

7. ОБРАБОТКА МАТРИЦ

Цель работы - овладение навыками алгоритмизации и программирования структур с вложенными циклами, навыками использования приемов программирования во вложенных циклах; освоение способов описания, ввода и вывода матриц.

7.1 Подготовка к лабораторной работе

При подготовке к лабораторной работе необходимо изучить:

- правила организации вложенного цикла с учетом порядка перебора элементов матрицы;
- правила использования приемов программирования в структурах с вложенными циклами;
- способы ввода и вывода матриц, имеющиеся в языке C++.

7.2 Теоретические сведения

Количество n индексов, необходимое при обращении к элементу массива, определяет n -мерность массива. При $n=1$ массив называется одномерным; при $n=2$ - двумерным. Двумерный массив соответствует понятию матрицы в математике.

Двумерные массивы предназначены для работы с табличными данными. В двумерном массиве элементы определяются именем массива и двумя индексами: первый индекс указывает на номер строки, а второй – на номер столбца, на пересечении которых находится элемент, например, $p[1][2]$ – третий элемент второй строки массива p (нумерация индексов массива начинается с 0).

Многомерные массивы представляются как массивы массивов.

***int d2[10][20];** // d2 является массивом из 10 элементов по 20 элементов каждый*
char v[2][5] = { {'a', 'b', 'c', 'd', 'e'}, {'0', '1', '2', '3', '4'} };

Ввод-вывод матриц, также как и одномерных массивов, осуществляется поэлементно. Для этого используются вложенные циклы. В правильно организованном вложенном цикле операторы внутреннего цикла не могут выходить за пределы внешнего цикла, хотя внутренний и внешний циклы могут заканчиваться одним оператором.

Пример 7.1. Ввод-вывод матрицы

```
int main()
{
    SetConsoleOutputCP(1251);
    const int k = 3;
    int a[k][k];
    cout<<"Введите элементы матрицы "<<k<<"x"<<k<<":\n";
    for(int i = 0; i < k; ++i)
        for(int j = 0; j < k; ++j)
            cin>>a[i][j];
    cout<<"Матрица:\n";
    for(int i = 0; i < k; ++i)
    {
        for(int j = 0; j < k; ++j)
            cout<<a[i][j]<<" ";
        cout<<"\n";
    }
}
```

При решении задач возможны просмотры матриц по строкам или по столбцам. Если просматривается матрица по строкам, то индекс I (номер строки) меняется медленнее индекса J (номер столбца), т.е. цикл по I - внешний, цикл по J - внутренний. И, наоборот, если матрица просматривается по столбцам, то цикл по I - внутренний, а цикл по J - внешний.

Пример 7.2. Подсчитать количество отрицательных элементов в каждом столбце матрицы. Результаты занести в массив.

```
#include <iostream>
#include<stdlib.h>    // файл, где определена функция rand()
#include <iomanip>    // файл, где определена функция setw(4)
using namespace std;
int main()
{
    const int m = 4, n = 4;
    int a[n][m];
    int d[n] = {0,0,0,0};
    //ввод матрицы с помощью генератора случайных чисел
    for(int i = 0; i < n; ++i)
        for(int j = 0; j < m; ++j)
            a[i][j]=rand()%100-10;
    //вывод матрицы
    cout<<"Matrix: \n";
    for(int i = 0; i < n; ++i)
    {
        for(int j = 0; j < m; ++j)
            cout<<setw(4)<<a[i][j];
        cout<<"\n";
    }
    /* подсчет количества отрицательных элементов в каждом столбце матрицы с
        записью результатов в массив */
    for(int j = 0; j < m; ++j)
    {
        for(int i = 0; i < n; ++i)
            if(a[i][j] < 0)
                ++d[j];
        cout<<"number of negative elements in the column [" <<j+1<<"]="<<d[j]<<"\n";
    }
    return 0;
}
```

Пример 7.3. Вывести элементы главной и побочной диагоналей матрицы a(k,k).

```
int main()
{
    SetConsoleOutputCP(1251);
    const int k = 3;
    char a[k][k];
    cout<<"Введите элементы матрицы"<<k<<"x"<<k<<":\n";
    for(int i = 0; i < k; ++i)
        for(int j = 0; j < k; ++j)
            cin>>a[i][j];
    cout<<"Матрица:\n";
```

```

for(int i = 0; i < k; ++i)
{
    for(int j = 0; j < k; ++j)
        cout<<a[i][j]<<" ";
    cout<<"\n";
}
cout<<"Элементы главной диагонали:\n";
for(int i = 0; i < k; ++i)
    cout<<a[i][i]<<" ";
cout<<"\n";

cout<<"Элементы побочной диагонали:\n";
for(int i = 0; i < k; ++i)
    cout<<a[i][k-i-1]<<" ";
cout<<"\n";
return 0;
}

```

Замечание. Пусть задана матрица A_{ij} , где $i, j=1, 2, \dots, k$.

1. **Элементы главной диагонали** можно выделить, используя условие $i=j$

```

for(int i = 0; i < k; ++i)
    for(int j = 0; j < k; ++j)
        if (i==j) {обработка элементов главной диагонали}

```

2. **Элементы над главной диагональю** можно выделить, используя

- a. условие $i < j$

```

for(int i = 0; i < k; ++i)
    for(int j = 0; j < k; ++j)
        if (i<j) {обработка элементов над главной диагональю}

```

- b. особую организацию циклов прохода по матрице

```

for(int i = 0; i < k-1; ++i)
    for(int j = i+1; j < k; ++j)
        {обработка элементов над главной диагональю}

```

3. **Элементы под главной диагональю** можно выделить, используя

- a. условие $i > j$

```

for(int i = 0; i < k; ++i)
    for(int j = 0; j < k; ++j)
        if (i>j) {обработка элементов под главной диагональю}

```

- b. особую организацию циклов прохода по матрице

```

for(int i = 1; i < k; ++i)
    for(int j = 0; j < i; ++j)
        {обработка элементов под главной диагональю}

```

7.3 Варианты заданий

Обработать матрицу в соответствии с вариантом задания, указанного в таблице 7.1. Вывести на печать результаты и исходную матрицу в общепринятом виде.

Таблица 7.1- Варианты заданий

№ вар-та	Имя матрицы и размеры	Действия	Условия и ограничения
1	A(6,9)	Вычислить и запомнить сумму и число положительных элементов каждого столбца матрицы.	
2	B(N,N)	Вычислить сумму и число элементов матрицы, находящихся под главной диагональю и на ней.	$N \leq 6$
3	A(N,N)	Задана матрица A(n,n). Определить максимальный элемент среди элементов матрицы, расположенных выше главной диагонали, и минимальный элемент среди тех, что находятся ниже главной диагонали. Если эти элементы равны, найти количество таких чисел в матрице.	$N \leq 7$
4	D(8,8)	Записать на место отрицательных элементов матрицы нули, а на место положительных – единицы. Вывести на печать нижнюю треугольную матрицу в общепринятом виде.	
5	F(N,M)	Найти в каждой строке матрицы максимальный и минимальный элементы и поместить их на место первого и последнего элемента строки соответственно.	$N \leq 8$ $M \leq 7$
6	F(6,6)	Транспонировать матрицу и вывести на печать элементы главной диагонали и диагонали, расположенной под главной.	
7	N(7,7)	Для целочисленной матрицы найти для каждой строки число элементов, кратных пяти, и наибольший из полученных результатов.	
8	A(N,N)	Задана матрица A(n,n). Зеркально отразить ее относительно главной диагонали. В преобразованной матрице найти строки, элементы которой образуют возрастающую последовательность.	
9	P(N,N)	Найти в каждой строке наибольший элемент и поменять его местами с элементом главной диагонали.	$N \leq 5$
10	A(N,N)	Из всех строк матрицы, кроме последней, поэлементно вычесть последнюю строку.	$N \leq 5$
11	T(N,M)	Найти строку с наибольшей и наименьшей суммой элементов. Вывести на печать найденные строки и суммы их элементов.	$N \leq 8$ $M \leq 6$
12	B(N,M)	Задана матрица B(n,m). Определить количество столбцов, упорядоченных по возрастанию. Определить количество нулевых элементов матрицы.	
13	A(5,6) X(5)	Четные столбцы матрицы A заменить на X.	
14	Y(4,5)	Поменять местами четные и нечетные столбцы.	
15	A(K,L)	Найти сумму максимальных элементов строк матрицы.	$K=4$ $L=5$

№ вар-та	Имя матрицы и размеры	Действия	Условия и ограничения
16	D(N,M)	Найти сумму минимальных элементов столбцов матрицы.	N=6 M=4
17	L(A,B)	В матрице вычеркнуть строку, содержащую минимальный элемент.	A<=8 B<=6
18	P(N, M)	В матрице P(n,m) найти строку с максимальной суммой элементов и поэлементно поменять ее с первой строкой.	N<=6
19	C(N,N)	Найти наибольший элемент среди стоящих на главной и побочной диагоналях, и поменять его местами с элементом, стоящим на пересечении этих диагоналей.	N<=6
20	V(6,5)	Найти и отпечатать симметричный столбец матрицы. Если такого нет, то выдать сообщение.	
21	D(4,6)	Найти наименьший элемент матрицы; записать нули в строку и столбец, в которых он находится.	30
22	A(3,4) B(4,5)	Перемножить матрицы A и B. Произведение $C = A * B$ определяется по формуле: $C_{ij} = \sum_{k=1}^n A_{ik} \cdot B_{kj}$.	
23	B(K,K)	В матрице вычеркнуть I-ю строку и J-й столбец, т.е. получить матрицу, на порядок меньшую исходной.	K=7
24	K(5,8)	Найти и отпечатать симметричную строку матрицы. Если такой нет, то выдать сообщение.	
25	B(M,N)	Найти и отпечатать строку матрицы, элементы которой образуют возрастающую последовательность.	M<=5 N<=7
26	L(5,6)	Записать элементы каждого столбца матрицы в обратном порядке.	
27	A(6,6)	Получить матрицу B(5,6), первая строка которой равна сумме элементов первой и второй строки матрицы A.	
28	B(M,N)	В каждом столбце матрицы поменять местами наибольший и наименьший элементы.	M<=5 N<=6
29	C(P,R)	Записать строки матрицы в обратном порядке.	P=5 R=4
30	E(K,N)	Упорядочить по убыванию элементы того столбца, где находится наименьший элемент матрицы.	K<=5 N<=6
31	X(5,5)	Определить, является ли заданная целая квадратная матрица магическим квадратом, т.е. такой, в которой суммы элементов во всех строках и столбцах одинаковы.	
32	R(K,N)	Найти наибольший и наименьший элементы матрицы и поменять местами строки, которые их содержат.	K<=7 N<=5

7.4 Контрольные вопросы

1. Как описываются матрицы?
2. Как определить количество элементов в матрице?
3. Какие основные правила организации вложенных циклов?
4. Указать способы выхода из внутреннего цикла.
5. Какие способы просмотра матрицы?
6. Как организовать ввод матрицы и вывод в общепринятом виде?
7. Как организовать вывод нижней треугольной матрицы в общепринятом виде?