

Д. В. Бережной, С. А. Кузнецов

ОСНОВЫ РАБОТЫ В MATHCAD

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Казань – 2007

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
<i>Что такое MathCad?</i>	3
1. ПЕРВЫЕ ШАГИ	4
1.1. МАТНСАД С САМОГО НАЧАЛА.	4
<i>Как начать работу с пакетом MathCad?</i>	4
1.2. ПРИМЕР ПРОСТЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.	5
<i>Можно ли использовать MathCad как калькулятор?</i>	5
<i>Как ввести знак $\sqrt{\quad}$, его нет на клавиатуре?</i>	7
1.3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ФОРМУЛ.....	8
<i>Как быстро исправить неправильно набранную формулу?</i>	8
<i>Как можно ускорить набор формул?</i>	8
1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ.	9
<i>Как присвоить значение переменной?</i>	9
1.5. ВВОД ТЕКСТА.	9
<i>Как ввести текстовые комментарии к переменным и формулам?</i>	9
1.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО АРГУМЕНТА.....	10
<i>Как вычислить функцию для ряда значений?</i>	10
1.7. ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ.	11
<i>Как можно быстро построить график функции?</i>	11
<i>Как изменить установки для осей координат?</i>	14
<i>Как изменить границы на осях координат?</i>	15
2. КОМПЬЮТЕРНАЯ АЛГЕБРА	16
<i>Что такое компьютерная алгебра?</i>	16
<i>Особенности выполнения аналитических преобразований.</i>	16
2.1. РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ И НЕРАВЕНСТВ.	17
<i>Как решить уравнение вида $f(x) = 0$?</i>	17
<i>Как решить уравнение или неравенство с ненулевой правой частью?</i>	17
2.2. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ.	18
2.3. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРОВАНИЕ.	18
<i>Как вычислить производную n-ого порядка?</i>	19
<i>Как вычислять определенные интегралы?</i>	19
<i>Как вычислять кратные интегралы?</i>	19
2.4. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.	20
ЗАДАНИЕ	21
ЛИТЕРАТУРА	22

Введение

Что такое MathCad?

MathCad 7.0 Professional – универсальный математический пакет для работы с интерактивно (в диалоговом режиме) вычисляемыми формулами, текстами и графиками. Он легок в освоении и удобен в использовании, обладает мощными вычислительными и графическими возможностями, способностью производить аналитические преобразования (символьные вычисления – решение алгебраических и трансцендентных уравнений, вычисление пределов, дифференцирование и интегрирование).

MathCad 7.0 позволяет записывать на экране компьютера формулы в их привычном виде, как их печатают в книгах или пишут на доске, подбирает размеры для дробных черт, скобок и других математических символов. С его помощью можно решить множество математических задач аналитически или численно. Можно размещать текст в любых местах вокруг уравнений, чтобы документировать процесс решения, рисовать двумерные и трехмерные графики. Пакет позволяет работать с комплексными числами, тригонометрическими, степенными, гиперболическими, специальными функциями, а также векторами и матрицами. **MathCad** пересчитывает результаты сразу после внесения любых изменений в рабочий документ, не дожидаясь особых указаний пользователя.


Выражение на экране можно редактировать, устанавливая в нужном месте указатель и вводя новые символы, цифры. Греческие буквы и многие математические символы могут быть напечатаны с помощью специальных панелей – палитр символов.

MathCad обладает развитой справочной системой и многочисленными примерами применения – шпаргалками **QuickSheets**. Пользовательский интерфейс системы создан так, что пользователь, имеющий элементарные навыки работы с Windows-приложениями, может сразу начать работу с **MathCad**.

1. Первые шаги

1.1. MathCad с самого начала.

Как начать работу с пакетом MathCad?

