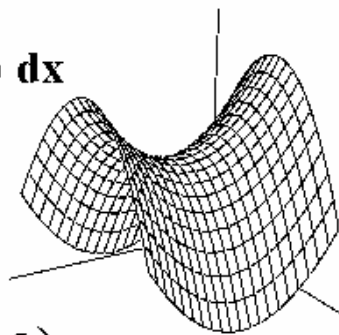
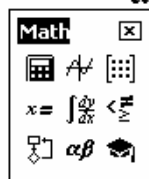


СИСТЕМА МАТНСАД В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

$$I := \int_a^b f(x) dx$$



$$A := \begin{pmatrix} 10 & 11 & 5 \\ 2 & 3 & 7 \\ 12 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$F := \frac{d^2}{dx^2} y$$

Издательство ТГТУ

Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**СИСТЕМА MATHCAD
В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ**

Лабораторные работы
для студентов 2 курса дневного и 3 курса заочного отделений
специальностей 653800 и 657900

Тамбов
Издательство ТГТУ
2003

УДК 025.4.03
ББК $\frac{5}{9}$ 973-018.2
С 312

Утверждено редакционно-издательским советом университета

Р е ц е н з е н т
Доктор технических наук, профессор ТВАИИ
Д. А. Дмитриев

С 312 Система MathCAD в инженерной практике: Лаб. работы / Сост.: А. Ю. Сенкевич, А. А. Чуриков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 28 с.

Даны лабораторные работы, методические указания и индивидуальные задания для получения студентами основных навыков работы с системой автоматизированных расчетов MathCAD и применения ее в инженерной и научной практике.

Предназначены для студентов дневного и заочного отделений специальностей 653800 и 657900.

УДК 025.4.03
ББК $\frac{5}{9}$ 973-018.2

© Тамбовский государственный
технический университет
(ТГТУ), 2003

Учебное издание

**СИСТЕМА МАТНСАД
В ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ**
Лабораторные работы

Составители: **Сенкевич** Алексей Юрьевич,
Чуриков Александр Алексеевич

Редактор В. Н. Митрофанова
Компьютерное макетирование Е. В. Кораблевой

Подписано к печати 14.03.2003
Формат 60 × 84/16. Бумага газетная. Печать офсетная
Объем: 1,63 усл. печ. л.; 1,57 уч. изд. л.
Тираж 150 экз. С. 160

Издательско-полиграфический центр ТГТУ
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

Основные математические функции и операторы в MathCAD

Цель работы:

Ознакомиться с интерфейсом пользователя системы автоматизированных расчетов MathCAD, получить основные навыки работы с системой, изучить основные математические функции и операторы.

Задание.

- 1 Изучить методические указания к выполнению лабораторной работы.
- 2 Выполнить расчеты в соответствии с вариантом задания (табл. 1).

Методические указания

MathCAD – это популярная компьютерная математическая система, предназначенная для автоматизации решения многих математических задач в различных областях науки, техники и образования [1]. Название системы происходит от четырех английских слов – MATHematics (математика) и CAD (Computer Aided Design – система автоматизированного проектирования, т.е. САПР). На сегодняшний день MathCAD является наиболее универсальной математически ориентированной системой, обладающей как возможностями численных и аналитических вычислений, так и средствами для оформления документов (математические формулы, графики и т.д.). Библиотеки и программные пакеты расширения системы обеспечивают ее применение в самых различных областях науки и техники.

Отличительной чертой MathCAD является объединение в одном рабочем документе математического описания алгоритма решения задач, заданного в виде привычных математических формул и символов, с поясняющим текстом и результатами вычислений, отображаемыми в виде символов, чисел, таблиц и графиков.

Основные элементы интерфейса пользователя системы MathCAD приведены на рис. 1. К ним относятся: *главное меню, панель инструментов "Форматирование", стандартная панель инструментов, панель вывода палитр математических знаков, рабочее поле документа, маркер ввода.*

Панель вывода палитр математических знаков (рис. 2) позволяет включать палитры, с помощью которых можно вводить в документы практически все известные математические символы, операторы и объекты, управлять вычислениями в системе, осуществлять построение графиков.

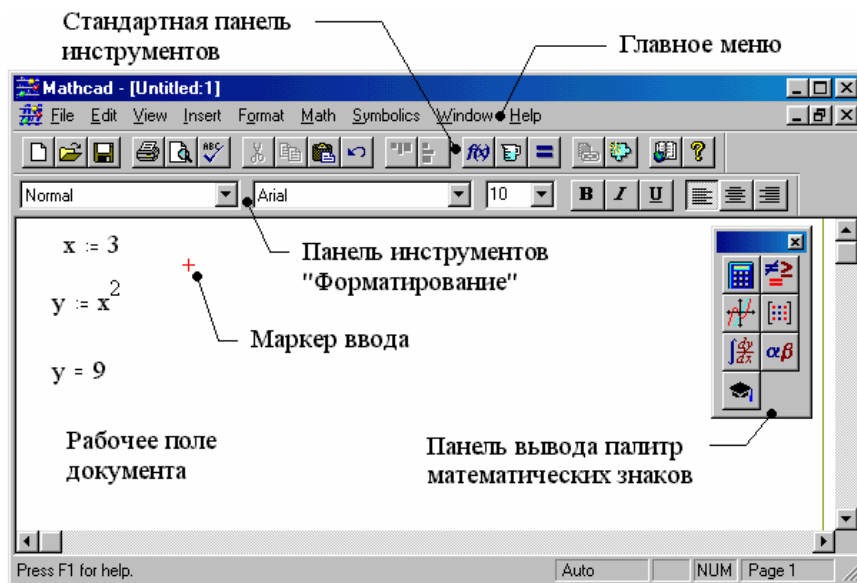


Рис. 1 Основные элементы интерфейса системы MathCAD



Рис. 2 Панель вывода палитр математических знаков

Например, для ввода и вычисления значения выражения $\frac{e^{0,125} + \ln(3,5)}{\sqrt{5}} + 1$ в MathCAD потребуется палитра математических знаков "Арифметика" (рис. 3, а). При этом вычисляемое выражение будет введено в месте размещения маркера ввода, как показано на рис. 3, б.

