

Тема 6. ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЛОЖЕННЫХ ЦИКЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУМЕРНЫХ МАССИВОВ

Цель занятия: овладеть навыками алгоритмизации и программирования структур с вложенными циклами; получить практические навыки в составлении программ, в которых используются двумерные массивы.

Теоретические сведения

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'} };
```

Однако нельзя при задании граничных значений индексов использовать, как это делается в некоторых языках, запятую. Например:

```
int v[5][2];           // правильно
int badv[4, 1];        // ошибка!
```

Пример. Организация ввода-вывода 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";
    // вывод матрицы
    for(int i = 0; i < k; ++i)
    {
        for(int j = 0; j < k; ++j)
            cout<<a[i][j]<<" ";

        cout<<'\n';
    }
}
```

Задача 6.1. В двумерном массиве целых чисел найти количество элементов, которые делятся без остатка на 3 и 5.

```
#include <iostream>
#include <windows.h>
using namespace std;
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<<"Элементы, которые делятся на 3 и 5:\n";
int counter = 0;
for(int i = 0; i < k; ++i)
    for(int j = 0; j < k; ++j)
        if(a[i][j]%3 == 0 && a[i][j]%5 == 0)
        {
            counter++;
            cout<<a[i][j]<<"\n";
        }
cout<<counter<<" элементов делятся на 3 и 5\n";
return 0;
}

```

Задание 6.1. В двумерном массиве вещественных чисел найти сумму и количество отрицательных элементов.

Задача 6.2. 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;
}

```

Задание 6.2. Подсчитать сумму элементов главной диагонали матрицы $a(k,k)$ и произведение элементов побочной диагонали.

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}
```

Задание 6.3. Подсчитать произведение элементов над главной диагональю матрицы $a(k,k)$ и количество отрицательных элементов под главной диагональю.

Задача 6.3. Создать одномерный массив $D(n)$, в который занести количество отрицательных чисел в каждой строке матрицы $A(n,m)$.

```
#include <iostream>
#include <iomanip> // файл, где определена функция setw(4)
using namespace std;
int main()
{
    const int m = 4, n = 4;
    int a[n][m] = {{11,-12,13,14},{21,-22,23,-24},{-31,-32,33,-34},{41,42,43,44}};
    int d[n] = {0,0,0,0}; //установка начальных значений элементов массива
    // подсчет количества отрицательных чисел в каждой строке матрицы
    for(int i = 0; i < n; ++i)
        for(int j = 0; j < m; ++j)
        {
            if(a[i][j] < 0)
                ++d[i];
        }
    //вывод матрицы и количества отрицательных элементов массива
```

```

        cout<<"Matrix: \n";
        for(int i = 0; i < n; ++i)
        {
            for(int j = 0; j < m; ++j)
                cout<<setw(4)<<a[i][j];
            cout<<"      negative elements = "<<d[i]<<"\n";
        }
        return 0;
    }
}

```

Задание 6.4. Сформировать массив из максимальных элементов строк матрицы.

Задача 6.4. Подсчитать количество положительных и четных 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 положительных и четных 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 && a[i][j] % 2 == 0)
                ++d[j];
        cout<<"number of positive and even elements in the column ["
        <<j+1<<"]="<<d[j]<<"\n";
    }
    return 0;
}

```

Задание 6.5. Подсчитать сумму элементов каждого столбца матрицы. Результаты занести в массив.

Методические указания

1. При подготовке к занятию необходимо изучить:
 - правила организации вложенного цикла с учетом порядка перебора элементов матрицы;
 - правила использования приемов программирования в структурах с вложенными циклами;
 - способы описания двумерных массивов, особенности их ввода и вывода.
2. При выводе матриц на печать необходимо использовать вывод в общепринятом виде для наглядности результата.

Аудиторные и домашние задания

1. Даны натуральные числа n и m , целочисленная матрица x ($n \times m$). Определить количество «особых» элементов матрицы, считая элемент «особым», если в его строке слева от него находятся элементы, меньшие его, а справа – большие.
2. Дана вещественная квадратная матрица A порядка n . Сформировать новую матрицу порядка n , в которой элементы, лежащие выше главной диагонали, равны соответствующим элементам исходной матрицы, увеличенным на 0.5, а остальные элементы уменьшить в десять раз.
3. Дана квадратная матрица B порядка n . Сформировать новую матрицу порядка n , в которой элементы нижней треугольной части матрицы равны соответствующим элементам исходной матрицы, уменьшенным в 2 раза, а остальные элементы возвести в квадрат.
4. Дана квадратная матрица C порядка n . Элементы главной и побочной диагоналей поместить в массив T .
5. Дана квадратная матрица D порядка n . Найти наибольший по модулю элемент верхней треугольной части матрицы.
6. Дана квадратная матрица E порядка n . Выяснить, верно ли, что наибольшее из значений элементов главной диагонали больше, чем наименьшее из значений элементов побочной диагонали.
7. Дана целочисленная матрица $X(6 \times 7)$. Заменить нулями положительные элементы с четной суммой индексов.
8. Дана матрица $Y(m \times n)$. Выяснить, имеются ли в матрице ненулевые элементы, и если имеются, то указать индексы всех ненулевых элементов.
9. Дана матрица $Z(n \times 2n)$, вещественное число x . Получить последовательность b_1, \dots, b_n из нулей и единиц, где $b_i=1$, если элементы i -й строки матрицы не превосходят x , и $b_i=0$ в противном случае.
10. Дано натуральное число n . Получить матрицу $[A_{ij}]_{i,j=1,\dots,n}$, если $A_{ij} = \sin(i + \frac{j}{2})$. Выяснить, сколько положительных элементов содержит матрица.
11. Дана матрица W размера 6×9 . Найти среднее арифметическое наибольшего и наименьшего значений ее элементов.
12. Получить $[a_{ij}] \ i = 1, \dots, 10; j = 1, \dots, 12$ – целочисленную матрицу, для которой $a_{ij} = i + 2j$.
13. Получить действительную матрицу $[a_{ij}] \ i = 1, \dots, 10; j = 1, \dots, 7$, первая строка которой задается формулой $a_{1j} = 2j + 3 \ (j = 1, \dots, 7)$, вторая строка задается формулой $a_{2j} = j - 3/(2 + 1/j) \ (j = 1, \dots, 7)$, а каждая следующая строка есть сумма двух предыдущих.
14. В квадратной матрице $X(n,n)$ найти максимальный и минимальный элементы. Поэлементно поменять местами столбец с максимальным элементом со столбцом с минимальным элементом.

15. Дана действительная матрица размера $n \times m$. Получить последовательность b_1, \dots, b_n , где b_k – это число отрицательных элементов в k -й строке.
16. Даны натуральное число n , целочисленная квадратная матрица порядка n . Получить b_1, \dots, b_n , где b_i – это сумма элементов, расположенных за первым отрицательным элементом в i -й строке (если все элементы строки неотрицательны, то принять $b_i = 100$).
17. Дана целочисленная квадратная матрица порядка n . Найти номера строк, элементы которых образуют симметричные последовательности (палиндромы).
18. Задана матрица $A(n, m)$. Минимальный элемент каждого столбца заменить суммой положительных элементов этого же столбца.

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. Как организовать ввод и вывод матрицы в общепринятом виде?
6. Какие способы просмотра матрицы?