

Перечисления и массивы

Перечислимый тип данных

- *Перечисление* — отдельный тип-значение, содержащий совокупность именованных констант.
- Пример:

```
enum Color : long
{
    Red,
    Green,
    Blue
}
```

*Базовый класс - **System.Enum**.*

Перечисление может иметь

***модификатор** (*new, public, protected, internal, private*). Он имеет такое же значение, как и при объявлении классов.*

- Каждый элемент перечисления имеет связанное с ним константное значение, тип которого определяется **базовым типом** перечисления.
- Базовые типы: byte, sbyte, short, ushort, int, uint, long и ulong. **По умолчанию – int.**

Значения элементов перечисления

- Значение элемента задается либо явно, либо неявно, а именно:
 - Первый элемент автоматически принимает значение 0.
 - Последующие элементы принимают значение предыдущего + 1.

```
enum Button {Start, Stop, Play, Next, Prev };    // неявно
```

```
enum Color
```

```
{  Red,           // 0  неявно  
   Green = 10,    // 10 явно  
   Blue           // 11 неявно  
}
```

```
enum Nums { two = 2, three, ten = 10, eleven, fifty = ten + 40 };
```

- Несколько элементов перечисления **могут** иметь одно и то же **значение**.
- Элементы одного перечисления **не могут** иметь одинаковые **имена**.

Действия с элементами перечислений

- арифметические операции (+, −, ++, —)
- логические поразрядные операции (^, &, |, ~)
- сравнение с помощью операций отношения (<, <=, >, >=, ==, !=)
- получение размера в байтах (sizeof)
- вывод на консоль

```
enum Menu { Read, Write, Edit, Quit };  
Menu m, n;  
...  
m = Menu.Read; n = m; n++;  
if (n > m ) Console.WriteLine(n);
```

Каждое перечисление определяет отдельный тип; для преобразования между перечислением и целым типом или между двумя перечислениями требуется явное приведение типа.

enum Color**{ Red, Yellow, Green }**

class Test

```
{ static void Main()
{ Color color = Color.Red;    // или Color color = 0;
  ... // изменение color
  switch (color)
  {
    case Color.Red:
      Console.WriteLine("Стойте"); break;
    case Color.Green:
      Console.WriteLine("Идите"); break;
    case Color.Yellow:
      Console.WriteLine("Ждите"); break;
    default:
      Console.WriteLine("Светофор сломан");break;
  }
}
```

Пример 2

```
enum Color
```

```
{ Red = 0x000000FF, Green = 0x0000FF00, Blue = 0x00FF0000 }
```

```
class Test
```

```
{ static void Main()
```

```
{ Console.WriteLine(StringFromColor(Color.Green)); }
```

```
static string StringFromColor(Color c)
```

```
{ switch (c)
```

```
{ case Color.Red:
```

```
    return String.Format("Red = {0:X}", (int)c);
```

```
case Color.Green:
```

```
    return String.Format("Green = {0:X}", (int)c);
```

```
case Color.Blue:
```

```
    return String.Format("Blue = {0:X}", (int)c);
```

```
default:
```

```
    return "Invalid color";
```

```
} } }
```

Базовый класс - System.Enum

```
enum Color { Red, Yellow, Green }  
class Test  
{  
    static void Main()  
    {  
        Color color = 0;  
        string[] names = Enum.GetNames(typeof(Color));  
        foreach (string name in names)  
            Console.WriteLine(name);  
        int[] values = (int[])Enum.GetValues(typeof(Color));  
        foreach (int value in values)  
            Console.WriteLine(value);  
        if (Enum.IsDefined(typeof(Color), "Blue"))  
            Console.WriteLine("Есть такой цвет!");  
        else Console.WriteLine("Нет такого цвета!");  
        int x = (int) Enum.Parse(typeof(Color), "Green");  
        int x = (int) Color.Green;  
        Console.WriteLine(x);  
    }  
}
```


- *Массив* — ограниченная совокупность однотипных величин
- Элементы массива имеют одно и то же имя, а различаются по порядковому номеру (*индексу*)
- **Виды** массивов в C#:
 - одномерные
 - многомерные (например, двумерные, или прямоугольные)
 - массивы массивов (др. термины: невыровненные, ступенчатые).

