

Двумерные массивы

Нередко приходится иметь дело с различными данными, которые должны обрабатываться одинаковым образом. Если для каждого значения отвести свою переменную, то и обрабатывать их придется индивидуально. Если, например, необходимо обработать таблицу, состоящую из нескольких сотен ячеек, то создание такой программы практически невозможно.

Решить эту проблему позволяют *массивы*. Массив представляет собой набор однотипных переменных, объединенных одним именем и различающихся по числовому индексу. Этот индекс записывается после имени переменной в скобках. Обращение к элементам массива осуществляется путем указания индексов элемента. Количество индексов определяет размерность массива. Любая таблица чисел или символов по определению является *двумерным массивом*. Двумерный массив $A(N, M)$ соответствует понятию прямоугольной матрицы (таблицы), состоящей из m строк и n столбцов.

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nm} \end{pmatrix}$$

Другим примером двумерных массивов могут быть любые данные (числа или символы), представленные в табличной форме, т.е. любая таблица чисел или символов по определению является двумерным массивом.

В редакторе Visual Basic for Application двумерный массив задается с помощью оператора **Dim**:

Dim A(N,M)

Здесь оператором **Dim** переменная A объявляется двумерным массивом размерностью $N \times M$, где переменная N определяет количество строк (первый индекс массива), а переменная M – количество столбцов (второй индекс). Значения переменных N и M , определяющие размер массива, должны быть заданы до оператора **Dim**. Сам оператор **Dim** должен находиться до первого обращения к элементам массива, т.е. как правило – в начале программы. Размер массива можно задать также явно, если вместо переменных N и M поставить конкретные числа, например

DIM A(10, 5)

Так будет объявлен массив, состоящий из 10 строк и 5 столбцов.

В качестве имени массива можно использовать любое допустимое на языке VBA имя переменной. В одном операторе **Dim** можно объявить несколько массивов. Можно также использовать несколько операторов **Dim**.

Элементами массива могут быть не только числа (целые или вещественные), но и символьные данные. В этом случае в команду описания массива следует вставить определение типа, например

Dim A(10, 5) As String,

где часть **As String**, говорит о том, что элементы массива представляют собой символьные (строковые) переменные.

Массив может быть не только двумерным, но трехмерным, четырехмерным и большей размерности (до 8 индексов). Длина массива (количество элементов по каждому индексу) может быть разной (в несколько тысяч элементов) и ограничивается только размером памяти компьютера, отводимых под данные.

Поскольку элементы двумерного массива задаются двумя индексами – номером строки и номером столбца – для перебора всех строк и столбцов необходимо использование двойного цикла, один из которых будет внешним, а другой – внутренним. Такие циклы называются *вложенными*.

Присвоить значения элементам двумерного массива можно теми же способами, что и для одномерного массива.

1) С помощью функции **InputBox**. Например:

```
Sub primer()  
Dim A (3,4) As Integer  
For I = 1 To 3 ‘ цикл по строкам  
For J = 1 To 4 ‘ цикл по столбцам  
A(I, J) = InputBox("Введите элемент массива", "Пример")  
Next J  
Next I  
.....  
[продолжение программы]
```

Однако если массив большой, эта процедура становится долгой и неудобной, так как он требует ввода данных с клавиатуры каждый раз при новом появлении диалогового окна.

2) С помощью функции **Cells**. Например:

```
Sub primer()  
Dim A (3,4) As Integer  
For I = 1 To 3 ' цикл по строкам  
For J = 1 To 4 ' цикл по столбцам  
A(I, J) = Cells (I, J)  
Next J  
Next I
```

.....

[продолжение программы]

Этот способ наиболее удобен и имеет важное преимущество – данные не теряются при повторном выполнении программы. Пользователь вводит значения элементов массива в ячейки рабочего листа Excel, из которого после запуска программы VBA считывает заданные значения и присваивает очередной переменной текущее значение из списка.

