

**Государственный комитет Российской Федерации  
по высшему образованию**

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П.Королева**

**ВВЕДЕНИЕ  
В СИСТЕМУ MATHCAD**

**Методические указания к лабораторным работам**

Составители: С.А.Озерная, М.П.Шликова

УДК 681.3.06

Введение в систему MathCAD: Метод. указания к лаб. работам.  
/Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. С.А. Озерная, М.П. Шликова,  
Самара, 1995. 16 с.

В методических указаниях рассмотрена интегрированная система автоматизации математических и инженерно-технических расчетов MathCAD. Система содержит редактор текстов, очень мощный вычислитель и простой в применении графический процессор. Вычислитель системы позволяет вести расчеты по сложным формулам, считать определенные интегралы и производные, выполнять векторные и матричные операции, содержит как распространенные математические функции, так и специальные, такие как преобразование Фурье, сплайн-интерполяция. Графический процессор выводит, например, графики в логарифмическом масштабе; накладывает на графики масштабную сетку любой плотности и т.д.

Методические указания предназначены для студентов и слушателей ФПКП. Подготовлены на кафедре " Программное обеспечение вычислительных систем ".

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П.Королева

Рецензент доц.В.И.Анисимов

#### ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ MATHCAD

Составители: Озерная Светлана Алексеевна, Шликова Мария Петровна

Редактор Т.И. Кузнецова

Техн. редактор Н.М. Каленик

Корректор Н.С. Куприянова

Подписано в печать 20.02.95. Формат 60x84 1/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 0,93 . Усл.кр.-отт. 1,05 . Уч.-изд.л. 1,0.

Тираж 400 экз. Заказ 94. Арт. С-76шр/95

Самарский государственный аэрокосмический университет  
им. академика С.П. Королева.

443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Издательство Самарского аэрокосмического университета,  
443001, г. Самара, ул. Ульяновская, 18.

## ЗАПУСК СИСТЕМЫ

Для запуска системы MathCAD необходимо в командной строке набрать имя загружаемого файла системы NCAD.EXE с указанием полного пути к этому файлу. Например, если файлы системы MathCAD находятся на винчестере на логическом диске D: в разделе MathCAD, то нужно набрать следующую команду:

```
D:ATNCADCAD
```

## РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

После загрузки NCAD на экране появляется командная строка белого цвета с надписью " no file ", с цифрами, отображающими текущее положение курсора, и режимок счета:

```
> no file > 0 0 auto
```

Режим auto (автоматический) позволяет выполнять вычисления сразу по мере ввода и редактирования документа, такой режим несколько замедляет работу системы. Другой режим - manual можно установить, если загрузить систему командой NCAD. Работа в этом режиме более быстрая, поскольку здесь ввод и редактирование документа происходят без выполнения вычислений.

## ОСНОВНОЕ МЕНЮ (КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ)

Для ознакомления с командами управления системой нужно нажать клавишу F10. На экране вместо командной строки появляется строка с режимами меню:

```
System File Compute Edit/move Text Window/page 0 0 auto
```

Для выбора того или иного меню необходимо клавишами управления курсором выбрать нужное (при этом происходит инверсия цвета выбранного меню), а затем активизировать его нажатием клавиши Enter.

Командная строка и экран принимают следующий вид:

```
System File Compute Edit/move Text Window/page 0 0 auto
```

Выбор команды осуществляется клавишами управления курсором.

```
Help F1
```

```
Quit F2
Dos
Memory
Print
Redraw Ctrl + R
```

Краткое описание команд:

- вызов режима HELP (можно вывести на экран краткую инструкцию по работе с MCAD);
- выход из режима MCAD в DOS (незаписанные файлы теряются);
- выход в DOS для подачи системных команд (возможен возврат в MCAD без потери информации);
- информация о распределении памяти;
- распечатка файлов и результатов;
- восстановление экрана.