Создание массива

- **Массив относится к ссылочным типам данных** (располагается в хипе), поэтому *создание массива* начинается с выделения памяти под его элементы.
- *Элементами массива* могут быть величины как значимых, так и ссылочных типов (в том числе массивы), например:

```
int[] w = new int[10];           // массив из 10 целых чисел
string[] z = new string[100];    // массив из 100 строк
Monster [] s = new Monster[5];   // массив из 5 монстров
double[,] t = new double[2, 10]; // прямоугол. массив 2x10
int[,,,] m = new int[2,2,2,2];    // 4-хмерный массив
int[][][] a = new int[2][][]; ... // массив массивов массивов
```

- Массив значимых типов хранит значения, массив ссылочных типов — ссылки на элементы.
- Всем элементам при создании массива присваиваются *значения по умолчанию*: нули для значимых типов и null для ссылочных.

Размещение массивов в памяти

Пять простых переменных (в стеке):

a

b

c

d

e



Массив из пяти элементов значимого типа (в хипе):

a[0]

a[1]

a[2]

a[3]

a[4]

a



Массив из пяти элементов ссылочного типа (в хипе):

a[0]

a[1]

a[2]

a[3]

a[4]

a



Размерность массива

- Количество элементов в массиве (*размерность*) задается при выделении памяти и **не может** быть изменена впоследствии. Она может задаваться выражением:

short n = ...;

string[] z = new string[2*n + 1];

- Размерность не является частью типа массива.
- Элементы массива нумеруются *с нуля*.

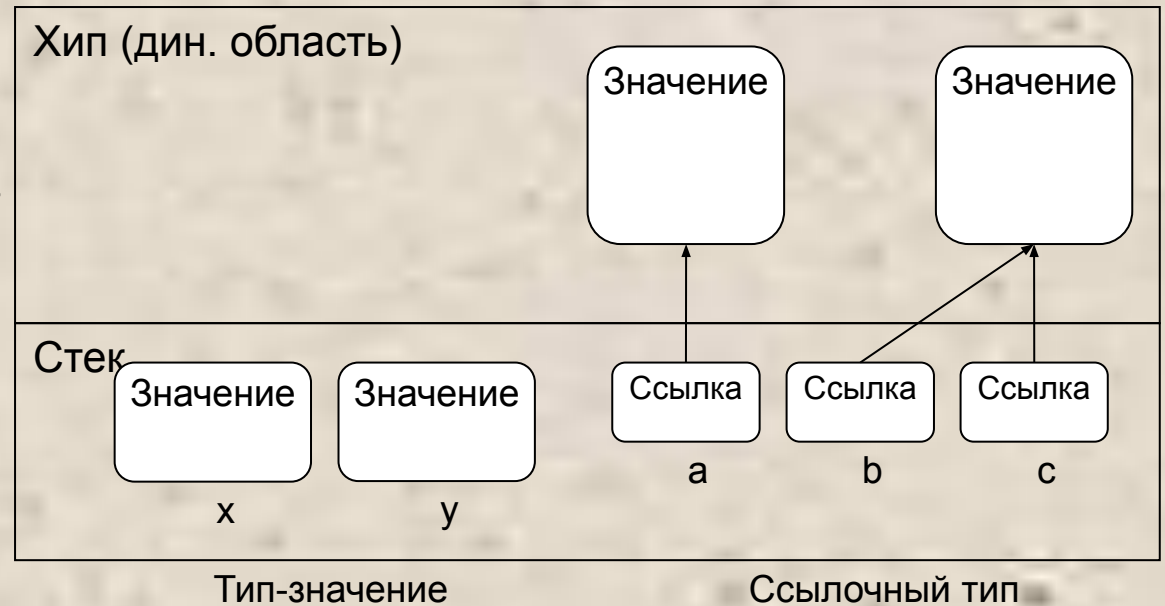
Для обращения к элементу массива после имени массива указывается номер элемента в квадратных скобках, например:

w[4] z[i]

