

# 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 = 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";
```

```
} } }
```

- *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
```

- 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]**

- 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`.

# Действия с массивами

- Массивы одного типа можно *присваивать* друг другу. При этом происходит присваивание *ссылок*, а не элементов:

```
int[] a = new int[10];
```

```
int[] b = a;      // b и a указывают на один и тот же массив
```

- 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

# 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; // элементов нет`

`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 (не лучший способ)

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

- сумму и количество отрицательных элементов;
- максимальный элемент.

# Программа

```
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)

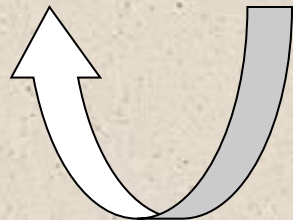
- Применяется для перебора элементов массива.  
Синтаксис:

**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();
```

```
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

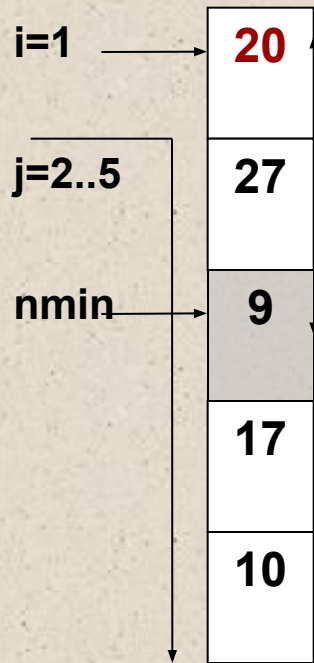
# Еще один пример анализа задания

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

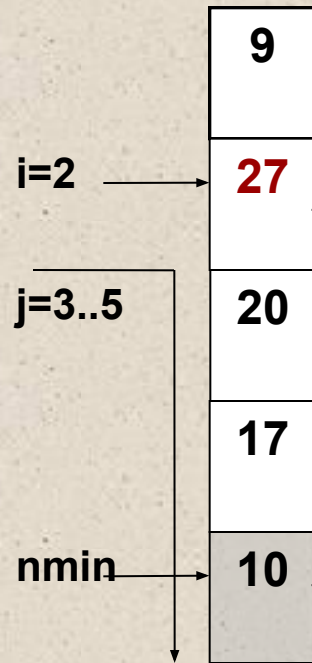
- Варианты результата:
  - выводится сумма
  - выводится сообщение «таких элементов нет» (нулевые эл-ты рядом или их меньше двух)
- Варианты тестовых данных:
  - два эл-та, равных нулю, не рядом
  - два эл-та, равных нулю, рядом
  - один эл-т, равный нулю
  - ни одного
  - более двух
  - ...

# Сортировка выбором

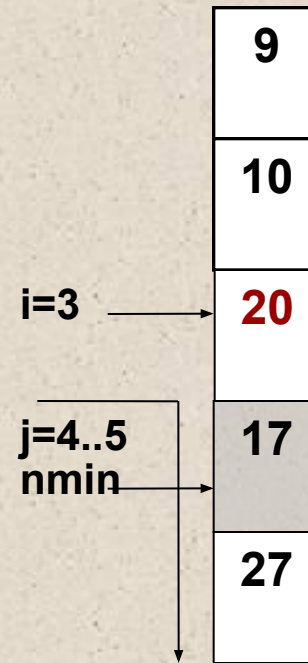
1-й  
просмотр:



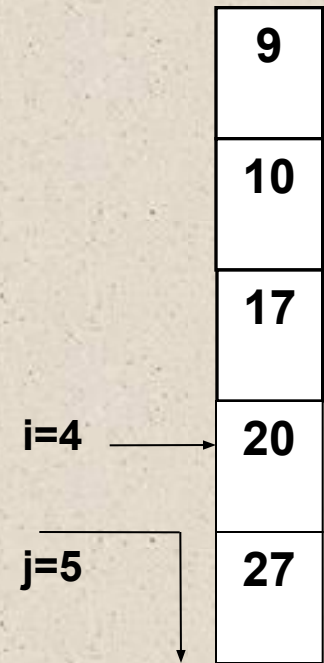
2-й  
просмотр:



3-й  
просмотр:



4-й  
просмотр:

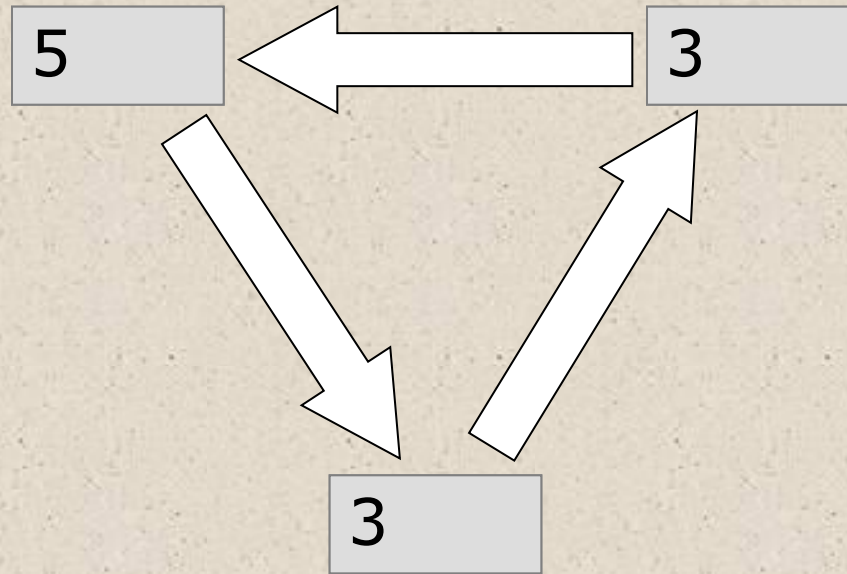


# Алгоритм сортировки

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



# 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]**

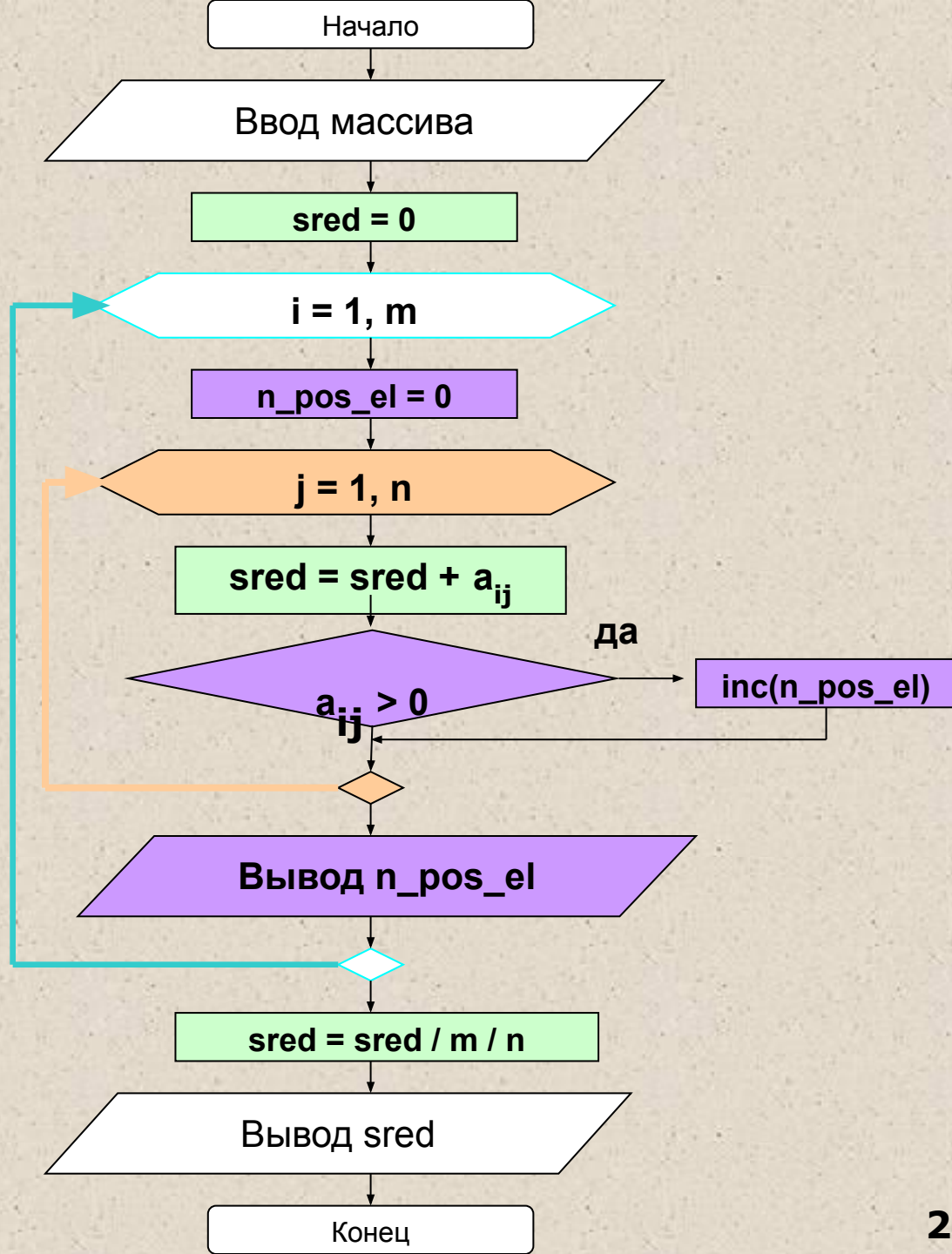
- Компилятор воспринимает как **номер строки первый индекс**, как бы он ни был обозначен в программе.

# Пример

Программа определяет:

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

для целочисленной матрицы размером 3 x 4