Из палитры "Арифметика" в рассматриваемом примере введены знаки экспоненты, натурального логарифма и квадратного корня. Следует отметить, что после окончания ввода числа 0,125 для выхода из режима надстрочного символа необходимо нажать клавишу "Пробел".

Ввод формулы заканчивается символом "=", в результате чего MathCAD производит вычисление заданного выражения.

Входной язык MathCAD, как и любой язык программирования высокого уровня, имеет оператор присваивания. Он вводится при помощи кнопки "=" арифметической палитры (рис. 3, а). Например, a:=1.

Внимание! Следует строго различать оператор присваивания ":=" и оператор вычисления выражения "=".



a)

$$\frac{e^{0.125} + \ln(3.5)}{\sqrt{5}} + 1 = 2.067$$

б)



в)


Рис. 3 Математическая палитра "Арифметика" (а), пример ввода формулы (б), палитра "Вычисления" (в)

После ввода такого выражения переменная а может использоваться в дальнейших расчетах, например

$$a + 5 = 6.$$

MathCAD вычисляет выражения, введенные на рабочем поле документа, слева направо, а затем – вниз. Это обстоятельство следует учитывать при вводе формул. Оператор глобального присваивания "≐", который безразличен к месту своего расположения, вводится посредством палитры "Сравнения и отношения". Чтобы вывести на экран текущее значение переменной достаточно ввести имя переменной и знак "=", а система выдаст результат, например, $a =$.

Вычисление определенных интегралов, численное дифференцирование, определение сумм, произведений и пределов выполняется при помощи палитры "Вычисления" (рис. 3, в). Пример ввода формул дифференцирования, интегрирования и суммирования приведен на рис. 4.

Вставка функций, не вынесенных на математические палитры, осуществляется через меню "Insert"- "Function" или при помощи специальной кнопки  на стандартной панели инструментов. Среди них:

тригонометрические функции: **cot**(z) – котангенс, **asin**(z) – арксинус, **acos**(z) – арккосинус, **atan**(z) – арктангенс;

гиперболические: **cosh**(z) – гиперболический косинус, **sinh**(z) – гиперболический синус, **tanh**(z) – гиперболический тангенс, **acosh**(z) – гиперболический арккосинус и др.;

$$a := 3 \quad x := 5$$

$$\frac{d}{dx} (a \cdot x^2 + 2 \cdot a \cdot x + a) = 36$$

$$\int_0^{\pi} \sin(a \cdot x) dx = 0.667$$

$$\sum_{i=1}^{50} \frac{i!}{(2 \cdot i + 1)!} = 0.185$$


Рис. 4 Пример ввода формул дифференцирования, интегрирования и суммирования

функции работы с комплексными числами: $\arg(z)$ – вычисление аргумента комплексного числа, $\operatorname{Re}(z)$, $\operatorname{Im}(z)$ – вычисление действительной и мнимой части комплексного числа;

функции округления: $\operatorname{ceil}(x)$ – округление действительного числа в сторону положительной бесконечности, $\operatorname{floor}(x)$ – в сторону отрицательной бесконечности. Например,

$$z := 2 + 4 \cdot i \quad - \text{ввод числа } z;$$


$$\arg(z) = 1.107 \quad - \text{вывод результата } \arg(z).$$


Здесь мнимая единица i должна быть введена посредством кнопки  палитры "Арифметика" (рис. 3, а)!

Пользователь может в MathCAD определять свои собственные функции (*функции пользователя*). Например, пусть требуется определить функцию $y = \sqrt{x^2 + 1}$. Назовем ее именем *myfun* и создадим в MathCAD следующую запись при помощи палитры "Арифметика" (рис. 3, а)

$$\text{myfun}(x) := \sqrt{x^2 + 1}$$

После этого можно вызывать данную функцию с любым допустимым аргументом, например $\text{myfun}(3) = 3.162$.

Созданный в MathCAD документ можно сохранить на диске через меню "File" – "Save As...", "File" – "Save" или при помощи кнопки  стандартной панели инструментов. Файлы, содержащие документы MathCAD, имеют расширение "*.mcd". Например, "lab1.mcd" или "document.mcd".

Загрузка файлов MathCAD с диска выполняется посредством меню "File" – "Open..." или кнопки  стандартной панели инструментов.

Задания для самостоятельной работы

В лабораторной работе студент должен выполнить в соответствии с выданным преподавателем вариантом три задания (табл. 1).

- 1 Вычислить в MathCAD значение выражения.
- 2 Найти значение производной или определенного интеграла.
- 3 Вычислить произведение или сумму.

Таблица 1

№	Задание 1	Задание 2	Задание 3
1	$y = \frac{x \ln(xz)}{ax + \sqrt{bx^2}}$ $a = 7,5; b = 3,9;$ $x = 4,1, z = 0,9$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{1}{1 + \sqrt{x^2 + 2x + 2}} \right)$ $x = -2$	$\prod_{n=1}^{40} \frac{e^n}{n^7 + 25n^6 + 1000}$
2	$y = a^2 + b^2 + \frac{\sqrt[4]{c}}{e^{ax+b}}$ $a = 4; b = 5,2;$ $c = 0,5; x = 0,8$	$I = \int_1^{e^2} \frac{dx}{x\sqrt{1 + \ln x}}$	$\sum_{n=1}^{150} \frac{n}{1000n + 1}$
3	$y = \frac{\sin^3(a+b+c)}{\cos(a+b)}$ $a = 0,2; b = 4,3;$ $c = 3,8$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{x^4}{(x^2 - 1)(x + 2)} \right)$ $x = 5,3$	$\prod_{k=1}^{20} \left[0,0025 \left(1 + \frac{(k-1)!}{10^6} \right) \right]$

