Лекция 6

Указатели и динамические массивы

Статические и динамические массивы.

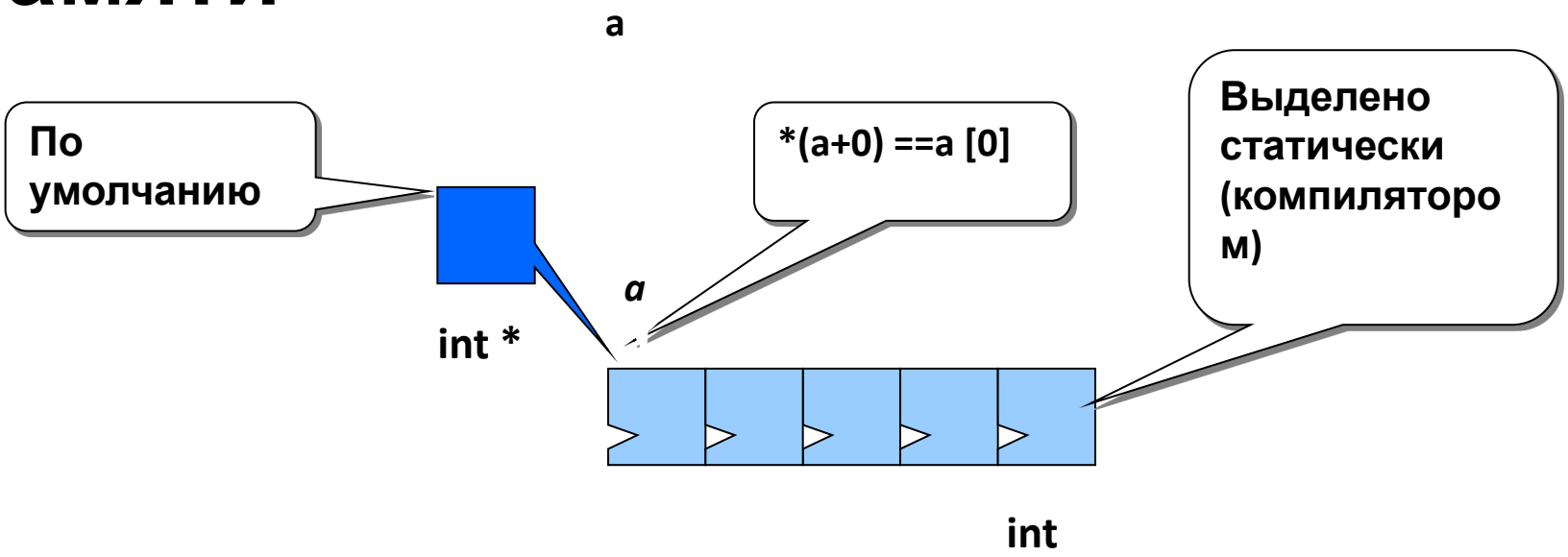
Все характеристики **статического массива** (имя массива, тип его элементов, размерность) полностью определялись при его объявлении и не могли меняться в течение выполнения программы. Память под статический массив выделялась при компиляции программы.

Однако, при решении многих задач необходимо, чтобы память для массива выделялась в процессе выполнения программы, т.е. потребности в памяти заранее не известны и не могут быть определены при объявлении массива. В этом случае используются **динамические массивы**. При работе с динамическими массивами обязательно выделение и освобождение выделенной динамической памяти.

Динамическое выделение памяти также позволяет эффективно использовать память компьютера.

