Глава 5. Использование динамической памяти
5.1 Адресация оперативной памяти.

Минимальная адресуемая единица памяти – ***байт***.

Физический адрес $A_ф$ – номер байта оперативной памяти.

Адресация по схеме «база+смещение»:

$$A_ф = A_б + A_{см},$$

где $A_б$ – адрес базы – адрес, относительно которого считают остальные адреса;

$A_{см}$ – смещение – расстояние от базового адреса до физического.

Указатель – тип данных, используемый для хранения ***смещений***.

В памяти занимает 4 байта, адресует сегмент размером $V = 2^{32} = 4$ Гб.

Базовый адрес = адрес сегмента.

5.2 Указатели и операции над ними

[<И1>][<Тип данных>][<Тип>] [И2]*<Имя>[=<Значение>];

Где :

<И1> - признак изменчивости содержимого по адресу указателя. Задается ключевым словом **const**. При этом значение содержимого памяти, которую адресует указатель, нельзя менять. Может отсутствовать.

<И2> - признак изменчивости указателя. Задается ключевым словом **const**. При этом значение самого указателя нельзя менять.

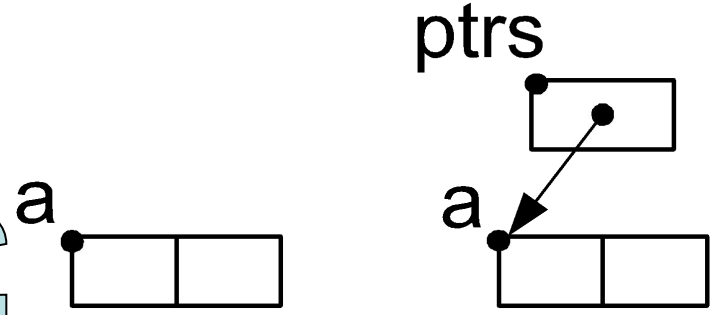
Может отсутствовать.

<Тип данных> - тип данных, адресуемых указателем. Любой тип, определенный в C++, в том числе **void**.

<Тип > - тип указателя. Определяется моделью памяти. Может быть **far** или **near**. Если тип указателя не указан, принимается **near**.

Примеры определения указателей

1) **short a, *ptrs =&a;**



Указатель можно инициализировать адресом реальной переменной

2) **const short *ptrs;**

Неизменяемое значение: можно **ptrs = &b;** нельзя ***ptrs=10;**

3) **short *const ptrs=&a;**

Неизменяемый указатель можно ***ptrs=10;** нельзя **ptrs = &b;**

5.2.1 Типизированные и нетипизированные указатели

Различают указатели:

- типизированные – адресующие данные конкретного типа;
- нетипизированные – не связанные с данными определенного типа.

Объявление типизированного указателя:

```
int *b,*c ;
float *s ,double *f;
long double *l;
```

Все указатели несут в себе сведения о размере памяти, адресуемой этим указателем

Объявление нетипизированного указателя:

```
void * <имя>;
```

Этот указатель создан как бы «на все случаи жизни».

Он отличается от других отсутствием сведений о размере соответствующего участка памяти. Поэтому его легко связывать с указателями других типов.

Нулевой указатель

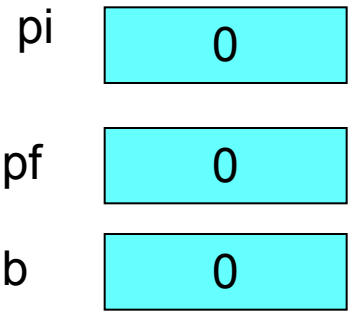
В C++ определена адресная константа **NULL;**

Эта константа определяет адрес, который никуда не указывает или «нулевой указатель».

Его можно присвоить указателю любого типа.

Например:

```
int *pi=NULL;
float *pf=NULL;
void *b=NULL;
```



Кроме того, эту константу можно использовать в операциях сравнения при проверке логических адресных выражениях.

```
while (pi!=NULL) do { …};
```

5.2.2 Операции над указателями

1. ***Присваивание.***

Допускается присваивать указателю значение другого указателя того же типа или нулевого указателя.