4	$y = \frac{\sin(ax + bx^2 + c)}{\cos^2(a + b + c)}$ $a = 0,2; b = 4,3;$ $c = 3,8; x = 2$	$I = \int_0^1 \frac{\ln x}{\sqrt{1-x^2}} dx$	$\prod_{k=1}^{15} \frac{(2k-1)!}{k^{16}}$
5	$y = \frac{\sqrt[3]{(a+b+c)^2}}{c^2 + e^c}$ $a = 0,8; b = 4,4;$ $c = 7,5$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{\sin(\ln x)}{1 + \operatorname{tg} x^2} \right)$ $x = 0,75$	$\sum_{n=1}^{75} \arcsin^n \left(\frac{1}{n} \right)$
6	$y = \frac{\arcsin x \cdot \arccos x^2}{x^3}$ $x = 0,3$	$I = \int_0^{\pi/2} \ln(\sin x) dx$	$\sum_{n=2}^{50} \left[\frac{1}{\sqrt{n}} \ln \frac{n+1}{n-1} \right]$
7	$y = x^2 + \frac{\sqrt{b}}{b^2 + c^2 + a^2}$ $a = 1,84; b = 13,5;$ $c = 2,4; x = 1$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{\operatorname{arctg}(1 + \sqrt[3]{x})}{x^2} \right)$ $x = -0,5$	$\prod_{n=1}^{30} \left(\frac{2n^2 + 10}{2n^2 + 5n - 1} \right)$

Продолжение табл. 1

№	Задание 1	Задание 2	Задание 3
8	$y = \frac{\sqrt{x^2 + bx + c}}{\sqrt[4]{a^2 + b^2}}$ $x = 2,85; b = 3,4;$ $c = 5; a = 9,1$	$I = \int_0^{\pi/3} \frac{\pi - x}{\operatorname{tg}(e^x)} dx$	$\prod_{k=1}^{75} \left(\frac{k + 800}{k^2 - 2} \right)$
9	$y = \frac{\ln(ax + b + cx^2)}{\ln(x^2)}$ $a = 3,5; b = 7,5;$ $x = 4,1; c = 7,8$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{x^2 - 1}{x\sqrt{x^4 + 3x^2 + 1}} \right)$ $x = 7$	$\sum_{i=1}^{100} \left(\sin^2 \frac{\pi i}{4} \cos \frac{\pi i}{3} \right)$
10	$y = \frac{\sin(a^2 + bx)}{\cos(b^2 + ax)}$ $a = 2,6; b = 1,8;$ $x = 4,4$	$I = \int_5^{10} \frac{\ln(1/x)}{\sqrt[3]{x^2 - 2}} dx$	$\sum_{i=1}^{70} \left(\sin \frac{i\pi}{3} \right)$
11	$y = z^2 + z^3 + a^2$ $z = 1,96; a = 8,4$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{e^{1/x}}{x^2} \right), x = -1$	$\prod_{k=1}^{50} \sin \left(\frac{k\pi}{4} + 0,25 \right)$
12	$y = a^2 + \frac{b^2 c^2}{a + z^c}$ $a = 1,8; b = 4,65;$ $c = 7,8; z = 0,3$	$I = \int_{-5}^2 \frac{\cos 5x}{\sqrt{1+x^2}} dx$	$\prod_{n=1}^{100} \left(\frac{n^2}{n^2 + 1} \right)$
13	$y = x^z + \frac{a}{b^2 + c^2}$ $a = 4,8; b = 2,3;$ $c = 6,95; x = 1,3;$ $z = 5$	$\frac{d}{dx} \left(\frac{1}{x^2 \sqrt{1 + \ln x}} \right)$ $x = 2$	$\sum_{i=1}^{100} \left(\frac{i+3}{i^2 + 2i - 1} \right)$
14	$y = \frac{a+b+c}{e^{2a}} + ab + 3c$ $a = 1,78; b = 2,5;$	$I = \int_0^1 e^{x^2 + \sin(x)} dx$	$\sum_{i=1}^{100} \left(\frac{2i-1}{i!} \right)$

ВЕКТОРНЫЕ И МАТРИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ В MATHCAD

Цель работы.


- 1 Ознакомиться с различными типами массивов в MathCAD и способами их ввода.
- 2 Изучить основные матричные и векторные операции MathCAD.

Задание.

- 1 Изучить методические указания к выполнению лабораторной работы.
- 2 Выполнить расчеты в соответствии с вариантом задания (табл. 2 и 3).

Методические указания

В MathCAD имеются три типа массивов: ранжированная переменная, вектор и матрица.

Ранжированные переменные в отличие от обычных переменных имеют множественные значения. Например, если записать $n:=1..5$, то переменная n будет представлять собой целые числа от 1 до 5 с шагом 1, т.е. 1, 2, 3, 4 и 5. Ввод символа ".." производится при помощи кнопки  палитры математических знаков "Арифметика" (рис. 3, а) !

Если требуется задать ряд чисел в виде арифметической прогрессии с определенным шагом, то ранжированная переменная записывается в следующем виде

$$x:=x_1, x_2 .. x_k$$


Здесь x_1 – начальное значение, x_2 – второе, а x_k – конечное. Например, запись

$$x:=1, 1.1 .. 1.5$$

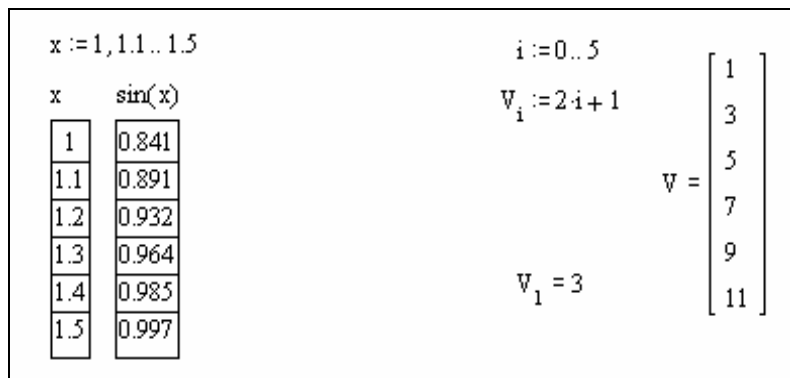
ЗАДАЕТ РАНЖИРОВАННУЮ ПЕРЕМЕННУЮ X ИЗ ШЕСТИ ЗНАЧЕНИЙ 1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 И 1.5. ТО ЕСТЬ ШАГ ПРОГРЕССИИ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ АВТОМАТИЧЕСКИ КАК X2-X1.