Если на экране Вашего монитора есть пиктограмма , то дважды щелкните на ней левой кнопкой "мыши". Если же такой пиктограммы нет, то нажмите на экране кнопку **[Пуск]** (здесь и далее под словами "*Нажмите кнопку*" мы будем понимать щелчок левой кнопки "мыши" в тот момент, когда указатель установлен на соответствующем элементе изображения), затем последовательно выберите "**Программы**", "**MathSoftApps**", "**MathCad 7.0 Professional**".

Перед Вами (Рис.1) окно в мир **MathCad**'а. Рассмотрим его основные элементы.

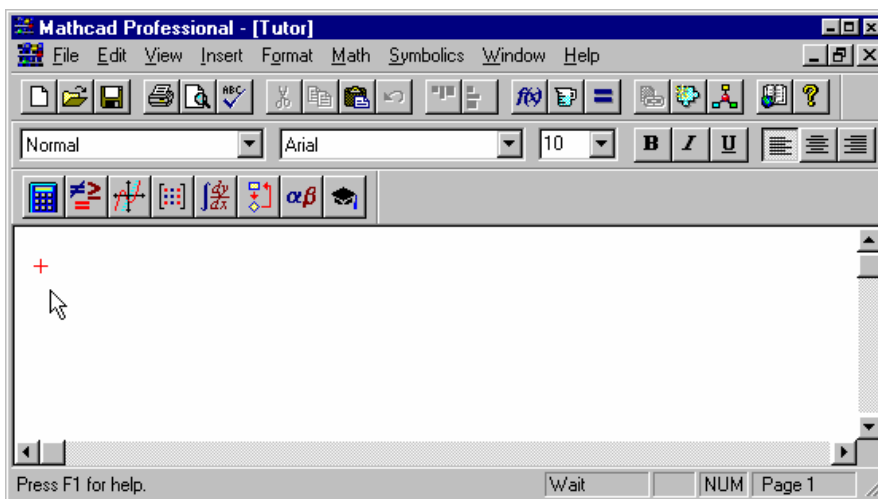


Рис. 1

Как и во всяком Windows-приложении, верхняя строка в окне **MathCad**'а – это *заголовок*, в котором располагается название программного продукта и имя активного файла, называемого в **MathCad**'е рабочим документом, – в данном случае "**MathCad Professional - [Tutor]**", ниже расположена строка *меню*, предназначенная для выбора и выполнения команд, еще ниже – *панель инструментов (Tool Bar)*, в которой собраны кнопки быстрого доступа к наиболее

часто используемым командам. Четвертая строка – *панель форматирования (Format Bar)* для управления стилями и шрифтами. В пятой строке находится дополнительная инструментальная панель, называемая *математической палитрой (Math Palette)*.

Эту панель Вы можете разместить в любом месте экрана, например, у левой границы окна **MathCad**'а, что может быть удобно пользователям предыдущих версий пакета. С назначением отдельных кнопок математической палитры мы познакомимся чуть позже.

После щелчка мышкой в любом месте рабочего документа на экране появляется маленький красный крестик — **MathCad** готов к вводу и обработке Вашего задания. Каждое математическое выражение или фрагмент текста занимает определенную часть рабочего документа, называемую *областью*; активная область, то есть область, в которой в данный момент Вы производите какие-либо изменения, обозначена прямоугольной рамкой, неактивные области окружены невидимыми рамками. *Рабочий документ* – совокупность всех областей. **MathCad** обрабатывает математические выражения, находящиеся в различных областях, последовательно: слева направо и сверху вниз.


Договоримся о специальных обозначениях, которые мы будем использовать в дальнейшем. Ввод с клавиатуры какого-либо символа или команды будем изображать жирным шрифтом и заключать в квадратные скобки, так, сочетание **[3]** означает: "нажмите на клавиатуре цифру "3"; а **[↑]** соответствует нажатию клавиши "стрелка вверх"; **[Shift]+[F9]** – одновременное нажатие функциональных клавиш "Shift" и "F9": держа нажатой первую клавишу, нажать и быстро отпустить вторую.

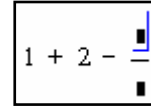
1.2. Пример простых вычислений.