3) Можно воспользоваться стандартной функцией RND (если значение массива не задано):

```
Sub primer()  
  
Dim A(3, 4) As Single  
For I = 1 To 3  
For J = 1 To 4  
A(I, J) = Rnd  
Next J  
Next I
```

.....

[продолжение программы]

Ввод, а так же вывод двумерного массива, производится с использованием двойного цикла. В зависимости от условий задачи ввод и вывод можно организовывать по строкам или по столбцам. При вводе и выводе по строкам параметром внешнего цикла является индекс обозначающий номер строки, параметром внутреннего цикла – индекс (номер) столбца. При вводе по столбцам – внешний цикл по столбцам, внутренний – по строкам.

Итак, ввод и вывод элементов двумерного массива осуществляется с помощью двух вложенных циклов For. Таким же образом (с помощью

вложенного цикла) можно проводить обработку массива – находить максимальный (минимальный) элемент, вычислять сумму элементов и т.д. (см. раздел «Массивы»). Все это можно делать отдельно для каждой строки (столбца) или для всех элементов данного массива.

Двумерные массивы, у которых значения индексов одинаковые, т.е. число строк равно числу столбцов, называют *квадратной матрицей*. При работе с квадратными матрицами используются специальные математические понятия, значение которых рассмотрим на примере матрицы размерами 4x4 – $A(4,4)$:

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

В зависимости от соотношения между первым и вторым индексами элемента определяется расположение этого элемента в матрице, если:

1) $i = j$ – элемент находится на главной диагонали ($a_{11}, a_{22}, a_{33}, a_{44}$);

2) $i + j = n + 1$ (n – размерность матрицы) – элемент находится на второй главной диагонали ($a_{41}, a_{32}, a_{23}, a_{14}$);

3) $i < j$ – элемент находится над главной диагональю ($a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{23}, a_{24}, a_{34}$);

4) $i > j$ – элемент находится под главной диагональю ($a_{21}, a_{31}, a_{41}, a_{42}, a_{43}, a_{32}$).

Транспонированной матрицей $B(N,N)$ называется такая квадратная матрица, у которой столбцы соответствуют строкам исходной квадратной матрицы $A(N,N)$:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix}$$

Элементы главной диагонали у матриц A и B одни и те же. Следовательно операция транспонирования матрицы A сводится к перестановке строк матрицы A на столбцы матрицы B . При этом диагональные элементы у матриц A и B одни и те же. Это реализуется с помощью соотношения: $B(j, i) = A(i, j)$.

При работе с двумерными массивами наиболее часто встречаются задачи какой-либо обработки элементов массива, расположенных в строках или столбцах. Такие задачи решаются конкретным обращением к соответствующим элементам массива, т.е. перебором индексов в определенной последовательности.

Пример 11. Ввести массив $A(N, N)$. Транспонировать эту матрицу, т.е. заменить строки столбцами. Вывести на печать исходный и преобразованный массивы в виде матриц.

```
Sub primer_11()
```

```
N = 3
```

```
ReDim A(N, N), B(N, N) As Integer
```

```
For I = 1 To N
```

```
For J = 1 To N
```

```
A(I, J) = Cells(I, J)
```

```
B(J, I) = A(I, J) 'транспонирование матрицы
```

```
Next J
```

```
Next I
```

```
For I = 1 To N
```

```
For J = 1 To N
```

```
Cells(N + 1 + I, J) = B(I, J) 'вывод преобразованной матрицы
```

```
Next J
```

```
Next I
```

```
End Sub
```

Результат программы:

| | A | B | C | D |
|---|----|----|----|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | |
| 2 | -1 | -2 | -3 | |
| 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 4 | | | | |
| 5 | 1 | -1 | 1 | |
| 6 | 2 | -2 | 2 | |
| 7 | 3 | -3 | 3 | |
| 8 | | | | |