```

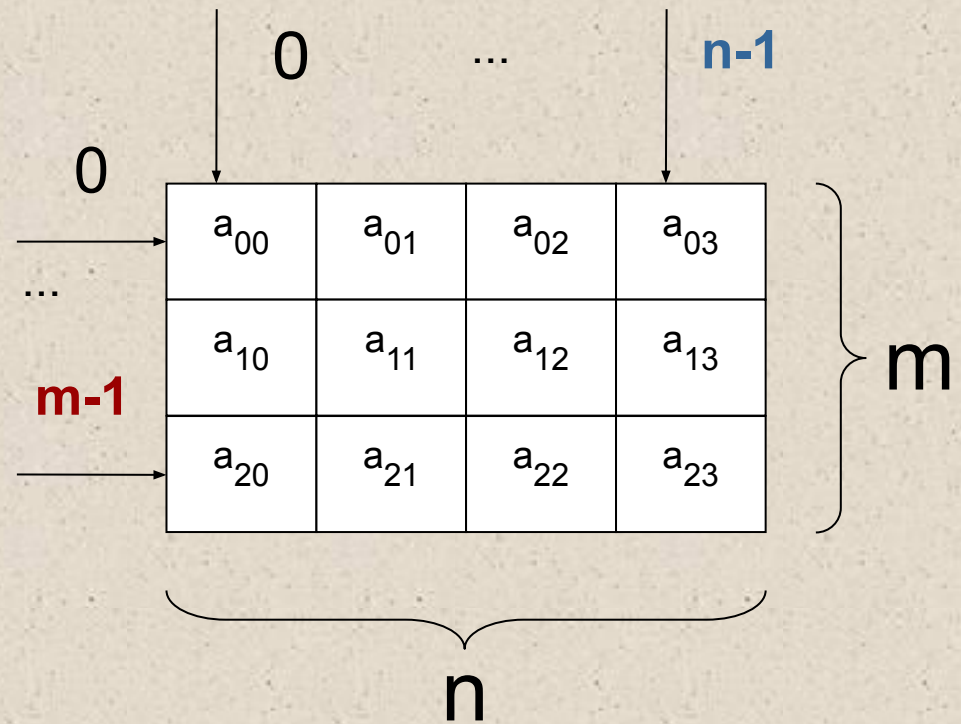
const int m = 3, n = 4;
int[,] a = new int[m, n] {
    { 2, -2, 8, 9 },
    { -4, -5, 6, -2 },
    { 7, 0, 1, 1 }
};

```