Можно ли использовать MathCad как калькулятор?

Вычислим простое арифметическое выражение, например, $1 + 2 - \frac{4}{5} 3$.

После щелчка мышкой и появления крестика вводим с клавиатуры числа и знаки операций. Знаки арифметических операций: сложение, вычитание, умножение, деление и возведение в степень, – можно вводить как с клавиатуры, используя символы "+", "-", "*", "/" и "^", так и с помощью мышки, нажимая на

соответствующие кнопки **арифметической палитры** (для ее вызова нажмите кнопку с изображением калькулятора  на математической палитре). Весь ввод с клавиатуры размещается в рабочем документе, начиная с места расположения крестика. Обратите внимание, что ввод символа деления "/" **MathCad** интерпретирует как команду ввода дробной черты, создает дробное выражение, содержащее поля ввода числителя и знаменателя, и перемещает точку ввода в числитель.



$$1 + 2 - \frac{4}{5}$$

Точка ввода выделяется угловой меткой синего цвета, размеры которой могут изменяться (содержать только имя переменной, числитель дроби или целое выражение). Закончив ввод числителя, необходимо переместить точку ввода (угловую метку) в знаменатель, для чего нужно щелкнуть мышью в знаменателе или перейти в знаменатель стрелками управления курсором.

После ввода значения знаменателя – [5] – нельзя сразу вводить знак умножения [*], сначала надо нажать на клавиатуре клавишу "пробел" – [Space]. На рис. 2 показано, что при этом происходит с угловой (синей) меткой, отмечающей точку ввода.



Рис. 2

Вводим теперь [*], [3]. После ввода знака равенства [=] **MathCad** вычисляет значение выражения и выводит результат. Проверьте, должно быть 0,6. Заметим попутно, что в качестве десятичной точки **MathCad** использует именно точку, а не запятую, как это принято в русском языке.

Но **MathCad** не простой калькулятор, он позволяет редактировать введенные выражения, изменять отдельные значения и сразу получать новый результат.

Заменяем в нашем выражении 2 на 9. Для этого щелкнем мышкой справа от 2, затем нажмем [BackSpace] ("Забой"), [9]. Если теперь нажать [Enter] или щелкнуть мышкой вне активной области, результат сразу изменится!

Более сложные выражения вводятся и редактируются с помощью математической палитры.

Вычислим, например, $6 - (\sqrt{16} + 3)/5$.

Как ввести знак $\sqrt{\quad}$, его нет на клавиатуре?

На рис. 3 показано окно **MathCad'a**, в котором раскрыты пять из восьми дополнительных панелей, вызываемых нажатием соответствующих кнопок на математической палитре: элементарные функции и операции или **арифметическая палитра (Arithmetic Palette)**, преобразование и палитра логических операций (**Evaluation and Boolean Palette**), построение графиков и диаграмм (**Graph Palette**), вычисление интегралов, дифференциалов и пределов (**Calculus Palette**), греческие символы (**Greek Symbol Palette**). На одной из этих панелей есть и знак $\sqrt{\quad}$. Нажмите на эту кнопку, и значок вставится в Вашу формулу.

Обратите внимание, что, задержав указатель мышки на какой-либо кнопке, Вы увидите краткую подсказку, которая может помочь не только в освоении **MathCad'a**, но и в изучении английского языка, – по крайней мере, специальных математических терминов.

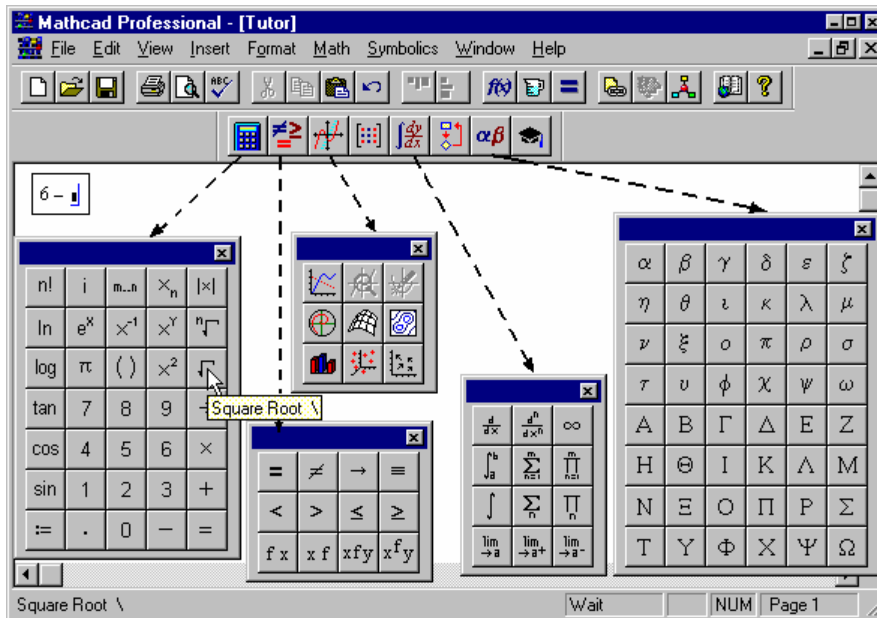


Рис. 3

Итак, мы ввели $\sqrt{\quad}$, 16, нажали [+], [3] и получили $\sqrt{16+3}$, – не совсем то, что требовалось.





Как вывести знак + из-под радикала? Дважды нажмите [BackSpace] и затем [Space], угловая метка ввода изменит размер, подчеркнув ту часть формулы, к которой относятся теперь вводимые операторы $\sqrt{16}$. Отметим, что нажимать [Space] можно и несколько раз подряд, до тех пор, пока угловая метка ввода не охватит всю ту часть выражения, к которой должны быть применены дальнейшие действия. Снова нажмите [+], [3], [Space], затем [/], [5] и [=], дав команду на вычисление выражения. Проверьте ответ — 4,6?

1.3. Редактирование формул.

Как быстро исправить неправильно набранную формулу?

Если при вводе формулы была допущена ошибка, то нужно нажать левую кнопку мышки рядом с ошибочно набранными символами и, не отпуская кнопки, продвинуть мышку, выделяя (закрашивая) часть, подлежащую исправлению. Затем можно сразу вводить правильные символы с клавиатуры или математической панели – они заменят закрашенную часть формулы.

Как можно ускорить набор формул?

Набор формул можно значительно ускорить с помощью кнопок **"Копировать"** –  и **"Вставить"** – , расположенных на панели инструментов. Эти кнопки позволяют быстро копировать и вставлять одинаковые выражения в нужные области рабочего документа, исключая повторный набор. Для того чтобы скопировать выражение, необходимо выделить его, нажимая [Space] до тех пор, пока выделяющая угловая рамка не окружит все выражение, затем нажать кнопку  ("Копировать"), указать место вставки, щелкнув на нем, и вставить скопированные символы, нажав кнопку  ("Вставить") на панели инструментов.

1.4. Определение переменных.

MathCad читает и обрабатывает рабочий документ слева направо и сверху вниз. Определив переменную, ее можно использовать в вычислениях везде правее и ниже равенства, которым она определена.

Как присвоить значение переменной?

Для того чтобы определить переменную, нужно ввести ее имя, символ присваивания – **:=** и значение, присваиваемое переменной. Значение может быть числом или более сложным сочетанием чисел и ранее определенных переменных.

Определим, например, переменную **term**, равную 20.



Ввод с клавиатуры

term:20



Изображение на экране

term:=20

На арифметической палитре для символа присваивания есть специальная кнопка **:=**.

Если Вы хотите присвоить другое значение переменной **term**, просто щелкните мышкой правее 20, сотрите число, нажимая **[BackSpace]**, и введите новое число или выражение. Как только Вы нажмете **[Enter]**, переменная **term** и все, что зависит от нее, примут новые значения. Если в процессе выполнения вычислений **MathCad** обнаружит некорректную операцию, например, деление на ноль, то соответствующее выражение и все зависящие от него переменные будут перекрашены в красный цвет, а рядом с первым ошибочным оператором появится сообщение-подсказка

1.5. Ввод текста.

Как ввести текстовые комментарии к переменным и формулам?

MathCad позволяет легко сопровождать примечаниями и комментариями вычисления. Для того чтобы ввести текст, нужно щелкнуть в свободном месте экрана (появится маленький крестик), нажать **Insert** и **Text Region** в строке меню – появится *текстовая рамка*, – и начать ввод текста. Маркер ввода всегда

окружен рамкой, по мере ввода текста она будет расширяться. Чтобы ввести вторую строку текста, достаточно нажать **[Enter]** и продолжить ввод.



Для выхода из текстовой области нужно щелкнуть в любом другом месте рабочего документа. Если необходимо внести изменения в ранее набранный текст, достаточно щелкнуть на области введенного текста, появится прямоугольная рамка и текст можно корректировать.

Возможна установка ширины текстовой области и изменение размеров и начертания шрифтов текста.

1.6. Определение дискретного аргумента.

Как вычислить функцию для ряда значений?

Пусть нам необходимо вычислить значения функции $y = \sin(x)$ для $-\pi \leq x \leq \pi/2$ с шагом $\pi/6$.

Для того чтобы вычислить функцию или выражение для диапазона значений, сначала необходимо определить дискретный аргумент. Определим переменную x следующим образом: имя переменной, символ присваивания, начальное значение аргумента, следующее значение аргумента, конечное значение.



$x : -\pi, -5 * \pi / 6 [\text{Space}] ; \pi / 2$



$x := -\pi, -5 \cdot \frac{\pi}{6} .. \frac{\pi}{2}$

Следующее значение переменной x определяется как "**Начальное значение**" + "**Шаг**". Разделителем между начальным значением и следующим является запятая, между следующим и конечным – символ **".."** (две точки подряд – клавиша, содержащая точку с запятой – ";").

Теперь задаем функцию: имя функции, знак присваивания, вид функции.



$y(x) : \sin(x)$



$y(x) := \sin(x)$

Определение функции завершено. Чтобы увидеть значения функции набираем $y(x)=$ и получаем таблицу значений.

Чтобы вычислить функцию в конкретных точках, например, $\pi/6$, достаточно набрать $y(\pi/6)=$. MathCad возвратит соответствующее значение.

$y(x)$
0
-0.5
-0.866
-1
-0.866
-0.5
$1.776 \cdot 10^{-15}$
0.5
0.866
1



1.7. Графическое отображение функций.

Как можно быстро построить график функции?

Построим график функции $y = \frac{x^3}{2 \cdot (x+1)^2}$

Самый простой график показывает значения функции на интервале. Необходимо учесть, что при $x = -1$ эта функция терпит разрыв и выбор интервала согласовать с областью определения функции.

Создание графика необходимо начинать с задания дискретной переменной, которая будет принимать значения в желаемом диапазоне. Создадим оператор присваивания. Введем x , знак присваивания, начальное значение диапазона значений аргумента, шаг и конечное значение диапазона. А также $y(x)$, знак присваивания и выражение для функции.

Для создания графика функции достаточно щелкнуть мышью на пиктограмме "График"  на панели инструментов и выбрать кнопку "Декартов график" . Появится пустая область построения графика с полями ввода для выражений, отображаемых по осям.

Множества точек, из которых состоит график, определяются дискретными аргументами. Поэтому в поля ввода по осям абсцисс и ординат необходимо ввести имена переменных, поставив в соответствие каждой оси свою переменную (пустые поля в середине горизонтальной и вертикальной осей). По оси абсцисс вводим x , по оси ординат – функцию, график которой нужно построить – рис. 4.

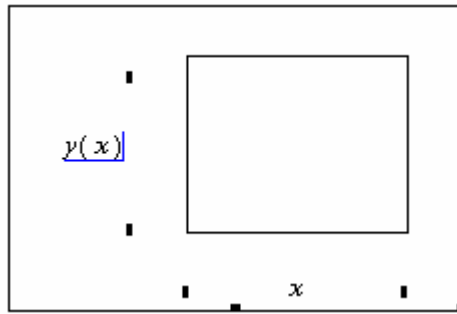


Рис. 4

Остающиеся поля предназначены для ввода границ на осях – минимального и максимального значений, откладываемых на оси.

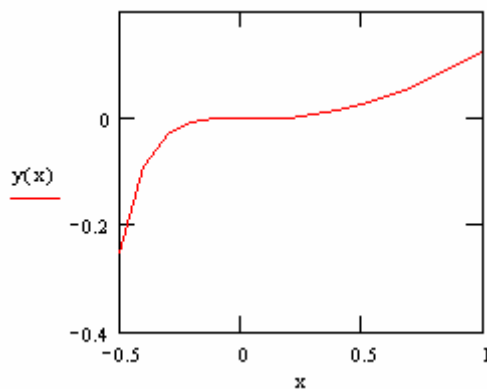


Рис. 5

Если оставить их пустыми, **MathCad** автоматически заполнит их при создании графика – рис. 5. Этим необходимо воспользоваться для построения первоначального эскиза. В последующем можно уточнять их самостоятельно, добиваясь наиболее подходящего изображения графика функции.

Размер графика можно изменить – достаточно выделить его и растянуть мышкой до желаемых величин.

На одном чертеже можно изобразить несколько кривых. Чтобы представить графически несколько функций (два и более графиков на одном рисунке) необходимо после ввода выражения $y(x)$ в поле оси ОУ поставить запятую. Непосредственно под первым выражением появится пустое поле для ввода следующего выражения, график которого мы хотим видеть.

Введем второе выражение, например, $\frac{1}{2}x - 1$. Заметим, что все выражения должны использовать одну и ту же дискретную переменную. После нажатия [Enter] или щелчка мышкой вне активной области документа вид графика изменится – рис. 6.

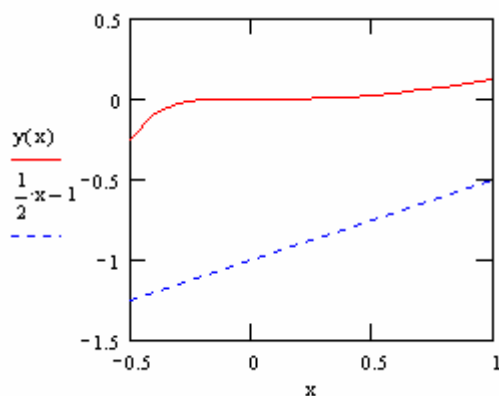


Рис. 6

Внешний вид графика можно изменять в широких пределах, другими словами – форматировать. Чтобы изменить формат графика,

