

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 21 ДВУМЕРНЫЕ МАССИВЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Двумерный массив – именованный набор данных одного типа, упорядоченный по строкам и столбцам. Их используют, в частности, для представления таблиц, состоящих из строк и столбцов.

Для идентификации конкретного элемента массива необходимо указать два индекса: первый, идентифицирующий строку массива, в которой расположен данный элемент, и второй, идентифицирующий столбец массива, в котором расположен этот элемент.

При объявлении массива задаются тип, имя, а также размерности строк и столбцов.

`int DArray[N][M];`

тип имя размерности строк и столбцов

Например, массив целых чисел размером 4 на 5:

`int DArray[4][5];` // 4 строки по 5 элементов в строке

Доступ к элементу массива (индексация) осуществляется с помощью двух операторов [], например:

`DArray[2][3] = 125;`
`int k = DArray[1][3];`

При этом `DArray[0][0]` – первый элемент массива, имеющий нулевой сдвиг (индекс 0) в первой строке, которая тоже имеет нулевой сдвиг (индекс 0). Максимальный первый индекс – **N-1**, второй – **M-1**.

| | Столбец 0 | Столбец 1 | Столбец 2 | Столбец 3 | Столбец 4 |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Строка 0 | <code>DArray[0][0]</code> | <code>DArray[0][1]</code> | <code>DArray[0][2]</code> | <code>DArray[0][3]</code> | <code>DArray[0][4]</code> |
| Строка 1 | <code>DArray[1][0]</code> | <code>DArray[1][1]</code> | <code>DArray[1][2]</code> | <code>DArray[1][3]</code> | <code>DArray[1][4]</code> |
| Строка 2 | <code>DArray[2][0]</code> | <code>DArray[2][1]</code> | <code>DArray[2][2]</code> | <code>DArray[2][3]</code> | <code>DArray[2][4]</code> |
| Строка 3 | <code>DArray[3][0]</code> | <code>DArray[3][1]</code> | <code>DArray[3][2]</code> | <code>DArray[3][3]</code> | <code>DArray[3][4]</code> |

Индекс столбца
Индекс строки
Имя массива

Примеры работы с двумерными массивами

Пример 1. Заполнение массива произведением индекса строки на индекс столбца:

Чтобы заполнить двумерный массив значениями, нужно последовательно перебрать все строки и все элементы в каждой строке.

```
int DArray[5][6];
for (int i = 0; i < 5; i++)
    for (int j = 0; j < 6; j++)
        DArray[i][j] = i * j; // Заполнение массива
```

Для отображения массива нужно также перебрать все строки и вывести на дисплей значения элементов в каждой строке. После вывода строки с данными на дисплей переходим на новую строку.

```

for (i = 0; i < 5; i ++)
{
    for (j = 0; j < 6; j ++)
        printf ("%d, ", DArray[i][j]); // Вывод в строку значений
    printf("\n"); // переход на следующую строку
}

```

Пример 2. Заполнение массива числами по порядку выполняется аналогично:

```

int DArray[5][6];
int k = 1;
for (int i = 0; i < 5; i ++)
    for (int j = 0; j < 6; j ++)
        DArray[i][j] = k++; // Заполнение массива

```

Пример 3. Заполнение массива случайными числами в диапазоне от *NMIN* до *NMAX*:

```

srand(time(0)); // стартовая инициализация генератора случ. чисел
for (int i = 0; i < N; i++)
    for (int j = 0; j < N; j++) // заполн-е массива случ. числами
        Ar[i][j] = (float)rand()/RAND_MAX * (NMAX - NMIN) + NMIN;

```

Пример 4. Перестановка элементов массива

В двумерном массиве, как и в одномерном, можно проводить перестановку элементов, используя функцию:

```

void Swap(int* pa, int* pb)
{
    int c = *pa;
    *pa = *pb;
    *pb = c;
}

```

Например, чтобы провести перестановку-инверсию строк, нужно переставить целиком строки в двумерном массиве так, чтобы элементы первой строки поменялись местами с элементами последней, второй – с предпоследней и т.д. Перебор нужно делать только до середины массива по строкам.

```

for (int i = 0; i < N/2; i++)
    for (int j = 0; j < M; j++)
        Swap(&Ar[i][j], &Ar[N-1-i][j]);

```

Для массива, заполненного по порядку, результат перестановки будет таким:

| Исходный массив: | | | | |
|------------------|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

| Переставленный по строкам массив: | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|----|
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Аналогично можно сделать перестановку-инверсию столбцов:

```

for ( i = 0; i < N; i++)
    for (j = 0; j < M/2; j++)
        Swap(&Ar[i][j], &Ar[i][N-1-j]);

```

Пример 5. В двумерном массиве размером $N \times N$ переставить элементы верхнего треугольника массива с соответствующими элементами нижнего треугольника.

