

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

**Кафедра информатики и компьютерных технологий**

**И Н Ф О Р М А Т И К А**  
**ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATHCAD**  
**Работа с массивами и файлами**  
*Методические указания к лабораторным работам*  
*для студентов специальности 130400*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2014

ИНФОРМАТИКА. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATHCAD. Работа с массивами и файлами. Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально - сырьевой университет «Горный». Сост.: Г.Н. Журов, Г.А. Прудинский, Л.Г. Муста, СПб, 2014, 32 с.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ по программированию операций с одномерными и многомерными массивами, освоение на практике операций чтения из файлов и записи в файлы в математическом пакете MathCAD, а также варианты заданий к этим работам.

Методические указания предназначены для студентов специальности 130400 «Горное дело», специализации: «Подземная разработка пластовых месторождений», «Подземная разработка рудных месторождений», «Открытые горные работы», «Взрывное дело», «Технологическая безопасность и горно-спасательное дело».

Научный редактор доц. *А.Б. Маховиков*

Табл. 5. Ил. 14. Библиогр. 5.

© Национальный минерально-сырьевой  
университет «Горный», 2014

## **ВВЕДЕНИЕ**

Преимущество работы с MathCAD особенно ощутимо при работе с массивами (векторами и матрицами). Как правило, эта работа состоит в многократном повторении однотипных расчетов со всеми элементами матрицы.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ по программированию операций с одномерными и многомерными массивами, освоение на практике операций чтения из файлов и записи в файлы в математическом пакете MathCAD, а также варианты заданий к этим работам. Приведены примеры использования программирования для решения логических задач выборки нужных значений вектора или матрицы. Показан вывод результатов расчета из программы путем формирования внутри программы массивов и составных массивов. Рассмотрены приемы организации чтения данных из структурированных файлов, записи данных в файл путем замены содержимого файла или путем добавления новых данных в существующий файл.

В методических указаниях представлены задачи, содержащие последовательную обработку массивов, переформирование массивов, одновременную обработку нескольких массивов, поиск элементов массива по заданным критериям, сортировку массивов, обработку матриц. Рассмотрены операции ввода данных из файлов и записи результатов счета в файл. На базе этих операций выполняются более сложные операции: создание файла, модификация файла, поиск нужной информации в файле.

Данный материал изучается студентами первого курса специальности 130400 «Горное дело» согласно рабочей программе учебной дисциплины «Информатика» в разделе 4 «Прикладное программное обеспечение компьютерных систем и сетей».

## **МАССИВЫ**

Важным типом данных в системе MathCAD являются массивы. Массив - имеющая уникальное имя совокупность конечного числа числовых или символьных элементов, упорядоченных заданным образом и имеющих определенные адреса. В системе MathCAD

используются массивы двух типов: одномерные (векторы) и двумерные (матрицы).

Порядковый номер элемента, который является его адресом, называется индексом. Нижняя граница индексации задается значением системной переменной ORIGIN. По умолчанию  $ORIGIN = 0$ , то есть первый элемент вектора, первая строка и первый столбец матрицы имеют индекс нуль. При работе с массивами удобно использовать привычную нумерацию элементов массива, начиная с 1, поэтому в примерах на программирование в первой строке документа, следует набрать (прописными буквами)  $ORIGIN:=1$ .

Векторы могут быть двух типов: векторы – строки и векторы – столбцы. Несмотря на то, что два этих вектора имеют одни и те же числовые значения элементов, они различны по типу и дадут разные результаты при векторных и матричных операциях.

В MathCAD есть встроенные функции для определения параметров матрицы:

$rows(M)$  - число строк в массиве или векторе;

$cols(M)$  - число столбцов в массиве, где  $M$  - имя массива.

MathCAD легко справляется со сложными математическими проблемами и легко решает сложные уравнения. А вот простые для любого человека логические задачи решаются с большим трудом. На рисунках 1-3 показаны примеры использования программирования для решения логических задач выборки нужных значений вектора или матрицы. В этих примерах показаны различные приемы записи условия в операторе if: в виде логической функции (рисунок 2) или в виде обычных булевых операторов (рисунок 3). Здесь демонстрируются также приемы формирования массивов выходных данных.

В примере на рисунке 1 показан ввод комментария в программу. Для ввода комментария в программу нужно установить курсор на свободное место в программе и ввести символ " (кавычки). Появится символ введения строковой константы: две пары кавычек с местом ввода между ними. Введите туда текст комментария.

```

ORIGIN := 1 Вставка массива В в массив А

A := identity(6)      B :=  $\begin{pmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 7 & 6 & 5 & 4 \end{pmatrix}$       A =  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ 

место вставки строка c := 3
столбец s := 2

C := A ← A
"Передача массива А в программу"
for i ∈ 1.. rows(B)
  for j ∈ 1.. cols(B)
    Ac+i-1, s+j-1 ← Bi, j
A
C =  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 4 & 3 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 0 \\ 0 & 7 & 6 & 5 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ 

```

Рисунок 1 – Вставка массива в массив

```

ORIGIN := 1 Извлечение элементов вектора V,
удовлетворяющих условию a(x) := 3 ≤ x ≤ 6

V := rlogis(9, 3, 2) Создание вектора случайных чисел
VT = (4.528 4.908 -0.928 6.238 3.136 2.405 8.861 3.398 2.774)

Извлечение := V ← V      логическая функция a(x)
m ← 1      принимает значения
for n ∈ 1.. rows(V)      1 - истина, 0 - ложь
  if a(Vn) = 1      a(Vn) = 1 эквивалентно
    Bm ← Vn      условию 3 ≤ Vn ≤ 6
    cm ← n      A := Извлечение
    m ← m + 1
  Q(1) ← c
Q(2) ← B
Q
A =  $\begin{pmatrix} 1 & 4.528 \\ 2 & 4.908 \\ 5 & 3.136 \\ 8 & 3.398 \end{pmatrix}$ 
c - номер элемента
V - значение элемента,
удовлетворяющего условию

