Нижегородский государственный университет

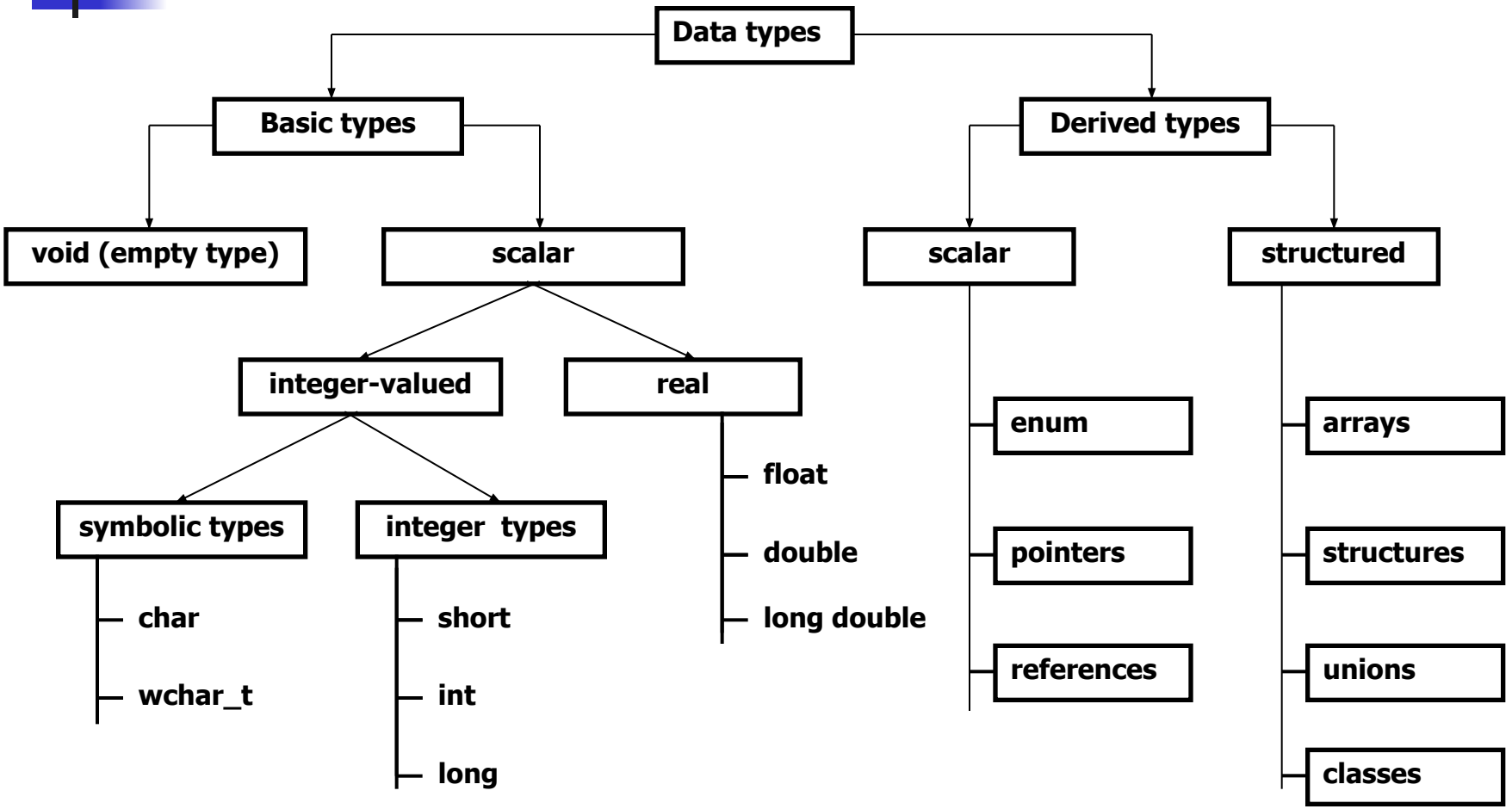
# Производные типы данных: массивы

В.А.Гришагин

Институт информационны
технологий, математики и
механики

Нижний Новгород, Россия
2020

# Типы данных


Data types
Basic types
Derived types
void (empty type)
scalar
scalar
structured
integer-valued
real
enum
arrays
symbolic types
integer types
float
pointers
structures
double
char
short
long double
references
unions
wchar_t
int
classes
long