Ввод команды осуществляется нажатием <Enter>

```
System File Compute Edit/move Text Window/page 0 0 auto
```

```
Load F5
```

```
Save F6
Append
Filename
Clear
```

Краткое описание команд:

- загрузка файла с носителя;
- запись файла на носитель;
- добавление к старому файлу (созданному ранее) новых данных;
- создание файла данных;
- очистка памяти от введенных ранее файлов и данных.

System File

Compute

Edit/move Text Window/page 0 0 auto

Calculate F9

Process Manual Automatic Format Randomize Dimension Equation (on/off)

Краткое описание команд:

- запуск программы на счет вручную (данная команда появляется в правом верхнем углу ,если на экране есть непосчитанные уравнения);
- запуск на счет всей программы;
- переход в ручной режим счета (запуск уравнений только по команде);
- автоматический запуск на счет всех уравнений, появляющихся на экране;
- изменение установленных форматов;
- обновление всех случайных величин;
- изменение размерностей;
- устанавливает или отменяет счет уравнения (курсор-в поле уравнения).

System File Compute

Edit/move

Text Window/page 0 0 auto

Cut F3

Краткое описание команд:

- удаление области, в которой находится курсор;
- вставить ранее удаленную область в месте расположения курсора;
- разделяет накладывавшиеся области;
- вставить пустую строку;
- удаление пустой строки;
- курсор на указанную позицию или строку;
- относительное перемещение.

Paste F4
Separate Ctrl + S
Insertline F10
Delete-line Ctrl + F10
Goto
Move

System File Compute Edit/move Text Window/page 0 0 auto

Width

Краткое описание команд:  
- устанавливает ширину страницы в символах;

Cut Ctrl + F3

Paste Ctrl + F4

Mark Ctrl + X

- удаляет выделенную часть текста;

- восстанавливает удаленную часть текста;

- метка начала и конца блока.

System File Compute Edit/move Text Window/page 0 0 auto

Split F7

Краткое описание команд:  
- устанавливает режим работы с двумя окнами;

Unsplit Ctrl + F7

Jump F8

Page length

Break pages

- возвращает программу в режим одного окна;

- перевод курсора в другое окно;

- установка длины страницы;

- перемещает уравнения и графики, попадающие на разделитель страниц.

### РАБОТА С КОМАНДНЫМИ СЛОВАМИ

Вход в режим команд осуществляется нажатием клавиши Esc, после чего в командной строке появляется надпись "Command:", что сигнализирует о готовности программы к приему команды:

> no file > Command: 0 0 auto

Команды можно задавать набором командных слов(табл.1).

Т а б л и ц а 1

Команда	Действие
load *	Загрузка файла с носителя
print	Распечатка файла
save	Запись файла на носитель
quit *	Выход из MCAD в DOS
filename	Организация файла данных
redraw	Восстановление экрана
cut	Удалить область экрана
paste	Вставить удаленную область
switch	Переход в другое окно
split	Включить режим двух окон
process	Запуск на просчет новых данных
insertline *	Вставка пустой строки

Примечание. Команды, обозначенные \*, можно вводить, лишь набирая начальную букву команды.

Каждый ввод команды завершается нажатием <Enter>.

#### РАБОТА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ КЛАВИШАМИ

Команды можно вызывать, используя следующие функциональные клавиши(табл.2).

Т а б л и ц а 2

Клавиша	Действие	Клавиша	Действие
F1	Вызов режима HELP	F6	Сохранить файл
F2	Выход в режим DOS	F7	Режим двух окон
F3	Удалить области экрана	F8	Переход в другое окно
F4	Вставить удаленную область	F9	Запустить счет
F5	Загрузить файл	F10	Вставить пустую строку

Дополнительные команды:

**Ctrl** + **A** - прерывание вычисления;

**~** или **'** - вызов меню;

**Ctrl** + **F10** - удаление пустой строки;

**Ctrl** + **R** - восстановление экрана.

## ВВОД ТЕКСТА

Для ввода текста необходимо ввести символ кавычки ", который определяет начало текстовой области. Текст вводится между парой кавычек, причем закрывающие кавычки вводятся автоматически.