Пример 12. Дан массив $A(N, M)$. Составить программу для подсчета количества положительных элементов массива.

```
Sub primer_12()
```

```
N = 3: M = 3
```

```
ReDim A(N, M) As Integer
```

```
For I = 1 To N
```

```
For J = 1 To M
```

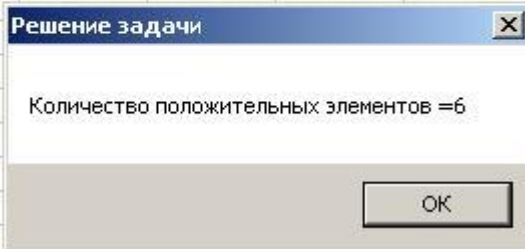
```

A(I, J) = Cells(I, J)
Next J
Next I
k = 0 ' счетчик числа положительных элементов
For I = 1 To N
For J = 1 To M
If A(I, J) > 0 Then k = k + 1:
Next J
Next I
If k = 0 Then
MsgBox "Положительных элементов нет", , "Решение задачи"
Else: MsgBox "Количество положительных элементов =" & k, , "Решение
задачи"
End If
End Sub

```

Результат программы:

| | A | B | C | D | E |
|----|----|----|----|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | | |
| 2 | -1 | -2 | -3 | | |
| 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |



Пример 13. Дана квадратная матрица $D(N, N)$. Вычислить суммы элементов в каждом столбце и произведение элементов главной диагонали.

Решение. Поскольку необходимо получить суммы элементов в столбцах, то после ввода значений элементов массива, на этапе решения для накопления суммы внешний цикл открывается по индексу столбца, а во внутреннем цикле (индекс по строке) перебираются все элементы сначала первого столбца, затем второго и т.д. При этом подсчитывается сумма по каждому столбцу. Одновременно во внутреннем цикле каждый элемент матрицы проверяется на принадлежность к главной диагонали, для которых подсчитывается произведение.

```

Sub primer_13()
N = 3
ReDim D(N, N), S(N) As Integer
For I = 1 To N ' ввод элементов массива D(N,N)
For J = 1 To N

```

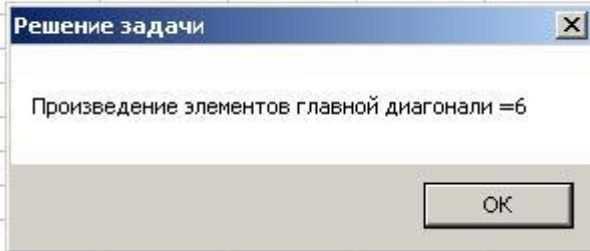
```

D(I, J) = Cells(I, J)
Next J, I 'одновременное закрытие вложенных циклов
Pr = 1
For J = 1 To N
S(J) = 0
For I = 1 To N
S(J) = S(J) + D(I, J) 'накопление суммы по столбцам
If I = J Then Pr = Pr * D(I, J)
Next I 'закрытие внутреннего цикла Cells(5, J) = S(J)
Next J ' закрытие внешнего цикла
MsgBox "Произведение элементов главной диагонали =" & Pr, , "Реше-
ние задачи"
End Sub

```

Результат программы:

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 2 | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 3 | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | 3 | 6 | 9 | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |



Самостоятельная работа

Написать программу согласно варианту.

Вариант 1.

Даны две матрицы $A(3 \times 4)$ и $B(3 \times 3)$. Программа находит и выводит на экран сумму элементов последнего столбца матрицы A и сумму элементов 2-й строки матрицы B .

Вариант 2.

Даны матрицы $A(3 \times 4)$. Программа определяет, сколько положительных элементов в матрице.

Вариант 3.

Даны две матрицы $A(3 \times 3)$ и $B(3 \times 3)$. Программа находит и распечатывает сумму элементов 5-го столбца матрицы A и сумму элементов последней строки матрицы B .