# Тип данных ***массив*** (***array***)

Использование скалярных типов неудобно для представления и обработки данных значительных объемов. Часто мы имеем дело с данными, объединенными вместе в одну группу: списки, таблицы, регистры и т.п., причем в группе отдельные элементы данных являются скалярными и имеют идентичные характеристики (за исключением значений), например, все являются целыми числами. Если в группе много элементов, то заводить для каждого отдельную переменную нереально. В этой ситуации язык предлагает специальный тип данных, называемый ***массивом*** (array).

Массив – это множество скалярных данных одного типа, имеющих общее имя (идентификатор массива) и отличающихся друг от друга согласно некоторой системе нумерации элементов массива, в соответствии с которой реализуется доступ к элементам. Номер элемента в массиве называется его ***индексом***.

Элементы массива занимают непрерывную область памяти и располагаются последовательно один вслед за другим согласно индексам.

# Операция [ ]

Если компоненты массива нумеруются одним индексом, такой массив называется одномерным, или вектором, если два индекса – двумерным, или матрицей, N>2 индексов – N-мерным.

Как объявить массив? Для этой цели предназначена операция **[ ]**.

В случае одномерного массива общая форма объявления имеет вид

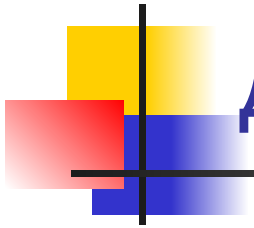
**dattp namearr[numel];**

где ***dattp*** - тип данных элементов массива,

***namearr*** - идентификатор массива,

***numel*** - количество элементов массива.

Таким образом, использование квадратных скобок в декларативном операторе после идентификатора означает, что этот идентификатор рассматривается как массив типа ***dattp*** и является ОБЩИМ именем всех элементов массива.

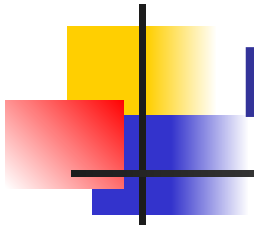


# Доступ к элементам массива

Все элементы массива нумеруются целыми числами от **0** до **numel-1**, где ***numel*** - это число элементов, указанных при объявлении массива. Обратите внимание: первый элемент массива имеет номер **0**!

Для получения доступа к конкретному элементу массива (чтобы выполнять с ним вычислительные операции или операции ввода/вывода) используется НОМЕР этого элемента в массиве, заключенный в квадратные скобки [ ].

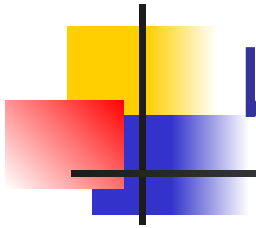
**Примечание.** Операция [ ] имеет различное назначение в декларативном и исполнительном операторах. В декларативных операторах она ОПРЕДЕЛЯЕТ тип данных массив. В исполнительном операторе она обеспечивает ДОСТУП к элементу массива.



# Пример

```
int mas[10], a[2], f;
long double s, ldm[25];
.   .   .
    mas[0]=23+a[1];
    s=ldm[12];
    f=mas[10];
```

Компилятор не отслеживает ситуацию, когда индекс превосходит максимальное значение **numel-1** . Вы даже не получаете предупреждения об этой ситуации. За этим приходится следить самому программисту.



# Инициализация массива

Инициализация массива означает назначение конкретных значений его элементами при объявлении. Массивы могут быть инициализированы списком констант или константных выражений того же самого типа, что и тип массива. Элементы в списке инициализации разделяются запятыми, а список должен быть заключен в фигурные скобки.

Пример.

Инициализация массива количеством дней в каждом из месяцев не високосного года.

```
int days[12]={31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31};
```

# Инициализация массива

Если список инициализации короче количества элементов массива, первые компоненты массива инициализируются элементами списка, а оставшиеся нулями, если массив числовой, или пустыми константами, если массив символьный.

