод пузырька с флажком

```
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

«A»: **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
```

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

Пример:

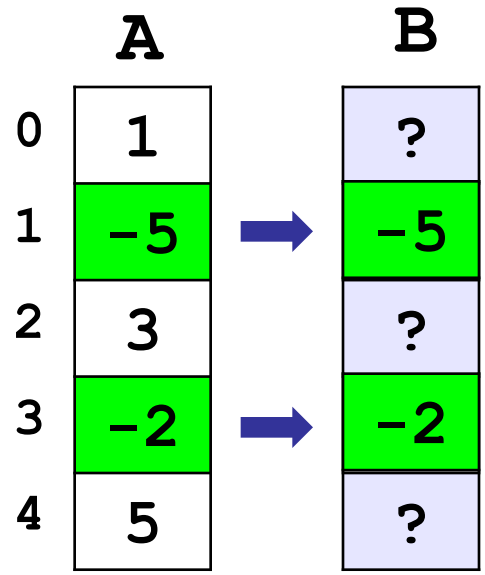
```
Исходный массив:
14  25  13  30  76 | 58  32  11  41  97
Результат:
13  14  25  30  76 | 97  58  41  32  11
```

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];
```

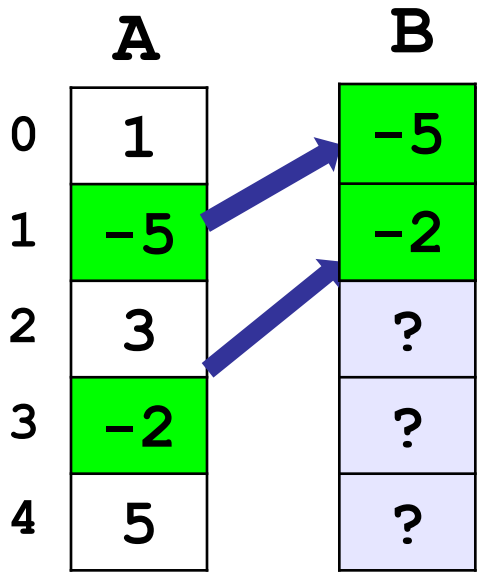


- выбранные элементы не рядом, не в начале массива
- непонятно, как с ними работать

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

«А»: 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
```

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

Пример:

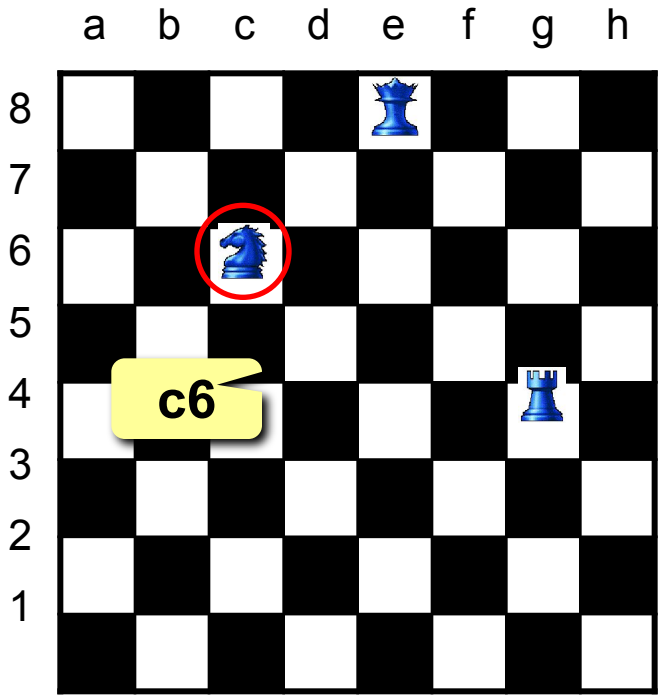
```
Исходный массив:
4  1   2  1  11  2  34
Результат:
1  2
```

Основы программирования (на языке Си)

Тема 14. 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).

столбец 2

A

	0	1	2	3	4
0	1	4	7	3	6
1	2	-5	0	15	10
2	8	9	11	12	20

строка 1

ячейка **A[2][3]**

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] );
    }
```

i j

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

Если переставить циклы?

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

перейти на новую строку

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

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:

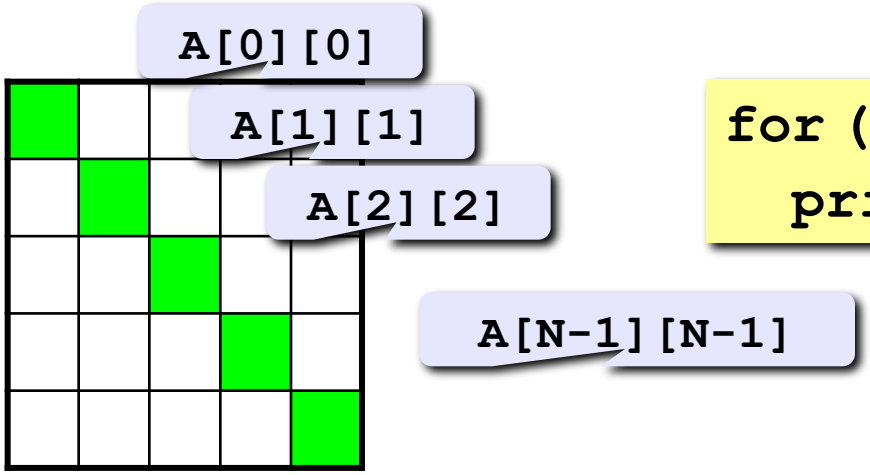
```
Минимальный элемент  A[3][4]=-6
Максимальный элемент A[2][2]=10
```

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