Действия с массивами

- С **элементом массива** можно делать все, что допустимо для переменных того же типа.
- При работе с массивом автоматически выполняется *контроль выхода за его границы*: если значение индекса выходит за границы массива, генерируется исключение `IndexOutOfRangeException`.
- Массивы одного типа можно *присваивать* друг другу. При этом происходит присваивание *ссылок*, а не элементов:

```
int[] c = new int[10];  
int[] b = c;  
// b и c указывают на  
// один и тот же массив
```



Одномерные массивы

- Варианты описания массива:

тип[] имя;

тип[] имя = new тип [размерность];

тип[] имя = { список_инициализаторов };

тип[] имя = new тип [] { список_инициализаторов };

**тип[] имя = new тип [размерность] {
список_инициализаторов };**

- Примеры описаний (один пример на каждый вариант описания, соответственно):

int[] a; // память под элементы не выделена

int[] b = new int[4]; // элементы равны 0

int[] c = { 61, 2, 5, -9 }; // new подразумевается

int[] d = new int[] { 61, 2, 5, -9 }; // размерность вычисляется

int[] e = new int[4] { 61, 2, 5, -9 }; // избыточное описание

Пример

Для массива, состоящего из 6 целочисленных элементов, программа определяет:

- сумму и количество отрицательных элементов;
- максимальный элемент.

Программа (не лучший способ)

```
const int n = 6;
int[] a = new int[n] { 3, 12, 5, -9, 8, -4 };

Console.WriteLine( "Исходный массив:" );
for ( int i = 0; i < n; ++i ) Console.Write( "\\t" + a[i] );
Console.WriteLine();

long sum_otr = 0;           // сумма отрицательных элементов
int num_otr = 0;           // количество отрицательных элементов
for ( int i = 0; i < n; ++i )
    if ( a[i] < 0 ) {
        sum_otr += a[i]; ++num_otr;
    }

Console.WriteLine( "Сумма отрицательных = " + sum_otr );
Console.WriteLine( "Кол-во отрицательных = " + num_otr );

int max = a[0];           // максимальный элемент
for ( int i = 0; i < n; ++i )
    if ( a[i] > max ) max = a[i];
Console.WriteLine( "Максимальный элемент = " + max );
```

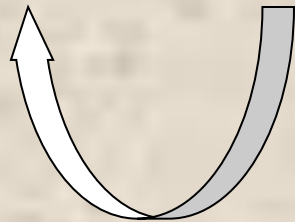

Оператор foreach (упрощенно)

- Применяется для перебора элементов массива.
Синтаксис:

foreach (**тип** *имя* **in** имя_массива) **тело_цикла**

- *имя* задает локальную по отношению к циклу переменную, которая будет по очереди принимать все значения из массива, например:

```
int[] massiv = { 24, 50, 18, 3, 16, -7, 9, -1 };  
foreach ( int x in massiv ) Console.WriteLine( x );
```



Программа с использованием foreach

```
int[] a = { 3, 12, 5, -9, 8, -4 };  
Console.WriteLine( "Исходный массив:" );  
foreach ( int elem in a )  
    Console.Write( "\t" + elem );  
Console.WriteLine();
```

- сумма и количество отрицательных элементов;
- максимальный элемент.

```
long sum_otr = 0;        // сумма отрицательных элементов  
int num_otr = 0;        // количество отрицательных элементов  
foreach ( int elem in a )  
    if ( elem < 0 ) {  
        sum_otr += elem; ++num_otr;  
    }  
Console.WriteLine( "sum = " + sum_otr );  
Console.WriteLine( "num = " + num_otr );
```

```
for ( int i = 0; i < n; ++i )  
    if ( a[i] < 0 ) {  
        sum_otr += a[i]; ++num_otr;  
    }
```

```
int max = a[0];          // максимальный элемент  
foreach ( int elem in a )  
    if ( elem > max ) max = elem;  
Console.WriteLine( "max = " + max );
```