Пример:

```
int *p1,*p2;
float *p3,*p4;
 void *p;...
```

{допустимые операции}

```
p1=p2;    p4=p3;    p1=NULL;  p=NULL;  …
```

{недопустимые операции}

```
p3=p2;   p1=p3;
```

Однако, при необходимости выполнить операцию присваивания, можно использовать явное переопределение типа, для приведения указателя одного типа к другому.

```
p3=(float*)p2;
p2=(int*)p3;
p1=(int*)p;
```

Явное переопределение типа указателя

Операции над указателями (2)

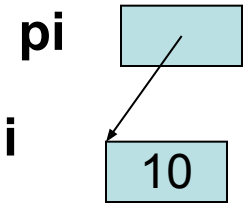
2. *Получение адреса (&).*

Результат операции – адрес некоторой области памяти, который можно присвоить указателю.

Это можно сделать:

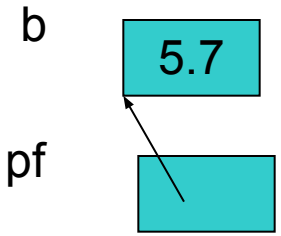
a) При помощи операции присваивания:

```
int *pi,i=10;
  ...  pi=&i;
```



b) Во время инициализации указателя при его определении:

```
float b=5.7;
float *pf=&b;
```



Операции над указателями (3)

3. *Доступ к данным по указателю* *(операция разыменования).* Полученное значение имеет тип, совпадающий с базовым типом данных указателя.

Нетипизированные указатели разыменовывать нельзя.

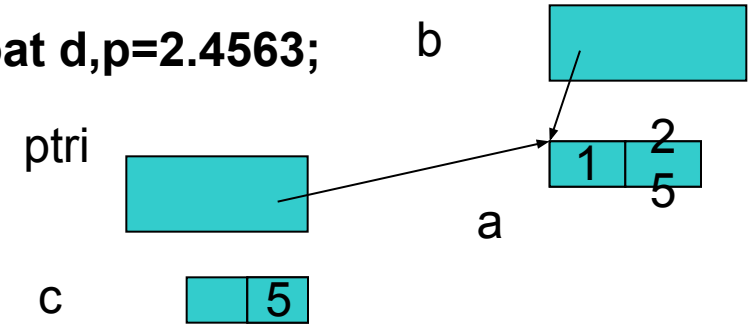
Примеры:

short c, a=5,*ptri=&a; float d,p=2.4563;

void *b=&a;

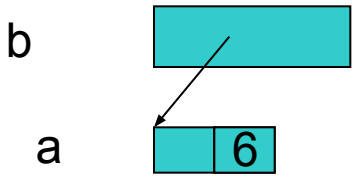
1) **c=*ptri;**

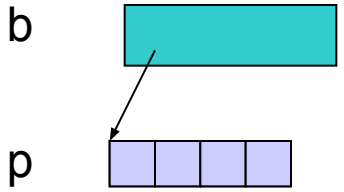
2) *ptri=125;



При необходимости разыменовать нетипизированный указатель требуется выполнить явное преобразование типа.

3) ***b=6; ⇒ *(int*)b=6;**





4) b=&p;

d=*b => d=*(float *)b

Явное переопределение типа указателя

Операции над указателями (4)

4. *Операции отношения:*

проверка равенства (==) и неравенства (!=).