```

Рисунок 2 – Извлечение нужных элементов вектора

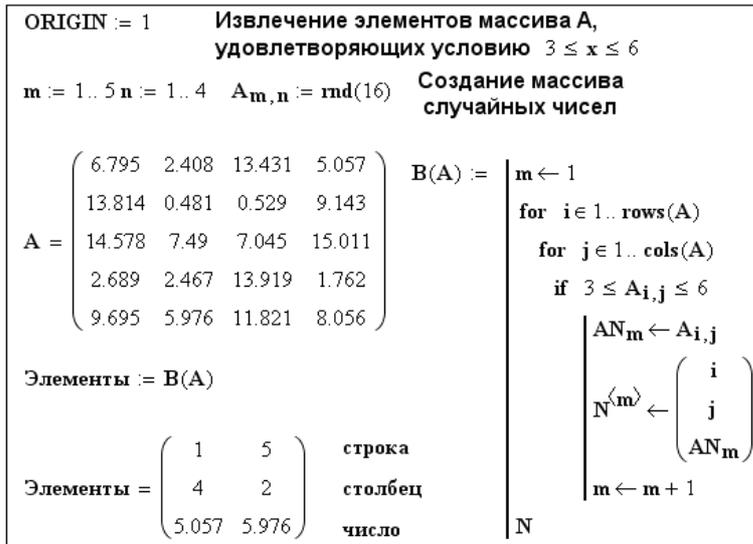


Рисунок 3 – Извлечение нужных элементов матрицы

### Вывод результатов расчета из программы

Итогом действия программы является результат выполнения последнего оператора программы. Если последним оператором является математическое выражения, то результат его вычисления и будет результатом действия программы. Если надо выводить данные, это делается путем формирования внутри программы массивов и составных массивов.

Чтобы вывести результаты расчета, выполните следующие действия:

- Установите курсор на пустое место ввода последнего оператора.
- Для вывода одного числа введите имя соответствующей переменной (любой, которой присвоено какое-либо значение в программе или в основном документе).
- Для вывода вектора или матрицы введите их имя, но каждый элемент массива должен быть определен либо в программе, либо в основном документе.





Поупражняйтесь самостоятельно в выводе расчетных значений. Убедитесь в неограниченных возможностях вывода любых расчетных данных.

Составные массивы не имеют физического и математического смысла, поэтому операции матричного исчисления, за исключением операции транспонирования к ним применять нельзя.

```

ORIGIN := 1
Z := | a ← 1                Z = ((4,1) (4,4) 5)
      | while a < 5        (Z1) = ■ (Z2) = ■ (Z3) = ■    ZT =  $\begin{pmatrix} (4,1) \\ (4,4) \\ 5 \end{pmatrix}$ 
      |   for i ∈ 1..a
      |     V1 ← a + i
      |     for j ∈ 1..a
      |       Mi,j ← a + i + j    (ZT)1 =  $\begin{pmatrix} (1,1) \\ (2,2) \\ (3,3) \\ (4,4) \end{pmatrix}$     (ZT)2 =  $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 4 & 5 & 6 \\ 0 & 0 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$ 
      |     MMa ← M
      |     VV<a> ← V
      |     a ← a + 1          (ZT)3 = 5
      | (MM VV a)

[(ZT)1]1 = (3)    [(ZT)1]2 =  $\begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$     [(ZT)1]3 =  $\begin{pmatrix} 5 & 6 & 7 \\ 6 & 7 & 8 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$     [(ZT)1]4 =  $\begin{pmatrix} 6 & 7 & 8 & 9 \\ 7 & 8 & 9 & 10 \\ 8 & 9 & 10 & 11 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{pmatrix}$ 

[(ZT)2]<1> =  $\begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$     [(ZT)2]<2> =  $\begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$     [(ZT)2]<3> =  $\begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}$     [(ZT)2]<4> =  $\begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{pmatrix}$ 

константе можно присвоить значение элемента массива
A := [(ZT)1]2    A =  $\begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$     B := [(Z1, 1)4]2,3    B = 9

```

Рисунок 6 – Вывод результатов работы программы с помощью составного массива (матрица-строка)

Задача 1. Создать двумерный массив  $a_{ij}$ , где  $i = 1, \dots, 7$ ;  $j = 1, \dots, 9$  по правилу  $a_{ij} = \sin(i + j) + \cos(i - j)$ . Найти сумму наибольших элементов строк матрицы с четными номерами. Вывести на печать саму матрицу, номера строк, номера столбцов, сами наибольшие элементы и окончательный ответ.

Анализ задачи

Обозначим:  $M$  – наибольший элемент в строке с четным номером,  $NS$  – номер строки,  $NC$  – номер столбца, в котором найден наибольший элемент,  $sum$  – сумма наибольших элементов строк матрицы с четными номерами. Для проверки чётности будем использовать встроенную функцию  $\text{mod}(k, 2)$ , которая будет равна нулю, если  $k$  – четное число, и равна единице, если  $k$  – нечетное число.

Программа и результаты расчета представлены на рисунке 7.

Задача 2. Задан двумерный массив  $A = \{a_{ij}\}$ , где  $i = 1, \dots, 6$ ;  $j = 1, \dots, 4$  по правилу  $a_{ij} = \sin(2i - j)$ . Упорядочить массив  $A$  по возрастанию элементов дробной части третьего столбца. Вывести на печать исходный и отсортированный массивы.