Программа в true style 😊

```
class Mas_1                // класс для работы с 1-мерным массивом
{
    int[] a = { 3, 12, 5, -9, 8, -4 };    // для простоты слайда

    public void PrintMas()                // вывод массива
    { Console.Write("Массив: ");
      foreach (int elem in a) Console.Write(" " + elem);
      Console.WriteLine();
    }

    public long SumOtr()    // сумма отрицательных элементов
    {
        long sum_otr = 0;
        foreach (int elem in a)
            if (elem < 0) sum_otr += elem;
        return sum_otr;
    }
}
```

```
public int NumOtr()                                // кол-во отрицательных элементов
{
    int num_otr = 0;
    foreach (int elem in a)
        if (elem < 0) ++num_otr;
    return num_otr;
}
```

```
public int MaxElem()                               // максимальный элемент
{
    int max = a[0];
    foreach (int elem in a) if (elem > max) max = elem;
    return max;
}
```

```
class Program // класс-клиент
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Mas_1 mas = new Mas_1();
        mas.PrintMas();

        long sum_otr = mas.SumOtr();
        if (sum_otr != 0) Console.WriteLine("Сумма отриц. = " + sum_otr);
        else Console.WriteLine("Отриц-х эл-тов нет");

        int num_otr = mas.NumOtr();
        if (num_otr != 0) Console.WriteLine("Кол-во отриц. = " + num_otr);
        else Console.WriteLine("Отриц-х эл-тов нет");

        Console.WriteLine("Макс. элемент = " + mas.MaxElem());
    }
}
```

Пример анализа задания

Найти среднее арифметическое элементов, расположенных между минимумом и максимумом

■ Варианты результата:

- выводится среднее арифметическое
- выводится сообщение «таких элементов нет» (мин. и макс. рядом или все элементы массива одинаковы)

■ Вопрос: если макс. или мин. эл-тов несколько?

■ Варианты тестовых данных:

- минимум левее максимума
- наоборот
- рядом
- более одного мин/макс
- все элементы массива равны
- все элементы отрицательные

Еще один пример анализа задания

Найти сумму элементов, расположенных между первым и последним элементами, равными нулю

■ Варианты результата:

- выводится сумма
- выводится сообщение «таких элементов нет» (нулевые эл-ты рядом или их меньше двух)

■ Варианты тестовых данных:

- два эл-та, равных нулю, не рядом
- два эл-та, равных нулю, рядом
- один эл-т, равный нулю
- ни одного
- более двух
- ...

Сортировка выбором

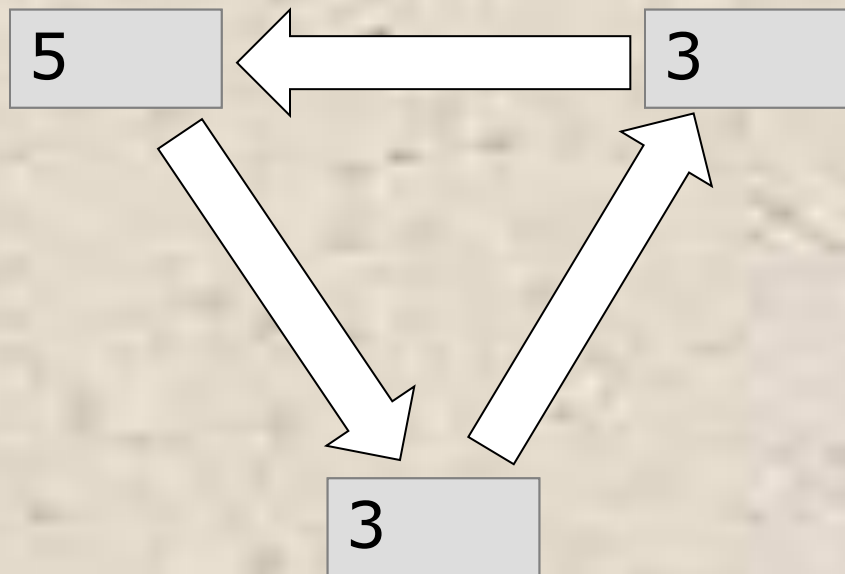


Алгоритм сортировки

Повторить $(n-1)$ раз ($i := 1$ to $n-1$):

- Среди элементов, начиная с i -го, найти, где расположен минимальный элемент массива
- Поменять его местами с i -м элементом. i -й элемент теперь на нужном месте.