Примеры:

```
int sign = (p1 == p2);

if (p1!=NULL) {….}
```

5.*Арифметические операции.*

В C++ над указателями разрешены операции:

- сложение и вычитание (аддитивные операции)
- инкремент или автоувеличение (++)
- декремент или автоуменьшение (--)

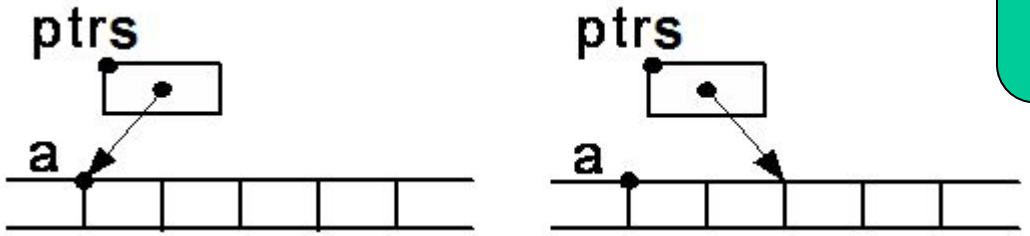
В силу особенностей выполнения арифметических операций над указателями, совокупность этих операций получила название **Адресной арифметики**

5.2.3 Адресная арифметика

<Указатель> + n ⇔ <Адрес> + n*sizeof(<Тип данных>)

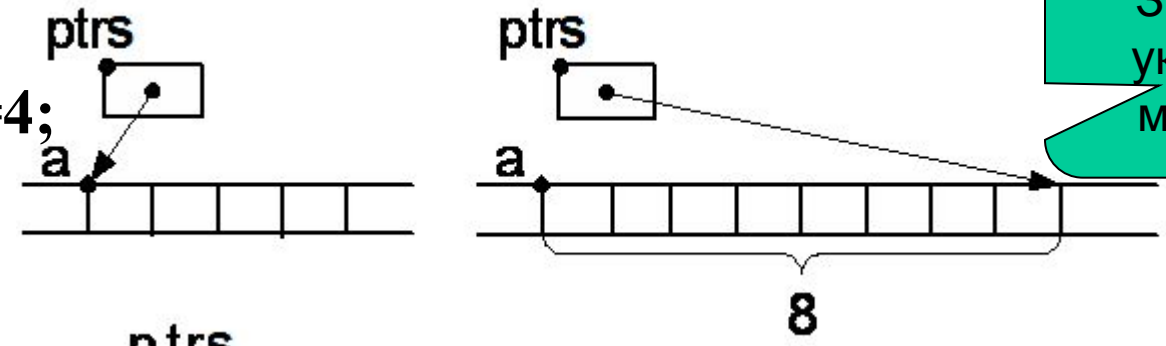
Пример: **short a, *ptrs =&a;**

1) **ptrs++;**



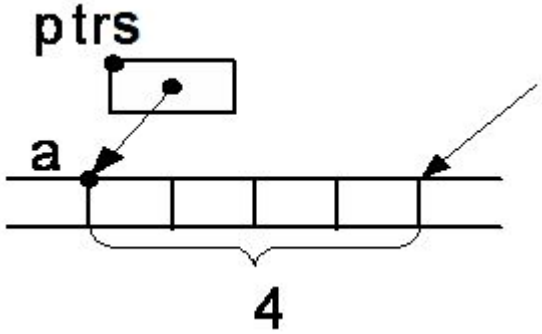
Значение указателя меняется

2) **ptrs+=4;**



Значение указателя меняется

3) ***(ptrs+2)=**



Значение указателя не меняется!!!

Адресная арифметика (2)

Особенности результатов выполнения операций адресной арифметики связано с реализацией языка C++.

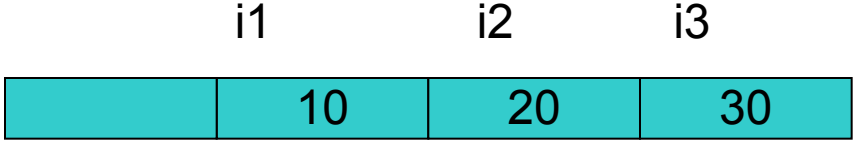
В C++ принят обратный порядок размещения объектов в памяти.

Это объясняется особенностями работы компилятора. При разборе текста, компилятор распознает и размещает в стек имена всех объектов, которые необходимо разместить в памяти.