Анализ задачи.

Сортировку массива проведем методом прямого обмена. В основе алгоритма лежит обмен соседних элементов массива. Каждый элемент массива, начиная с первого, сравнивается со следующим и если он больше следующего, то элементы меняются местами. Таким образом, элементы с меньшим значением продвигаются к началу массива (всплывают), а элементы с большим значением – к концу массива (тонут), поэтому этот метод иногда называют «пузырьковым». Этот процесс повторяется на единицу меньшее число раз, чем число элементов в массиве. Дробная часть числа  $k$  вычисляется как разность  $k - \text{trunc}(k)$ . В MathCAD функция  $\text{trunc}(k)$  выдает целую часть числа  $k$ .

Программа и результаты расчета представлены на рисунке 8.

```

ORIGIN := 1
A := for i ∈ 1..7
      for j ∈ 1..9           Формирование
                             матрицы
          ai,j ← sin(i+j) + cos(i-j)
Sum ← 0
n ← 1
for i ∈ 1..7
  if (mod(i,2)) = 0       Проверка на четность
    NSn ← i
    Sn ← 0
    Mn ← ai,1
    for j ∈ 2..9
      if Mn < ai,j       Поиск
                             максимально
                             элемента
        Mn ← ai,j
        NCn ← j
    Sum ← Sum + Mn       Организация суммы
    n ← n + 1
Q(1) ← NS   номер строки
Q(2) ← NC   номер столбца
Q(3) ← M    максимальный элемент
(a Q Sum)T   Вывод результатов расчета
                Созданный массив
  (
    1.909  0.681  -1.173  -1.949  -0.933  0.941  1.95  1.166  -0.69
    0.681  0.243  -0.419  -0.696  -0.333  0.336  0.696  0.416  -0.246
    -1.173 -0.419  0.721  1.197  0.573  -0.578 -1.198 -0.716  0.424
    -1.949 -0.696  1.197  1.989  0.952  -0.96  -1.99  -1.19  0.704
    -0.933 -0.333  0.573  0.952  0.456  -0.46  -0.953 -0.57  0.337
    0.941  0.336  -0.578 -0.96  -0.46  0.463  0.96  0.574  -0.34
    1.95  0.696  -1.198 -1.99  -0.953  0.96  1.991  1.191  -0.704
  )
A1 =
  (
    2 7 0.696
    4 4 1.989
    6 7 0.96
  )
первый столбец - номер строки
второй столбец - номер столбца с
максимальным элементом
третий столбец - значение
максимального элемента
Сумма
A3 = 3.646

```

Рисунок 7 – Программа и результаты расчета задачи 1

```

ORIGIN := 1
B := | for i ∈ 1..6
      |   for j ∈ 1..4
      |     | ci,j ← sin(2·i-j)
      |     | coi,j ← ci,j
      |     |
      |     | Вычисляем
      |     | элементы
      |     | массива
      |   for i ∈ 2..6
      |     for j ∈ 6,5..i
      |       for k ∈ 1..4
      |         if coj-1,3 - trunc(coj-1,3) > coj,3 - trunc(coj,3)
      |           | R ← coj-1,k
      |           | Перестановка строк
      |           | coj-1,k ← coj,k
      |           | coj,k ← R
      |     (c co)T Вывод результатов расчета

```

**Исходная матрица**

$$B_1 = \begin{pmatrix} 0.841 & 0 & -0.841 & -0.909 \\ 0.141 & 0.909 & 0.841 & 0 \\ -0.959 & -0.757 & 0.141 & 0.909 \\ 0.657 & -0.279 & -0.959 & -0.757 \\ 0.412 & 0.989 & 0.657 & -0.279 \\ -1 & -0.544 & 0.412 & 0.989 \end{pmatrix}$$

**Отсортированная матрица**

$$B_2 = \begin{pmatrix} 0.657 & -0.279 & -0.959 & -0.757 \\ 0.841 & 0 & -0.841 & -0.909 \\ -0.959 & -0.757 & 0.141 & 0.909 \\ -1 & -0.544 & 0.412 & 0.989 \\ 0.412 & 0.989 & 0.657 & -0.279 \\ 0.141 & 0.909 & 0.841 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 8 – Программа и результаты расчета задачи 2

Задача 3. Разработать программу, формирующую матрицу  $A$ , размерности 8 строк и 6 столбцов, элементы которой определяются по формуле

$$A_{ij} = \begin{cases} i + j & \text{если } i < j; \\ 1 & \text{если } i = j; \\ \frac{i}{j} & \text{если } i > j, \end{cases}$$

где  $i$  - номер строки.  $j$  - номер столбца элемента матрицы. В сформированной матрице удалить все строки, максимальный элемент которых равен 7. Вывести исходную матрицу, максимальные элементы для каждой строки, а также преобразованную матрицу.

Анализ задачи.

На первом этапе определяется структура программы:

**Программа:**

Формирование исходной матрицы.

Проверка и удаление строк.

Вывод исходной и преобразованной матрицы.

**Конец программы.**

Из выделенных подзадач формирование и вывод матрицы представляет достаточно простой фрагмент, реализующийся вложенным счетным циклом, внутри которого организован разветвляющийся процесс. Нахождение максимального элемента рассмотрено в задаче 1. Для удаления строк будем использовать следующий прием. Пусть переменная  $k$  изменяется в цикле и обеспечивает адресацию следующей анализируемой строки. Тогда переменную  $k$  увеличиваем на единицу, если обнаружена еще одна строка, которую необходимо оставить в матрице. При этом оставляемая строка переписывается на место, указанное данной переменной. После завершения цикла просмотра матрицы переменная  $k$  содержит число строк, которые необходимо оставить в матрице.