Вывод ранжированной переменной на экран производится аналогично, как и для обычной переменной, при помощи знака "=", т.е. $x=$. Однако при этом значения переменной x будут выведены в виде таблицы (рис. 5, а).

Основное отличие ранжированной переменной от других типов массивов (векторов и матриц) заключается в том, что **доступ к отдельным ее элементам отсутствует!** Поэтому, определяя функцию "синус" от переменной x (рис. 5, а), получим в результате также ранжированную переменную, каждый элемент которой равен синусу соответствующего элемента множественной переменной x .

Элементы другого типа массива – **вектора** – могут задаваться при помощи кнопки  палитры математических знаков "Арифметика" (рис. 3, а). Например, посредством ранжированной переменной i определим индексы (от 0 до 5) вектора V , значения которого находятся по формуле $V_i=2i+1$ (рис. 5, б). Как видно из рис. 5, б, возможен вывод на экран как всего вектора V , так и его отдельных элементов, например V_1 . Аналогично могут задаваться и **матрицы**.

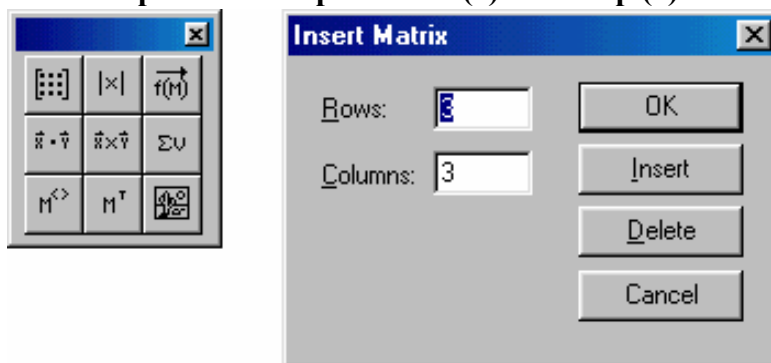
Кроме этого для ввода матриц (векторов) и проведения операций с ними используется математическая палитра "Векторы и матрицы" (рис. 6, а). При этом вектор рассматривается как матрица из одного столбца или одной строки.



a)

б)

Рис. 5 Ранжированная переменная (a) и вектор (б) в MathCAD



a)

б)

Рис. 6 Палитра математических знаков "Векторы и матрицы" (a) и окно ввода матрицы (б)

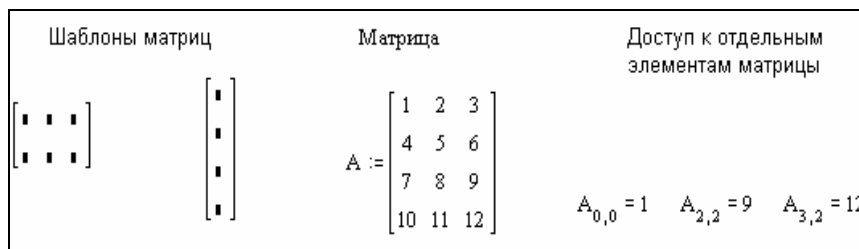



Рис. 7 Ввод матриц в MathCAD

Самая первая кнопка данной палитры  позволяет задать шаблон матрицы. После ее нажатия на экране появляется окно ввода матрицы (рис. 6, б), в котором запрашивается число строк – *Rows* и число столбцов – *Columns*. После ввода данных параметров и нажатия в окне кнопки "Insert" на экране появляется шаблон вводимой матрицы с черными квадратиками на месте будущих элементов (рис. 7).

Доступ к отдельным элементам матрицы производится при помощи двух подстрочных индексов, разделенных друг от друга запятой (рис. 7). Первый индекс обозначает номер строки, а второй – номер столбца. При этом следует учитывать, что **нумерация строк и столбцов начинается с "0" !**

Операции над векторами и матрицами

Рассмотрим основные операции, выполняемые над векторами. Например, заданы два вектора – А и В (рис. 8).

Векторы	Сложение	Сложение вектора со скаляром	Умножение вектора на скаляр
$A := \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$	$B := \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$	$A + B = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 9 \end{bmatrix}$	$A + 2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}$
$A \cdot B = 32$	$\vec{(A \cdot B)} = \begin{bmatrix} 4 \\ 10 \\ 18 \end{bmatrix}$	$\sin(A) = \begin{bmatrix} 0.841 \\ 0.909 \\ 0.141 \end{bmatrix}$	$B \cdot 2 = \begin{bmatrix} 8 \\ 10 \\ 12 \end{bmatrix}$
Скалярное произведение векторов	Оператор векторизации	Транспонирование	Сумма элементов вектора
		$B^T = [4 \ 5 \ 6]$	$\Sigma A = 6$

Рис. 8 Операции над векторами

При помощи обычных арифметических знаков производятся операции сложения, вычитания, сложения вектора с константой и умножения вектора на скаляр. Знак умножения для двух векторов позволяет вычислить их скалярное произведение, т.е. $A \cdot B = A_0B_0 + A_1B_1 + A_2B_2 = 32$. Кнопка \vec{m} палитры "Векторы и матрицы" (рис. 6, а) выполняет транспонирование вектора-столбца В в вектор-строку, кнопка Σv подсчитывает сумму элементов вектора. Особую роль выполняет оператор векторизации (кнопка $\vec{()}$). Он позволяет применять многие скалярные функции к вектору или матрице. Например (рис. 8), операция умножения двух векторов под знаком векторизации производится поэлементно, а результатом выполнения функции $\sin(A)$ будет вектор, элементы которого есть значения синуса от соответствующих элементов вектора А.

Кроме того, в MathCAD имеются следующие встроенные функции для работы с векторами:

- length(A) – возвращает (находит) число элементов вектора А;
- last(A) – возвращает номер последнего элемента вектора А;
- max(A) – возвращает максимальный элемент вектора А;
- min(A) – возвращает минимальный элемент вектора А.

