

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

Кафедра информатики и компьютерных технологий

ПРОГРАММИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATHCAD
Работа с массивами и файлами
Методические указания к лабораторным работам

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2013

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, 2013, 28 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 направления 130400 «Горное дело».

Научный редактор доц. *А.Б. Маховиков*

Табл. 5. Ил. 13. Библиогр. 5.

© Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2013

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 направления 130400 «Горное дело» согласно рабочей программе¹ учебной дисциплины «Информатика» в разделе 4 «Прикладное программное обеспечение компьютерных систем и сетей».

¹ Рабочая программа учебной дисциплины «Информатика». Направление 130400 «Горное дело». Специализации: № 1 «Подземная разработка пластовых месторождений», № 2 «Подземная разработка рудных месторождений», № 3 «Открытые горные работы, № 7 Взрывное дело», № 12 Технологическая безопасность и горноспасательное дело. / Сост. Г.Н. Журов. «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», СПб, 2012.

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 кур-

сор 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.



Рисунок 1 – Вставка массива в массив

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

V := rlogis(9, 3, 2) Создание вектора случайных чисел

$V^T = (4.528 \ 4.908 \ -0.928 \ 6.238 \ 3.136 \ 2.405 \ 8.861 \ 3.398 \ 2.774)$

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

Рисунок 2 – Извлечение нужных элементов вектора

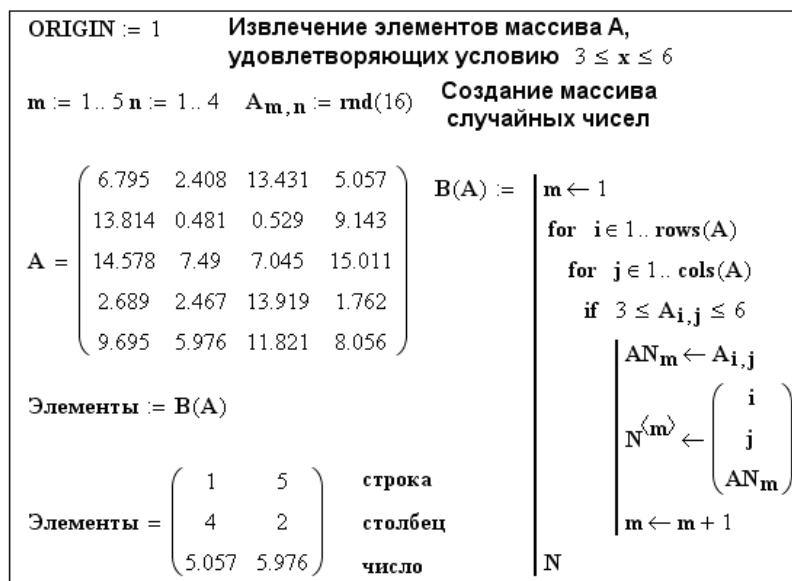


Рисунок 3 – Извлечение нужных элементов матрицы

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.

При разработке серьезных больших программ стоит задача вывода результатов расчета. Одновременно надо вывести выходные данные и скаляры, и векторы, и матрицы. Но ведь место вывода только одно!

Напомним, что MathCAD присваивает выражению с именем программы значение последнего оператора программы.

Выход из трудного положения дает составной массив, который имеет структуру обычного массива, но его элементы могут быть одновременно числами, векторами или матрицами, совершенно не связанными друг с другом.

На рисунке 4 массив Z – это матрица – столбец (вектор), для уменьшения размера программы записанный в транспонированном виде. Он содержит три элемента: Z_1 – 4 массива различной размерности, Z_2 – 4 вектора, расположенные бок о бок, Z_3 – скаляр (число итераций). На этом рисунке показано, как, используя верхние и нижние индексы, вывести любое расчетное значение.


```

ORIGIN := 1
Z := a ← 1
    while a < 5
        for i ∈ 1..a
            Vi ← a+i
            for j ∈ 1..a
                Mi,j ← a+i+j
            MMa ← M
            VV<a> ← V
            a ← a+1
        (MM VV a)T

```

$Z = \begin{pmatrix} \{4,1\} \\ \{4,4\} \\ 5 \end{pmatrix}$
Z1 - 4 массива различной размерности
Z2 - 4 вектора бок о бок
Z3 - число итераций

$Z_1 = \begin{pmatrix} \{1,1\} \\ \{2,2\} \\ \{3,3\} \\ \{4,4\} \end{pmatrix}$
 $Z_2 = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 4 & 5 & 6 \\ 0 & 0 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$

$Z_3 = 5$

$(Z_1)_1 = (3)$ $(Z_1)_2 = \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ $(Z_1)_3 = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 7 \\ 6 & 7 & 8 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ $(Z_1)_4 = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 8 & 9 \\ 7 & 8 & 9 & 10 \\ 8 & 9 & 10 & 11 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{pmatrix}$