Программа и результаты расчета представлены на рисунке 9.

<pre> ORIGIN := 1 A := for i ∈ 1..8       for j ∈ 1..6         a<sub>i,j</sub> ← i+j if i &lt; j         a<sub>i,j</sub> ← 1 if i = j         a<sub>i,j</sub> ← <math>\frac{i}{j}</math> otherwise       k ← 0       for i ∈ 1..8         Max ← a<sub>i,1</sub>         for j ∈ 1..6           Max ← a<sub>i,j</sub> if a<sub>i,j</sub> &gt; Max         N<sub>i</sub> ← i         M<sub>i</sub> ← Max         if Max ≠ 7           k ← k + 1           for j ∈ 1..6             a<sub>k,j</sub> ← a<sub>i,j</sub>         Q<sup>(1)</sup> ← N    номер строки         Q<sup>(2)</sup> ← M    максимальный элемент       (a Q a1)<sup>T</sup>    Вывод результатов расчета </pre>	<p><b>сформированная матрица</b></p> $A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 3 & 1.5 & 1 & 7 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 1.333 & 1 & 9 & 10 \\ 5 & 2.5 & 1.667 & 1.25 & 1 & 11 \\ 6 & 3 & 2 & 1.5 & 1.2 & 1 \\ 7 & 3.5 & 2.333 & 1.75 & 1.4 & 1.167 \\ 8 & 4 & 2.667 & 2 & 1.6 & 1.333 \end{pmatrix}$	<p><b>сформированная матрица после удаления строк</b></p> $A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \\ 3 & 9 \\ 4 & 10 \\ 5 & 11 \\ 6 & 6 \\ 7 & 7 \\ 8 & 8 \end{pmatrix}$ $A_3 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 3 & 1.5 & 1 & 7 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 1.333 & 1 & 9 & 10 \\ 5 & 2.5 & 1.667 & 1.25 & 1 & 11 \\ 6 & 3 & 2 & 1.5 & 1.2 & 1 \\ 8 & 4 & 2.667 & 2 & 1.6 & 1.333 \end{pmatrix}$
---	---	--

Рисунок 9 – Программа и результаты расчета задачи 3

### Варианты заданий

**Задание 1.** Образовать матрицу по правилу  $c_{ij} = f(i, j)$ , где  $i = 1, \dots, K$ ;  $j = 1, \dots, L$ . Найти сумму (произведение) наибольших (наименьших) элементов чётных (нечётных) строк (столбцов) матрицы. Вывести на печать саму матрицу, номера строк (столбцов), в которых производился поиск наибольших (наименьших) элементов,

сами наибольшие (наименьшие) элементы и окончательный ответ. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант	$K$	$L$	$f(i, j)$	Сумма ( $\Sigma$ ) или произведение ( $\Pi$ )	Строки (L) или столбцы (C)	Наибольшие (+) или наименьшие (-) значения	Чётные (ч) или нечётные (н/ч)
1.	5	8	$\cos(\pi(i+j)) + i/2$	$\Sigma$	L	+	ч
2.	4	6	$\ln(i+j+2) - 2/j$	$\Pi$	L	+	н/ч
3.	4	9	$e^{\sin(i-j)}$	$\Sigma$	C	+	ч
4.	8	7	$\lg(2 +  2i + 3j )$	$\Pi$	C	+	ч
5.	5	6	$(i+j)^{2,5}$	$\Sigma$	L	-	н/ч
6.	8	4	$\sin i-j  + \cos i+j $	$\Pi$	L	-	н/ч
7.	9	5	$\cos \lg(i+2j)$	$\Sigma$	C	-	ч
8.	10	4	$e^{-\cos(i)+j^{-1}}$	$\Pi$	C	-	н/ч
9.	5	7	$\sin(1/(i+j+12))$	$\Sigma$	L	+	н/ч
10.	6	8	$\ln(i+j+5)$	$\Pi$	L	+	ч
11.	8	5	$e^{-i} + e^{-j} + i$	$\Sigma$	C	+	ч
12.	7	9	$\sin \cos(i-j)$	$\Pi$	C	+	н/ч
13.	10	6	$(i+j)^{2/j}$	$\Sigma$	L	-	н/ч
14.	6	6	$\sin(i+2j)$	$\Pi$	L	-	ч
15.	7	5	$\sin(\pi(i-j)) - j$	$\Sigma$	C	-	ч
16.	4	7	$\sqrt[3]{(i-j)^2 + 5}$	$\Pi$	L	+	н/ч
17.	5	4	$\cos \ln(i+2j)$	$\Sigma$	C	-	ч
18.	4	6	$e^{\sin(i+j)}$	$\Pi$	L	+	н/ч

**Задание 2.** Найти элементы двумерного массива  $A = \{a_{ij}\}$ , где  $i = 1, \dots, K$ ;  $j = 1, \dots, L$  по правилу  $a_{ij} = f(i, j)$ . Упорядочить массив  $A$  по возрастанию (убыванию) элементов дробной (целой) части столбца (строки) с номером  $N$ . Вывести на печать исходный и отсортированный массивы. Исходные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	$K$	$L$	$f(i, j)$	Возрастание (+) или убывание (-)	Дробная (F) или целая (I)	$N$	Строки (L) или столбцы (C)
1.	7	5	$\frac{1}{\sin(\pi(i+j))+j}$	+	F	5	L
2.	4	6	$\frac{1}{i^2+j^2}$	+	I	3	C
3.	6	5	$\frac{1}{\cos \lg(2i+j)}$	-	F	2	L
4.	5	7	$\frac{i^3-j^2}{\sqrt{ i^3-j^2 }}$	-	I	6	C
5.	9	8	$\frac{(3i-j)^2}{\sin(3i-j)}$	-	F	7	L
6.	6	7	$\frac{1+i^2}{\sin(3+j^2)}$	-	I	6	C
7.	8	7	$\frac{\ln(i^2+j^3)}{\cos(3i+4j)}$	-	I	2	L
8.	5	4	$\frac{i}{\sqrt[3]{(i+j)^2+3}}$	-	F	4	L

