

Практическое занятие № 4 «Описание и работа с двумерными массивами в языке C++»

Учебные цели:

- способности использовать языки и системы программирования, программные средства общего назначения, инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач, в части касающейся способности использовать язык C++ и систему программирования Visual Studio для решения задач циклической обработки данных, представленных в виде двумерного массива (матрицы);
- получение умений и навыков отладки программ обработки данных, представленных в виде двумерного массива.

Воспитательные цели:

- формировать диалектико-материалистическое мировоззрение;
- формировать навыки самостоятельности и дисциплинированности;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию у них творческого мышления.

Категория слушателей: 2,3 курс.

Время: 90 мин.

Место проведения: компьютерный класс.

Материально-техническое обеспечение:

1) персональный компьютер *IBM PC* с операционной системой Windows XP; 2) среда разработки приложений *Visual C++ .NET*.

ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ

Учебные вопросы	Время, мин
Вступительная часть	5
1. Двумерные массивы в C++	30
2. Выполнение индивидуального задания	50
Заключительная часть	5

Элементы теории

Многомерные массивы. Под размерностью массива понимают число индексов, которые необходимо указать для получения доступа к отдельному элементу массива. Все массивы, рассмотренные до сих пор, были

одномерными и требовали указания только одного индекса. Чтобы определить размерность массива, достаточно посмотреть на его объявление. Если в нем присутствует только одна пара квадратных скобок [], то перед нами одномерный массив, если две [][] – двумерный и т. д. Во втором случае говорят, что массив многомерный. На практике размерность массивов, как правило, не больше трех. Напомним, что в математике одномерные массивы называются векторами, а двумерные – матрицами.

Инициализация многомерных массивов. Многомерные массивы также можно инициализировать. Элементам массива присваивается список значений *построчно*. Для двумерных массивов в первых квадратных скобках указывают количество строк массива, во втором – столбцов. Например, для объявления массива содержащего 4 строки и 3 столбца, можно использовать следующую запись:

```
int M_Array [4][3];
```

В таком массиве первые три элемента входят в элемент *M_Array* [0], т.е. в первую строку, следующие три элемента – в элемент *M_Array* [1], т.е. во вторую строку и т.д. Инициализируется этот массив следующим образом, например:

```
int M_Array[4][3] = {1,7,8,-4,5,3,9,6,0,15,11,14};
```

Чтобы было понятнее, значения при инициализации можно разделить фигурными скобками. Для данного примера получим:

```
int M_Array[4][3] = { {1, 7, 8},
                      {-4, 5, 3},
                      {9, 6, 0},
                      {15, 11, 14} };
```

Компилятор все равно проигнорирует внутренние фигурные скобки, но они помогут сделать набор чисел более понятным. Если объявленный массив *M_Array*[4][3] представить в виде матрицы, то получим:

$$M_Array[4][3] = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 8 \\ -4 & 5 & 3 \\ 9 & 6 & 0 \\ 15 & 11 & 14 \end{pmatrix}.$$

Доступ к элементам многомерного массива такой же, как и к одномерному. Например, в объявленном массиве элемент *M_Array*[0][0] равен 1. Индексы [0][0] говорят о том, что данный элемент находится на пересечении 1 строки и 1 столбца или имеет нулевое смещение адреса ячеек памяти, выделенных для массива. *M_Array*[2][1]=6, т.е. данный элемент находится на пересечении 3 строки и 2 столбца, что соответствует смещению указателя от начала массива на 2*3+1=7 элементов вправо. *M_Array*[1][2]=3, т.е. данный элемент находится на пересечении 2 строки и 3, что

соответствует смещению указателя от начала массива на $1 \cdot 3 + 2 = 5$ элементов вправо.