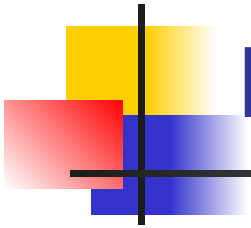
Массив может быть инициализирован без явного указания количества элементов в нем. В этом случае количество элементов будет равно количеству констант в списке инициализации.

char code[]={'a', 'b', 'c'};

Если массив явно не инициализируется, то массивы класса памяти ***static*** и ***external*** инициализируются нулями, а элементы массивов классов памяти ***auto*** и ***register*** не инициализируются, и их значения не определены.

Как найти количество ***numel*** элементов в массиве **mas** типа **mt**, у которого при объявлении оно явно не указано?

**numel = sizeof(mas)/sizeof (mt)**



# Массивы и указатели

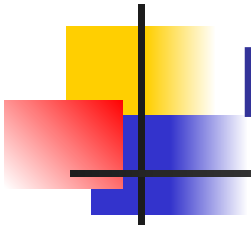
Имя массива (без квадратных скобок!) является УКАЗАТЕЛЕМ типа ***pointer*** , который указывает начальный адрес участка памяти, выделенного массиву, т.е. адрес младшего байта памяти, занимаемой первым элементом массива.

Так как имя массива является указателем, мы можем применять к нему любые операции работы с указателями.

К примеру, объявим массив ***mas***:

**int mas[4];**

Здесь идентификатор ***mas*** это указатель (на тип ***int***). Что такое****mas*** ? Это значение элемента с адресом mas, т.е. ***mas[0]*** ! К элементу ***mas[0]*** мы можем применить операцию ***&***: ***&mas[0]***. Результат будет адресом этого элемента в памяти, а именно, ***mas*** !



# Массивы и указатели

Мы можем добавить к указателю ***mas*** целое число:

***mas+2***

Что получится? Согласно правилам операций с указателями, мы не добавляем к адресу ***mas*** число 2, мы добавляем к нему ***2 единицы памяти*** отипа int. Тогда результат – это адрес

***mas + 2*sizeof(int) = &mas[0]+2*sizeof(int)***

Но это ***&mas[2]*** – адрес элемента ***mas[2]*** ! Как результат, чтобы получить доступ к элементу с индексом ***n*** , можно использовать любую из следующих конструкций:

***mas[n]*** или ****(mas+n)***

# Массивы и указатели

```
int mas[4]= {8, 2, 4};
int *pt;
pt=mas+1;
```

mas = 0100

mas[0] = 8

&mas[0] = 0100

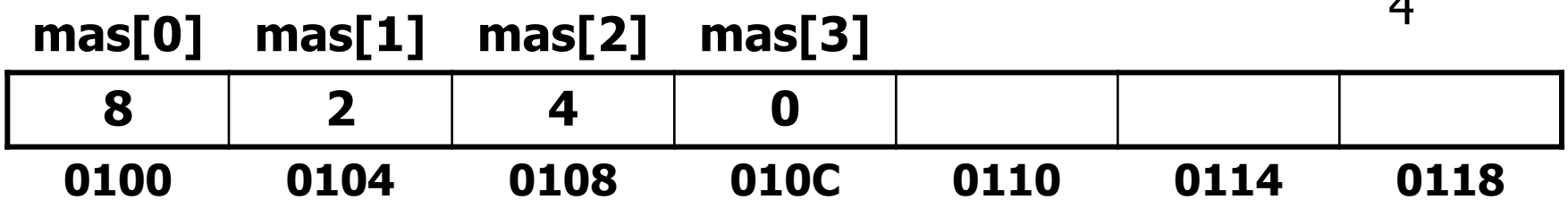
&mas[2] = 0108

mas+2 = 0108

*(mas+2) = 4

*mas+2 = 10

*(pt+1) = 4



# Массивы и указатели

```
#include "stdafx.h"
#include <conio.h>
using namespace std;

int main()
{
      int mas[4]={8,2,4,15};
      int i,  *pt;
      cout<<"\naddrmas="<<mas<<"\n";
      pt=mas;
      for (i=0;i<=3;i++)
      {
        cout<<"\naddress of the "<<i<<"-th element="<<&mas[i];
            cout<<"\naddress of the "<<i<<"-th element="<<mas+i;
        cout<<"\naddress of the "<<i<<"-th element="<<pt<<"\n";
        pt=pt+1;
      }
```