Матрицы	Определитель матрицы	Умножение матриц	Сложение матриц
$A := \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3.5 \\ 0 & 3 & 4 \\ 3 & 3.1 & 6 \end{bmatrix}$	$B := \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 2 & 1.5 & 0 \\ 3 & 7 & 4 \end{bmatrix}$	$ A = -1.9$	$A \cdot B = \begin{bmatrix} 16.5 & 31.5 & 15 \\ 18 & 32.5 & 16 \\ 30.2 & 58.65 & 27 \end{bmatrix}$
$A + B = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 4.5 \\ 2 & 4.5 & 4 \\ 6 & 10.1 & 10 \end{bmatrix}$			
Векторизация матрицы	Вывод столбца матрицы	Транспонирование матрицы	Обратная матрица
$\vec{\exp(A)} = \begin{bmatrix} 2.718 & 7.389 & 33.115 \\ 1 & 20.086 & 54.598 \\ 20.086 & 22.198 & 403.429 \end{bmatrix}$	$A^{<0>} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix}$	$B^T = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 4 & 1.5 & 7 \\ 1 & 0 & 4 \end{bmatrix}$	$A^{-1} = \begin{bmatrix} -2.947 & 0.605 & 1.316 \\ -6.316 & 2.368 & 2.105 \\ 4.737 & -1.526 & -1.579 \end{bmatrix}$

Рис. 9 Операции над матрицами

Основные операции, выполняемые над матрицами, приведены на рис. 9.

Среди них (рис. 9): вычисление определителя квадратной матрицы (кнопка $|x|$ палитры "Векторы и матрицы"), умножение, сложение, вычитание. Аналогично, как и с векторами, производится операция векторизации матрицы, поиск максимального и минимального элементов матрицы, транспонирования. Кнопка \vec{m} предназначена для вывода на экран определенного столбца, а обращению матрицы соответствует ее возведение в степень "-1".

Кроме того, в MathCAD имеются следующие встроенные функции:

- submatrix (M, ir, jr, ic, jc) – возвращает субматрицу, состоящую из всех элементов матрицы М, содержащихся в строках от ir до jr и в столбцах с ic по jc;
- Re (M) – возвращает матрицу действительных частей матрицы М с комплексными элементами;

- Im (M) – возвращает матрицу мнимых частей матрицы M с комплексными элементами;
- cols (M) – возвращает число столбцов матрицы M;
- rows (M) – возвращает число строк матрицы M;
- rank (M) – возвращает ранг матрицы M;
- tr (M) – возвращает след (сумму диагональных элементов) квадратной матрицы M;
- mean (M) – возвращает среднее значение элементов матрицы M;
- median (M) – возвращает медиану матрицы M.

Пример. Решение системы линейных алгебраических уравнений.

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 4 \\ x_1 + x_2 - x_3 = 1 \\ x_1 - 2x_2 + x_3 = 3 \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Решение данной системы уравнений в MathCAD найдем следующим образом (рис. 10).

$$\begin{bmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.7 \\ -0.6 \\ 0.1 \end{bmatrix}$$

Рис. 10 Решение системы линейных уравнений в MathCAD

Задания для самостоятельной работы

В лабораторной работе студент должен выполнить в соответствии с выданным преподавателем вариантом два задания.

1 Задать в MathCAD вектор V , элементы которого определяются по соответствующей формуле. Произвести над введенным вектором указанные действия (табл. 2).

2 Задать в MathCAD матрицы определенной размерности с произвольными элементами. Выполнить над матрицами указанные действия (табл. 3).

Таблица 2

№	Вектор	Действия над вектором
1	$V_i = \cos(2i) / \sin^2(i+1), i = 0, 1, \dots, 10$	$V^T, V_1 = 0$
2	$V_i = i^3 + \sqrt{i+2}, i = 0, 1, \dots, 7$	$\sum V_i, V_5 = 1$
3	$V_i = 0,25e^{-i+2}, i = 0, 1, \dots, 8$	$V^2, V_5 = -1$

4	$V_i = \sqrt[3]{\cos\left(i \frac{\pi}{10}\right)}, i = 0, 1, \dots, 9$	$V^T, V_3 = 10$
5	$V_i = i^2 + \sqrt{i}, i = 0, 1, \dots, 15$	$\sum V_i, V_0 = 1$
6	$V_i = \text{sh}(i-1), i = 0, 1, \dots, 11$	$V^3, V_2 = 0$
7	$V_i = \text{ch}(i)/\sqrt{i+1}, i = 0, 1, \dots, 8$	$V^T, V_7 = 5$
8	$V_i = \text{ctg}(i - \pi/3), i = 0, 1, \dots, 8$	$\sum V_i, V_8 = 4$
9	$V_i = \arcsin(0,01i + 0,25)/e^i, i = 0, 1, \dots, 7$	$V^4, V_6 = -2$
1 0	$V_i = i^2 - 1/(i+1), i = 0, 1, \dots, 12$	$V^T, V_5 = -3$
1 1	$V_i = \frac{1}{i^2 + 2,5} - \frac{i}{i+1}, i = 0, 1, \dots, 16$	$\sum V_i, V_{10} = 0$
1 2	$V_i = \ln(0,05i + 0,1), i = 0, 1, \dots, 17$	$V^2, V_4 = 1$
1 3	$V_i = (i+1)!, i = 0, 1, \dots, 6$	$V^T, V_5 = 2$
1 4	$V_i = \frac{i^2 + 2i - 10}{i^2 - 21}, i = 0, 1, \dots, 9$	$\sum V_i, V_1 = 0$

Здесь V^T – означает транспонировать вектор V , $\sum V_i$ – подсчитать сумму всех элементов вектора V , V^2 – возвести все элементы вектора V в квадрат, $V_1 = 0$ – обнулить первый элемент вектора V .