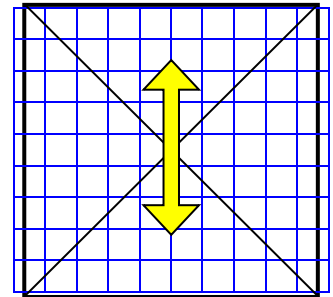
Для реализации алгоритма определяем диапазон изменения индексов элементов верхнего треугольника двумерного массива:

– если $a[i][j]$ элемент верхнего треугольника, то его надо переставить с элементом $a[n-1-i][j]$ нижнего треугольника;

– строки верхнего треугольника двумерного массива изменяются от индекса 0 до индекса $n/2$ (независимо от того, является ли значение n четным или нечетным).

– номера столбцов j элементов верхнего треугольника i -той строки меняются от i до $n-1-i$.

```
for ( i = 0; i <= N/2; i++)
    for ( j = i; j <= N-1-i; j++)
        Swap(&Ar[i][j], &Ar[N-1-i][j]);
```



Использование в программе:

```
#define N 9 // размер массива
#define NMAX 100 // Макс. случ. число

int main(int argc, char* argv[])
{
    int i, j, Ar[N][N];
    int k = 1;

    for (i = 0; i < N; i++)
        for ( j = 0; j < N; j++) // заполнение массива по порядку
            Ar[i][j] = k++;

    printf (" Исходный массив: \n");
    for (i = 0; i < N; i++) // Отображение
    {
        for ( j = 0; j < N; j++)
            printf("%3d",Ar[i][j]);
        printf("\n");
    }

    for ( i = 0; i <= N/2; i++) // Перестановка массива
        for ( j = i; j <= N-1-i; j++)
            Swap(&Ar[i][j], &Ar[N-1-i][j]);

    printf("\n\n Переставленный массив:\n");
    for (i = 0; i < N; i++) // Отображение
    {
        for (j = 0; j < N; j++)
            printf("%3d",Ar[i][j]);
        printf("\n");
    }

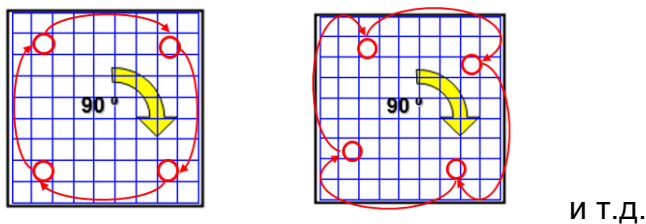
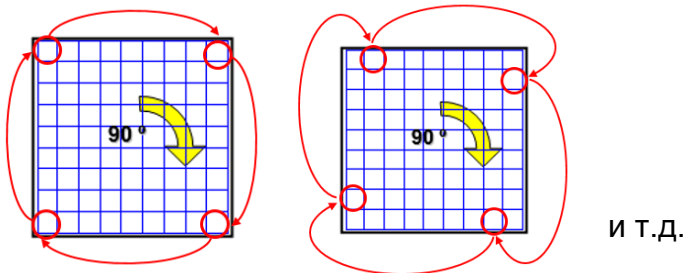
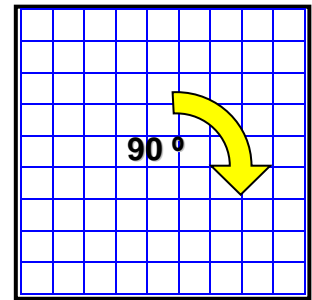
    getch();
    return 0;
}
```

| Исходный массив: | | | | | | | | | |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | |
| 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | |
| 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | |
| 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | |
| 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | |

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | |
| 10 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 18 | |
| 19 | 20 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 26 | 27 | |
| 28 | 29 | 30 | 49 | 50 | 51 | 34 | 35 | 36 | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | |
| 46 | 47 | 48 | 31 | 32 | 33 | 52 | 53 | 54 | |
| 55 | 56 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 62 | 63 | |
| 64 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 72 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |

Пример 6. Развернуть двумерный массив размером $N \times N$ на 90° по часовой стрелке.

В данной задаче нужно будет переставлять местами не два, а четыре элемента массива.



Можно написать соответствующую функцию перестановки:

```
void Swap(int* pa, int* pb, int* pc, int* pd)
{
    int k = *pa;
    *pa = *pb;
    *pb = *pc;
    *pc = *pd;
    *pd = k;
}
```

И определить индексы переставляемых элементов. Перестановка будет выглядеть так:

```
for (int i = 0; i < nx / 2; i++)
    for (int j = i; j < ny-i-1; j++)
        Swap(&A[i][j], &A[nx-j-1][i], &A[nx-i-1][ny-j-1], &A[j][ny-i-1]);
```

| | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Исходный массив: | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | |
| 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | |
| 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | |
| 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | |
| 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | |
| 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | |
| Переставленный массив: | | | | | | | | | |
| 73 | 64 | 55 | 46 | 37 | 28 | 19 | 10 | 1 | |
| 74 | 65 | 56 | 47 | 38 | 29 | 20 | 11 | 2 | |
| 75 | 66 | 57 | 48 | 39 | 30 | 21 | 12 | 3 | |
| 76 | 67 | 58 | 49 | 40 | 31 | 22 | 13 | 4 | |
| 77 | 68 | 59 | 50 | 41 | 32 | 23 | 14 | 5 | |
| 78 | 69 | 60 | 51 | 42 | 33 | 24 | 15 | 6 | |
| 79 | 70 | 61 | 52 | 43 | 34 | 25 | 16 | 7 | |
| 80 | 71 | 62 | 53 | 44 | 35 | 26 | 17 | 8 | |
| 81 | 72 | 63 | 54 | 45 | 36 | 27 | 18 | 9 | |

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

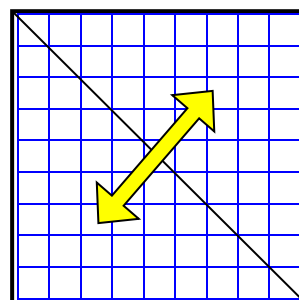
в начале программы ОБЯЗАТЕЛЬНО выводить:
ФИО, группа, номер лаб. работы, номер варианта.

Задания

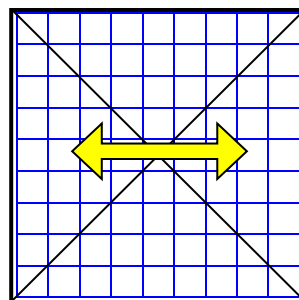
Разработать программу из следующего списка. Вариант задания выдает преподаватель. Добавить в программу выбор способа заполнения массива (или шаг **К**), а также возможность повторных вычислений.

Варианты заданий

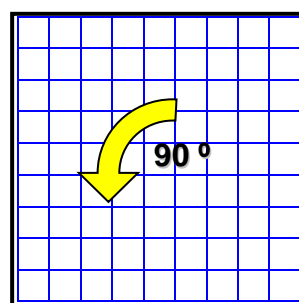
1. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Отобразить двумерный массив симметрично относительно главной диагонали.



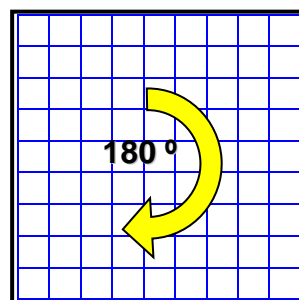
2. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Отобразить симметрично относительно вертикальной оси секторы массива, которые лежат влево и вправо от главной и побочной диагоналей.



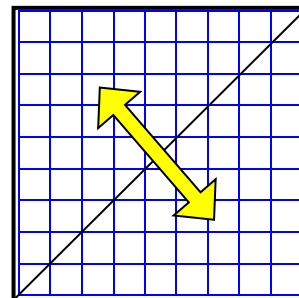
3. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Развернуть двумерный массив на 90° против часовой стрелки.



4. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Развернуть двумерный массив на 180° по часовой стрелке.



5. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Отобразить двумерный массив симметрично относительно побочной диагонали.



6. Заполнить двумерный массив возрастающими значениями с шагом **К** от левого верхнего угла по спирали: вправо – вниз – влево – вверх. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 10 |
| 31 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 40 | 11 |
| 30 | 55 | 72 | 73 | 74 | 75 | 62 | 41 | 12 |
| 29 | 54 | 71 | 80 | 81 | 76 | 63 | 42 | 13 |
| 28 | 53 | 70 | 79 | 78 | 77 | 64 | 43 | 14 |
| 27 | 52 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 44 | 15 |
| 26 | 51 | 50 | 49 | 48 | 47 | 46 | 45 | 16 |
| 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 |

7. Заполнить двумерный массив возрастающими значениями с шагом **К** от центра по спирали: вниз – влево – вверх – вправо. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 |
| 64 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 74 |
| 63 | 36 | 17 | 18 | 18 | 20 | 21 | 44 | 75 |
| 62 | 35 | 16 | 5 | 6 | 7 | 22 | 45 | 76 |
| 61 | 34 | 15 | 4 | 1 | 8 | 23 | 46 | 77 |
| 60 | 33 | 14 | 3 | 2 | 9 | 24 | 47 | 78 |
| 59 | 32 | 13 | 12 | 11 | 10 | 25 | 48 | 79 |
| 57 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 49 | 80 |
| 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 81 |

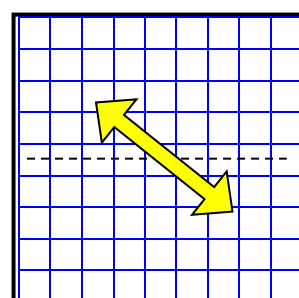
8. Заполнить возрастающими значениями с шагом **К** секторы двумерного массива, которые лежат влево и вправо от главной и побочной диагоналей, сверху вниз. Остаток массива заполнить нулями. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34 | 42 |
| 3 | 11 | 17 | 0 | 0 | 0 | 29 | 35 | 43 |
| 4 | 12 | 18 | 22 | 0 | 26 | 30 | 36 | 44 |
| 5 | 13 | 19 | 23 | 25 | 27 | 31 | 37 | 45 |
| 6 | 14 | 20 | 24 | 0 | 28 | 32 | 38 | 46 |
| 7 | 15 | 21 | 0 | 0 | 0 | 33 | 39 | 47 |
| 8 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 48 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 |

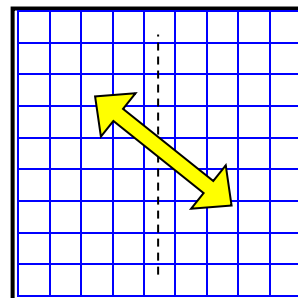
9. Заполнить возрастающими значениями с шагом **К** секторы двумерного массива, которые лежат вверх и вниз от главной и побочной диагоналей, справа налево. Остаток массива заполнить нулями. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 0 |
| 0 | 0 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 23 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 27 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 0 | 0 |
| 0 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 0 |
| 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |

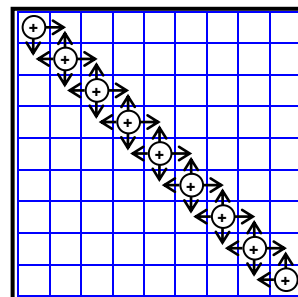
10. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Отобразить верхнюю половину массива на нижнюю зеркально симметрично относительно горизонтальной оси.



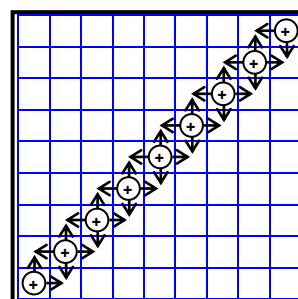
11. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Отобразить левую половину массива на правую зеркально относительно вертикальной оси.



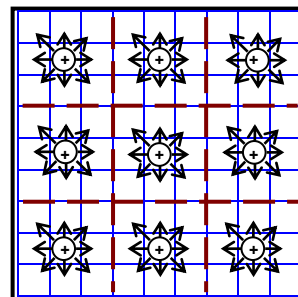
12. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. На главной диагонали разместить суммы элементов, которые лежат в той же строке и том же столбце



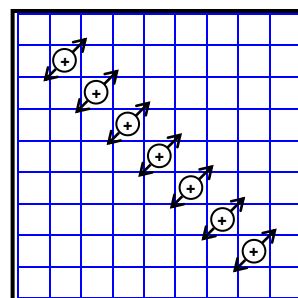
13. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. На побочной диагонали разместить суммы элементов, которые лежат в той же строке и том же столбце



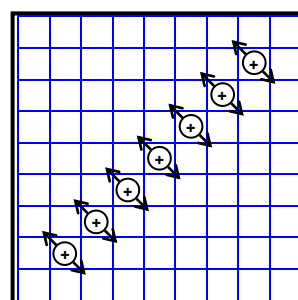
14. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Разбить массив на квадраты размером 3x3. В центре каждого квадрата поместить сумму остальных элементов квадрата..



15. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Разместить на главной диагонали суммы элементов, которые лежат на диагоналях, перпендикулярных к главной.



16. Заполнить двумерный массив размером 9x9 по возрастанию строк и столбцов или случайными числами. Разместить на побочной диагонали суммы элементов, которые лежат на диагоналях, перпендикулярных к



17. Заполнить верхнюю (относительно побочной диагонали) половину двумерного массива возрастающими значениями с шагом **К**, начиная от верхнего левого угла, по диагонали влево – вниз. Остаток массива заполнить нулями. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 4 | 7 | 11 | 16 | 22 | 29 | 37 |
| 3 | 5 | 8 | 12 | 17 | 23 | 30 | 38 | |
| 6 | 9 | 13 | 18 | 24 | 31 | 39 | | |
| 10 | 14 | 19 | 25 | 32 | 40 | | | |
| 15 | 20 | 26 | 33 | 41 | | | | |
| 21 | 27 | 34 | 42 | | | | | |
| 28 | 35 | 43 | | | | | | |
| 36 | 44 | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |

18. Заполнить верхнюю (относительно главной диагонали) половину двумерного массива возрастающими значениями с шагом **К**, начиная от верхнего левого угла, по диагонали вниз – вправо. Остаток массива заполнить случайными числами в диапазоне от 90 до 99. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 10 | 18 | 25 | 31 | 36 | 40 | 43 | 45 |
| | 2 | 11 | 19 | 26 | 32 | 37 | 41 | 44 |
| | | 3 | 12 | 20 | 27 | 33 | 38 | 42 |
| | | | 4 | 13 | 21 | 28 | 34 | 39 |
| | | | | 5 | 14 | 22 | 29 | 35 |
| | | | | | 6 | 15 | 23 | 30 |
| | | | | | | 7 | 16 | 24 |
| | | | | | | | 8 | 17 |
| | | | | | | | | 9 |

19. Заполнить главную диагональ двумерного массива возрастающими значениями с шагом **К**, начиная от верхнего левого угла, а побочную – от нижнего левого угла. Остаток массива заполнить случайными числами в диапазоне от 90 до 99. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | 9 |
| | 2 | | | | | | 8 | |
| | | 3 | | | | 7 | | |
| | | | 4 | | 6 | | | |
| | | | | 5 | | | | |
| | | | 4 | | 6 | | | |
| | | 3 | | | | 7 | | |
| | 2 | | | | | | 8 | |
| 1 | | | | | | | | 9 |

20. Заполнить нижнюю (относительно главной диагонали) половину и симметрично ей верхнюю половину двумерного массива возрастающими значениями с шагом **К**, начиная от верхнего левого угла, по диагонали вниз – вправо. Шаг **К** вводится с клавиатуры.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 10 | 18 | 25 | 31 | 36 | 40 | 43 | 45 |
| 10 | 2 | 11 | 19 | 26 | 32 | 37 | 41 | 44 |
| 18 | 11 | 3 | 12 | 20 | 27 | 33 | 38 | 42 |
| 25 | 19 | 12 | 4 | 13 | 21 | 28 | 34 | 39 |
| 31 | 26 | 20 | 13 | 5 | 14 | 22 | 29 | 35 |
| 36 | 32 | 27 | 21 | 14 | 6 | 15 | 23 | 30 |
| 40 | 37 | 33 | 28 | 22 | 15 | 7 | 16 | 24 |
| 43 | 41 | 38 | 34 | 29 | 23 | 16 | 8 | 17 |
| 45 | 44 | 42 | 39 | 35 | 30 | 24 | 17 | 9 |