На этапе распределения памяти имена объектов выбираются из стека и им отводятся смежные участки памяти. А так как порядок записи в стек обратен порядку чтения, размещение объектов оказывается обратным.

Например:

```
int i1=10,i2=20,i3=30;
```



направление увеличения адресов

*&i2=

*&++i2=

*p=

*p++

++*p=

*--p=

++*--p=

*(p-1)=

Адресная арифметика (3)

```
// Ex5_1.cpp
#include "stdafx.h"
#include <iostream.h>
int main(int argc, char*
   argv[])
{int i1=10,i2=20,i3=30;
int *p=&i2;
// Value and Address
// i1,i2,i3
cout <<"\n &i1="<<&i1;
cout<<" *&i1= " << *&i1;
cout <<"\n &i2="<<&i2;
cout << "  *&i2= " << *&i2;
cout <<"\n &i3="<<&i3;
cout << "  *&i3= " << *&i3;
//  value i2  added 1 (+  1)
cout <<"\n *&i2="<<*&i2<<endl;
cout<<"*&++i2"<<*&++i2<<endl;
// value   i2
cout << "  *p= " << *p<<endl;
// value   i2 for Ukaz  p
//(p up for 1)
cout <<"\n *p++ ="<< *p++;
// Value   i1
cout <<"\n *p ="<< *p;
// value  i1  up for  1
cout << "\n++*p =" << ++*p;
//Value  i2 begin with down  p
cout << "\n*--p = " << *--p;
// Value i3 , begin down  p,
//  i3 up
cout <<"\n++*--p ="<< ++*--p;
cout<<endl;
   return 0;
}
```

Соотношение ссылки и указателя

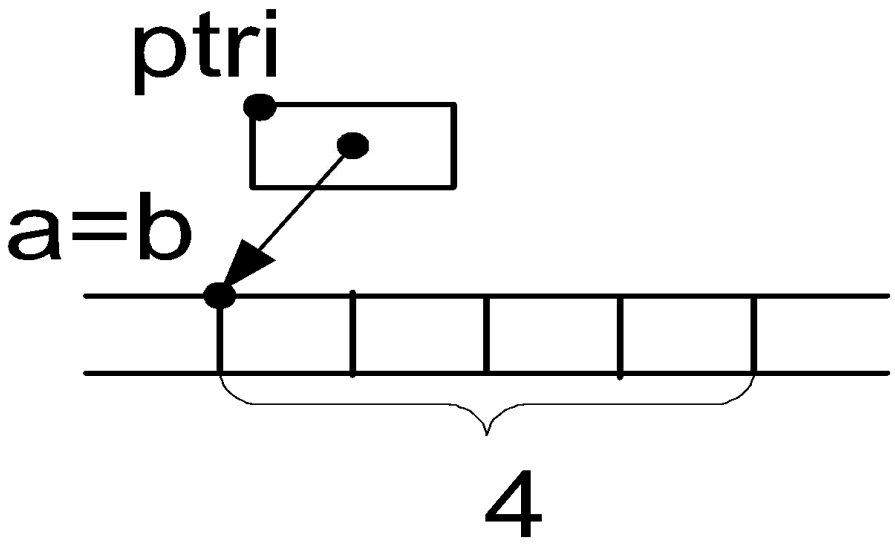
int a,

*ptri=&a, - указатель

&b=a; - ссылка

…

a=3; ⇔ *ptri=3; ⇔ b=3;



Основное отличие – для обращения к содержимому по указателю нужна операция разыменования,

обращение к содержимому по ссылке осуществляется по имени ссылки!!!

5.3 Управление динамической памятью (С)

1. Размещение одного значения

Выделение памяти

void * malloc(size_t size); **-** возвращает адрес начала области памяти; при присвоении указателю – явное преобразование типа.