$(Z_2)^{\langle 1 \rangle} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_2)^{\langle 2 \rangle} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_2)^{\langle 3 \rangle} = \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_2)^{\langle 4 \rangle} = \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{pmatrix}$

константе можно присвоить значение элемента массива

$A := (Z_1)_2$ $A = \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ $B := [(Z_1)_4]_{2,3}$ $B = 9$

Рисунок 4 – Вывод результатов работы программы с помощью составного массива (матрица-столбец)

Далее на рисунках 5-6 показано, как меняются выходные данные при замене матрицы-столбца вывода на матрицу размерности 2x2 (рисунок 5), а потом на матрицу-строку (рисунок 6).

```

ORIGIN := 1
Z := | a ← 1
      | while a < 5
      |   | for i ∈ 1..a
      |   |   | Vi ← a + i
      |   |   |   | for j ∈ 1..a
      |   |   |   |   | Mi,j ← a + i + j
      |   |   |   | MMa ← M
      |   |   |   | VV<a> ← V
      |   |   |   | a ← a + 1
      |   | (MM VV)
      |   | ( a 1 )

```

$Z = \begin{pmatrix} (4,1) & (4,4) \\ 5 & 1 \end{pmatrix}$

$Z_{1,1} = \begin{pmatrix} (1,1) \\ (2,2) \\ (3,3) \\ (4,4) \end{pmatrix}$

$Z_{1,2} = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0 & 4 & 5 & 6 \\ 0 & 0 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$

$Z_{2,1} = 5$ $Z_{2,2} = 1$

$(Z_{1,1})_1 = (3)$ $(Z_{1,1})_2 = \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ $(Z_{1,1})_3 = \begin{pmatrix} 5 & 6 & 7 \\ 6 & 7 & 8 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ $(Z_{1,1})_4 = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 8 & 9 \\ 7 & 8 & 9 & 10 \\ 8 & 9 & 10 & 11 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{pmatrix}$

$(Z_{1,2})^{\langle 1 \rangle} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_{1,2})^{\langle 2 \rangle} = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_{1,2})^{\langle 3 \rangle} = \begin{pmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}$ $(Z_{1,2})^{\langle 4 \rangle} = \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{pmatrix}$

константе можно присвоить значение элемента массива
 $A := (Z_{1,1})_2$ $A = \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix}$ $B := [(Z_{1,1})_4]_{2,3}$ $B = 9$

Z11 - 4 массива различной размерности
 Z12 - 4 вектора бок о бок
 Z21 - число итераций
 Z22 - скаляр

Рисунок 5 – Вывод результатов работы программы с помощью составного массива (матрица размерности 2x2)

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
    Vi ← 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           (ZT)3 = 5
  a ← a + 1
(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 $mod(k,2)$, которая будет равна нулю, если k – четное число, и равна единице, если k – нечетное число.

Программа и результаты расчета представлены на рисунке 7.

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

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1.909 & 0.681 & -1.173 & -1.949 & -0.933 & 0.941 & 1.95 & 1.166 & -0.69 \\ 0.681 & 0.243 & -0.419 & -0.696 & -0.333 & 0.336 & 0.696 & 0.416 & -0.246 \\ -1.173 & -0.419 & 0.721 & 1.197 & 0.573 & -0.578 & -1.198 & -0.716 & 0.424 \\ -1.949 & -0.696 & 1.197 & 1.989 & 0.952 & -0.96 & -1.99 & -1.19 & 0.704 \\ -0.933 & -0.333 & 0.573 & 0.952 & 0.456 & -0.46 & -0.953 & -0.57 & 0.337 \\ 0.941 & 0.336 & -0.578 & -0.96 & -0.46 & 0.463 & 0.96 & 0.574 & -0.34 \\ 1.95 & 0.696 & -1.198 & -1.99 & -0.953 & 0.96 & 1.991 & 1.191 & -0.704 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 0.696 \\ 4 & 4 & 1.989 \\ 6 & 7 & 0.96 \end{pmatrix} \begin{array}{l} \text{первый столбец - номер строки} \\ \text{второй столбец - номер столбца с} \\ \text{максимальным элементом} \\ \text{третий столбец - значение} \\ \text{максимального элемента} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Сумма} \\ A_3 = 3.646 \end{array}$$

Рисунок 7 – Программа и результаты расчета задачи 1

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 $k - trunc(k)$. В MathCAD функция $trunc(k)$ выдает целую часть числа k .