Обмен значений двух переменных



Базовый класс Array

Все массивы в C# имеют общий базовый класс Array, определенный в пространстве имен System. Некоторые элементы класса Array:

- **Length** (Свойство) - Количество элементов массива (по всем размерностям)
- **BinarySearch** (Статический метод) - Двоичный поиск в отсортированном массиве
- **IndexOf** – (Статический метод) - Поиск первого вхождения элемента в одномерный массив
- **Sort** (Статический метод) - Упорядочивание элементов одномерного массива

Использование методов класса Array

```
static void Main()
{
    int[] a = { 24, 50, 18, 3, 16, -7, 9, -1 };
    PrintArray( "Исходный массив:", a );
    Console.WriteLine( Array.IndexOf( a, 18 ) );
    Array.Sort(a);    // Array.Sort(a, 1, 5);
    PrintArray( "Упорядоченный массив:", a );
    Console.WriteLine( Array.BinarySearch( a, 18) );
    Array.Reverse(a);    // Array.Reverse(a, 2, 4);
}

public static void PrintArray( string header, int[] a ) {
    Console.WriteLine( header );
    for ( int i = 0; i < a.Length; ++i )
        Console.Write( "\t" + a[i] );
    Console.WriteLine();
}
```

Что вы должны уметь найти в массиве:

- минимум/максимум [по модулю]
- номер минимума/максимума [по модулю]
- номер первого/второго/последнего положительного/отрицательного/нулевого эл-та
- сумма/произведение/количество/сред. арифм-е положительных/отрицательных/нулевых эл-тов
- упорядочить массив НЕ методом пузырька.
- анализировать все возможные варианты расположения исходных данных

Прямоугольные массивы

- *Прямоугольный массив* имеет более одного измерения. Чаще всего в программах используются двумерные массивы. Варианты описания двумерного массива:

тип[,] имя;

тип[,] имя = new тип [разм_1, разм_2];

тип[,] имя = { список_инициализаторов };

тип[,] имя = new тип [,] { список_инициализаторов };

**тип[,] имя = new тип [разм_1, разм_2] {
 список_инициализаторов };**

- Примеры описаний (один пример на каждый вариант описания):

`int[,] a;` `// элементов нет`

`int[,] b = new int[2, 3];` `// элементы равны 0`

`int[,] c = { {1, 2, 3}, {4, 5, 6} };` `// new подразумевается`

`int[,] c = new int[,] { {1, 2, 3}, {4, 5, 6} };` `// разм-сть вычисляется`

`int[,] d = new int[2,3] { {1, 2, 3}, {4, 5, 6} };` `// избыточное описание`

- К элементу двумерного массива обращаются, указывая номера строки и столбца, на пересечении которых он расположен:

a[1, 4] b[i, j] b[j, i]