## ВЫЧИСЛЕНИЯ

### Простейшие вычисления

Простейшие вычисления можно выполнить, используя знак вывода результатов вычислений = (равенство), например,

$$23+4/11=?$$

после чего MathCAD выдаст результат.

### Операторы системы

Присваивание в системе реализуется с помощью знака := (двоеточие с равенством). Практически для этого достаточно ввести знак двоеточия. Итак, если ввести  $X:=17$ , то на экране дисплея появится  $X:=17$  (то есть переменной X присваивается значение 17).



Далее приведены операторы системы, то есть специальные знаки, вызывающие определенные действия (табл.3).

Т а б л и ц а 3

Оператор	Вид на экране	Что набрать
Скобки	( x )	'x или ( x )
Факториал	x!	x!
Отрицательная величина	-x	-x
Степень	$x^y$	x^y
Корень квадратный	$\sqrt{x}$	\x
Модуль	x	!x
Комплексное сопряжение	$\bar{x}$	x"
Деление	$\frac{x}{y}$	x/y
Умножение	x*y	x*y
Сложение или вычитание	x+y или x-y	x+y или x-y
Сравнение	x<y или x>y x≤y или x≥y	x<y' или x>y x [Alt](y или x [Alt])y
Пределы изменения (от x до z с шагом y)	x,y..z	x,y;z
Дифференциал	$\frac{d}{dx} f(x)$	x?f(x)
Интеграл	$\int_a^b f(x)dx$	x&f(x)

## Векторные и матричные операторы

Вычислитель системы MathCAD позволяет выполнять матричные и векторные операции (табл.4).

Т а б л и ц а 4

Оператор	Вид на экране	Что набрать
Индекс	$x$ $i$	$x[i$
Двойной индекс	$M$ $i,j$	$M[(i,j)$
Верхний индекс	$M$ $\langle i \rangle$	$M[Alt]^i$
Вектор транспонированный	$v$ $T$	$v[Alt]!$
Транспонированная матрица	$M$	$M[Alt]!$
Степень матрицы	$M$ $n$	$M^n$
Векторная сумма	$\phi v$	$[Alt]\$v$
Детерминант, размер вектора	$ M $	$:M$
Умножение матриц	$v \cdot w$	$v \cdot w$
Прямое произведение	$V \times M$	$V[Alt]*M$
Сумма по строкам	$\left[ \begin{array}{c} > \\ & \\ i \end{array} \right] x$	$!$x$
Произведение по строке	$\prod_i x$	$!x$

При записи уравнений MathCAD самостоятельно преобразует уравнения в необходимый вид. Например, если набрать на клавиатуре  $R := 1 / ( 1 / R1 + 1 / R2 )$ , то MathCAD напишет на экране следующее:

$$R := \frac{1}{\left[ \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \right]}$$

## Математические функции

Система MathCAD содержит как распространенные математические функции, так и специальные (табл.5).

Т а б л и ц а 5

Тригонометрические (аргумент в радианах )	Обратные тригонометрические (результат в радианах)
$\sin(x)$ $\cos(x)$ $\tan(x)$	$\text{asin}(x)$ $\text{acos}(x)$ $\text{atan}(x)$
Гиперболические	Обратные гиперболические
$\sinh(x)$ $\cosh(x)$ $\tanh(x)$	$\text{asinh}(x)$ $\text{acosh}(x)$ $\text{atanh}(x)$
$\exp(x)$ - e в степени x $\ln(x)$ - натуральный логарифм x $\log(x)$ - десятичный логарифм x $\text{mod}(x)$ - остаток деления x/y (x и y - действительные значения)	$\text{Re}(x)$ - действительная часть x $\text{Im}(x)$ - мнимая часть x $\text{floor}(x)$ - наибольшее целое (x - действ.) $\text{ceil}(x)$ - наименьшее целое (x - действ.) $\text{angle}(x,y)$ - угол из центра координат на точку с координатами x,y
Бесселя (первого порядка)	Бесселя (второго порядка)
$J_0(x)$ (x-действит.) $J_1(x)$ (x-действит.) $J_n(n,x)$ (x-действит.) $n > 1$	$Y_0(x)$ (x>0) $Y_1(x)$ (x>0) $Y_n(n,x)$ (x>0, n>1)

## Функции, определяемые пользователем

Для определения собственной функции необходимо пользоваться следующим синтаксисом: имя функции:=выражение. Например:

```
3
f(x):=x + x - 1           f(1) = 1
dist(x,y,z):=  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$    dist(.3,.4,1.2)=1.3
```

Аргументом функции, определенной пользователем, может быть переменная, индексированная переменная или имя функции, например:

```
i:=0..10                z :=.2+1
                        i
hlow(x):=max(x)-min(x)   hlow(x)=2
diff(f1,f2,v):=f2(v)-f1(v)  diff(sin,cos,0)=1
```

## Вычисление корня уравнения

Для определения значения корня используют функцию root(выражение, переменная):

```
3
zeroval:=root(x +x+1,x)
x:=3      root(x*sin(x),x)=3.142
x:=6      root(x*sin(x),x)=0.283
```

## Таблицы

Для вывода на экран таблицы значений переменной сначала определяют количество значений, например:

```
2
i :=1..4      x :=1
              i
```

Для получения результатов в виде таблицы после индексированной переменной нужно поставить знак =

i	x
1	1
2	4
3	9

## Массивы и индексированные переменные

Система MathCAD оперирует двумя типами массивов. Первый – это одномерные массивы или векторы, второй – это двумерные массивы или матрицы.

Для задания вектора или матрицы следует установить курсор на место, где планируется задать вектор или матрицу, и нажать одновременно Alt и M. В ответ на запрос в командной строке о числе строк и столбцов матрицы

Array size (rows columns): --

следует ввести их нужные значения и нажать клавишу Enter. Для вектора на месте -- нужно ввести одно число (например, 5). Для матрицы – два числа (например, 2 2). В результате на экране появится шаблон вектора или матрицы в виде квадратных скобок с маркерами – местами ввода значений элементов:

$$\begin{bmatrix} \phantom{x} & \phantom{x} \\ \phantom{x} & \phantom{x} \end{bmatrix}$$

Присвоить элементу значение можно двумя способами. По первому нужно подвести курсор к маркеру – шаблону этого элемента – и затем ввести на его место необходимое значение элемента или выражение. Для перемещения по шаблону можно использовать клавишу Tab. Второй способ – применение операции присваивания. При этом для ввода подстрочного индекса используют символ [ (открывающая квадратная скобка). То есть при нажатии клавиш X[3:23 на экране будет изображено X<sub>3</sub> := 23.

Для описания индексированных переменных можно использовать формулы, подобные показанным ниже:

$$x_j := y_j + \sin \left[ x_j \right] \quad z_i := (-1)^i \cdot i \quad a_{i,j} := \text{floor}(\text{rnd}(10))$$

Индекс может принимать только целые положительные значения, причем по умолчанию ORIGIN=0, то есть первый индекс нулевой, хотя после ORIGIN:=1 первый индекс будет равен единице.

## Векторные и матричные функции

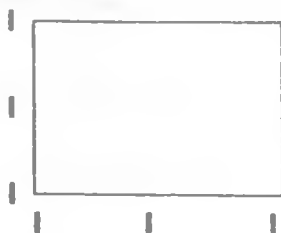
Аргументом каждой из нижеприведенных функций является массив (табл.6). Аргумент не требует индекса.

Т а б л и ц а 6

Функция	Действие
length(вектор)	Определяет число элементов в массиве, включая элемент с номером 0
last(вектор)	Определяет номер последнего элемента массива $last(массив)=length(массив)-1$
max(вектор)	Максимальное значение элемента в массиве, включая элемент с номером 0
min(вектор)	Минимальное значение элемента в массиве, включая элемент с номером 0
row(матрица)	Определяет число строк матрицы
col(матрица)	Определяет число столбцов матрицы
tr(матрица)	Сумма диагональных элементов матрицы
augment(матрица, вектор)	Комбинация матрицы с вектором

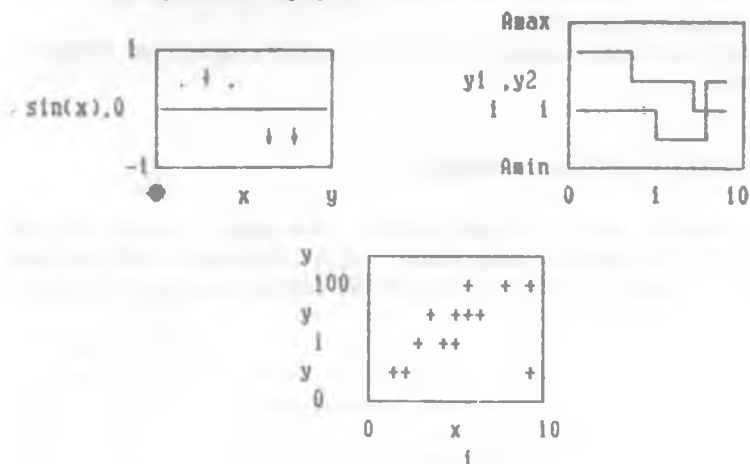
## ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ

Для вывода на экран графика нужно установить курсор в место, которое будет левым верхним углом прямоугольного графического блока. Затем нужно ввести символ  $\oplus$ , обеспечивающий включение графического процессора. Система выдаст на экран :



На место средних маркеров необходимо поставить имена отражаемых аргументов и функций, а на место крайних – границы осей. Если выводится несколько функций, то они вводятся через запятую. Если оставить крайние маркеры пустыми, то MathCAD выберет границы осей автоматически. Чтобы начертить точки, нужно нажать F9 или вывести курсор из поля графического блока.

## Некоторые виды графиков:



Для изменения вида графика курсор нужно ввести в поле графика и нажать клавишу F. В верхней строке появится сообщение, указывающее на основные параметры графика:

```
FILENAME.MCD logs=0,0 subdivs=1,1 size=5,15 type=1___0 0 auto
```

ось Y  ось X

- logs** - 0 означает линейную шкалу, любая другая цифра означает логарифмический масштаб и количество циклов; при печати выводится логарифмическая сетка.
- subdivs** - число линий сетки по двум осям: 1- нет линий; любая другая цифра означает для линейного масштаба число равномерно распределенных линий, для логарифмического масштаба - число линий на 1 цикле ( $n > 1$ );
- size** - размер графика в строках и столбцах;
- type** - вид линии:
 

l=линия,	s=ступенька,	o=квадрат,
d=точка,	b=полоса таблицы,	v=ромб,
x=икс,	X=икс+линия,	Q=квадрат+линия,
p=плюс,	P=плюс+линия,	U=ромб+линия,
e=полоса ошибки,		

Можно использовать несколько символов одновременно для разных графиков: `type=ldv`.

Для изменения графика необходимо изменить параметр командной строки.

### СООБЩЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБ ОШИБКАХ

В режиме `auto` (автоматический) или `manual` (после нажатия клавиши F9) выполняются вычисления, если операнды записаны по правилам системы MathCAD. В противном случае выдаются сообщения об ошибках (табл.7).

Т а б л и ц а 7

<code>not a name</code>	Такое имя некорректно
<code>undefined</code>	Переменная не определена
<code>singularity</code>	Исключительная ситуация— деление на 0
<code>must be nonzero</code>	Аргумент должен быть не 0
<code>illegal range</code>	Ошибка в пределе
<code>index out of bounds</code>	Индекс за пределами границ индексации
<code>must be vector</code>	Элемент должен быть вектором
<code>must be integer</code>	Должно быть целым
<code>too few argument</code>	Слишком мало аргументов
<code>domain error</code>	Ошибка в области определения
<code>illegal ORIGIN</code>	Некорректно значение ORIGIN
<code>File not found</code>	Файл не найден