Продолжение таблицы 2

Вариант	$K$	$L$	$f(i, j)$	Возрастание (+) или убывание (-)	Дробная (F) или целая (I)	$N$	Строки (L) или столбцы (C)
9.	4	9	$\frac{(i+j^2)^3}{i+j^2}$	+	I	8	C
10.	8	6	$\frac{j^2}{\log_4(i^2+j^2)}$	-	F	4	L
11.	5	9	$\frac{i+j}{\lg(2+ i+j )}$	-	F	8	C
12.	5	8	$\frac{(i+j+1)^3}{\log_2(i+j+1)}$	+	F	7	C
13.	7	4	$\frac{1}{2}e^{-(i+j)}$	-	I	6	L
14.	6	4	$\frac{1}{\sqrt[4]{(i+2j)^2+1}}$	+	F	2	L
15.	9	4	$\frac{e^{i+j}}{\sin(i+j)}$	+	I	7	L
16.	5	5	$\frac{1}{2}e^{\cos(i^2j)}$	+	F	1	L
17.	8	4	$\frac{i-j}{\lg(1+ i-j )}$	+	F	8	L
18.	5	9	$\frac{(i-j)^2}{\cos^2(i-j)}$	-	I	5	C

**Задание 3.** Разработать программу, формирующую матрицу  $A$ , размерности  $K$  строк и  $L$  столбцов, элементы которой определяются по формуле

$$A_{ij} = \begin{cases} f_1(i, j) & \text{если } i < j; \\ f_2(i, j) & \text{если } i = j; \\ f_3(i, j) & \text{если } i > j, \end{cases}$$

где  $i$  - номер строки.  $j$  - номер столбца элемента матрицы. В сформированной матрице удалить все строки (столбцы), наибольший (наименьший) элемент которых меньше (больше, равен, не равен)  $N$ . Вывести исходную матрицу, наибольшие (наименьшие) элементы для каждой строки (столбца), а также преобразованную матрицу. Исходные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Вариант	$K$	$L$	$f_1(i, j)$	$f_2(i, j)$	$f_3(i, j)$	Меньше (<) больше (>) равно (=) не равно (≠)	Наибольшие (+) или наименьшие (-) значения	$N$	Строки (L) или столбцы (C)
1.	9	7	$\sin i$	$\frac{1}{i+j}$	$\cos j$	>	+	0,6	L
2.	9	8	$\sin\left(\frac{\pi}{i}\right)$	$\frac{1}{i^2+j^2}$	$\cos\left(\frac{\pi}{j}\right)$	<	+	0,85	C
3.	8	6	$i-j$	$\frac{i}{j}$	$j-i$	=	-	-5,0	L
4.	6	9	$\sin \pi i$	$\frac{1}{j+9}$	$\cos j$	<	-	-0,4	C

Продолжение таблицы 3

Вариант	$K$	$L$	$f_1(i, j)$	$f_2(i, j)$	$f_3(i, j)$	Меньше ( $<$ ) больше ( $>$ ) равно ( $=$ ) не равно ( $\neq$ )	Наибольшие (+) или наи- меньшие (-) значения	$N$	Строки (L) или столбцы (C)
5.	6	7	$\ln ij$	1	$\lg ij$	$<$	+	3,0	L
6.	7	6	$j^{\frac{3}{2}}$	$\frac{1}{i+5}$	$i^{\frac{3}{2}}$	$>$	+	0,12	C
7.	8	9	$\lg\left(\frac{\pi}{2} - i\right)$	$\frac{1}{i+j}$	$\sin\left(\frac{j}{2}\right)$	$<$	-	0,85	L
8.	5	8	$e^{\frac{i}{j}}$	$i \cdot j$	$e^{\frac{j}{i}}$	$>$	+	12,8	C
9.	9	6	$tg j$	$1 + \frac{i}{j}$	$tg i$	$>$	-	-3,3	L
10.	6	6	$\ln\left(\frac{j}{i}\right)$	1	$\lg(i+j)$	$\neq$	-	1,0	C
11.	8	5	$ctg \frac{i}{j}$	$1 + \frac{i}{j}$	$ctg j$	$<$	+	1,9	L
12.	8	5	$\frac{2i+j}{\sin ij}$	$\frac{1}{i+7}$	$\frac{i+2j}{\cos ij}$	$<$	+	35,0	C
13.	7	7	$\sqrt{i^2 + j^2}$	$i+j$	$\frac{1}{ij}$	$>$	-	0,2	L
14.	8	9	$ \sin j $	$\frac{1}{i}$	$ \cos i $	$\neq$	+	1,0	L