Ввод значений элементов двумерного массива с клавиатуры. Для примера приведем фрагмент программы на C++, реализующий ввод значений элементов двумерного массива $M(k,q)$. Результаты работы предложенного фрагмента программы приведены на рисунке 1.

```
int i,j,k,q,M[10][15];
cout << "Vvedite kolichestvo strok massiva M k(<=10)=";
cin >> k;
cout << "Vvedite kolichestvo stolbcov massiva M ";
cout << " q(<=15)=";
cin >> q;
for (i=0;i<k;i++)
{
    for (j=0;j<q;j++)
    {
        cout << "Vvedite M["<<i+1<<","<<j+1<<"]=";
        cin >> M[i][j];
    }
}
cout << endl;
```

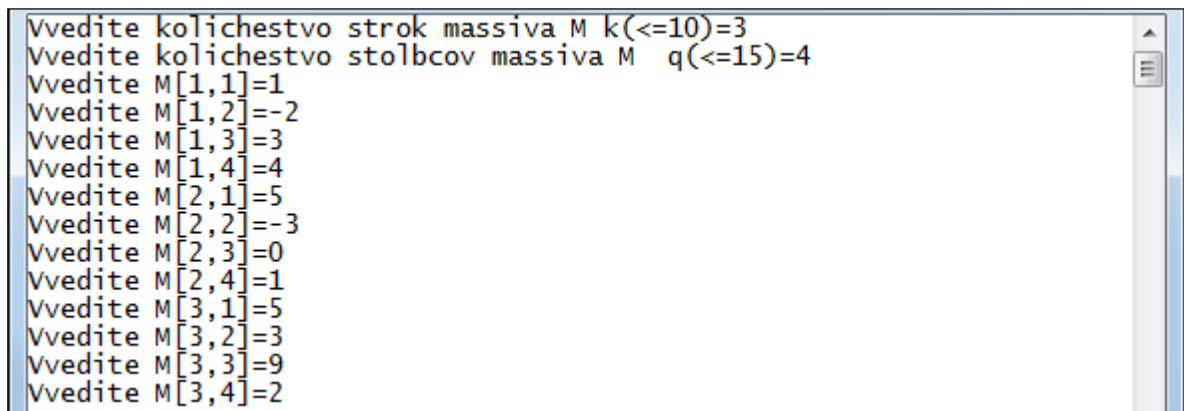


Рис. 1. Ввод значений элементов двумерного массива $M(3,4)$

Вывод значений элементов двумерного массива в виде матрицы. Для примера приведем фрагмент программы на C++, реализующий вывод значений элементов двумерного массива $M(k,q)$ в виде матрицы. Результаты работы предложенного фрагмента программы приведены на рисунке 2.

```
cout << "Vyvod dvumernogo massiva" << endl;
for (i=0;i<k;i++)
{
    for (j=0;j<q;j++)
        cout << M[i][j]<<"\t";
    cout << endl;
}
```

```
Vyvod dvumernogo massiva
1      -2      3      4
5      -3      0      1
5      3       9      2
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рис. 2. Вывод значений элементов двумерного массива $M(3,4)$ в виде матрицы

Для **определения размера** массива можно воспользоваться следующей функцией: `sizeof(I_Array)`, которая возвращает размер массива `I_Array` в байтах. Если этот размер разделить на размер одного элемента массива, то получим количество элементов массива. В приведенном выше примере количество элементов объявленного двумерного массива `M[10][15]` можно найти, написав следующее выражение `cout<<sizeof(M)/sizeof(int)`. В результате работы данного выражения на экран будет выведено число *150*.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение массива.
2. Многомерные массивы: инициализация и обращение к элементам массива.
3. Как определить количество элементов двумерного массива?
4. Напишите фрагмент программы для ввода элементов двумерного массива $A(4,2)$ целочисленного типа.
5. Напишите фрагмент программы для вывода элементов двумерного массива $A(2,3)$ целочисленного типа (массив инициализировать при объявлении).
6. Напишите фрагмент программы для вывода элементов двумерного массива $A(3,3)$ целочисленного типа.

Упражнения для самостоятельного выполнения

1. Перепишите массив `int A[3][4]={1, 2, 0, 7, 3, -6, 0, 8, 11, 3, 2, 6}` в виде матрицы.
2. Определите, чему будут равны элементы `A[2][3]`, `A[1][2]`, `A[A[0][1]][A[0][2]]` для следующего массива:

`int A[3][4]={1, 2, 0, 7, 3, -6, 0, 8, 11, 3, 2, 6}.`

Сколько строк и сколько столбцов имеет данный массив?

3. Определите, какое значение примет переменная *k* после выполнения следующего фрагмента кода:

```
const int n=5;
double A[n*2+4][n-1];
int k=0;
```

```
k= sizeof(A)/sizeof(double);
```

4. Найдите ошибку в следующих фрагментах программы:

```
a) int M[4][3];
   for (int i=0; i<3; i++)
       for (int j=0; j<4; j++)
           M[i][j]=i+1;
```

```
б) int M[4][3];
   for (int i=0; i<=4; i++)
       for (int j=0; j<+3; j++)
           M[i][j]=j+2;
```

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОТРАБОТКЕ УЧЕБНЫХ ВОПРОСОВ

1. Двумерные массивы в C++

Рассмотрим пример работы в C++ с двумерным массивом, написав программу для решения следующей задачи обработки данных:

- дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть сумма элементов соответствующего столбца матрицы $A(n,m)$, кратных номеру данного столбца. Полученную матрицу $B(m)$ вывести на экран. Считать, что нумерация столбцов в матрице $A(n,m)$ начинается с 1. Тест-кейсы для данной задачи представлены в таблице П. 1 приложения А.

Листинг П. 1

```
// Laboratornay rabota N 11
/*Vypolnil student 11 uchebnoy gruppy
Ivanov P.S. */

#include "stdafx.h"
#include <iostream>

int main()
{
    using namespace std;
    int t,s,i,j,k,l,M[10][15],M_new[10][15];
    cout << "Vvedite kolichestvo strok massiva M k=";
    cin >> k;
    cout << "Vvedite kolichestvo stolbcov massiva M l=";
    cin >> l;
    for (i=0;i<=k-1;i++)
    {
        for (j=0;j<=l-1;j++)
            {cout << "Vvedite M["<<i+1<<","<<j+1<<"]="; // Vvod
dvumernogo
                cin >> M[i][j];                // massiva
            }
    }
```

```

    }
    cout << endl;

    for (i=0; i<=k-1; i++)
    {
    for (j=0; j<=l-1; j++) // Vyvod dvumernogo massiva
        cout << M[i][j]<<"\t";
    cout << endl;
    }
    cout << endl;
    t=0;
    for (i=0; i<=k-1; i++)
    {
        s=0;
    for (j=0; j<=l-1; j++)
        s+=M[i][j];
        if (s<0)
        {
            ++t;
            for (j=0; j<=l-1; j++) M_new[t-1][j]=M[i][j];
        }
    }
    cout << "Obrabotanny massiv" << endl;