Вариант 4.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Программа находит максимальный элемент I -ой строки и выводит его на экран.

Вариант 5.

Даны матрицы $A(3 \times 3)$ и $B(3 \times 3)$. Программа выводит матрицу $C=A+B$

Вариант 6.

Программа вводит целую матрицу $A(3 \times 4)$ и выводит транспонированную к ней матрицу A' , все элементы которой уменьшены в 2 раза.

Вариант 7.

Написать программу, которая вводит целочисленную матрицу $A(4 \times 4)$, находит сумму элементов главной диагонали и количество четных элементов матрицы.

Вариант 8.

Дана матрица $A(4 \times 3)$. Программа находит и распечатывает сумму элементов 2-го столбца матрицы A .

Вариант 9.

Программа находит среднее арифметическое вещественной матрицы $A(2 \times 2)$.

Вариант 10.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Программа находит максимальный элемент 2-го столбца.

Вариант 11.

Даны матрицы $A(4 \times 3)$ и $B(2 \times 2)$. Программа определяет, сколько нулей в матрице A и сколько единиц в матрице B , результат выводит на экран.

Вариант 12.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Определить количество положительных элементов каждого столбца матрицы A и сформировать из них одномерный массив $B(4)$.

Вариант 13.

Найти минимальный элемент матрицы $X(4 \times 4)$ и вывести на экран номер строки и столбца, в которых он находится.

Вариант 14.

Даны матрицы $A[3 \times 3]$ и $B[2 \times 2]$. Сформировать одномерный массив C , который содержит все элементы двумерного массива A , меньшие максимального элемента матрицы B .

Вариант 15.

Даны матрицы $A[4 \times 4]$, $B[4 \times 4]$ и q . Вывести на экран все элементы массива A , которые меньше, чем максимальный элемент столбца матрицы B , номер которого задается значением q .

Вариант 16.

Вычислить сумму чисел в каждой строке матрицы $A(3 \times 4)$.

Вариант 17.

Вычислить произведение чисел в каждом столбце матрицы $A(3 \times 4)$.

Вариант 18.

Вычислить количество положительных чисел в каждом столбце матрицы $A(3 \times 4)$.

Вариант 19.

Дана матрица $A(4 \times 4)$. Вычислить сумму чисел для каждого столбца, удовлетворяющих условию $a[i, j] > x$. Здесь x - произвольная величина.

Вариант 20.

Дана матрица $A(4 \times 4)$. Вычислить значение наибольшего элемента для каждой строки массива.

Вариант 21.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Вычислить значение наименьшего элемента для каждого столбца массива.

Вариант 22.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Вычислить значение наибольшего элемента и его индекс для каждого столбца массива

Вариант 23.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Вычислить сумму элементов для каждого столбца. Поменять местами столбцы с максимальным и минимальным значением суммы.

Вариант 24.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Вычислить сумму отрицательных чисел в каждой строке.

Вариант 25.

Дана матрица $A(3 \times 4)$. Вычислить среднее значение чисел в каждой строке массива.

Вариант 26.

Дана матрица размера 3×4 . Преобразовать матрицу, поменяв местами минимальный и максимальный элемент в каждой строке.

Вариант 27.

Дана матрица размера 4×4 . Найти количество ее строк, элементы которых упорядочены по возрастанию.

Вариант 28.

Дана целочисленная матрица размера 4×4 . Найти количество ее столбцов, все элементы которых различны

Вариант 29.

Дана целочисленная матрица размера 3×4 . Найти номер первого из ее столбцов, содержащих только нечетные числа. Если таких столбцов нет, то вывести 0.

Вариант 30.

Дана матрица размера 4×4 . Преобразовать матрицу, поменяв местами минимальный и максимальный элемент в каждом столбце.

Вариант 31.

Дана матрица размера 3×4 . Поменять местами строки, содержащие минимальный и максимальный элементы матрицы.