Таблица 3

№	Матри- цы	Размер- ность	Действия
1	A, B	4×4	$\max(A), A \cdot B$
2	A, B	5×5	$C = A + B, \det(C)$
3	A	6×5	$B = A^T - E, \max(A) \cdot \min(B)$
4	A, B	4×5	$C = A - B, \text{mean}(C)$
5	A	4×4	$B = A^{-1}, A \cdot B$
6	M	5×5	$\det(M) \cdot \text{mean}(M)$
7	M, N	$5 \times 5, 4 \times 4$	$\det(M) + \det(N)$
8	M	6×6	$N = M \cdot E, \det(M)$
9	A	5×6	$B = X \cdot A$, где $X = 2,5$

1 0	A	4×4	Возвести каждый элемент матрицы A в квадрат
1 1	A	6×5	Получить матрицу синусов от каждого элемента матрицы A
1 2	N	3×7	$\text{mean}(N) \cdot \min(N) \cdot \max(N)$
1 3	A	5×5	$B = A - \det(A)$
1 4	M	6×6	$N = M^{-1}, \det(N)$

Здесь $\max(A)$ – максимальный элемент матрицы A , $\min(A)$ – минимальный элемент матрицы A , $\text{mean}(A)$ – среднее значение матрицы A , $\det(A)$ – определитель матрицы A , A^T – транспонированная матрица, A^{-1} – обратная матрица, E – единичная матрица соответствующей размерности.

Лабораторная работа № 3

ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА MATHCAD

Цель работы.


Освоить приемы построения и форматирования двумерных и трехмерных графиков.

Задание.

- 1 Изучить методические указания к выполнению лабораторной работы.
- 2 Выполнить построения в соответствии с вариантом задания (табл. 4).

Методические указания

Построение графиков в MathCAD производится при помощи палитры "Графики" (рис. 11).

Например, для того, чтобы построить график функции одной переменной $y=\sin(x)$, необходимо: в палитре "Графики" щелкнуть на кнопке  (рис. 11), в появившемся шаблоне по оси ординат указать функцию для построения – $\sin(x)$, а по оси абсцисс – аргумент x .

Замечание. Автоматически для любого графика задается диапазон изменения аргумента x от -10 до 10 (рис. 11). Эти пределы можно поменять, войдя в график и изменив эти значения на нужные. Ту же операцию можно проделать и для пределов по оси ординат.

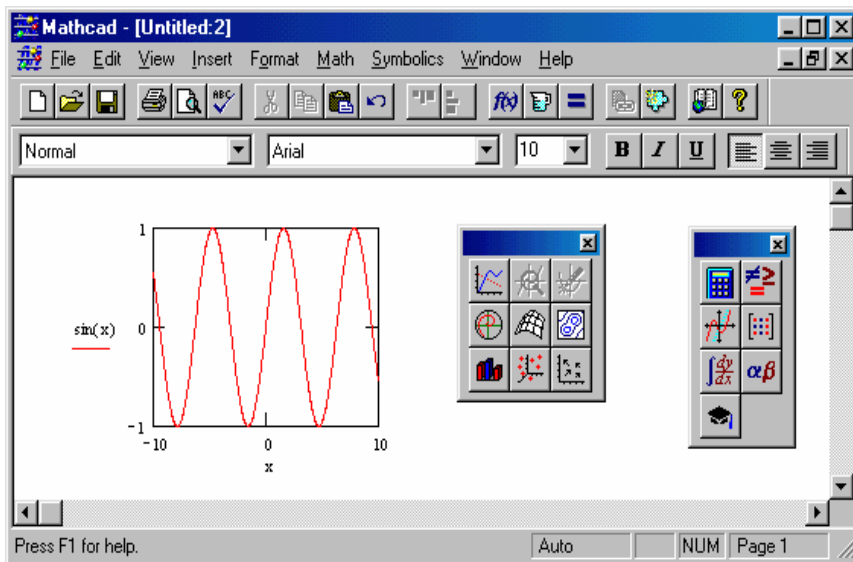
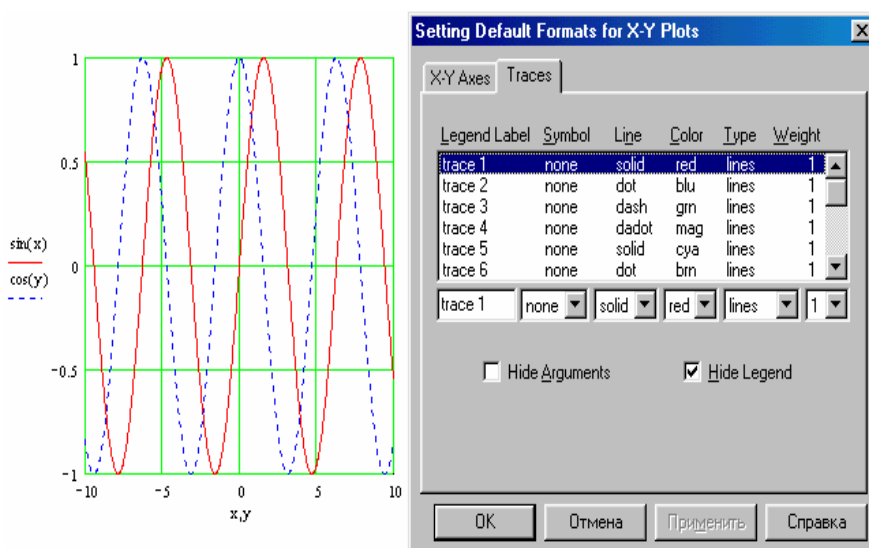


Рис. 11 Построение графика в MathCAD

При помощи диалогового окна, вызываемого из меню "Format"-"Graph"-"XY-Plot...", можно осуществлять форматирование выбранного графика, а именно, наносить линии сетки, нумеровать деления по осям, применять логарифмическую шкалу и автоматическое масштабирование графика, изменять стиль отображения осей графика и др.

На одном графике можно построить несколько зависимостей, (например, рис. 12, а). Для этого функции, вводимые для построения (\sin и \cos), а также их аргументы (x и y), разделяются запятой (рис. 12, а). При этом слева на графике располагается легенда, показывающая способ отображения зависимостей, который можно поменять для каждой функции с помощью специального окна настройки, вызываемого из меню "Format"-"Graph"-"XY-Plot..."-"Traces" (рис. 12, б).




а)



б)

Рис. 12 Вывод двух зависимостей на одном графике (а) и окно настройки способов отображения линий графиков (б)

Здесь Legend Label – имя графика в легенде, Symbol – символ точки, Line – тип линии, Color – цвет линии, Type – тип графика, Weight – толщина линии.

Замечание. Если в этом окне настройки параметр "Type" установить в значение "Bar", то график примет вид гистограммы (рис. 13, а).