Продолжение таблицы 3

Вариант	$K$	$L$	$f_1(i, j)$	$f_2(i, j)$	$f_3(i, j)$	Меньше ( $<$ ) больше ( $>$ ) равно ( $=$ ) не равно ( $\neq$ )	Наибольшие (+) или наименьшие (-) значения	$N$	Строки (L) или столбцы (C)
15.	7	8	$\frac{\ln\left(\frac{i}{j}\right)}{\cos\left(\frac{i}{j}\right)}$	$\frac{i+j}{ij}$	$\frac{\lg\left(\frac{i}{j}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{i}{j}\right)}$	$>$	$-$	-1,6	C
16.	6	8	$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{i}{j}\right)}{\lg\left(\frac{i}{j}\right)}$	$\sin\left(\frac{i}{j}\right)$	$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{i}{j}\right)}{\ln\left(\frac{i}{j}\right)}$	$>$	$+$	1,2	C
17.	9	5	$ \cos i $	$\frac{1}{j}$	$ \sin j $	$>$	$-$	0,15	L
18.	8	7	$\frac{1+\frac{i}{j}}{\sin\left(\frac{i}{j}\right)}$	$i+j$	$\frac{1+\frac{j}{i}}{\ln\left(\frac{j}{i}\right)}$	$=$	$+$	6,0	C

## ДАННЫЕ ФАЙЛОВОГО ТИПА

Еще один важный тип данных системы MathCAD — файловые данные. В сущности, это те же векторы и матрицы, но с элементами, которые могут записываться в виде файлов, имеющих свои имена. Файлы данных в системе представляет собою запись матриц в их естественной форме как последовательных текстовых файлов. Это простейший тип файлов, который легко обрабатывается в программах на различных языках программирования и может создаваться такими программами.

В ходе создания файла система считывает значения элементов векторов и матриц поэлементно (для матриц слева направо и сверху вниз) и по ходу считывания преобразует числовые значения элементов в их символьные эквиваленты, использующие ASCII-коды цифр и символы, относящиеся к заданию чисел. Эти символьные значения и записываются в виде данных файлов.

В первых версиях MathCAD было три функции: READ, WRITE, APPEND для работы с неструктурированными файлами и три функции READPRN, WRITEPRN, APPENDPN для работы со структурированными файлами. В настоящее время система MathCAD работает только со структурированными данными. Поэтому первые три функции мы рассматривать не будем.

В структурированном файле данные располагаются в виде матрицы, т. е. каждая строка (так называемая запись) имеет одинаковое число элементов.

При работе со структурированными файлами необходимо помнить:

- пробелы, запятые, знаки табуляции используются как разделители данных;
- перевод строки (клавиша [Enter]) осуществляет переход к новой строке (новой записи файла);
- в качестве разделителя между целой и дробной частью вещественного числа используется только десятичная точка;
- данные в файле должны быть упорядочены в виде матрицы, т.е. *каждая строка должна содержать одинаковое количество числовых значений*;

- пустые строки и строки, содержащие ASCII-текст, при считывании игнорируются;
- если файл не соответствует перечисленным требованиям, то имя файла в функциях ввода-вывода выделится красным цветом.

В функциях работы с файловыми данными аргументом является Имя файла, в качестве которого может выступать:

- строковая константа, содержащая полное имя файла или только имя файла (если он находится в текущем каталоге);
- строковая переменная, получившая значение строковой константы, определяющей имя файла.

### Запись данных в файл

Для создания структурированных файлов используются две функции:

*WRITEPRN* («Имя файла») := <данные>

*APPENDPRN* («Имя файла») := <данные>

При использовании этих функций необходимо помнить:

- если в функции *WRITEPRN* указано имя существующего файла, то этот файл заменяется новым файлом без предупреждения;
- функция *APPENDPRN* используется для добавления данных в конец существующего файла. При этом **число столбцов добавляемого массива должно совпадать с числом столбцов массива, уже записанного в файл**. Это правило позволяет добавлять в конец файла векторы с любым числом элементов;
- в качестве разделителя между числами записывается пробел, в конце каждой строки осуществляется переход на новую строку;

ДАННЫЕ – это только один элемент из следующего списка:

- имя простой переменной;
- имя массива;
- значение числовой константы.

Если необходимо записать в файл несколько переменных, то из них нужно сформировать вектор, который затем записывается в файл.

Структура создаваемого файла определяется следующими системными переменными:

PRNCOLWIDTH – количество позиций, отводимых под один столбец (по умолчанию равно 8);  
PRNPRECISION – число задаваемых цифр после десятичной точки в записи числа (по умолчанию равно 4).

#### Чтение данных из файла

Для чтения данных из структурированных файлов используется функция:

$\langle \text{ИМЯ} \rangle := \text{READPRN}(\langle \text{Имя файла} \rangle)$ ,

где  $\langle \text{ИМЯ} \rangle$  – это либо имя простой переменной, либо имя массива.

При использовании этой функции необходимо помнить:

- из файла читается весь записанный массив данных;
- пустые строки и строки, содержащие ASCII-текст, при считывании игнорируются.

**Примечание.** При считывании матрицы функцией READPRN текст (чаще всего заголовки таблиц) игнорируется, принимаются только числа.

При вводе в название функции имени файла не забывайте ставить кавычки. Имя файла вводите с расширением, так, как оно записано в каталоге. Расширение может быть любым или отсутствовать вообще.

**Задача 4.** Написать программу, которая по заданному одномерному массиву  $A = (2,7; 9,4; -6,8)$  создает два новых массива того же размера по формулам  $b_i = \ln|a_i|$  и  $c_i = \sin(a_i)$ , где  $i = 1, \dots, 3$ . Записать исходный массив и результаты счета в файл rez.txt.