Моделирование одномерных массивов с использованием динамической памяти

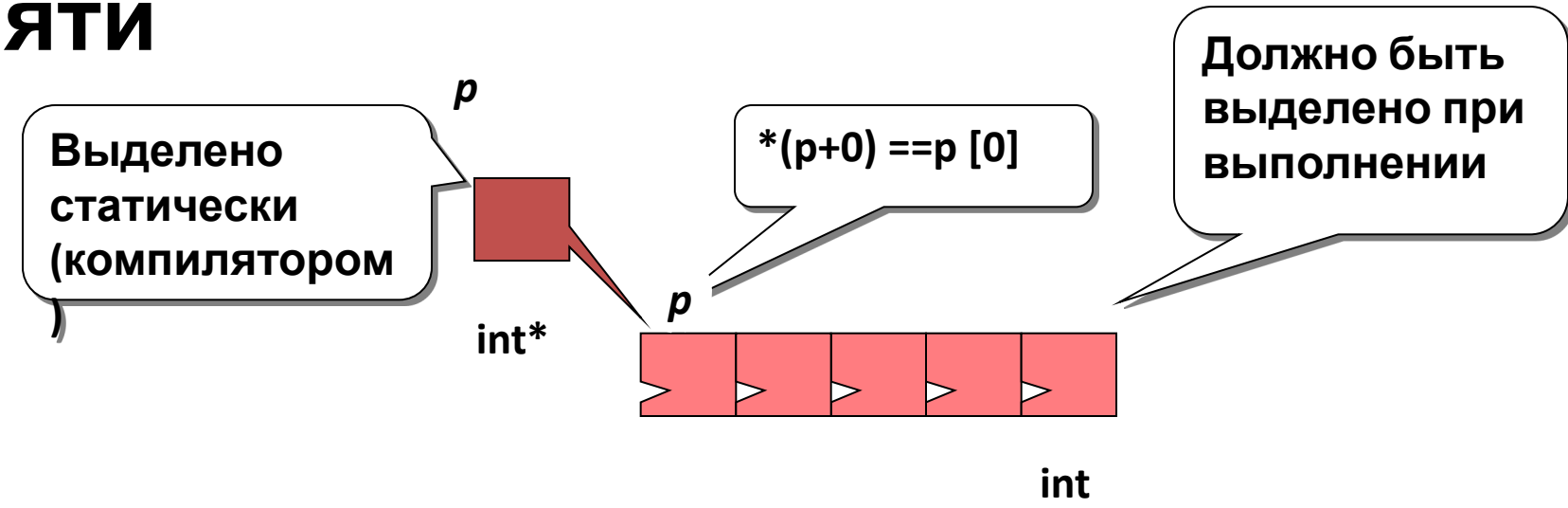
int a[5];



*(a+i) == a[i]

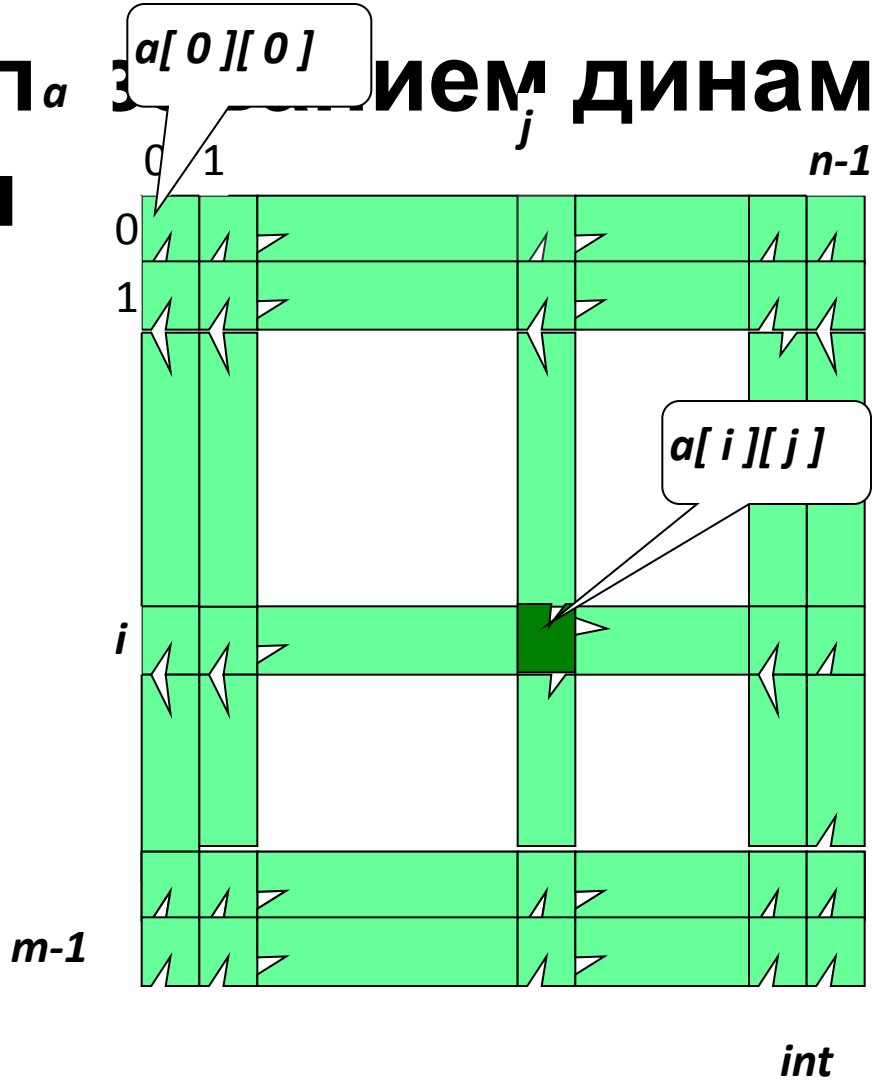
Моделирование одномерных массивов с использованием динамической памяти