# Массивы и указатели

```
    pt=mas;
    for (i=0;i<=3;i++)
    {
       cout<<"\nvalue of the "<<i<<"-th element="<<mas[i];
       cout<<"\nvalue of the "<<i<<"-th element="<<*(mas+i);
       cout<<"\nvalue of the "<<i<<"-th element="<<*pt<<"\n";
       pt=pt+1;
    }
    getch();
}
```

# Массивы и указатели

```
addrmas=0012F034

address of the 0 element=0012F034
address of the 0 element=0012F034
address of the 0 element=0012F034

address of the 1 element=0012F038
address of the 1 element=0012F038
address of the 1 element=0012F038

address of the 2 element=0012F03C
address of the 2 element=0012F03C
address of the 2 element=0012F03C

address of the 3 element=0012F040
address of the 3 element=0012F040
address of the 3 element=0012F040
```

# Массивы и указатели

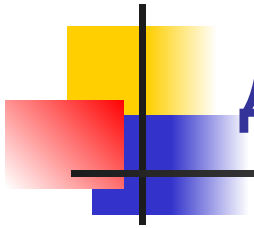
```
value of the 0 element=8
value of the 0 element=8
value of the 0 element=8

value of the 1 element=2
value of the 1 element=2
value of the 1 element=2

value of the 2 element=4
value of the 2 element=4
value of the 2 element=4

value of the 3 element=15
value of the 3 element=15
value of the 3 element=15
```

# Многомерные массивы

На практике данные часто организованы в виде прямоугольных таблиц, или матриц, в которых элементы имеют одинаковый тип.

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{matrix}$$

Как описывать матрицы на языке C? Очевидно, что каждая строка может быть описана как массив. Однако все строки организованы одинаково: они содержат одно и то же число элементов одинакового типа. Это означает, что множество строк также можно рассматривать как массив!



# Двумерные массивы

Следовательно, правила языка позволяют записать конструкцию типа

**dattp mas[n] [k] ;**

чтобы объявить двумерный массив **mas** с **n** строками и **k** столбцами, содержащими компоненты типа **dattp** (**n** и **k** должны быть целыми константами).

Другими словами, мы объявили массив **mas** , состоящий из **n** элементов, каждый из которых является МАССИВОМ, состоящим из **k** элементов (уже скалярных).

# Двумерные массивы. Инициализация.

Как инициализировать двумерный массив? Для одномерных массивов мы заключали список констант в фигурные скобки. То же самое правило действует и для двумерных массивов, учитывая, что двумерный массив является одномерным массивом одномерных строк-массивов:

```
dattp mas[n] [k] = { {список компонент 1-й строки},
                     {список компонент 2-й строки},
                              .   .   .
                      {список компонент n-й строки}
                   };
```

# Двумерные массивы. Инициализация.

Example.

```
float  fmas[3][3] = { { 2.0,3.0,-1.0 },
                      { 7.1,4.51, 1.2 },
                      { -2.2, 3.4567,2.5}
                    };
```

Правила, относящиеся к ситуации, когда не хватает констант инициализации, аналогичны случаю одномерных массивов: недостающие компоненты заполняются нулями. Если же число констант в списке превосходит длину строки (или количество строк больше указанного при объявлении), компилятор выдает сообщение об ошибке.

Если массив не инициализируется при объявлении, то при использовании спецификатора static он заполняется нулями, а в случае спецификаторов auto или register значения его элементов не определены.

# Двумерные массивы. Распределение памяти.

Вспомним, как располагаются элементы одномерного массива в памяти. Они занимают непрерывный сегмент ячеек и размещаются один вслед за другим. При этом каждый элемент занимает одну или несколько ячеек (байтов) в зависимости от типа массива.

