* Указатели на объекты Определения

- **Определение:** Указатель С это переменная, значением которой может быть либо адрес некоторого объекта – переменной, константы, массива, функции, либо пустой адрес - NULL или 0 - ноль.

Формы объявлений для указателей на переменные, константы или массивы типа ТИП:

1. не константные указатели на не константы:

- ТИП * имя_указателя;

2. не константные указатели на константы:

const ТИП * имя_указателя;

3. константные указатели на не константы:

ТИП * const имя_указателя;

4. константные указатели на константы:

const ТИП * const имя_указателя;

* **На функции:**

* Тип_функции (*имя_Указателя)(список_форм_параметров);

* Указатели. Операции с указателями

Допустимы следующие основные действия с указателями:

1. объявления;
2. присваивания;
3. раскрытия ссылки – операция разыменование указателя;
4. получения адреса указателя;
5. унарные операции инкремента и декремента изменения значения указателя;
6. аддитивные операции сложения и вычитания значения указателей и целых величин;
7. операции сравнения содержимого указателей.

Примеры объявления и присваивания:

```
char *c,ch='A';
int *i,*k,ii,kk,date=2020;
float *f,ff=123.456;
i=&date; /*однотипное присваивание*/
*i=date;/* раскрытие ссылки слева*/
kk=*k;/*раскрытие ссылки справа*/
i=k;/*однотипное присваивание */
c=NULL;/*присваивание пустого адреса*/
```

* Указатели. Операции с указателями

Примеры инициализации

```
int a=3;
int* b=&a;// Инициализация указателя адресом целой переменной
int *c(&a);// Инициализация указателя адресом целой переменной
int *d=c;// Инициализация указателя  другим указателем
int* j = NULL;//Допустимо стандартом 1998
int*k=0; //Допустимо стандартом 1998
```

Примеры контроля типа указателя

```
int c=10;
const int d=20;
int *const p1 = &c;//OK
int *const p2 = &d;//NOK
const int* p3=&d;//OK
int* p4=&d;//NOK
p4=&c;//OK
```

* Указатели. Операции с указателями

Примеры приведения типа указателя

```
char *c;
int *k;
c=(char *)k; /*c указывает на целое как на символ*/

int a=6;
int *pa =&a;//Допустимо. Слева и справа от = адрес целого числа
void* vpa = (void*)&a;//Преобразование int* в void*
void* vp= (void*)pa;//Преобразование int* в void* .
```

Пример определения адреса указателя

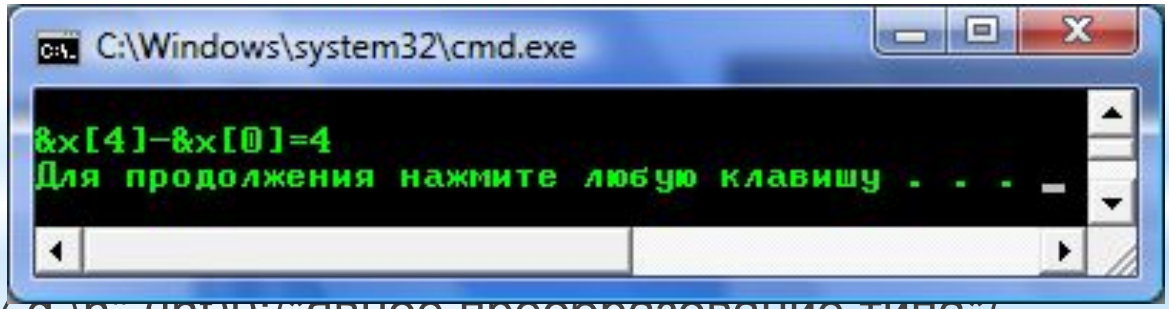
```
char *c;
void *a;
a=&c;
```

* Унарные и аддитивные операции с указателями

ptr1 - ptr2 вычисление числа элементов между ptr2 и ptr1
ptr1 + int_val вычисление указателя смещенного вверх
ptr1 – int_val вычисление указателя смещенного вниз

Пример – разность указателей

```
#include <stdio.h>
#include <stddef.h>
void main()
 {
  int x[5];/*массив из 5 элементов*/
  int *i,*k;/* */
  ptrdiff_t j;
  i=&x[0];
  k=&x[4];
  j=k-i;
  printf("\n&x[4]-&x[0]=%d \n",(int)j);/*явное преобразование типа*/
  }
```

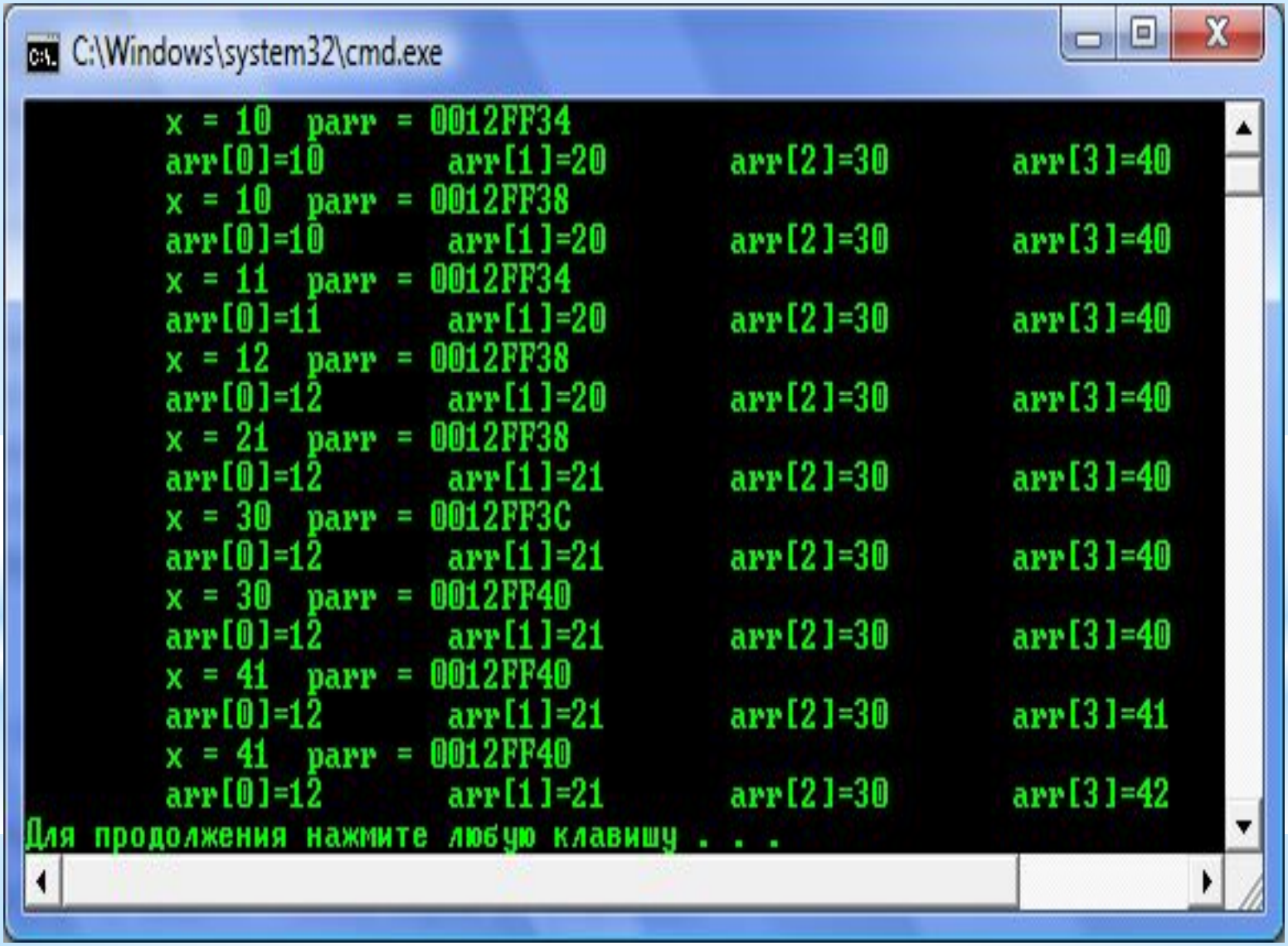


* Унарные и аддитивные операции с указателями

Пример – унарные операции с указателями

```
int main()
{       int arr[4] = {10,20,30,40}, *parr=arr;
        int x;
        x=*parr;//1
        x=*parr++;//2
        parr = arr;
        x=++*parr;//3
        x=++*parr++;//4
        x=++(*parr);//5
        x=*++parr;        //6
        x=*parr++;//7
        x=++(*parr);//8
        x=(*parr)++;//9
        return 0;
}
```

* Унарные и аддитивные операции с указателями

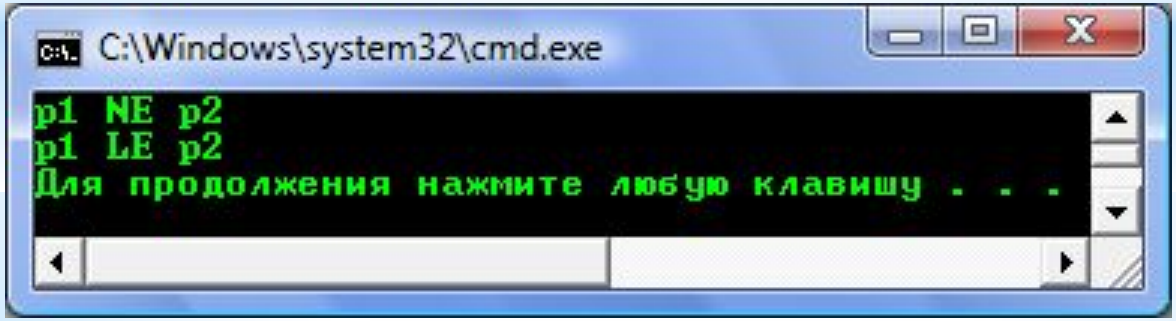


* Операции сравнения указателей

ptr1 == ptr2 сравнение на равенство
ptr1 != ptr2 сравнение на неравенство
ptr1 < ptr2 сравнение на меньше
ptr1 <= ptr2 сравнение на меньше и равно
ptr1 > ptr2 сравнение на больше
ptr1 >= ptr2 сравнение на больше и равно

Пример:

```
#include <stdio.h>
int main(i)
{
        int x[ ]={1,2,3,4,5};
        int *p1,*p2;
        p1=x;
        p2=&x[2];
        if(p1!=p2) printf("p1 NE p2\n");
        if(p1>=p2) printf("p1 GE p2\n");
        if(p1<=p2) printf("p1 LE p2\n");
        return 0;
}
```



* Указатели и массивы

Доступ к элементам массивов

1. Одномерный массив

E1[E2]->*(E1+E2). Здесь E1 – имя массива, E2 – целое.

2. Многомерный массив

E[i][j][k]->*(E[i][j]+k)->*(*(E[i]+j)+k)->*(*(*(E+i)+j)+k)

* Указатели и динамическая память

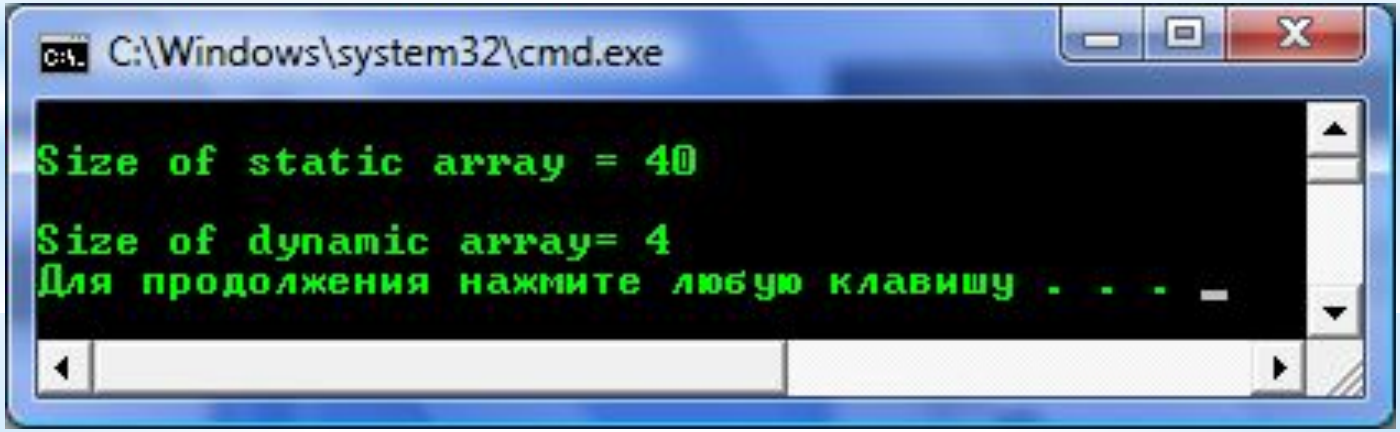
Функции С для работы с динамической памятью

Функция	*Прототип*
malloc()	**void * malloc(unsigned s);**
calloc()	**void * calloc(unsigned n, unsigned m);**
realloc()	**void * realloc(void *block,unsigned ns);**
free()	**void * free(void *block);**

* Статические и динамические массивы

Пример:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
void main()
{
int m_static[10],i,j,k;
int *m_dynamic = (int *) malloc (10*sizeof(int));
printf("\nSize of static array = %d\n",sizeof(m_static));
printf("\nSize of dynamic array= %d\n", sizeof(m_dynamic));
free(m_dynamic);
}
```



* Указатели и динамическая память

Пример:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
int main(int argc, char* argv[])
{
    int x1[ ]={1,2,3,4,5};
    int x2[ ]={1,2,3,4,5,6};
    int x3[ ]={1,2};
    int *p1,*p2,*p3;
    p1=(int*)malloc(sizeof(x1));
    printf("\n p1= %p\n",p1);
    p2=(int*)realloc((void*)p1,sizeof(x2));
    printf("\n p2= %p\n",p2);
    p3=(int*)realloc((void*)p2,sizeof(x3));
    printf("\n p3= %p\n",p3);
    for(int i=0;i<sizeof(x3)/sizeof(x3[0]);i++)
    {
    p3[i]=x3[i];
    printf("\n p3[%d]=%d\n",i,p3[i]);
    }
    return 0;
}
```

```
p1= 00966F58
p2= 00966F58
p3= 00966F58
p3[0]=1
p3[1]=2
```

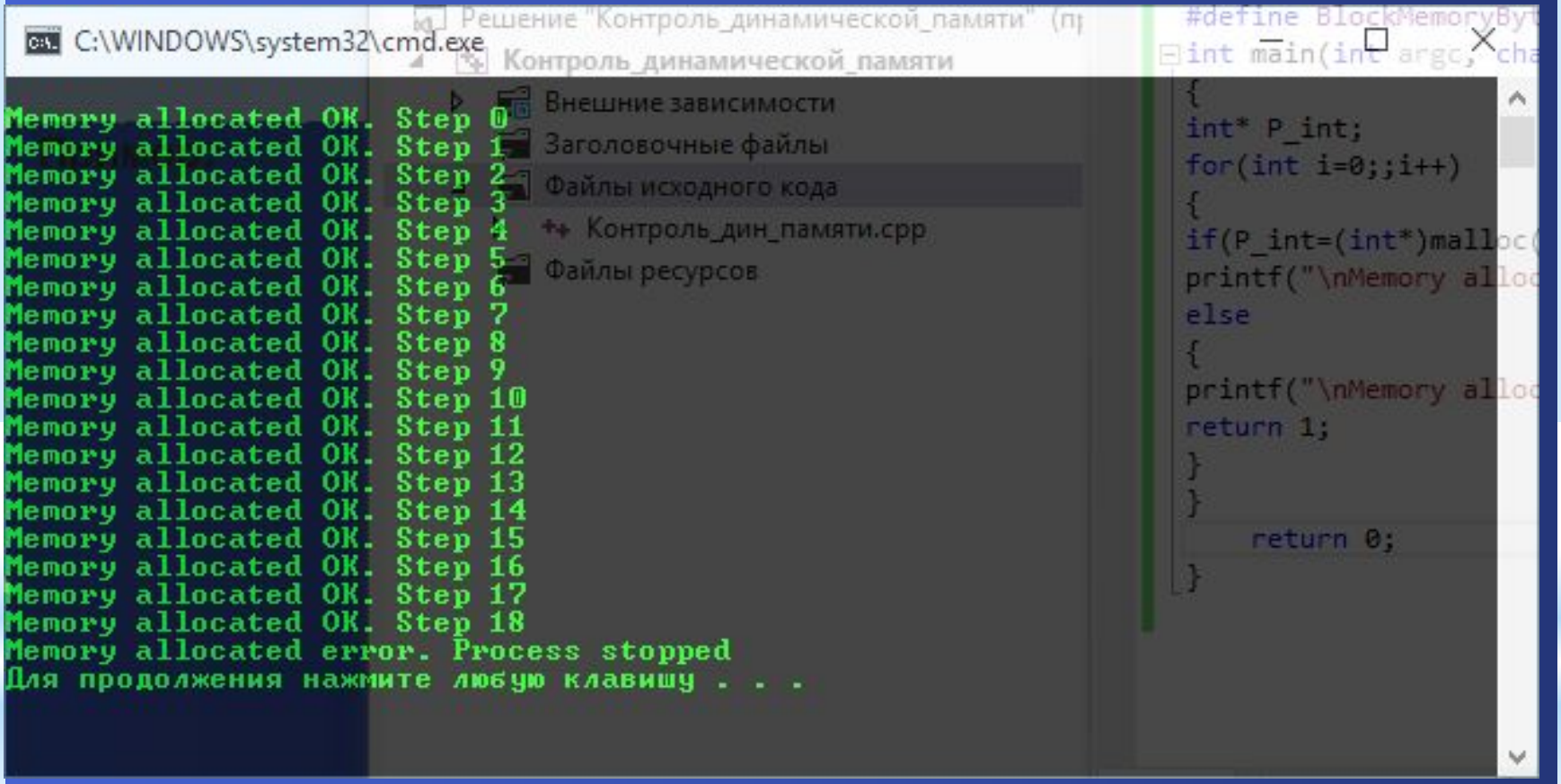
* Указатели и динамическая память

Пример:

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#define BlockMemoryByte 100000000
int main(int argc, char* argv[])
{
int* P_int;
for(int i=0;;i++)
{
if(P_int=(int*)malloc(BlockMemoryByte))
printf("\nMemory allocated OK. Step %d",i);
else
{
printf("\nMemory allocated error. Process stopped\n");
return 1;
}
}
    return 0;
}
```

* Указатели и динамическая память

Пример:



Многомерные динамические массивы

```
#define L1 4
#define L2 3
#define L3 2
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
//
// A[L1*L2]*B[L2*L3] = C[L1*L3]
//
//  C(i,j) = SCALAR_PROD(A[i]*B'[j])
//
int main()
{
double** A = (double**)malloc(L1 * sizeof(double*));
for (int i = 0; i < L1; i++) A[i] = (double*)malloc(L2 * sizeof(double));
double** B = (double**)malloc(L2 * sizeof(double*));
for (int i = 0; i < L2; i++) B[i] = (double*)malloc(L3 * sizeof(double));
double** C = (double**)malloc(L1 * sizeof(double*));
for (int i = 0; i < L1; i++) C[i] = (double*)malloc(L3 * sizeof(double));
```

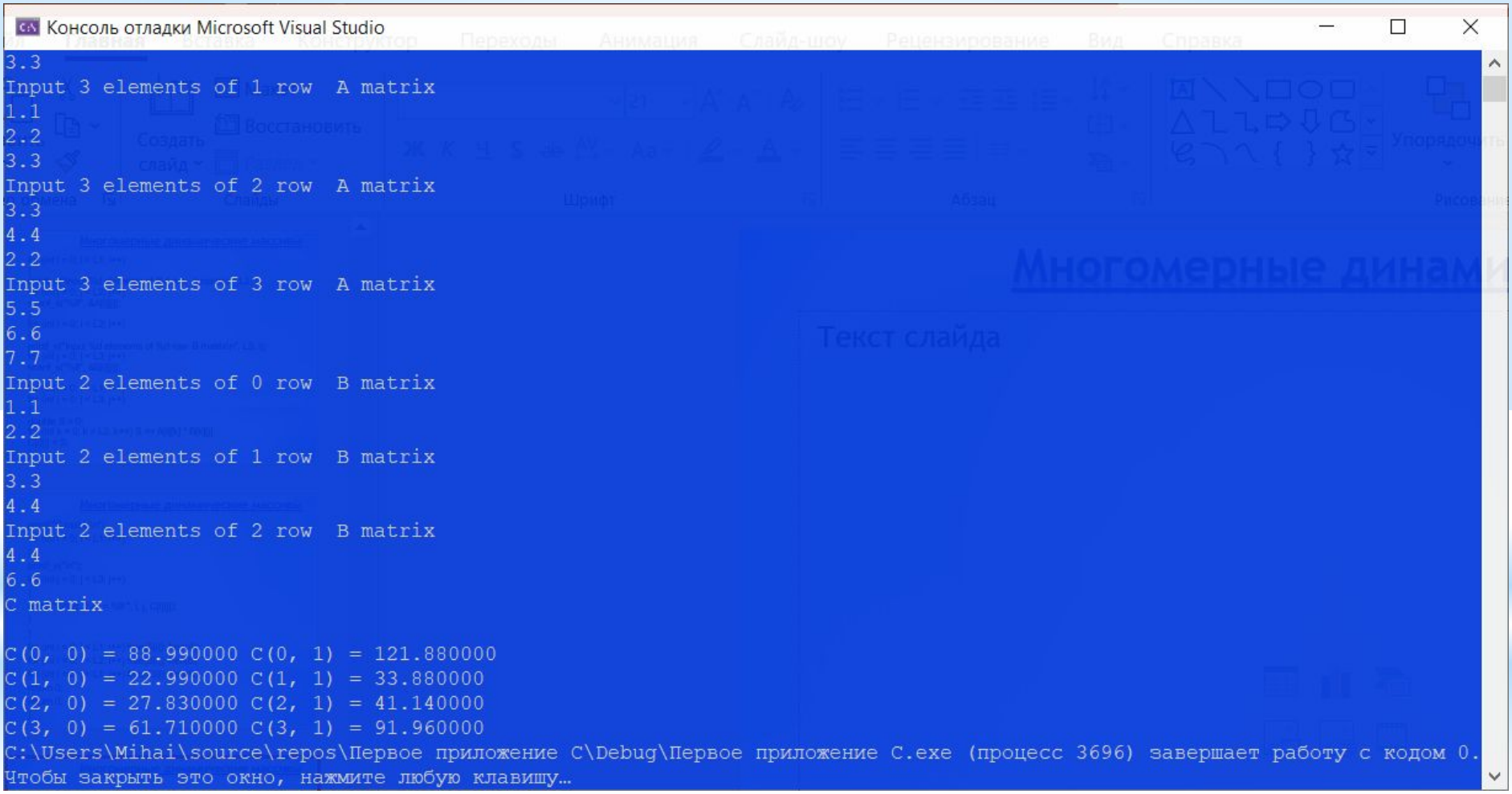
Многомерные динамические массивы

```
for (int i = 0; i < L1; i++)
{
printf_s("Input %d elements of %d row  A matrix\n",L2, i);
for (int j = 0; j < L2; j++)
scanf_s("%lf", &A[i][j]);
}
for (int i = 0; i < L2; i++)
{
printf_s("Input %d elements of %d row  B matrix\n", L3, i);
for (int j = 0; j < L3; j++)
scanf_s("%lf", &B[i][j]);
}
for (int i = 0; i < L1; i++)
for (int j = 0; j < L3; j++)
{
double S = 0;
for (int k = 0; k < L2; k++) S += A[i][k] * B[k][j];
C[i][j] = S;
}
```

Многомерные динамические массивы

```
printf("C matrix\n");
for (int i = 0; i < L1; i++)
{
printf_s("\n");
for (int j = 0; j < L3; j++)
{
printf("C(%d, %d) = %lf ", i, j, C[i][j]);
}
}
for (int i = 0; i < L1; i++) free(A[i]); free(A);
for (int i = 0; i < L2; i++) free(B[i]); free(B);
for (int i = 0; i < L1; i++) free(C[i]); free(C);
return 0;
return 0;
}
```

Многомерные динамические массивы



Многомерные динамические массивы

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define L1 3
#define L2 4
#define L3 5
int main()
{
int i=0, j =0, k =0;
int *** A;
A=(int***)malloc(L1*sizeof(int**));

for(i=0; i<L1; i++)
A[i]=(int**)malloc(L2*sizeof(int*));
for(i=0; i<L1; i++)
for(j=0; j<L2; j++)
A[i][j]= (int*)malloc(L3*sizeof(int));
//Write to 3D matrix DATA
for(i=0; i<L1;i++)
for(j=0; j<L2;j++)
for(k=0; k<L3;k++)
A[i][j][k]= i*j*k;

for(k=0; k<L3;k++)
{
for(i=0; i<L1;i++)
{
for(j=0; j<L2;j++)
 printf("A[%d][%d][%d] = %d\t",i,j,k,A[i][j][k]);
 printf("\n");
}
}
return 0;
}
```

* Многомерные динамические массивы