Освобождение памяти

void free(void *block);

Пример:

```
 int *a;
 if ((a = (int *) malloc(sizeof(int))) == NULL)
            {  printf("Не хватает памяти для числа.");
               exit(1);  }
*a=-244; *a+=10;
free(a);
```

Управление динамической памятью (С)

2. Размещение нескольких значений

Выделение памяти

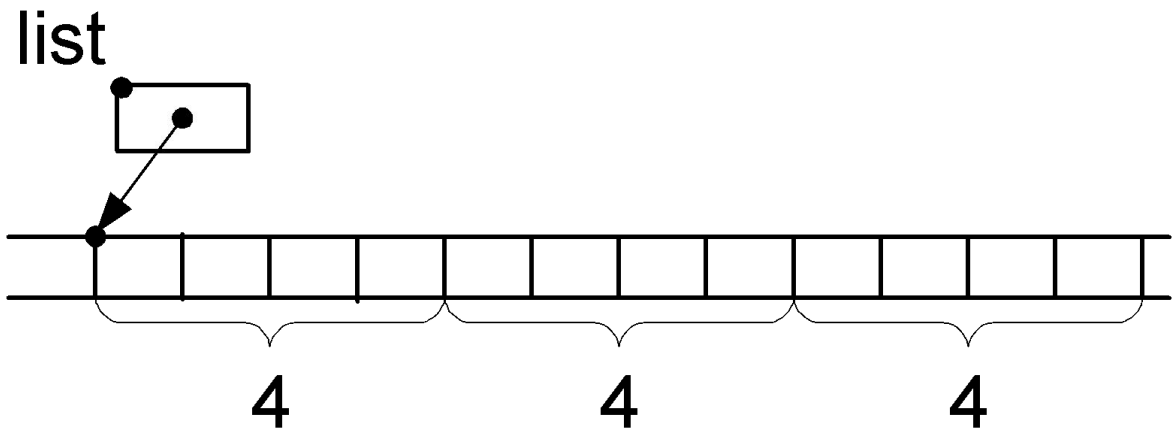
void * calloc(size_t n, size_t size);

Освобождение памяти

void free(void *block);

Пример:

```
int *list;
list = (int *) calloc(3,sizeof(int));
*list=-244;
*(list+1)=15;
*(list+2)=-45;
  …
free(list);
```



Управление динамической памятью (C++)

1. Одно значение

Операция выделения памяти

<Указатель> =new<Имя типа>[(<Значение>)];

Операция освобождения памяти

delete <Указатель>;

Примеры:

а)
```
int *k;
  k = new int;
  *k = 85;
```

б)
```
int *a;
  if ((a = new int(-244)) == NULL)
   {printf("Не хватает памяти для числа.");
    exit(1);  }
  delete a;
```

Управление динамической памятью (C++)

2. Несколько значений

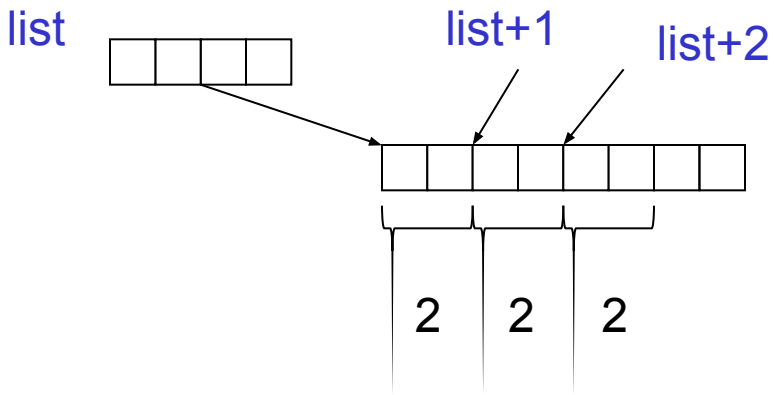
Операция выделения памяти для n значений:

<Указатель> =new<Имя типа>[<Количество>];

Операция освобождения памяти:

delete [ ] <Типизированный указатель>;