int *p;



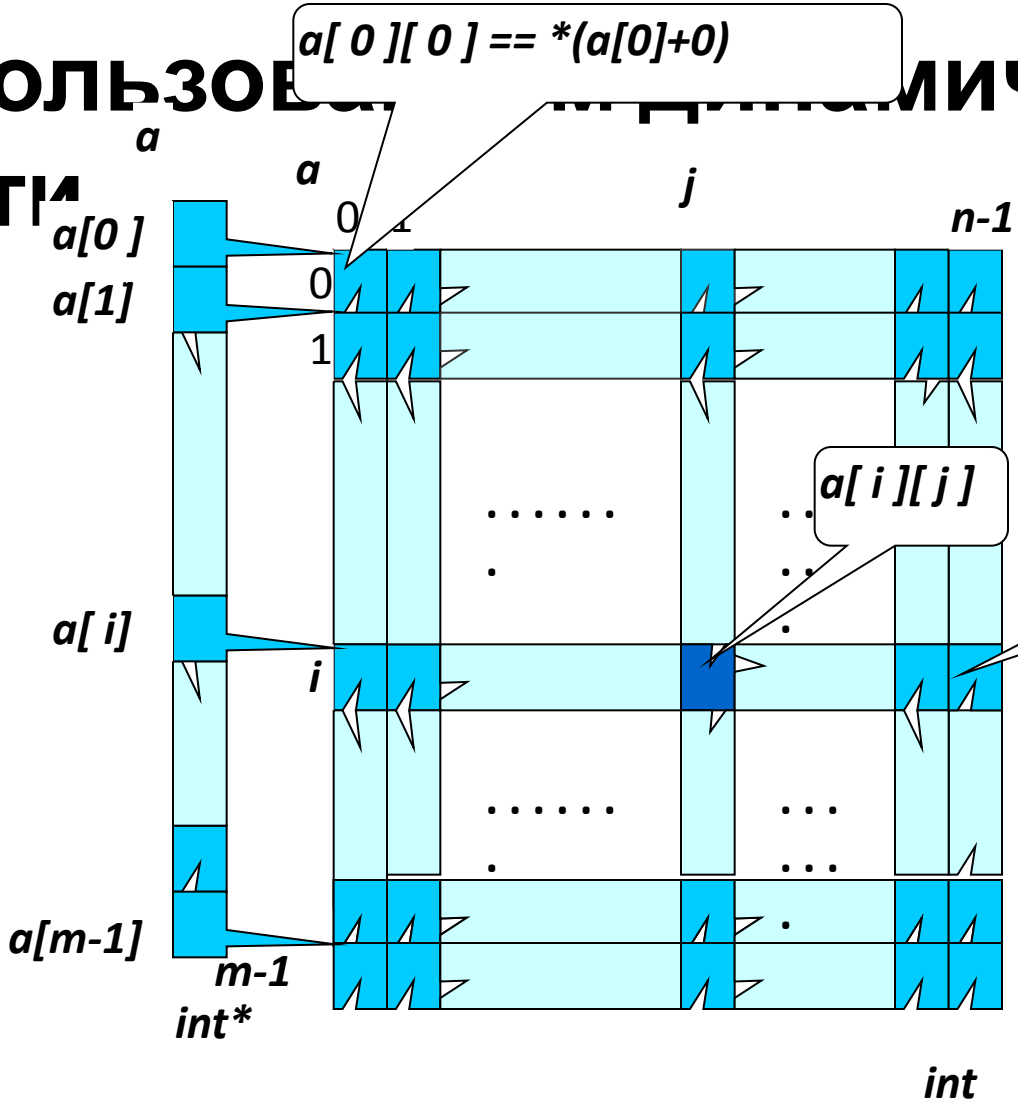
*(p+i) == p[i]