```

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();
}

```

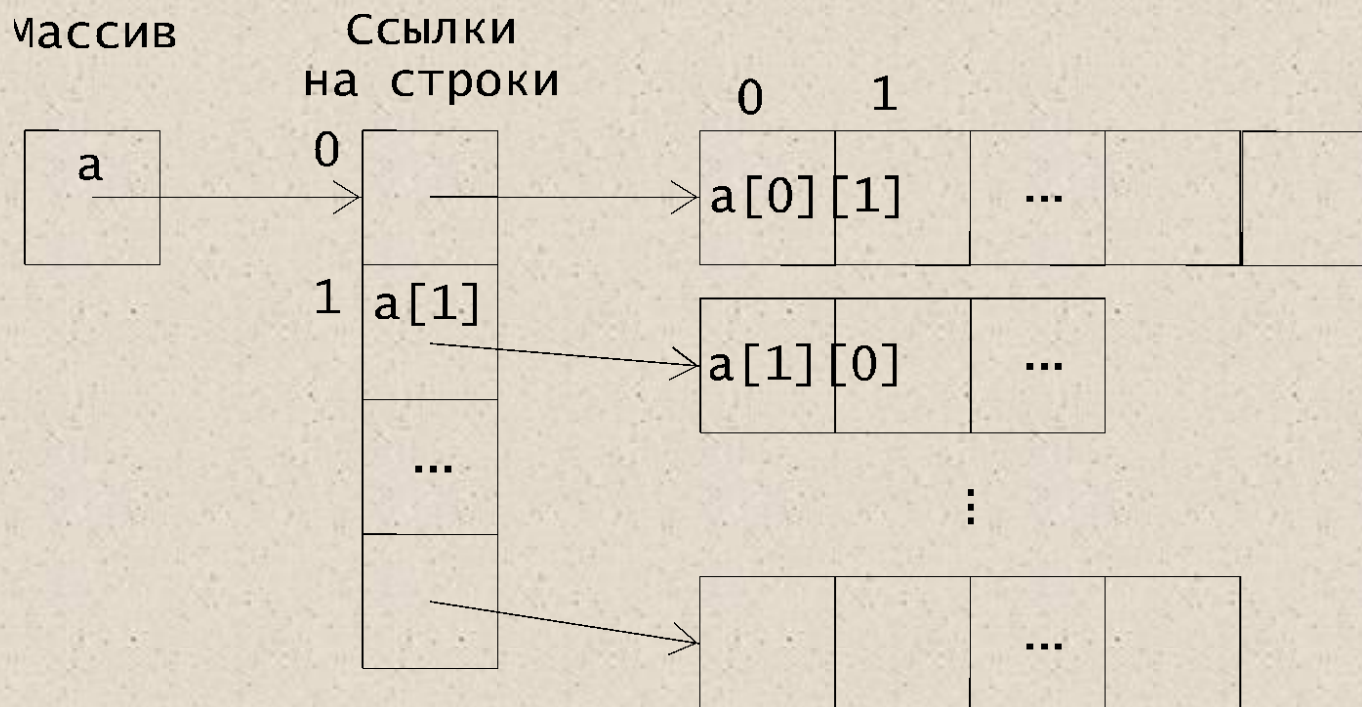


```
int nPosEl;  
for ( int i = 0; i < m; ++i )  
{  
    nPosEl = 0;  
    for ( int j = 0; j < n; ++j )  
        if ( a[i, j] > 0 ) ++nPosEl;  
    Console.WriteLine( "В строке {0} {1} положит-х эл-в", i, nPosEl);  
}
```

```
double sum = 0;  
foreach ( int x in a ) sum += x; // все элементы двумерного 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();  
}  
// Поиск 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)
    static bool[] RowsWithNulls(double[,] x, int n, int 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;
    }
}
```