Решение задачи 4 представлено на рисунке 10.

```

ORIGIN := 1
PRNCOLWIDTH := 13  Ширина столбцов (в символах)
                    для оператора WRITEPRN
REZ := | Name ← "D:\Журов\Лабы\rez.txt"
        |
        | 
$$A \leftarrow \begin{pmatrix} 2.72 \\ 9.41 \\ -6.84 \end{pmatrix}$$

        | A1 ← " A[1]="
        | A2 ← " A[2]="
        | A3 ← " A[3]="
        | B1 ← " ln|A[1]|="
        | B2 ← " ln|A[2]|="
        | B3 ← " ln|A[3]|="
        | C1 ← " sin(A[1])="
        | C2 ← " sin(A[2])="
        | C3 ← " sin(A[3])="
        | for n ∈ 1..3
        |   | 
$$\begin{cases} B_n \leftarrow \ln(|A_n|) \\ C_n \leftarrow \sin(A_n) \end{cases}$$

        | V1 ← ( A1 A1 A2 A2 A3 A3 )
        | V2 ← ( B1 B1 B2 B2 B3 B3 )
        | V3 ← ( C1 C1 C2 C2 C3 C3 )
        | V ← stack(V1, V2, V3)
        | (V Name)T
WRITEPRN(REZ2) := REZ1  Запись матрицы REZ в файл rez.txt

```

Рисунок 10 – Программа решения задачи 4

После выполнения программы на диске D в каталоге Журов подкаталоге Лабы будет создан файл rez.txt, содержимое которого представлено на рисунке 11.

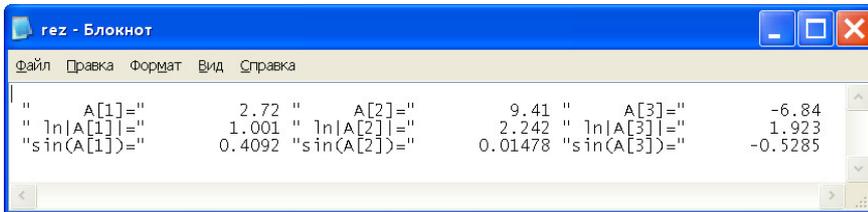


Рисунок 11 – Содержимое файла rez.txt

**Задача 5.** В файле с именем q.dat расположена матрица, состоящая из вещественных положительных чисел. Для каждой строки найти среднее значение ( $\bar{a}$ ) и коэффициент вариации ( $k_v$ ) и записать их в конец этого файла.

Дано. Исходное содержимое файла q.dat представлено на рисунке 12.

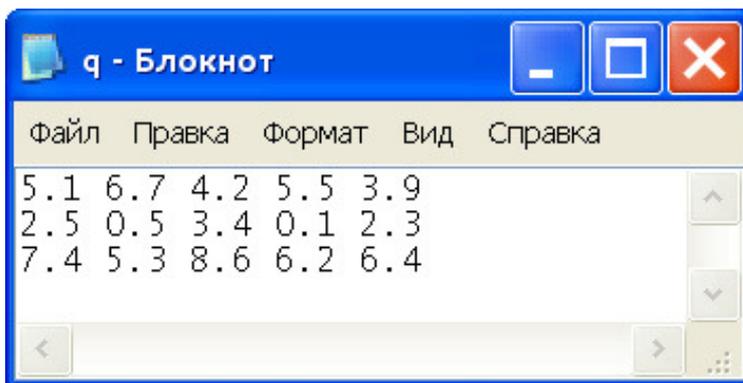


Рисунок 12 – Исходное содержимое файла q.txt

Анализ задачи.

Среднее ( $\bar{a}$ ) и коэффициент вариации ( $k_v$ ) вычисляются соответственно по формулам:

$$\bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i \text{ и } k_v = \bar{a}^{-1} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2}{N-1}}, \%$$

где  $N$  - число элементов одномерного массива  $a$ .

Обозначим:  $Asr_i$  - среднее значение для строки  $i$ ;  $D_i$  - сумма квадратов отклонений от среднего значения для строки  $i$ . Тогда:

$$\begin{aligned} Asr_i &= \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 a_{ij}; \\ D_i &= \sum_{j=1}^5 (a_{ij} - Asr_i)^2; \\ k_{v_i} &= \frac{1}{Asr_i} \sqrt{\frac{D_i}{4}} \end{aligned}$$

где  $i = 1, 2, 3$ .

Решение задачи 5 представлено на рисунке 13.

В ходе решения воспользовались двумя встроенными функциями MathCAD для работы со строковыми константами, а именно:

- `num2str(k)` – представляет число  $k$  в символьном виде;
- `concat(A,B,C, . . .)` – строковая переменная, полученная объединением строковых переменных или констант  $A, B, C, . . .$

```

ORIGIN := 1   PRNCOLWIDTH := 15
REZ := Name ← "D:\Журов\Лабы\q.txt"
A ← READPRN(Name) Ввод исходных данных из файла q.dat
m ← rows(A)
n ← cols(A)
for i ∈ 1..m
  S ← 0
  for j ∈ 1..n
    S ← S + Ai,j
  Asri ←  $\frac{1}{n} \cdot S$ 
  Вычисление среднего значения для каждой строки
for i ∈ 1..m
  D ← 0
  for j ∈ 1..n
    a ← Ai,j - Asri
    D ← D + a2
  Kvi ←  $\frac{1}{Asr_i} \cdot \sqrt{\frac{D}{4}} \cdot 100$ 
  Вычисление коэффициента вариации для каждой строки
Str ← " stroka "
Sr ← " sr znach = "
KV ← " koef kov = "
for i ∈ 1..m
  SS ← concat(Str, num2str(i))
  V1i ← (SS Sr Asri KV Kvi)
V ← stack(V11, V12, V13)
(V Name)T Вывод результатов расчета
APPENDPRN(REZ2) := REZ1 Добавление результата в файл q.txt

```

Рисунок 13 – Программа решения задачи 5

После выполнения программы содержимое файла q.txt изменится. Его содержимое представлено на рисунке 14.