Моделирование многомерных массивов с использованием динамической памяти



Это матрица в обычном смысле; ее элементы: ***a[0][0], a[1][1]*** **и т.д.**

Моделирование многомерных массивов с использованием динамической памяти



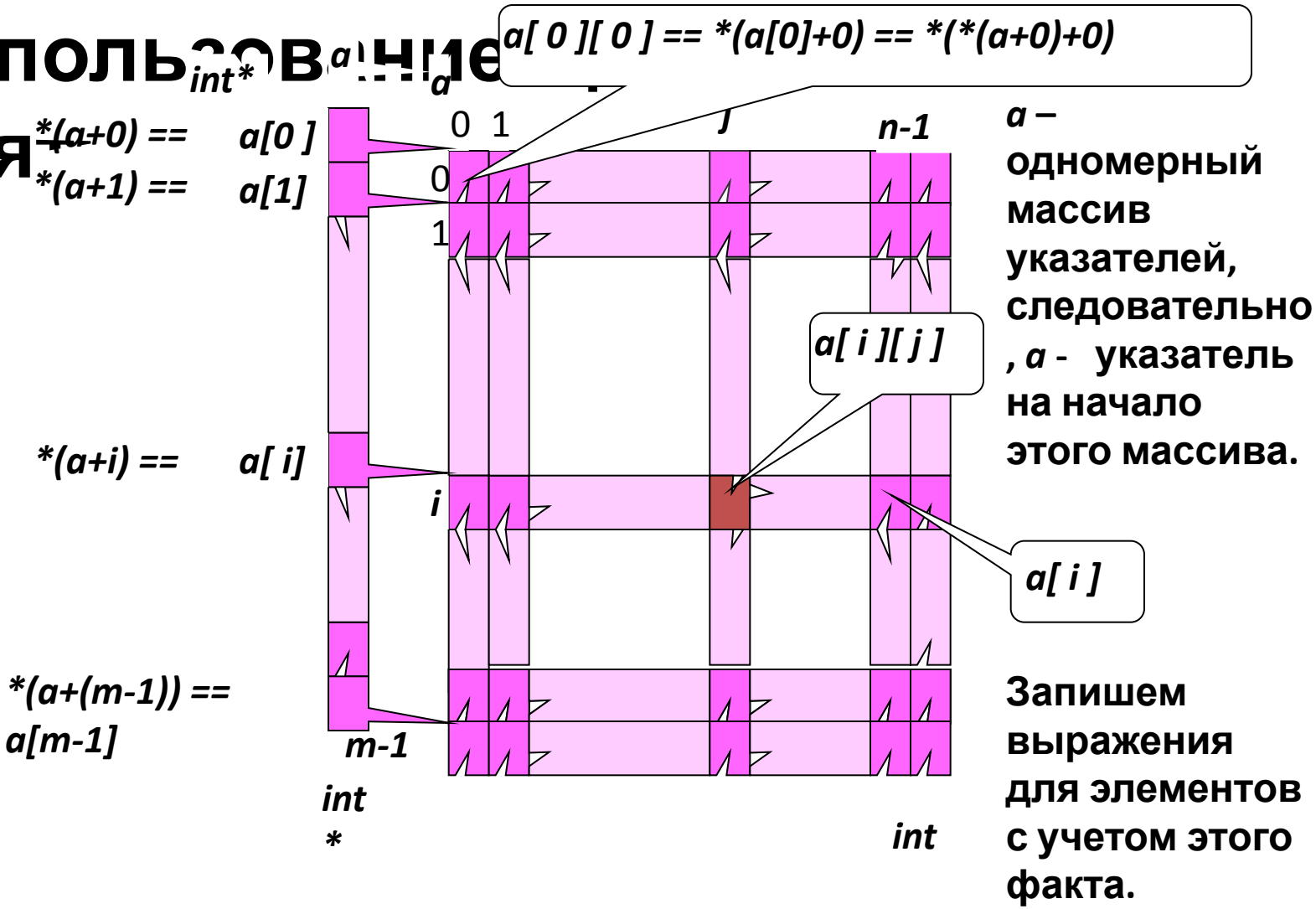
Матрица – одномерный массив из одномерных массивов (строк); *a[i]* – строка с номером *i.*