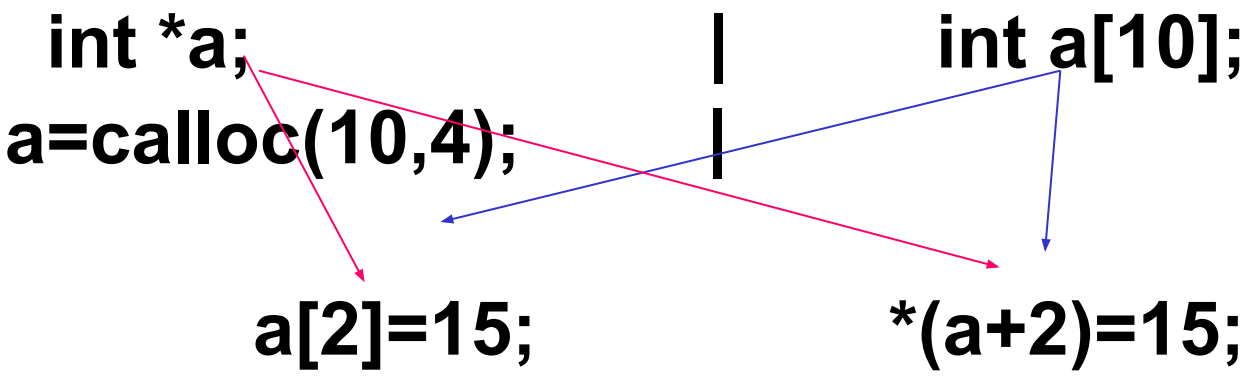
Пример:




```
 short *list;
 list = new int [3];
*list=-244;    *(list+1)=15;   *(list+2)=-45;
 delete[ ] list;
```

5.4 Многомерные массивы и указатели.

Объявление массива:



Примеры:

int list[10];

По правилам C++ имя массива является его адресом.

Поэтому для адресации элементов массива независимо от способа описания можно использовать адресную арифметику:

```
(list+i)   ⇔ &(list[i])
*(list+i) ⇔ list[i]
```

Многомерные массивы и указатели (2)

int m[2][3][2];

m -

***m => m[0][][]**

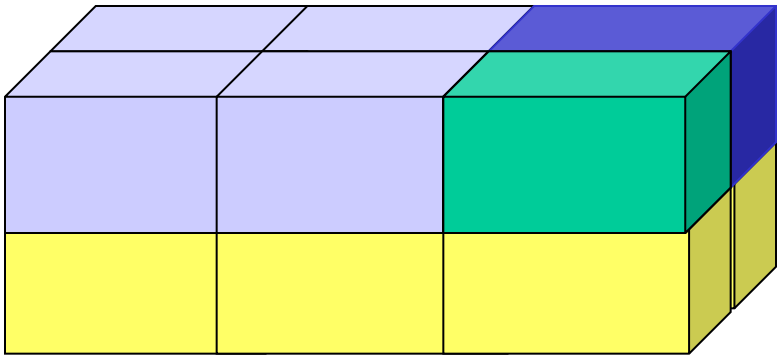
****m => m[0][0][]**

*****m => m[0][0][0]**

m[0]

m[0][2][]

m[1]=>*(m+1)

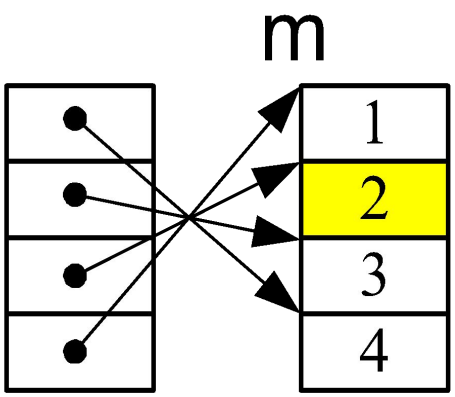


m[0][2][0] => *(*(*(m+0)+2)+0) =>*(*(*m+2))

m[i][j][k] => *(*(*(m+i)+j)+k) =>*(*(*(i+m)+j)+k)