Программа и результаты расчета представлены на рисунке 8.

```

ORIGIN := 1
B := for i ∈ 1..6
    for j ∈ 1..4
        ci,j ← sin(2i-j)
        coi,j ← ci,j
    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
                    coj-1,k ← coj,k
                    coj,k ← R
(c co)T

```

Вычисляем элементы массива

Перестановка строк

Вывод результатов расчета

Исходная матрица				Отсортированная матрица					
B ₁ =	0.841	0	-0.841	-0.909	B ₂ =	0.657	-0.279	-0.959	-0.757
	0.141	0.909	0.841	0		0.841	0	-0.841	-0.909
	-0.959	-0.757	0.141	0.909		-0.959	-0.757	0.141	0.909
	0.657	-0.279	-0.959	-0.757		-1	-0.544	0.412	0.989
	0.412	0.989	0.657	-0.279		0.412	0.989	0.657	-0.279
	-1	-0.544	0.412	0.989		0.141	0.909	0.841	0

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.


```

ORIGIN := 1
A := for i ∈ 1..8
      for j ∈ 1..6
        ai,j ← i+j if i < j
        ai,j ← 1 if i = j
        ai,j ←  $\frac{i}{j}$  otherwise
      k ← 0
      for i ∈ 1..8
        Max ← ai,1
        for j ∈ 1..6
          Max ← ai,j if ai,j > Max
        Ni ← i
        Mi ← Max
        if Max ≠ 7
          k ← k + 1
          for j ∈ 1..6
            a1k,j ← ai,j
      Q(1) ← N    номер строки
      Q(2) ← M    максимальный элемент
      (a Q a1)T    Вывод результатов расчета

```

сформированная матрица

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 1 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 3 & 1.5 & 1 & 7 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 1.333 & 1 & 9 & 10 \\ 5 & 2.5 & 1.667 & 1.25 & 1 & 11 \\ 6 & 3 & 2 & 1.5 & 1.2 & 1 \\ 7 & 3.5 & 2.333 & 1.75 & 1.4 & 1.167 \\ 8 & 4 & 2.667 & 2 & 1.6 & 1.333 \end{pmatrix}$$

сформированная матрица после удаления строк

$$A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \\ 3 & 9 \\ 4 & 10 \\ 5 & 11 \\ 6 & 6 \\ 7 & 7 \\ 8 & 8 \end{pmatrix}$$

$$A_3 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ 3 & 1.5 & 1 & 7 & 8 & 9 \\ 4 & 2 & 1.333 & 1 & 9 & 10 \\ 5 & 2.5 & 1.667 & 1.25 & 1 & 11 \\ 6 & 3 & 2 & 1.5 & 1.2 & 1 \\ 8 & 4 & 2.667 & 2 & 1.6 & 1.333 \end{pmatrix}$$

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

Продолжение таблицы 2

Вариант	K	L	$f(i, j)$	Возрастание (+) или убывание (-)	Дробная (F) или целая (I)	N	Строки (L) или столбцы (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 (\neq)	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	$\sin\left(\frac{\pi}{i}\right)$	$\frac{1}{i+j}$	$\cos\left(\frac{\pi}{j}\right)$	$<$	$+$	0,85	C

3.	8	6	$i - j$	$\frac{i}{j}$	$j - i$	=	-	-5,0	L
4.	6	9	$\sin \pi i$	$\frac{1}{j+9}$	$\cos \pi j$	<	-	-0,4	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	$\cos\left(\frac{\pi i}{2}\right)$	$\frac{1}{i+j}$	$\sin\left(\frac{\pi i}{2}\right)$	<	-	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	$\frac{\ln(ij)}{i+j}$	1	$\lg(ij)$	\neq	-	1,0	C
11.	8	5	$ctg i$	$1 + \frac{i}{j}$	$ctg j$	<	+	1,9	L
12.	8	5	$\frac{2i+j}{\sin ij}$	$\frac{1}{i+7}$	$\frac{i+2j}{\cos ij}$	<	+	35,0	C

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)
---------	---	---	-------------	-------------	-------------	--	--	---	-------------------------------

13.	7	7	$\frac{e^{i+j}}{(i+j)^3}$	$i+j$	$\frac{1}{ij}$	>	-	0,2	<i>L</i>
14.	7	8	$\frac{\ln\left(\frac{i}{j}\right)}{\cos\left(\frac{i}{j}\right)}$	$\frac{i+j}{ij}$	$\frac{\lg\left(\frac{i}{j}\right)}{\sin\left(\frac{i}{j}\right)}$	>	-	-1,6	<i>C</i>
15.	8	9	$\frac{\sin i}{i+j}$	$\frac{1}{i}$	$\frac{\cos j}{i+j}$	≠	+	1,0	<i>L</i>
16.	6	8	$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{i}{j}\right)}{\lg\left(\frac{i}{j}\right)}$	$\sin\left(\frac{i}{j}\right)$	$\frac{\operatorname{ctg}\left(\frac{i}{j}\right)}{\ln\left(\frac{i}{j}\right)}$	>	+	1,2	<i>C</i>
17.	9	5	$\frac{\sin\left(\frac{i}{j}\right)}{\frac{i}{j}}$	$\frac{i}{j}$	$\frac{\ln\left(\frac{i}{j}\right)}{\frac{i}{j}}$	>	-	0,15	<i>L</i>
18.	8	7	$\frac{1+\frac{i}{j}}{\sin\left(\frac{i}{j}\right)}$	$i+j$	$\frac{1+\frac{j}{i}}{\cos\left(\frac{j}{i}\right)}$	=	+	6,0	<i>C</i>