Давайте теперь возьмем двумерный массив

**dattp mas[n] [k] ;**

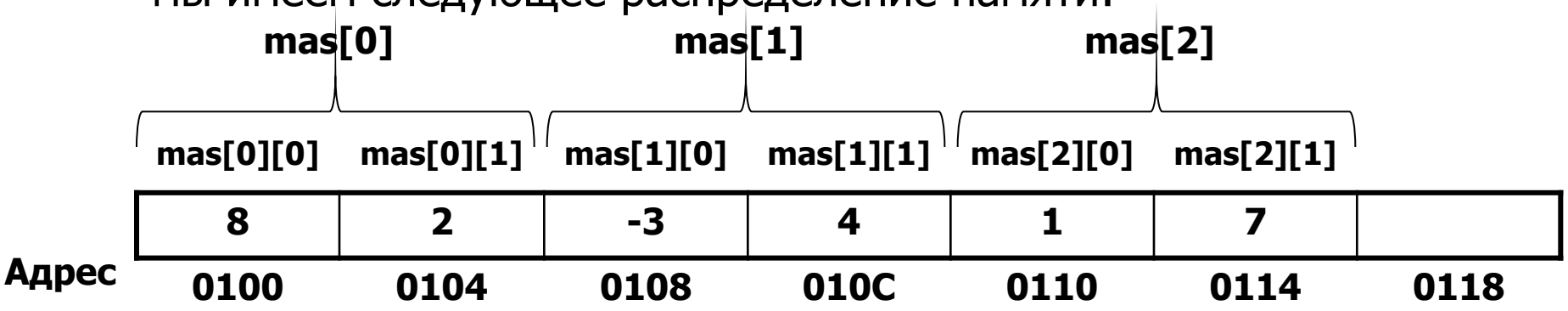
Он представляет собой одномерный массив одномерных массивов-строк, состоящих из ***k*** элементов типа ***dattp***. Это означает, что сначала располагается первый элемент-строка ***mas[0]***, затем элемент-строка ***mas[1]*** и т.д. вплоть до элемента строки ***mas[n-1]***.

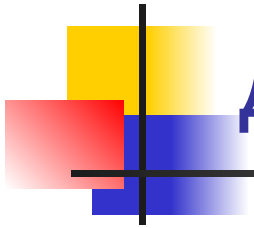
# Двумерные массивы. Распределение памяти.

Но каждый элемент ***mas[i]*** является одномерным массивом и состоит из ***k*** элементов ***mas[i][0], mas[i][1], . . . , mas[i][k-1],*** которые также располагаются последовательно. Таким образом, для конкретного массива

```
int mas[3] [2] ={{8, 2},
                 {-3, 4},
                 {1, 7}
                };
```

мы имеем следующее распределение памяти:





# Динамические массивы

До сих пор мы рассматривали массивы, чьи размеры (количество компонент в размерностях) были строго определены при объявлении массива и количество компонент могло быть только константой. Во многих случаях это неудобно, потому что если вы хотите иметь дело с массивом другого размера, вы должны переписать оператор объявления и выполнить компиляцию программы заново.

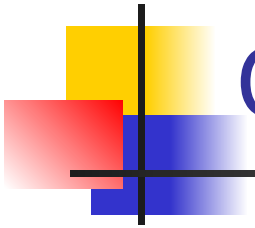
Чтобы преодолеть эти ограничения, в языке имеется возможность работать с массивами, размеры которых не определены заранее, а задаются в процессе работы программы. Такие массивы называются ДИНАМИЧЕСКИМИ.

# Операции с динамической памятью

Реализация таких массивов базируется на специальном механизме работы с памятью, называемой ДИНАМИЧЕСКОЙ ПАМЯТЬЮ. Этот механизм позволяет программе запросить из динамического пула нужный объем дополнительной памяти по мере необходимости для создания некоторого информационного объекта, называемого динамическим, и затем, если эта память больше не нужна, вернуть ее обратно.

Для взаимодействия с динамической памятью, порождения и ликвидации динамических объектов используются разные способы, рассмотрим один из них, основанный на ***new*** и ***delete***.

Операция ***new*** запрашивает и получает память для создаваемого динамического объекта. Результатом является УКАЗАТЕЛЬ на начало выделенного участка памяти. Таким образом, для создания динамического объекта необходимо создать связанный с ним указатель и присвоить ему значение операции ***new*** .



# Операции с динамической памятью

Операция ***new*** в качестве своего аргумента требует указать объем запрашиваемой для объекта памяти. Это достигается просто указанием ТИПА создаваемого объекта.