Для построения графиков в полярной системе координат (рис. 13, б) используется кнопка  палитры "Графики" (рис. 11). Процесс построения полярного графика аналогичен процессу построения графика в декартовой системе координат.

С двумерными графиками можно выполнять операции масштабирования – приближения/удаления – (кнопка ) и трассировки (кнопка ). Операция масштабирования приведена на рис. 14.

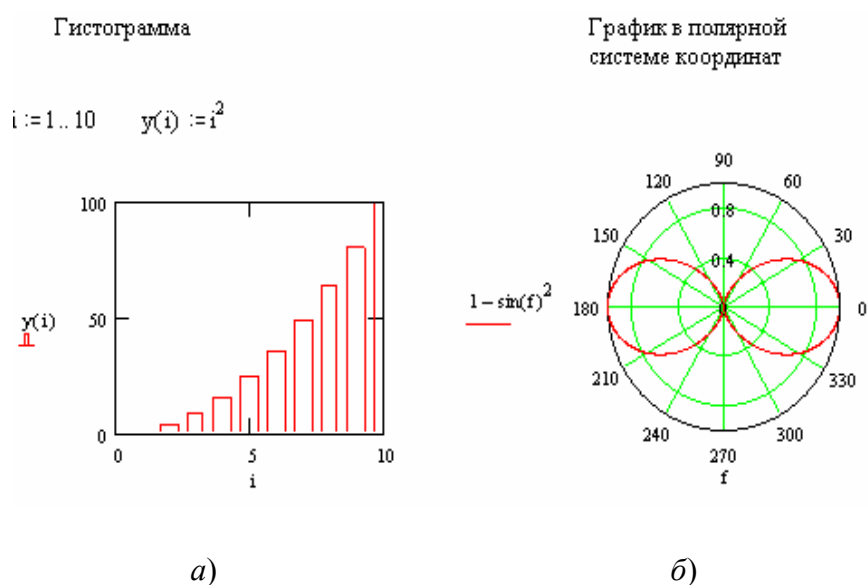


Рис. 13 Построение гистограммы (а) и графика в полярной системе координат (б)

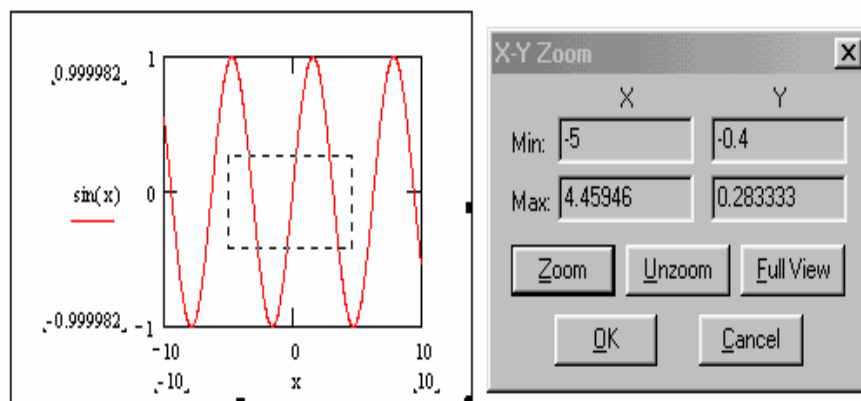



Рис. 14 Масштабирование графика

После выбора данного режима масштабирования (кнопка ) пользователь при помощи мыши выделяет фрагмент графика, а затем нажимает кнопку "ОК". В результате выделенный участок графика увеличивается до размеров всей области просмотра, а справа появляется окно с указанием координат границ прямоугольной области приближения (рис. 14). Кнопка "Full View" (рис. 14) позволяет вернуться к режиму просмотра всего графика.

Операция трассировки позволяет как бы "пройтись" по точкам графика с выводом значений X и Y каждой точки. После вызова этого режима на графике появляется перекрестие из двух черных пунктирных линий (рис. 15). С помощью указателя мыши его можно перемещать по графику с дискретностью, определяемой заданным шагом изменения абсциссы x. При этом координаты текущей точки ближайшей кривой графика, на которую установлено перекрестие, отображаются в окне трассировки справа (рис. 15).

Процесс построения трехмерных графиков в MathCAD до версии MathCAD 2000 являлся очень сложным. Начиная с версии MathCAD 2000, эта операция максимально упрощена и заключается в следующем.

Пусть, например, требуется построить график функции двух переменных $z = x^2 + y^2$.

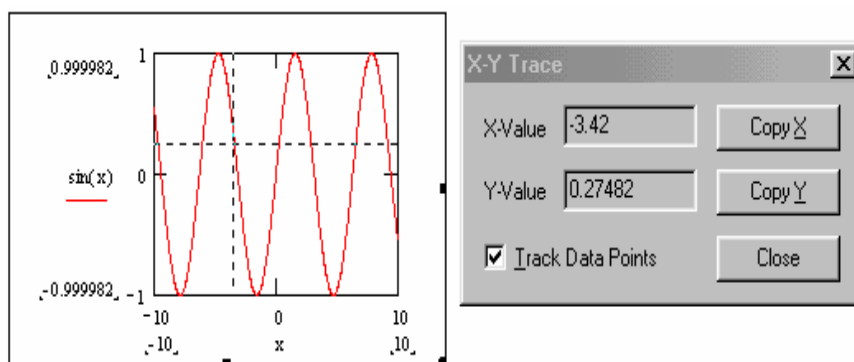



Рис. 15 Трассировка графика

Для этого сначала задается функция $z = f(x, y)$, затем при помощи кнопки  палитры "Графики" вводится шаблон поверхности (трехмерного графика), в котором указывается только имя этой функции – z (рис. 16).

Форматирование трехмерного графика производится аналогично одномерному через меню "Format"–"Graph"–"3D Plot...". В окне форматирования доступны следующие действия: вращение графика, включение линий сетки, цифровых надписей делений по осям, изменение цвета графика, ввод заголовка и др.

Замечание. Вращение трехмерного графика во всех плоскостях можно производить также при помощи мышки.