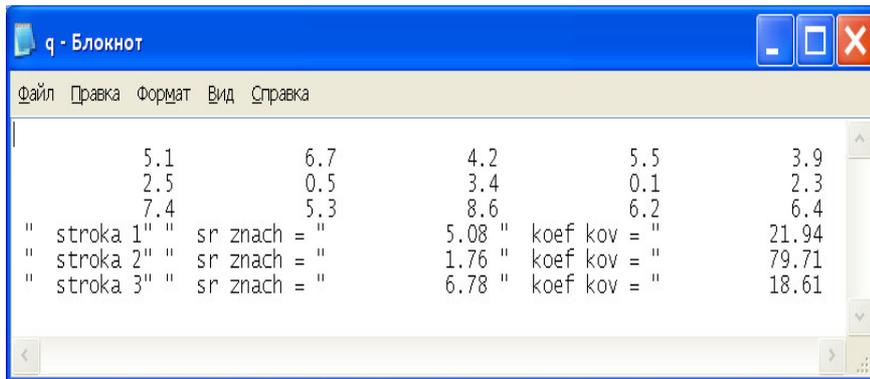


Рисунок 14 – Содержимое файла q.txt после выполнения программы

### Варианты заданий

**Задание 4.** Написать программу, которая по заданному одномерному массиву  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) создает два новых массива того же размера по формулам  $b_i = f_1(a_i)$  и  $c_i = f_2(a_i)$  и записать результаты в файл с указанным именем. Проверить результат работы программы, просмотрев содержимое файла с результатами с помощью программы Блокнот. Исходные данные приведены в таблице 4.

#### Указания

1. Исходный массив должен быть задан внутри программы. п
2. Исходные значения массива  $a_i$  следует выбрать таким образом, чтобы они входили в область определения функций  $f_1$  и  $f_2$ .

Таблица 4

вариант	$N$	$f_1$	$f_2$	имя файла
1.	3	$\ln$	$\sin$	1.res
2.	4	$\lg$	$\sqrt{\quad}$	2.dat
3.	5	$\sin$	$\exp$	3.dan
4.	4	$tg$	$\ln$	4.txt
5.	3	$ctg$	$\sin$	5.lst
6.	5	$\cos$	$\lg$	6.res
7.	4	$\sqrt{\quad}$	$tg$	7.dat
8.	3	$\exp$	$ctg$	8.dan
9.	4	$\lg$	$\sqrt{\quad}$	9.txt
10.	5	$tg$	$\ln$	10.lst
11.	3	$\sqrt{\quad}$	$\lg$	11.res
12.	4	$\sin$	$ctg$	12.dat
13.	5	$\exp$	$\sin$	13.dan
14.	4	$\ln$	$\cos$	14.txt
15.	3	$\sqrt{\quad}$	$\sin$	15.lst
16.	5	$\exp$	$\cos$	16.dat
17.	4	$\lg$	$\sin$	17.res
18.	3	$\ln$	$ctg$	18.txt

**Задание 5.** В файле с указанным именем расположена матрица, состоящая из вещественных положительных чисел. Для каждой строки найти среднее значение и коэффициент вариации и записать их в конец этого файла. Исходные данные приведены в таблице 5.

1. С помощью программы Блокнот создать файл с указанным именем и поместить в него матрицу вещественных положительных чисел размером  $K \times L$ .

2. Написать программу.
3. Проверить содержимое файла после работы программы, просмотрев его с помощью программы Блокнот.

**Указания**

1. После создания файла данных, записать его на диск.
2. При выполнении задания необходимо учитывать, что содержимое файла данных будет меняться после каждого запуска программы. Ненужные строки можно стереть с помощью программы Блокнот.

Таблица 5

вариант	<i>K</i>	<i>L</i>	имя файла
1.	3	7	1a.res
2.	4	6	2a.dat
3.	5	5	3a.dan
4.	3	8	4a.txt
5.	4	5	5a.lst
6.	2	9	6a.res
7.	5	6	7a.dat
8.	3	9	8a.dan
9.	4	6	9a.txt
10.	3	8	10a.lst
11.	5	5	11a.res
12.	4	6	12a.dat
13.	3	7	13a.dan
14.	4	8	14a.txt
15.	5	4	15a.lst
16.	5	3	16a.res
17.	6	4	17a.dat
18.	6	3	18a.txt

## РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акулич И.Л.* Математическое программирование в примерах и задачах / И.Л. Акулич - Издательство: Лань, 2009, 352 с.
2. *Алексеев Е.Р.* Основы работы в математическом пакете MathCAD. / Е.Р Алексеев, О.В Чеснокова. Издательство: ДонНТУ, 2012, 187 с.
3. *Алексеев Е.Р.* Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. / Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В -. Издательство: НТ Пресс, 2006, 496 с.
4. *Макаров Е.Г.* Инженерные расчеты в Mathcad 15: Учебный курс. / Е.Г. Макаров - СПб.: Питер, 2011, 400 с.
5. *Соболь Б.В.* Практикум по вычислительной математике. / Б.В. Соболь, Б.Ч. Месхи, И.М. Пешхоев Издательство: Феникс, 2008, 352 с.

## СОДЕЖАНИЕ

Введение .....	3
Массивы .....	3
Вывод результатов расчета из программы .....	6
Варианты заданий .....	14
Данные файлового типа .....	21
Запись данных в файл .....	22
Чтение данных из файла .....	23
Варианты заданий .....	28
Рекомендательный библиографический список .....	31