ДААННЫЕ 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, APPENDPRN 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;

ДААННЫЕ – 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:

<ИМЯ> := *READPRN*(<Имя файла >),

где <ИМЯ> – 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.

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.

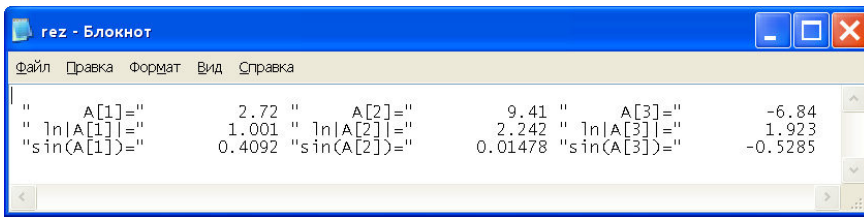


Рисунок 11 – Содержимое файла rez.txt

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.

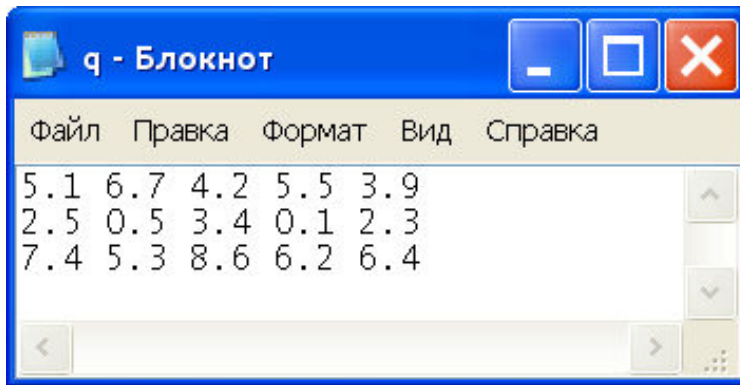


Рисунок 12 – Исходное содержимое файла q.txt

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:

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

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
      |   |   | Вычисление
      |   |   | среднего
      |   |   | значения для
      |   |   | каждой строки
      |   |   |  $Asr_i ← \frac{1}{n} \cdot S$ 
      |   | for i ∈ 1..m
      |   |   | D ← 0
      |   |   | for j ∈ 1..n
      |   |   |   | a ← Ai,j - Asri
      |   |   |   | D ← D + a2
      |   |   |   | Вычисление
      |   |   |   | коэффициента
      |   |   |   | вариации для
      |   |   |   | каждой строки
      |   |   |   |  $Kv_i ← \frac{1}{Asr_i} \cdot \sqrt{\frac{D}{4}} \cdot 100$ 
      |   | Str ← " stroka "
      |   | Sr ← " sr znach = "
      |   | KV ← " koefkov = "
      |   | 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 12.

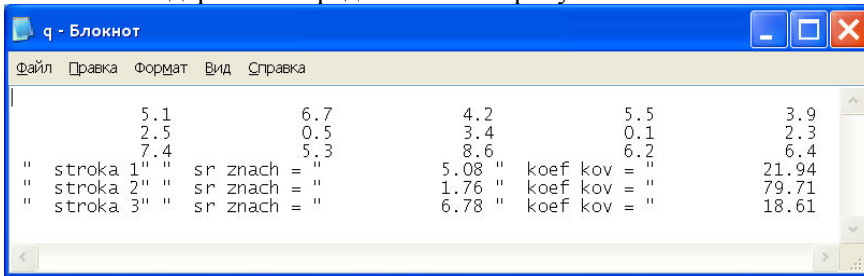


Рисунок 12 – Содержимое файла q.txt после выполнения программы

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

Продолжение таблицы 4

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	K	L	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 Соболев Б.В. Практикум по вычислительной математике. / Б.В. Соболев, Б.Ч. Месхи, И.М. Пешхоев. Издательство: Феникс, 2008, 352 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Массивы	4
Вывод результатов расчета из программы	7
Варианты заданий	17
Данные файлового типа.....	23
Запись данных в файл.....	25
Чтение данных из файла.....	25
Варианты заданий	31
Рекомендательный библиографический список	34