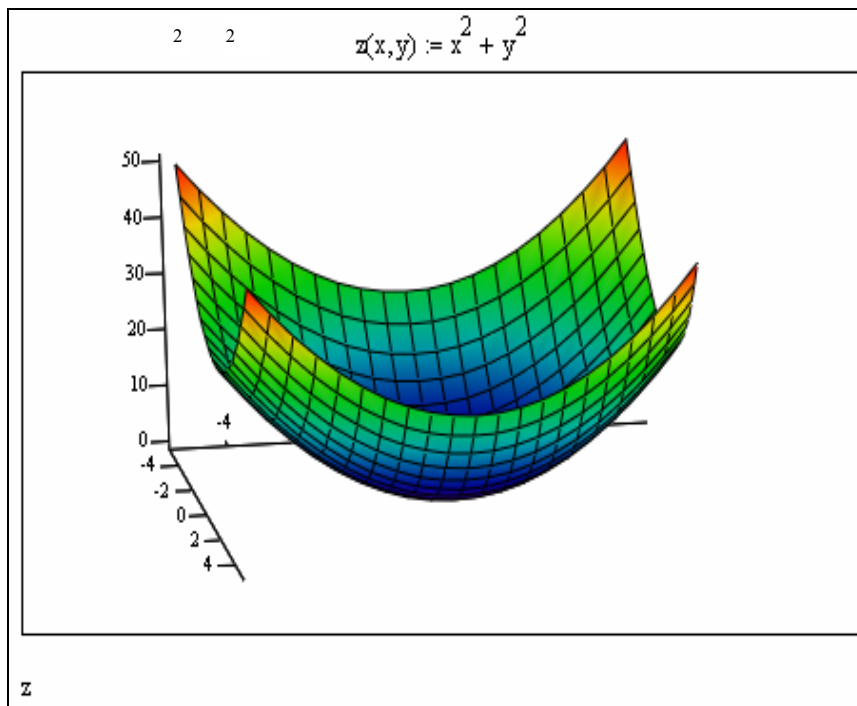


Рис. 16 Построение трехмерного графика в MathCAD 2000
Задания для самостоятельной работы

В лабораторной работе студент должен выполнить в соответствии с выданным преподавателем вариантом два задания.

1 Построить на одном графике кривые двух зависимостей $y(x)$ и $z(x)$ для указанного интервала изменения аргумента x (табл. 4). Нанести на график сетку, изменить цвета кривых, выполнить трассировку и масштабирование.

2 Построить трехмерный график заданной функции двух переменных (табл. 4). Произвести вращение построенного графика.

Таблица 4

№	Задание 1	Задание 2
1	$y = 2x + 10$, $z = \sqrt{x} + 2$; $x \in [0 \dots 10]$	$[1,5 - x_1(1 - x_2)]^2 + [2,25 - x_1(1 - x_2^2)]^2 + [2,625 - x_1(1 - x_2^3)]^2$
2	$y = \sin(x)$, $z = \sin(2x + 10)$; $x \in [0 \dots 4\pi]$	$x_1^3 + x_2^2 - 3x_1 - 2x_2 + 2$
3	$y = \cos(3x)$, $z = \sin(3x)$; $x \in [0 \dots 4\pi]$	$1 - 2x_1 - 2x_2 - 4x_1x_2 + 10x_1^2 + 2x_2^2$
4	$y = e^{4x+10}$, $z = e^x$; $x \in [1 \dots 2]$	$x_1^4 + x_2^4 + 2x_1^2x_2^2 - 4x_1 + 3$
5	$y = \sqrt{10x}$, $z = 2\sqrt{5x}$;	$(x_1^2 + x_2 - 11)^2 + (x_1 + x_2^2 - 7)^2$

	$x \in [10 \dots 20]$	
6	$y = e^{x/10}, z = e^{(x/10+20)};$ $x \in [10 \dots 20]$	$x_1^3 + x_2^2 - 3x_1 - 2x_2 + 2$

Продолжение табл. 4

№	Задание 1	Задание 2
7	$y = \operatorname{tg}(x), z = \operatorname{ctg}(x);$ $x \in [0 \dots 4\pi]$	$100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$
8	$y = 1/(x+1), z = x;$ $x \in [1 \dots 2]$	$[(e^{-0,1x_1} - e^{-0,1x_2}) - (e^{-0,1} - e^{-1})]^2$
9	$y = x^2 + 1, z = [\ln(x) - x]/x;$ $x \in [10 \dots 20]$	$[1,5 - x_1(1 - x_2)]^2 + [2,25 - x_1(1 - x_2^2)]^2 +$ $+ [2,625 - x_1(1 - x_2^3)]^2$
10	$y = \operatorname{arctg}(x), z = 3\operatorname{arctg}(x);$ $x \in [5 \dots 12]$	$1 - 2x_1 - 2x_2 - 4x_1x_2 + 10x_1^2 + 2x_2^2$
11	$y = \ln(x), z = \lg(x);$ $x \in [1 \dots 2]$	$x_1^4 + x_2^4 + 2x_1^2x_2^2 - 4x_1 + 3$
12	$y = \operatorname{tg}(x), z = \operatorname{th}(x);$ $x \in [0 \dots 4\pi]$	$(x_1^2 + x_2 - 11)^2 + (x_1 + x_2^2 - 7)^2$
13	$y = \operatorname{sh}(x), z = \operatorname{ch}(x);$ $x \in [0 \dots 4\pi]$	$100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$
14	$y = x , z = 2x + 4;$ $x \in [-10 \dots 10]$	$[(e^{-0,2x_1} - e^{-0,2x_2}) - (e^{-0,2} - e^{-2})]^2$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дьяконов В. П. MathCAD 2000: Учебный курс. СПб.: Питер, 2001. 501 с.
- 2 Дьяконов В. П. Справочник MathCAD PLUS 6.0. М.: СК Пресс, 1997.
- 3 MathCAD 6.0 PLUS. Финансовые, инженерные и научные расчеты в среде Windows 95. М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 1996.
- 4 www.mathsoft.com – фирма MathSoft Inc. (разработчик MathCAD).
- 5 www.exponenta.ru – русскоязычный сайт, посвященный системам автоматизированных расчетов.