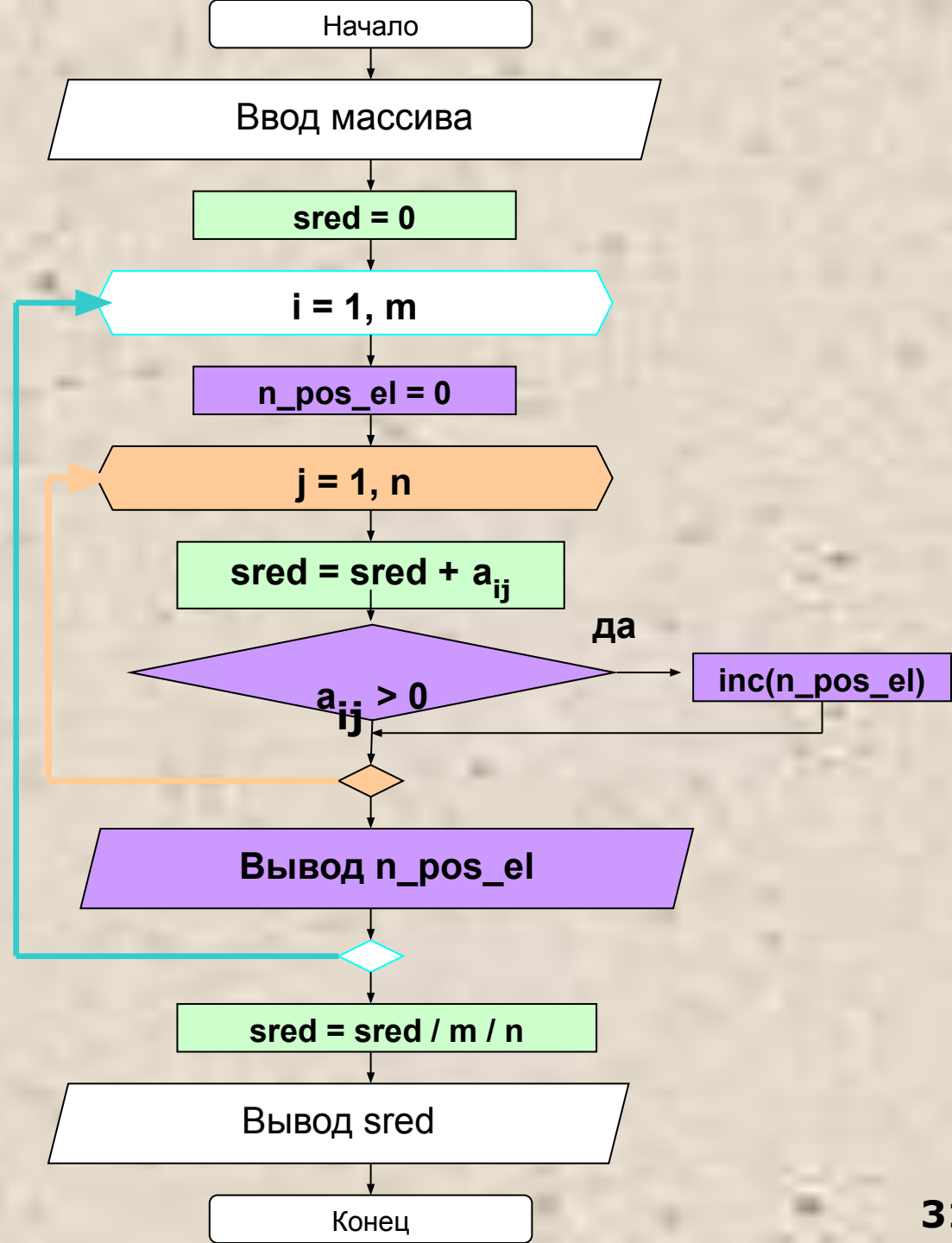
- Компилятор воспринимает как **номер строки первый индекс**, как бы он ни был обозначен в программе.

Пример

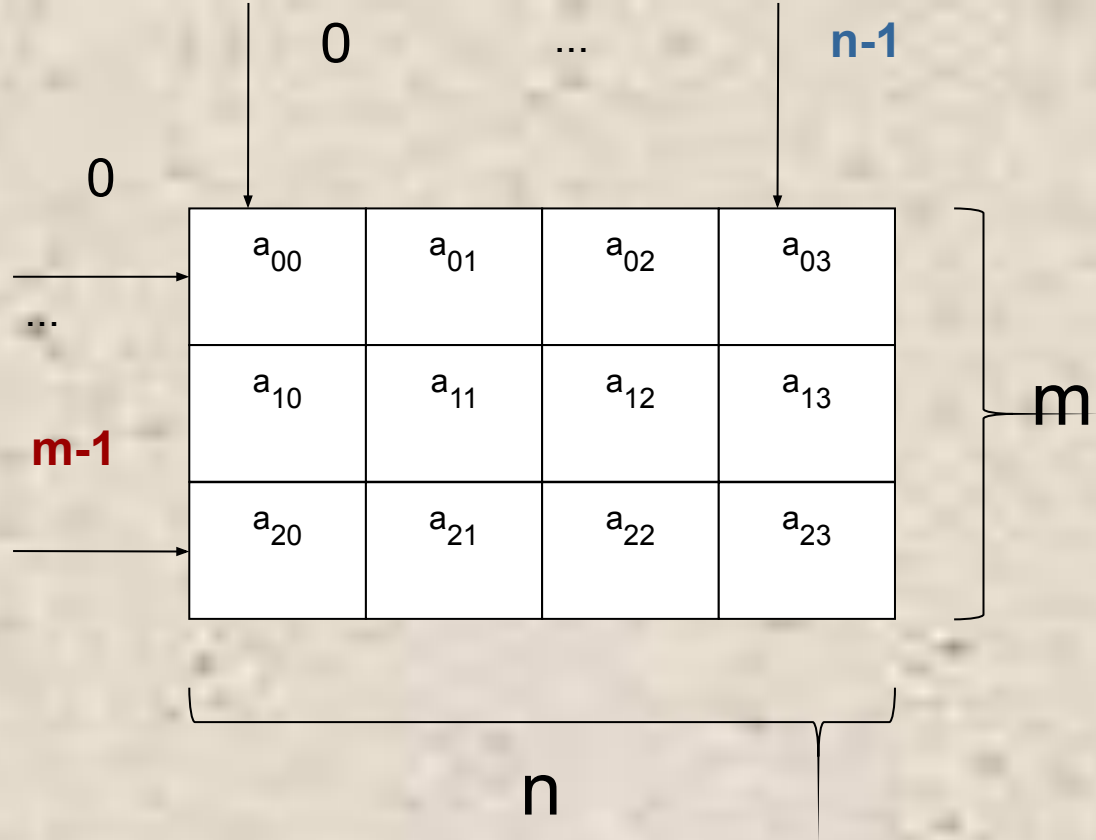
Программа определяет:

- среднее арифметическое всех элементов;
- количество положительных элементов в каждой строке

для целочисленной матрицы размером 3 x 4



```
const int m = 3, n = 4;
int[,] a = new int[m, n] {
    { 2, -2, 8, 9 },
    { -4, -5, 6, -2 },
    { 7, 0, 1, 1 }
};
```



```
Console.WriteLine( "Исходный массив:" );
for ( int i = 0; i < m; ++i )
{
    for ( int j = 0; j < n; ++j )
        Console.Write( "\t" + a[i, j] );
    Console.WriteLine();
}
```

```
int nPosEl;  
for ( int i = 0; i < m; ++i )  
{  
    nPosEl = 0;  
    for ( int j = 0; j < n; ++j )  
        if ( a[i, j] > 0 ) ++nPosEl;  
    Console.WriteLine( "В строке {0} {1} положит-х эл-в",  
                        i, nPosEl);  
}
```

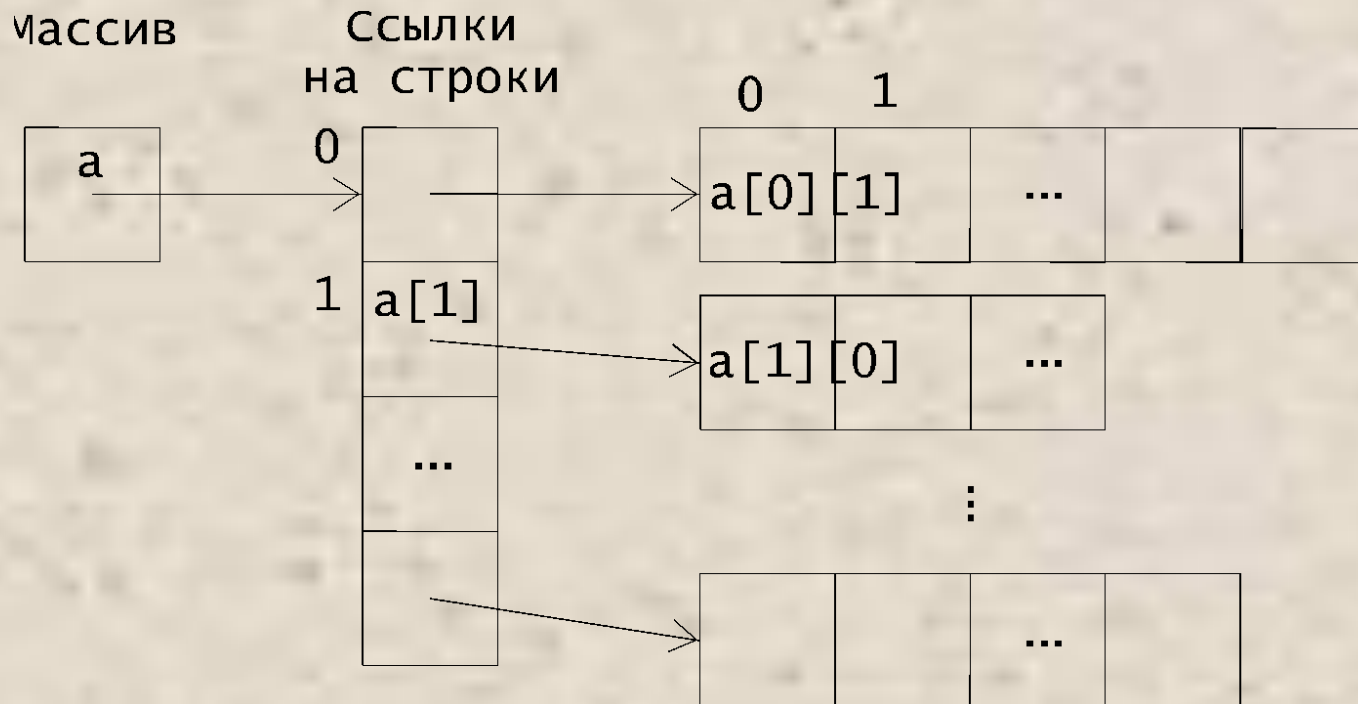
- среднее арифметическое
всех элементов;
- количество положительных
элементов в каждой строке

```
double sum = 0;  
foreach ( int x in a ) sum += x;           // все элементы массива!  
Console.WriteLine( "Среднее арифметическое всех элементов: "  
                  + sum / m / n );
```