Следовательно, *a[i]* - указатель на первый байт *i*-й строки.

Т.е. *a* – одномерный массив указателей.

Запишем выражения для элементов с учетом этого факта.

Моделирование многомерных массивов с использованием памяти



a – одномерный массив указателей, следовательно, *a* - указатель на начало этого массива.

Запишем выражения для элементов с учетом этого факта.

Динамическое распределение памяти.

Под динамической памятью понимают память, которая выделяется программе во время её работы. Динамическое распределение памяти включает выделение программе памяти по её запросу и последующее освобождение программой этой памяти. Для выделения памяти в языке С используются следующие функции:

void* malloc(size_t size);

void* calloc(size_t nitems, size_t size);

void* realloc(void* ptr, size_t size);

Прототипы этих функций находятся в заголовочном файле **stdlib.h**. Параметры этих функций содержат тип size_t, который является переопределением типа unsigned int. Тип void* указателем на «пустую» память. Впоследствии этот указатель приводится к указателю на нужный тип.

Важно!

- Динамическую память нужно освобождать после её использования. Иначе остаются неиспользованные блоки памяти, которые называются «мусором». Распространенная ошибка программирования **“утечка памяти”** (memory leak) заключается в том, что память выделяется динамически в цикле, но не освобождается. Постепенно свободная память заканчивается, хотя есть много неиспользуемых участков памяти, и программа заканчивается АВАРИЙНО.
- Динамическое выделение памяти используется только в том случае, если программе заранее неизвестно, какой размер памяти нужно отвести под данные.

Функция malloc

Функция **malloc** *резервирует* непрерывный блок ячеек памяти для хранения указанного объекта и возвращает указатель на первую ячейку этого блока. Обращение к функции имеет вид:

void *malloc(size);

Здесь **size** — целое беззнаковое значение, определяющее размер выделяемого участка памяти в байтах.

Если резервирование памяти прошло успешно, то функция возвращает указатель на выделенный участок памяти (переменную типа **void ***, которую можно привести к любому необходимому типу указателя), иначе - **NULL** при невозможности выделить память.

Пример:

```
double  *p;
if  (( p=(double*) malloc (sizeof(double))) = = NULL)
{
    printf (“Нехватка памяти \n”);
     return;
}
      int  i;
      scanf(“ %d ” , &i )
       *p = (double) i;
```

Здесь мы выделяем память под вещественное число типа double

(double*) – приведение типа к требуему типу объекта, для которого выделям память

sizeof(double) - функция, вычисляющая размер объекта данного типа в байтах

Функция calloc

Функция - **calloc** также предназначена для выделения памяти. Следующая запись означает,
что будет выделено
num элементов по **size** байт :

void *calloc (num, size);

Эта функция возвращает указатель на выделенный участок или **NULL** при невозможности выделить память.

Особенностью функции **calloc** является обнуление всех выделенных элементов.

Функция realloc

Функция **realloc** Функция realloc перераспределяет память, на которую указывает **p**, до размера в **size** байт. То есть программе распределяется новый блок памяти в size байт. При этом size байт информации из старого блока копируются в новый блок. Блок памяти может уменьшаться или увеличиваться в размере. После этого старый блок памяти освобождается.

Обращаются к ней так:

char *realloc (void *p, size);

Здесь **p** — указатель на ранее выделенную область памяти, размер которой нужно изменить на **size** байт.