```
Строка 2:  3  5  8  9  8
```

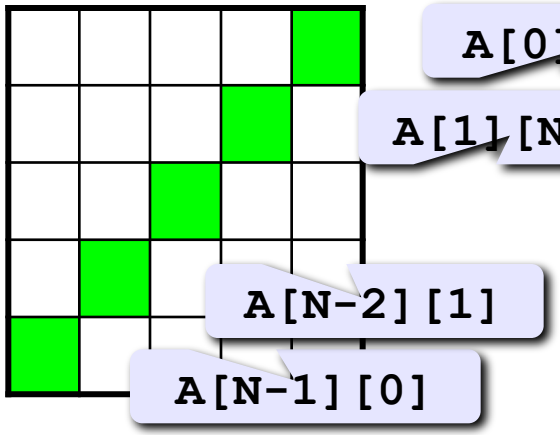
Операции с матрицами

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.

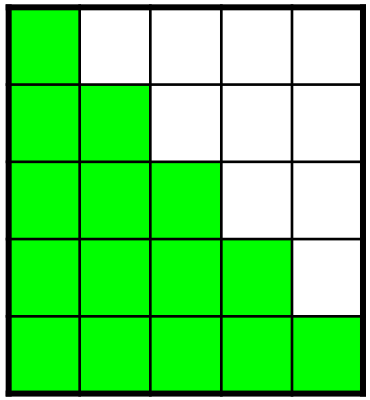


сумма номеров строки и столбца N-1

```
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]`

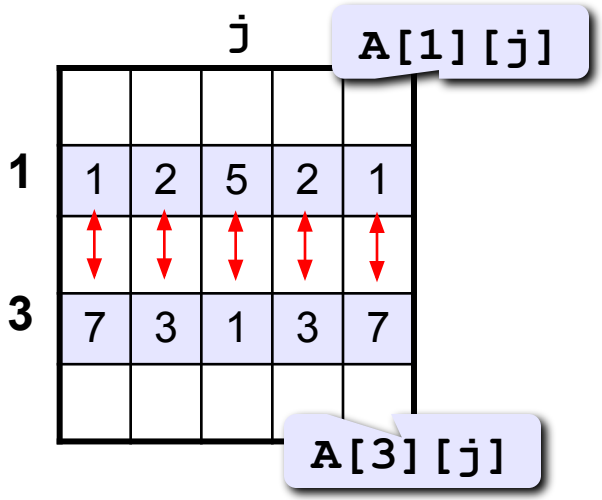
цикл по всем строкам

```
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;
  }
```

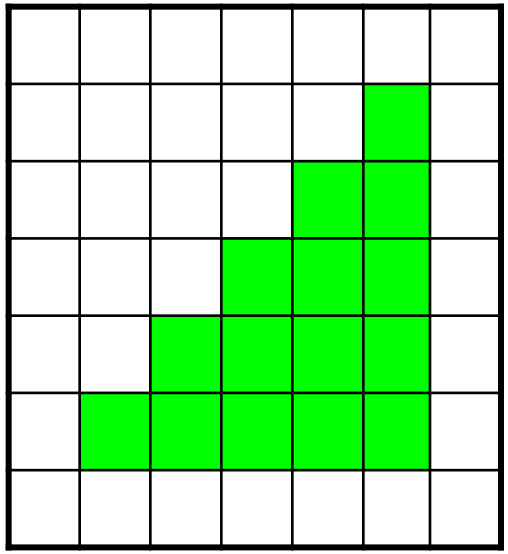
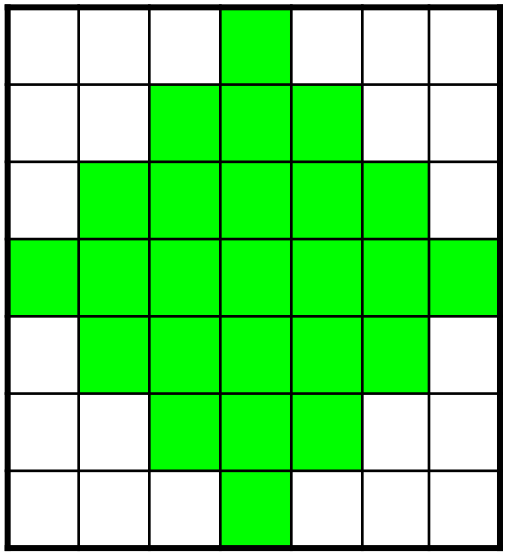
Задача 5. К третьему столбцу добавить шестой.

```
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.

«А»:



«В»: