

## КРАТНЫЙ ЦИКЛ

Если тело цикла содержит структуру, которая является циклом, то такой цикл называется кратным. В этом случае различают внешний цикл и внутренний цикл. Кратность циклов не ограничена.

### 1. Задание

Дана матрица  $A$ , состоящая из  $n$  строк и  $n$  столбцов. Для заданного варианта задания разработайте проект, вычисляющий указанные в условии задачи результаты. С целью контроля правильности ввода исходных данных предусмотрите их вывод.

Отчет по выполненной работе должен включать титульный лист, условие задания вместе с условием варианта, описание применяемых данных, укрупненную блок-схему алгоритма, программный код, тесты и предполагаемые расчетные результаты их выполнения.

#### *Варианты задания*

1. Найти среднее арифметическое неотрицательных элементов матрицы  $A$ .
2. Изменить все строки матрицы  $A$ , в которых отрицателен элемент главной диагонали: к каждому элементу  $i$  – ой строки прибавляется элемент  $T_i$  из заданного массива  $T_1, T_2, \dots, T_n$ .
3. Получить вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  по правилу:  $C_j = 0$ , если все элементы  $j$  – го столбца матрицы  $A$  равны 0, иначе –  $C_j = 1$ .
4. Найти среднее арифметическое отрицательных элементов матрицы  $A$ , лежащих ниже главной диагонали.
5. Изменить матрицу  $A$ , заменив каждый отрицательный элемент, лежащий выше главной диагонали, его абсолютной величиной.
6. Задан вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ . Получить вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  по правилу:  $C_i = S_i$ , если  $X_i < S_i$ , иначе –  $C_i = X_i$ .  
Здесь  $S_i = A_{i1} + A_{i2} + A_{i3} + \dots + A_{in}$  (сумма значений элементов  $i$  – ой строки матрицы  $A$ ).
7. Найти сумму элементов тех строк матрицы, в которых отрицателен элемент главной диагонали матрицы  $A$ .
8. Задан вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ . Изменить матрицу  $A$ , увеличив каждый элемент, который меньше элемента главной диагонали, находящегося с ним в одной строке, на  $C_i$ , где  $i$  – номер строки.
9. Получить вектор  $X_1, X_2, \dots, X_n$  по правилу:  $X_j = 1$ , если каждый элемент  $j$  – го столбца матрицы  $A$ , кроме первого и последнего, меньше полусуммы двух соседних элементов (предыдущего и последующего), иначе –  $X_j = 0$ .
10. Подсчитать число строк матрицы  $A$ , в пределах каждой из которых элементы упорядочены по возрастанию  $A_{i1} < A_{i2} < A_{i3} < \dots < A_{in}$ .
11. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ . Элемент  $X_i$  представляет собой среднее арифметическое положительных элементов  $i$  – ой строки матрицы  $A$  или равен  $-1$ , если в  $i$  – ой строке нет положительных элементов.

12. Найти среднее арифметическое элементов матрицы  $A$ , которые больше или равны находящемуся с ними в одной строке элементу главной диагонали (включая сам элемент главной диагонали).

13. Изменить матрицу  $A$ , прибавляя к каждому ее отрицательному элементу значение заданной величины  $b$ .

14. Назовем инверсией в строке матрицы  $A$  ситуацию  $A_{ij} > A_{ij+1}$  (в отличие от ситуации  $A_{ij} \leq A_{ij+1}$ ). Получить вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  по правилу:  $C_i = 1$ , если в  $i$ -ой строке матрицы  $A$  больше двух инверсий, иначе –  $C_i = 0$ .

15. Найти по отдельности число положительных и равных нулю элементов в совокупности тех строк матрицы  $A$ , первый элемент которых больше 1.

16. Для матрицы  $A$  найти среднее арифметическое элементов  $A_{ij}$ , не принадлежащих главной диагонали, для которых выполняется условие  $A_{ii} < A_{ij} < A_{jj}$ .

17. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  по правилу:  $X_j = 1$ , если сумма элементов  $j$ -го столбца матрицы  $A$  больше их произведения, иначе –  $X_j = 0$ .

18. Найти среднее арифметическое общей совокупности элементов тех строк матрицы  $A$ , последний элемент которых равен 0.

19. Заменить в матрице  $A$  на 1 значение каждого положительного элемента, на 0 – каждого отрицательного.

20. Задан вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ . Найти сумму значений тех элементов  $C_i$ , которые больше любого из элементов  $i$ -й строки матрицы  $A$ .

21. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  по правилу:  $X_j = 1$ , если в  $j$ -ом столбце матрицы  $A$  есть хотя бы один элемент, превышающий заданное значение  $C_j$ , иначе –  $X_j = 0$ .

22. Изменить часть матрицы  $A$ , находящуюся под главной диагональю, следующим образом: если элемент этой части  $A_{ij}$  больше элемента  $A_{ji}$ , задать элементу  $A_{ij}$  новое значение, равное полусумме данных двух элементов.

23. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  по правилу:  $X_i = 1$ , если элемент  $A_{ii}$  больше каждого из остальных элементов  $i$ -ой строки матрицы, иначе –  $X_i = 0$ .

24. Найти общую сумму элементов тех столбцов матрицы  $A$ , сумма элементов в каждом из которых положительна.

25. Задан вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ . Нужно изменить все столбцы матрицы  $A$ , в которых равен 0 элемент главной диагонали:  $i$ -ый элемент такого столбца увеличивается на  $C_i$ .

26. Задан вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ . Получить вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  по правилу:  $C_i = X_i$ , если произведение элементов  $i$ -ой строки матрицы  $A$  меньше  $X_i$ , иначе –  $C_i = 0$ .

27. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  по правилу:  $X_i = 1$ , если максимальный элемент  $i$ -ой строки матрицы  $A$  меньше  $X_i$ , иначе –  $X_i = 0$ .

28. Получить вектор  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  по правилу:  $X_j = 0$ , если все элементы  $j$ -го столбца матрицы  $A$  меньше 1, иначе –  $X_j = 1$ .

29. Изменить матрицу  $A$  путем замены каждого отрицательного элемента 2-го, 3-го, ...,  $n$ -го столбцов абсолютной величиной суммы предшествующих ему

элементов той строки, в которой он находится.

30. Получить вектор  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  по правилу:  $C_i = 1$ , если произведение элементов  $i$ -ой строки матрицы  $A$  положительно, иначе –  $C_i = 0$ .

## 2. Пример разработки проекта

### 2.1. Условие

Задан массив  $b_1, b_2, \dots, b_n$ . Найти среднее значение тех элементов матрицы  $a$ , которые расположены в столбцах, каждый элемент которых меньше элемента массива  $b$  с номером, равным номеру столбца. Также получить сумму всех элементов матрицы  $a$ .

### 2.2. Выбор данных

Исходные данные:

$n$  – количество строк и столбцов матрицы  $A$ , переменная целого типа;

$a$  – заданная матрица, двумерный массив с дробной частью, одинарной точности;

$b$  – заданный одномерный массив с дробной частью, одинарной точности.

Результаты:

Среднее – среднее значение элементов матрицы, переменная с дробной частью, одинарной точности;

Сумма – сумма элементов матрицы, переменная с дробной частью, одинарной точности.

Промежуточные данные:

Сигнал – признак того, что в  $j$ -ом столбце матрицы все элементы меньше значения элемента  $b(j)$ , переменная логического типа;

СЭС – сумма элементов столбца матрицы, переменная с дробной частью, одинарной точности;

Кол – количество столбцов матрицы  $A$ , все элементы которых меньше соответствующих элементов массива  $X$ , переменная целого типа;

$i, j$  – параметры цикла, переменные целого типа.


### 2.3. Разработка алгоритма

Для ввода и для вывода всех элементов вектора, а также для ввода и для вывода всех элементов матрицы мы будем применять соответствующие готовые подпрограммы. Поэтому на блок-схеме алгоритма соответствующие участки алгоритма будем изображать в виде укрупненных блоков, имеющих собственную блок-схему, которую в рамках этого задания мы детализировать не будем.

На рис. 1 приведена укрупненная блок-схема алгоритма, в которой ввод матрицы  $a$  и вектора  $b$  обозначены укрупненными блоками.

Часть алгоритма (рис. 1) от начала до соединителя 1 представляет ввод исходных данных. От соединителя 1 до соединителя 2 расположена главная часть алгоритма, связанная с вычислением результатов. И, наконец, последняя часть алгоритма после соединителя 2 представляет вывод результатов.

## 2.4. Выполнение примера на компьютере

1. Создайте новый проект с именем КратныйЦикл, следуя приложению 1.
2. Если окно конструктора форм не открыто, то откройте его щелчком на кнопке  View Designer (просмотреть конструктор), расположенной на панели инструментов окна обозревателя решений. Если же эта кнопка на панели инструментов отсутствует, то предварительно щелкните в окне обозревателя решений на компоненте проекта Form1.vb.
3. Для разработки интерфейса следуйте приложению 2. Работу по созданию интерфейса можно существенно сократить, пользуясь тем, что используется типовый интерфейс, который уже был создан при разработке двух предыдущих проектов. Для этого во вновь созданном проекте достаточно заменить файл Form1.Designer.vb проекта, заменив его таким же файлом одного из предыдущих проектов, например, проекта «Цикл с разветвлением» (предварительно следует сохранить и закрыть проект).
4. Двойным щелчком на кнопке btnПуск вставьте в программный код заготовку подпрограммы btnПуск\_Click – обработчика события, заключающегося в щелчке на кнопке btnПуск. Это событие будет для проекта командой выполнить требуемые вычисления.
5. Двойным щелчком на надписи Label1 создайте заготовку подпрограммы Label1\_Click.
6. Введите код подпрограмм btnПуск\_Click и Label1\_Click.
7. Копируйте в проект из приложения 3 код подпрограмм InputVector, OutputVector, InputMatrix и OutputMatrix. В итоге код проекта должен соответствовать листингу 1.

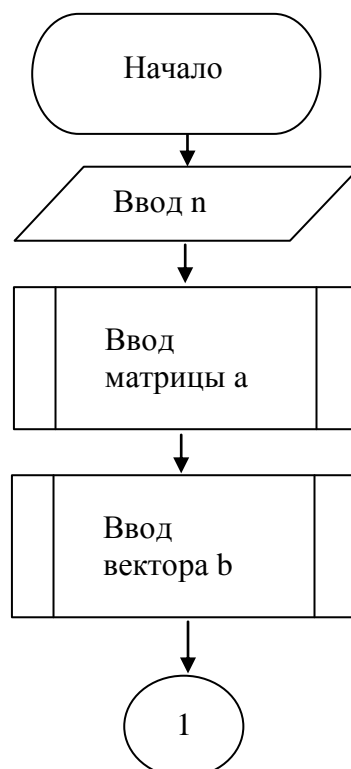


Рис. 1. (начало)

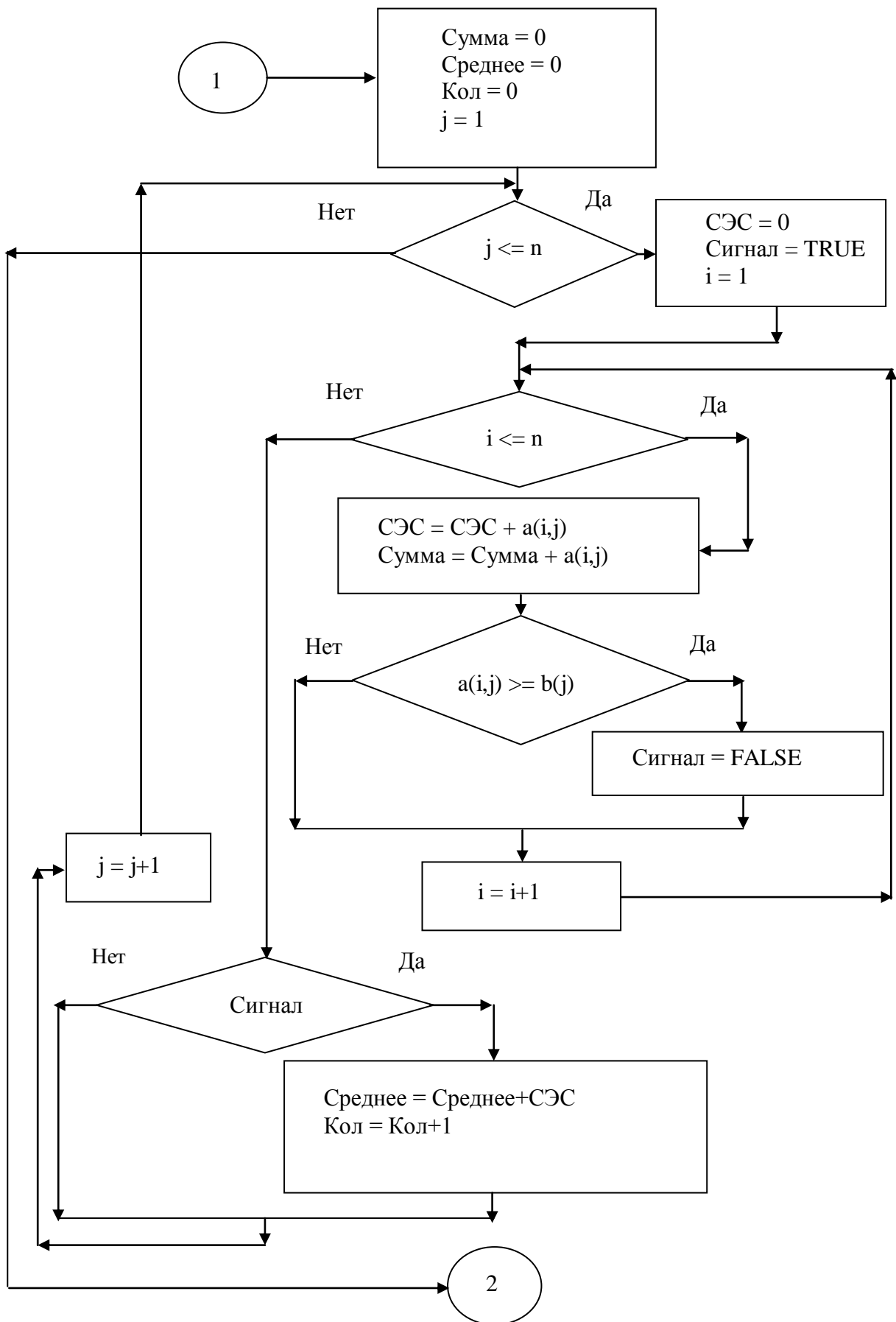
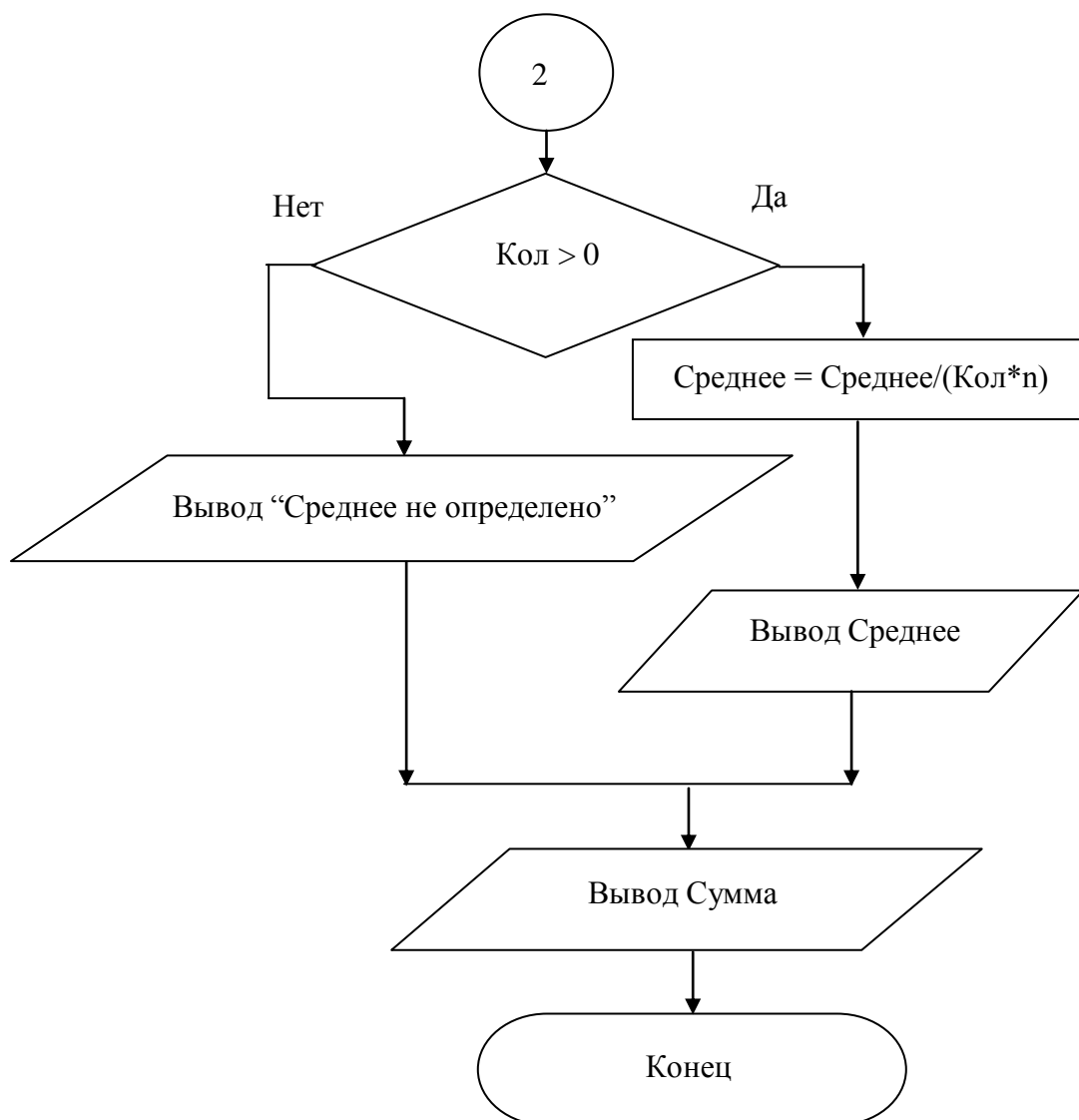


Рис. 1. (продолжение)



**Рис. 1. Укрупненная блок-схема алгоритма (окончание)**

**Листинг 1. Код проекта**

```

Public Class Form1
    Private Sub btnПуск_Click(ByVal sender As System.Object, _
        ByVal e As System.EventArgs) Handles btnПуск.Click
1:      Dim n As Integer
        Dim a(), b() As Single
        Dim Сумма, Среднее, СЭС As Single
        Dim Кол, i, j As Integer
5:      Dim Сигнал As Boolean
        txtЖурнал.Clear()
        n = InputBox("n =?")
        txtЖурнал.AppendText("n = " & n & vbCrLf)
        ReDim b(n), a(n, n)
10:     InputVector(b, "b")
        txtЖурнал.AppendText("Вектор b" & vbCrLf)
        OutputVector(b, txtЖурнал)
        InputMatrix(a, "a")
        txtЖурнал.AppendText("Матрица a" & vbCrLf)
15:     OutputMatrix(a, txtЖурнал)
        For j = 1 To n
  
```

```

        СЭС = 0
        Сигнал = True
        For i = 1 To n
20:            СЭС = СЭС + a(i, j)
            Сумма = Сумма + a(i, j)
            If a(i, j) >= b(j) Then Сигнал = False
        Next
        If Сигнал Then
25:            Среднее = Среднее + СЭС
            Кол = Кол + 1
        End If
    Next
    If Кол > 0 Then
30:        Среднее = Среднее / (Кол * n)
        txtЖурнал.AppendText("Среднее = " & Среднее & vbCrLf)
    Else
        txtЖурнал.AppendText("Среднее не определено" & vbCrLf)
    End If
35:    txtЖурнал.AppendText("Сумма = " & Сумма & vbCrLf)
End Sub

Private Sub Label1_Click(ByVal sender As System.Object, _
ByVal e As System.EventArgs) Handles Label1.Click
    End
End Sub

Private Sub InputVector(ByRef x() As Single, Optional _
    ByVal ArrayName As String = "элемент")
    Dim i As Integer
    For i = 1 To x.GetUpperBound(0)
        x(i) = InputBox(ArrayName & "(" & i & ") = ?")
    Next
End Sub

Private Sub OutputVector(ByVal x() As Single, _
ByVal y As TextBox)
    Dim i As Integer
    For i = 1 To x.GetUpperBound(0)
        y.AppendText(x(i) & vbTab)
    Next
    y.AppendText(vbCrLf)
End Sub

Private Sub InputMatrix(ByRef x(,) As Single, Optional _
ByVal ArrayName As String = "элемент")
    Dim i, j As Integer
    For i = 1 To x.GetUpperBound(0)
        For j = 1 To x.GetUpperBound(1)
            x(i, j) = InputBox(ArrayName & _
                "(" & i & ", " & j _
                & ") = ?")
        Next
    Next
End Sub

Private Sub OutputMatrix(ByVal x(,) As Single, _
ByVal y As TextBox)
    Dim i, j As Integer

```

```

        For i = 1 To x.GetUpperBound(0)
            For j = 1 To x.GetUpperBound(1)
                y.AppendText(x(i, j) & vbTab)
            Next
            y.AppendText(vbCrLf)
        Next
    End Sub
End Class

```

В первых пяти строках подпрограммы `btnПуск_Click` объявлены данные.

В строке 6 выполняется очистка текстового поля.

В строках 7 и 8 задается значение переменной `n` и для контроля выполняется вывод введенного значения.

В строке 9 устанавливаются верхние границы изменения индексов динамических массивов `b` и `a`.

Затем в строке 10 обращение к подпрограмме `InputVector` обеспечивает ввод всех элементов вектора `b`, кроме элемента `b(0)`.

В строках 11 и 12 выполняется контрольный вывод вектора `b` в текстовом поле `txtЖурнал`.

В строке 13 обращение к подпрограмме `InputMatrix` обеспечивает ввод всех элементов матрицы `a`, кроме элементов нулевой строки и нулевого столбца.

Инструкции, находящиеся в 14 и 15 строках, выполняют вывод только что введенных элементов матрицы `a`.

Строки 16 – 28 кода обеспечивают вычисление значений результатов. Вывод результатов реализуется в строках 29 – 35 кода. Подпрограмма содержит кратный цикл. Внешний цикл, включающий строки 16 – 28, содержит внутренний цикл (строки 19 – 23).

Работа подпрограмм `InputVector` и `OutputVector` уже была рассмотрена ранее в проекте «Цикл с разветвлением».

Подпрограмма `InputMatrix` обеспечивает ввод значений всех элементов матрицы, имя которой указано на месте первого аргумента в обращении к этой подпрограмме, кроме элементов строки с номером 0 и столбца с номером 0. Вывод выполняется в текстовом окне, имя которого указывается на месте второго аргумента в обращении к этой подпрограмме. В строках 3 и 4 этой подпрограммы вычисляются соответственно максимальные значения индекса первой и второй размерности. Подпрограмма `InputMatrix` содержит кратный цикл. Внешний цикл, включающий в свой состав строки 2 – 7 этой подпрограммы, также содержит в своем составе инструкцию цикла (внутреннего), которая включает в свой состав строки 3 – 5. Вторым аргумент этой подпрограммы не обязателен. Если на его месте указать строку символов, являющуюся именем вводимого массива, то это повысит наглядность при работе функции `InputBox`, к которой обращается подпрограмма.

Вывод всех элементов матрицы, кроме элементов нулевой строки и нулевого столбца выполняет подпрограмма `OutputMatrix`. В строках 3 и 4 этой подпрограммы вычисляются соответственно максимальные значения индекса



первой и второй размерности. Подпрограмма `OutputMatrix` содержит кратный цикл. Внешний цикл, включающий в свой состав строки 2 – 7 этой подпрограммы, также содержит в своем составе инструкцию цикла (внутреннего), которая включает в свой состав строки 3 – 5.

## 2.5. Выполнение проекта примера

8. Сохраните проект.

9. Проверьте работу проекта на тестовом наборе исходных данных, который выбран таким, чтобы было легче подсчитать соответствующие ему результаты. Для этого запустите проект и выполните счет для указанных значений исходных данных (тест 1):  $n = 3$ ,  $b = (7, 9, 11)$ ,

$$a = \begin{Bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{Bmatrix}$$

Результат счета должен соответствовать рис. 2.

10. Необходимо также проверить работу проекта при таких исходных данных, когда среднее значение не вычисляется, например (тест 2):

$n = 3$ ,  $b = (5, 6, 7)$ ,

$$a = \begin{Bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{Bmatrix}$$

Результат счета должен соответствовать рис. 3.

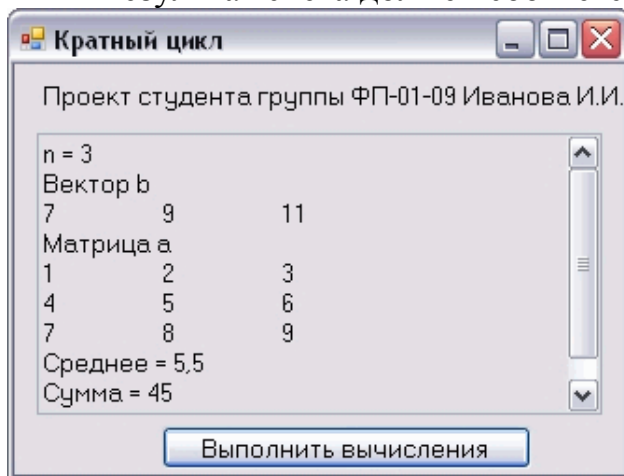


Рис. 2. Результаты счета по тесту 1

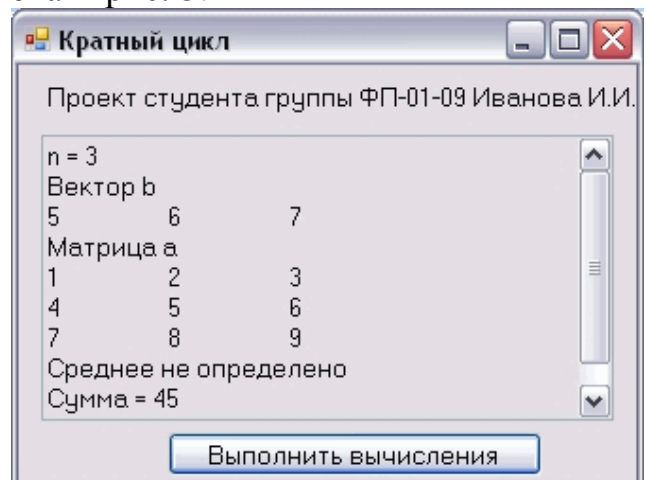


Рис. 3. Результаты счета по тесту 2

11. Продемонстрируйте работу проекта преподавателю.

## 3. Выполнение индивидуального задания

1. Замените код процедуры `btnПуск_Click` на соответствующий код, заранее разработанный для Вашего индивидуального варианта.

2. Сохраните проект.

3. Выполните отладку и тестирование проекта.

4. Попробуйте ответить на вопросы для контроля.

5. Покажите полученный результат и отчет по выполненной работе преподавателю.

6. Копируйте рабочую папку либо на сетевой диск *o* в папку с шифром Вашей учебной группы, либо на собственную флэш-панель.

7. Удалите на диске *d* свою рабочую папку.

#### **4. Вопросы для контроля**

1. Что такое кратный цикл?
2. Сколько кратных циклов содержит алгоритм рассмотренного примера (рис. 1)?
3. Сколько кратных циклов содержит процедура `btnПуск_Click`, код которой приведена в листинге 1?
4. Что определяют значения свойств надписи: `Text`, `TextAlign`?
5. Что определяют значения свойств кнопки: `Name`, `Text`, `Font`?
6. Что определяют значения свойств текстового поля: `Name`, `Text`, `Font`, `Multiline`, `ReadOnly`, `Anchor`, `SkrollBars`?