Если в результате работы функции меняется адрес области памяти, то новый адрес вернется в качестве результата.

Если фактическое значение первого параметра **NULL**, то функция **realloc** работает также, как и функция **malloc**, то есть выделяет участок памяти размером **size** байт.

Если **size** равен 0, то ранее выделенная память будет освобождена, как если бы была вызвана функция **free**, и возвращается нулевой указатель.

Функция **realloc** в случае успешного завершения своей работы возвращает указатель на выделенный участок памяти или **NULL** в случае неудачи.

Функция realloc

Таким образом, используя функцию **realloc(),** можно изменить размер ранее зарезервированного блока памяти.

```
void  *ptr;          /*  Указатель на предварительно    */
                     /*  зарезервированный блок памяти  */
int   size;          /*  Новый размер блока в байтах    */
void  *realloc(ptr, size)
```

ПРИМЕР :

```
int *a;
a=(int *)malloc(10*sizeof(int));
…
(int *)realloc(a,20*sizeof(int));
…
(int *)realloc(a,8*sizeof(int));
```

функция free

Для освобождения выделенной памяти используется функция **free**. Обращаются к ней так:

void free (void *p size);

Здесь **p** — указатель на участок памяти, ранее выделенный функциями **malloc**,**calloc** или **realloc**.

Операторы new и delete

Операторы **new** и **delete** в языке C++
аналогичны функциям **malloc** и **free** в языке C.

New выделяет память, а его единственный аргумент — это выражение, определяющее количество байт, которые будут зарезервированы. Возвращает оператор указатель на начало выделенного блока памяти.

// пример использования операции **new** :

int *ptrvalue = new int;

//где **ptrvalue** – указатель на выделенный участок памяти типа int

//**new** – операция выделения свободной памяти под создаваемый объект.

Оператор **delete** освобождает память, его аргумент — адрес первой ячейки блока, который необходимо освободить.

// пример использования операции **delete**:

delete ptrvalue;

// где **ptrvalue** – указатель на выделенный участок памяти типа int

// **delete** – операция высвобождения памяти

Динамические массивы.

Динамический массив — массив переменной длины, память под который выделяется в процессе выполнения программы.

Для того чтобы динамически создать одномерный массив нужно:

- объявить в программе указатель на тип, соответствующий типу элементов этого массива
- выделить память под массив, используя одну из функций malloc или calloc.

Динамические массивы.

При этом считается грубой ошибкой то, что описания

```
int  a[10];

int  *pa;
```

полностью равносильны одно другому.

Для того, чтобы указатель стал полностью эквивалентен массиву, необходимо заставить его ссылаться на область памяти соответствующей длины. Это можно сделать при помощи стандартных функций **malloc(),** захватывающих требуемое количество байт памяти и возвращающих адрес первого из них.

```
pa = (int*)malloc(10*sizeof(int));
```

Пример создания одномерного целочисленного массива

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{       int   *a, n;                  // указатель на массив, размерность массива
          printf("Input a size of an array: ");
          scanf("%d", &n);
          a = (int*)malloc(n * sizeof(int));        // выделяем память под массив
          if (!a)
          {                           // если ошибка, то выходим из программы
              printf("Error: there is no memory.\n");
             return 0;
          }
          printf("Input elements of the array: ");        // вводим элементы массива
          for (int i = 0; i < n; ++i)
                  scanf("%d", &a[i]);
          printf("Input elements of the array: ");      // можно ввести элементы массива и так
          for (i = 0; i < n; ++i)
                scanf("%d", a + i);
         printf("You input the array: ");    // что-то делаем с массивом
          for (i = 0; i < n; ++i)
                 printf("%d ", a[i]);
          printf("\n");
          free(a);         // освобождаем выделенную память
          return 1;
}
```

Многомерные динамические массивы

Память под многомерные динамические массивы выделяется по строкам, начиная с первого индекса. Это делается для того, чтобы обеспечить применение операции индексирования [ ] столько раз какова размерность многомерного массива. В этом случае тип динамического массива объявляется как указатель, который содержит оператор обращения по адресу ‘*’ столько раз, какова размерность массива. Например, указатели на двумерный и трехмерный целочисленные массивы могут быть объявлены следующим образом:

```
int     **a;    // указатель на двумерный массив
int     ***b;   // указатель на трехмерный массив
```

Пример создания двумерного целочисленного массива

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{     int    **a, n, m;     // указатель на массив, размерности
      массива
          int i, j;      // индексы элементов матрицы
          printf ("Input two sizes of an array: ");
          scanf ("%d%d", &n, &m);
    // выделяем память для указателей на строки
          a =  (int**)malloc(n * sizeof(int*));
           if (!a)    // если ошибка, то выходим из программы
          {
                    printf("Error: there is no memory.");
                    return 0;
          }
    for (i = 0; i < n; ++i)    // выделяем память для строк
     {
        a[i] = (int*)malloc(m * sizeof(int));
               if (!a[i])    // если ошибка, то освобождаем
      память
                          //и выходим из программы
                {    for (j = 0; j < i; ++j)
                        free(a[j]);
                        free(a);
                        printf("Error: there is no memory.\n");
                        return 0;
                    }
      }
// вводим элементы массива
          printf("Input elements of the matrix:\n");
          for (i = 0; i < n; ++i)
                    for (j = 0; j < m; ++j)
                              scanf("%d", &a[i][j]);
                    // что-то делаем с матрицей
          printf("You input the matrix:\n");
          for (i = 0; i < n; ++i)
          {
                    for (j = 0; j < m; ++j)
                              printf("%d ", a[i][j]);
                    printf("\n");
          }
                    // освобождаем захваченную
память
          for (i = 0; i < n; ++i)
                    free(a[i]);
          free(a);
          return 1;
}
```

Пример. Скалярное произведение двух векторов. Функция malloc.

```
# include <stdio.h>
# include <malloc.h>
# include <conio.h>
// Функция ввода элементов динамического одномерного массива
void input_array( float *x, char m_name,int n)
{
printf ("\n Введите элементы массива %c [%i]\n ",m_name,n);
for (int i=0;i<n;i++)
        {
        printf ("%c [%i] =  ",m_name,i);
        scanf ("%f",(x+i));
        }
}
// Функция вывода элементов динамического одномерного массива
void output_array( float *x, char m_name,int n)
{
printf ("\n Массив %c [%i] \n",m_name,n);
for (int i=0;i<n;i++)
                printf ("\t%4.2f",*(x+i));
puts (" ");
}
// ----------  Основная программа  ------
void main (void)
{
int    i,m;
float *a, *b, *c;
clrscr();
printf ("\n Введите размер массивов для вычисления их
                                скалярного произведения
");
scanf ("%i",&m);
a=(float *)malloc(m*sizeof(float));
b=(float *)malloc(m*sizeof(float));
c=(float *)malloc(m*sizeof(float));
input_array(a,'a',m);
input_array(b,'b',m);
for (i=0;i<m;i++)
     *(c+i)=*(a+i) * *(b+i);
printf ("\n Исходные векторы :");
output_array(a,'a',m);
output_array(b,'b',m);
printf ("\n Результирующий вектор скалярного произведения ");
output_array(c,'c',m);
free(a);
free(b);
free(c);
```

Пример. Функция realloc.

Пример с изменением размера одномерного динамического массива в ходе исполнения программы.
Задача: вводится последовательность оценок (1-5) и высчитывается среднее арифметическое. Количество оценок заранее не известно, конец последовательности - 0.

```
# include <stdio.h>
# include <malloc.h>
# include <conio.h>
void main (void)
{
int *a;
clrscr();
a=(int *)malloc(sizeof(int));
int i=0;
        Do
          {
            (int *)realloc(a,(i+1)*sizeof(int));// Последовательное
                    //увеличение размера динамического
             массива
                    // на одну ячейку целого типа
             printf ("%i-я оценка :",i+1);
             scanf("%i",(a+i));
                 i++;
          }
        while (*(a+i-1)!=0);
puts (" ");
int s=0;
                for (int j=0;j<i-1;j++)
                        {
                        printf ("%3i",*(a+j));
                        s+=*(a+j);
                        }
                float avg=s/i;
printf ("\n Среднее арифметическое : %2.3f ",avg);
free(a);
getch();
}
```