    if (t==0) cout << "Net massiva" << endl;
    else
        for (i=0; i<=t-1; i++)
        {
            for (j=0; j<=l-1; j++) // Vyvod dvumernogo massiva
                cout << M_new[i][j]<<"\t";
            cout << endl;
        }
        return 0;
}

```

2. Исследовательская часть

Задание 1. Составить программу на языке C++ для решения задачи обработки двумерных массивов в соответствии с Вашим вариантом:

1. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть *среднее арифметическое значение* соответствующего столбца матрицы A .

2. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть *сумма четных элементов* соответствующего столбца матрицы A .

3. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть *произведение отрицательных элементов* соответствующего столбца матрицы A .

4. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть *количество ненулевых элементов* соответствующего столбца матрицы A .

5. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(n)$, каждый элемент которого есть *среднее арифметическое значение* соответствующей строки матрицы A .

6. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(n)$, каждый элемент которого есть *произведение положительных элементов* соответствующей строки матрицы A .

7. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(n)$, каждый элемент которого есть *количество положительных элементов* соответствующей строки матрицы A .

8. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть третий элемент соответствующего столбца матрицы A , где $n > 3$.

9. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(n)$, каждый элемент которого есть *количество элементов больших x* соответствующей строки матрицы A .

10. Дана матрица $A(n,m)$. Сформировать массив $B(m)$, каждый элемент которого есть *количество элементов меньших y* соответствующего столбца матрицы A .

Порядок выполнения задания.

1) В соответствии с алгоритмом, разработанным на ЛЗ. 1.4.1. «Алгоритмы обработки двумерных числовых массивов», составить программу на языке C++. В качестве примера, воспользоваться листингом П.1.

2) Отладить полученную программу с помощью Visual Studio и создать исполняемый файл.

3) Используя составленные ранее тест-кейсы, протестировать полученную программу на разработанных ранее наборах входных данных. Результаты тестирования представить в виде таблицы 1.

Таблица 1.

Результаты тестирования программы П.1

Тест (значения исходных данных)	Ожидаемый результат	Фактический результат	Результат тестирования
$n=3, m=4$ $A(3,4) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 7 \\ 4 & 3 & 9 & 3 \\ -2 & 5 & 12 & 1 \end{pmatrix}$	$B(4) = (3 \ 0 \ 24 \ 0)$	$B(4) = (3 \ 0 \ 24 \ 0)$	отрицательный

$n=4, m=4$ $A(4,4) = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 8 \\ 2 & 4 & 9 & 6 \\ 3 & -3 & 1 & 3 \end{pmatrix}$	$B(4) = (7 \ 10 \ 12 \ 8)$	$B(4) = (7 \ 10 \ 12 \ 8)$	отрицательный
$n=5, m=1$ $A(5,1) = \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ -2 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$	$B(1) = (10)$	$B(1) = (10)$	отрицательный
$n=1, m=3$ $A(1,3) = (2 \ 4 \ 8)$	$B(3) = (2 \ 4 \ 0)$	$B(3) = (2 \ 4 \ 0)$	отрицательный

Контрольные вопросы

1. Как поменять местами два элемента двумерного массива?
2. Напишите фрагмент программы на языке C++ нахождения суммы всех элементов двумерного массива.
3. Напишите фрагмент программы на языке C++ нахождения произведения всех элементов двумерного массива.
4. Как в C++ обратиться к элементу двумерного массива Q лежащему в первой строке и третьем столбце?
5. Сколько элементов содержит массив объявленный в C++ как `int D[3][4]`? Как в программе можно узнать это количество?
6. В C++ объявлен и инициализирован следующий массив
`int F[3][3] = {1, 2, 3, -4, 5, 6, 4, 7, 9};`
 Чему будет равен элемент массива `F[1][2]`?
7. Допустимо ли в C++ инициализировать двумерный массив следующим образом: `int F[][] = {1, 2, 3, -4, 5, 6, 4, 7, 9};`
8. Напишите фрагмент программы на языке C++ вывода массива F, объявленного в 6 вопросе, в виде матрицы.
9. Напишите фрагмент программы на языке C++ нахождения количества нулевых элементов двумерного массива.

Таблица 1

Набор тест кейсов для программы создания массива $B(m)$, каждый элемент которого есть сумма элементов соответствующего столбца матрицы $A(n,m)$, кратных номеру данного столбца.

№	Входные данные	Ожидаемые результаты
1	$n=3, m=4$ $A(3,4) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 7 \\ 4 & 3 & 9 & 3 \\ -2 & 5 & 12 & 1 \end{pmatrix}$	$B(4) = (3 \quad 0 \quad 24 \quad 0)$
2	$n=4, m=4$ $A(4,4) = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 8 \\ 2 & 4 & 9 & 6 \\ 3 & -3 & 1 & 3 \end{pmatrix}$	$B(4) = (7 \quad 10 \quad 12 \quad 8)$
3	$n=5, m=1$ $A(5,1) = \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ -2 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$	$B(1) = (10)$
4	$n=1, m=3$ $A(1,3) = (2 \quad 4 \quad 8)$	$B(3) = (2 \quad 4 \quad 0)$