Ступенчатые массивы

В *ступенчатых массивах* количество элементов в разных строках может различаться.

В памяти ступенчатый массив хранится иначе, чем прямоугольный: в виде нескольких внутренних массивов, каждый из которых имеет свой размер. Кроме того, выделяется отдельная область памяти для хранения ссылок на каждый из внутренних массивов.



Описание ступенчатого массива

тип[][] **имя**;

Под каждый из массивов, составляющих ступенчатый массив, память требуется выделять явным образом:

```
int[][] a = new int[3][]; // память под ссылки на 3 строки
    a[0] = new int[5];    // память под 0-ю строку (5 эл-в)
    a[1] = new int[3];    // память под 1-ю строку (3 эл-та)
    a[2] = new int[4];    // память под 2-ю строку (4 эл-та)
```

Или:

```
int[][] a = { new int[5], new int[3], new int[4] };
```

Обращение к элементу ступенчатого массива:

`a[1][2]` `a[i][j]` `a[j][i]`

Пример

```
int[][] a = new int[3][];  
    a[0] = new int [5] { 24, 50, 18, 3, 16 };  
    a[1] = new int [3] { 7, 9, -1 };  
    a[2] = new int [4] { 6, 15, 3, 1 };  
    Console.WriteLine( "Исходный массив:" );  
    foreach ( int [] mas1 in a )  
    {  
        foreach ( int x in mas1 )  
            Console.Write( "\t" + x );  
        Console.WriteLine();  
    }  
    Console.WriteLine( "Почек числа 18 в нулевой строке:" );  
    Console.WriteLine( Array.IndexOf( a[0], 18 ) );
```


Эффективность работы с двумерными массивами



Передача массивов как параметров метода

```
class Program {
    static void Main(string[] args)
    {
        const int n = 3, m = 4;
        double[,] a = new double[n, m] {{2,3,4,7}, {4,3,2,0}, {2,0,1,8}};
        Console.WriteLine("Сумма элементов: " + Sum(a));
        bool[] nums = RowsWithNulls(a, n, m);
        Console.Write("Номера строк, содержащих нули: ");
        for (int i = 0; i < n; ++i)
            if (nums[i]) Console.Write("  " + i);
    }

    static double Sum(double[,] x)
    {
        double s = 0;
        for (int i = 0; i < x.GetLength(0); ++i)
            for (int j = 0; j < x.GetLength(1); ++j)
                s += x[i, j];
        return s;
    }

    static bool[] RowsWithNulls(double[,] x, n, m)
    {
        bool[] nums = new bool[n];
        for (int i = 0; i < n; ++i)
            for (int j = 0; j < m; ++j)
                if (Math.Abs(x[i, j]) < 1e-9) nums[i] = true;
        return nums;
    }
}
```

- сумма всех элементов;
- номера строк,
содержащих нули

Преодолевши какой ни на есть
труд, человек чувствует
удовольствие.

Суворов А. В.