Пример. Создаем динамическую переменную типа ***int***.

```
int *p;  //определяем указатель на тип int
p=new int;  // получаем память (4 байта),  доступ к ней через указатель p
```

Более компактно:

```
int *p=new int;  //Объявление указателя совмещено с запросом памяти (фактически функция new выполняет инициализацию указателя)
```

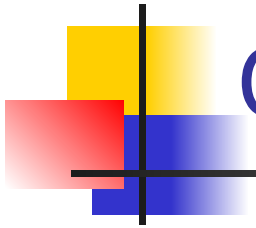
# Операции с динамической памятью

Если мы запрашиваем память для одномерного массива, то его тип имеет вид ***mtp[n]***, где ***mtp*** - тип элементов массива, а ***n*** – количество компонент. Тогда аргументом функции ***new*** будет тип ***mtp[n]*** ! При этом количество элементов ***n*** может задаваться целочисленной ПЕРЕМЕННОЙ с положительным значением и даже целочисленным положительным выражением!

Если динамический объект больше не нужен, надо вернуть занятую им память в общий динамический пул с помощью операции ***delete***, аргументом которой является указатель на динамический объект, если объект не массив, а в случае массива – оператор

```
delete [] mas;
```

где ***mas*** – имя массива (или, что одно и то же, указатель на массив).



# Операции с динамической памятью

Пример 1

```
int n, *mas;
.  .  .
cin>>n;
mas=new int[n];
.  .  .
delete [ ] mas;
.  .  .
```

Пример 2

```
int n;
.  .  .
cin>>n;
int *mas=new int[n];
.  .  .
delete [] mas;
.  .  .
```

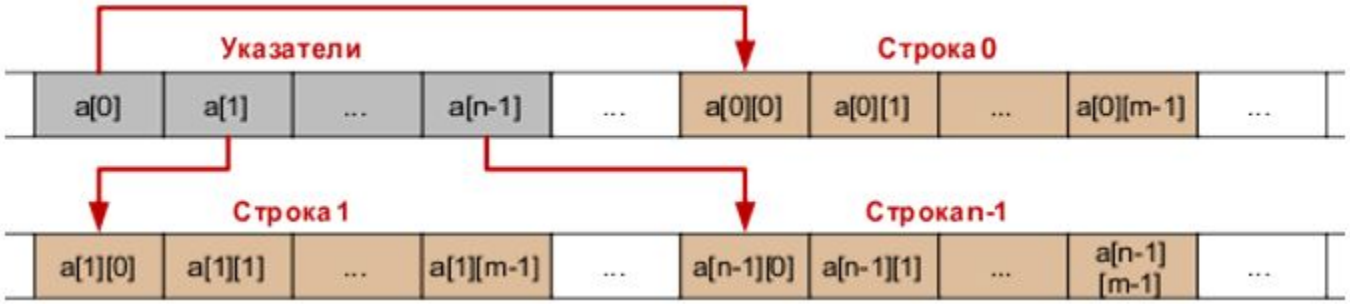
# Двумерные динамические массивы

**Динамическая матрица a(M,N)**

```
int M, N ;  // M – number of rows, N – number of columns
int i, j;
cin >> M;
cin >> N;

int* a;
a=new int [M*N];
for ( i = 0; i < M; i++)          // input
    for ( j = 0; j < N; j++)
   cin >> a[i*N+j];         // *(a+i*N+j)=a[i*N+j]=a(i,j)
.     .     .
delete [] a;
```

# Двумерные динамические массивы

```
int m, n ;  // m – число строк, n – число столбцов
int i, j;
cin >> m;
cin >> n;

int** a;
a= new int*[m];
for ( i = 0; i < m; i++)
    a[i] = new int[n];
```



# Двумерные динамические массивы

```
for ( i = 0; i < m; i++)          // ввод массива
      for ( j = 0; j < n; j++)
      cin >> a[i][j];
  .     .     .

for ( i = 0; i < m; i++)
      delete [ ] a[i];            // освобождаем память, выделенную строкам
delete [ ] a;                     // освобождаем память, выделенную
                                  // указателям на строки
```