Многоуровневые ссылки (Ex5_1a)

```
int m[]={1,2,3,4};
int *mp[]={m+3,m+2,m+1,m};
```




```
mp[0],*mp
mp[1],*(mp+1)
mp[2],*(mp+2)
mp[3],*(mp+3)
```

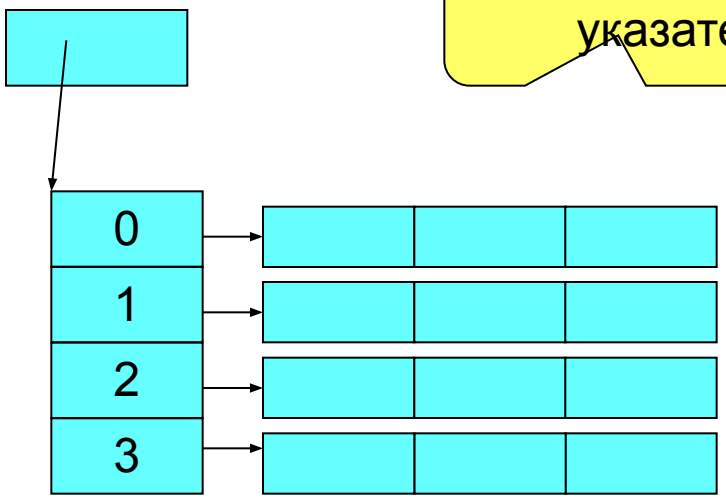
```
m[1],*(m+1)
```
или
```
mp[0][-2],
*(mp[0]-2),
*(*mp-2),
mp[1][-1],
*(mp[1]-1),
*(*(mp+1)-1)
```

Использование указателей при обработки массивов

Пример. Написать программу переформирования матрицы путем сортировки каждой ее строки по возрастанию ее элементов.

Создание динамиеской матрицы

```
// Ex5_2.cpp
#include "stdafx.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int **mas,*ptr;
int a,b,n,m,i,j,k;
void main()
{ printf("\n input n=  ");
  scanf("%d",&n);
  printf("\n input  m=  ");
  scanf("%d",&m);
  mas=new  int * [n];
  for(i=0;i<n;i++)
    mas[i]=new int [m];
```



Указатель на указатель

Одномерные массивы целого типа

Массив указателей

Выделение памяти под строки матрицы

Выделение памяти под массив указателей

Использование указателей при обработки массивов (2)

Заполнение матрицы данными

```
for(i=0;i<n;i++)
    { printf(" input  %d elem. %d string\n",m,i);
      ptr=mas[i];
     for (j=0;j<m;j++)
      scanf("%d",mas[i]++);
      mas[i]=ptr;  }
```

Запоминаем адрес начала строки

Идем по элементам изменяя адрес элемента (адресная арифметика)

Печать сформированной матрицы

```
puts("Inputed matrix");
      for(i=0;i<n;i++)
    { ptr=mas[i];
      for (j=0;j<m;j++)
       printf("%3d",*ptr++);
       printf("\n");
    }
```

Восстанавливаем адрес начала строки

Используем вспомогательный указатель для перемещения по строке

Использование указателей при обработки массивов(3)

Сортировка строк матрицы

Использование вспомогательного указателя для перестановок

```
for(i=0;i<n;i++)
     for(k=0;k<m-1;ptr=mas[i],k++)
      for(j=0;j<m-1;ptr++,j++)
       if(*ptr>*(ptr+1))
     {b=*ptr;*ptr=*(ptr+1);*(ptr+1)=b;}
```

Сортировка строки методом пузырька

Печать переформированной матрицы

```
puts("Sorted matrix");
      for(i=0;i<n;i++)
    { ptr=mas[i];
     for (j=0;j<m;j++)
      printf("%3d",*ptr++);
   printf("\n");
    }
```

Использование вспомогательного указателя для обхода матрицы

```
for(i=0;i<n;i++)
     delete [] mas[i];
     delete [] mas;
}
```

Удаление динамической матрицы. Идет в порядке, обратном созданию