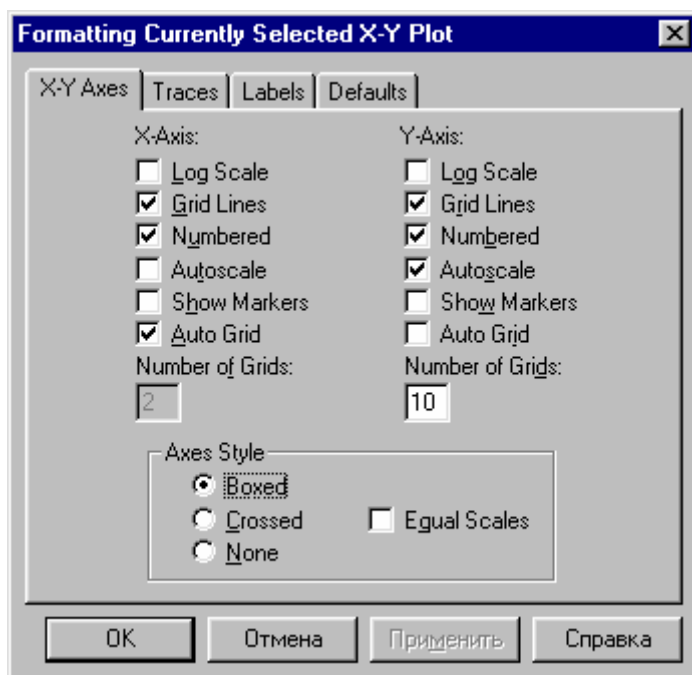


Рис. 7

прежде всего необходимо щелкнуть мышью на графике, тем самым выбрав его, как объект для последующей работы. Вокруг графика появится черная выделяющая рамка. Двойной щелчок мышью в выделенной области вызовет окно параметров форматирования "Formatting Currently

Selected X-Y Plot" с четырьмя вкладками (рис. 7). Вкладка **"X-Y Axis"** управляет представлением координатных осей, вкладка **"Traces"** позволяет изменить вид кривых, **"Labels"** служит для ввода названий графика и осей, а с помощью **"Defaults"** можно вернуться к параметрам графиков, принятым по умолчанию, или сохранить сделанные изменения в качестве таких параметров.

Двойной щелчок на какой-либо оси вызывает эквивалентное диалоговое окно для форматирования этой оси (Рис. 8).

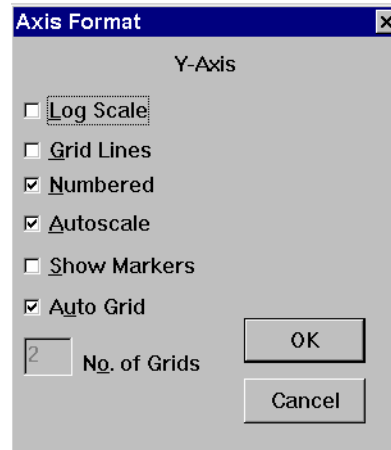


Рис. 8

Как изменить установки для осей координат?

Установки можно изменять. Для этого достаточно щелкнуть на поле соответствующей изменяемой установки. Появится вместо пустого поля. Нажать кнопку «**ОК**», чтобы принять изменения и закрыть диалоговое окно. Если необходимо вернуть установки формата графика, то необходимо щелкнуть на выбранной установке и опять появится пустой квадратик.

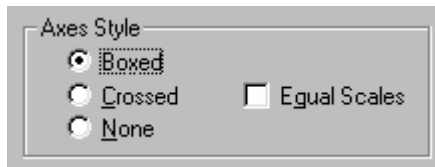
Рассмотрим наиболее часто изменяемые установки.

Grid Lines – **Линии сетки** – деления на выбранной оси заменяются линиями сетки.

Numbered – **Оцифрованные** – на выбранной оси у делений проставляются числовые значения.

Autoscale – **Автомасштабирование** – определяет способ установки границ на осях координат; если флажок есть, **MathCad** определяет границы на осях автоматически по соответствующему предельному значению данных.

Auto Grid – **Авто сетка** – **MathCad** автоматически выбирает число интервалов сетки, созданных делениями или линиями сетки на осях.



Эти кнопки определяют стиль, которым на графике будут показываться оси.



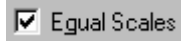
– окружает график координатной рамкой.



– показывает оси, пересекающиеся в центре графика.



– оси не отображаются на графике.



– одинаковый масштаб по осям.

Как изменить границы на осях координат?

MathCad позволяет устанавливать границы на осях вручную. Для этого необходимо отменить автоматическую установку границ, т.е. снять флажок **Autoscale** и ввести границы непосредственно на графике. Щелчком мышью на графике, чтобы выделить его. **MathCad** отображает четыре дополнительных числа, по одному на каждую границу на осях. Эти числа заключены между маленькими уголками, как видно на рис. 9. Изменение значений этих чисел приводит к изменению границ на осях.

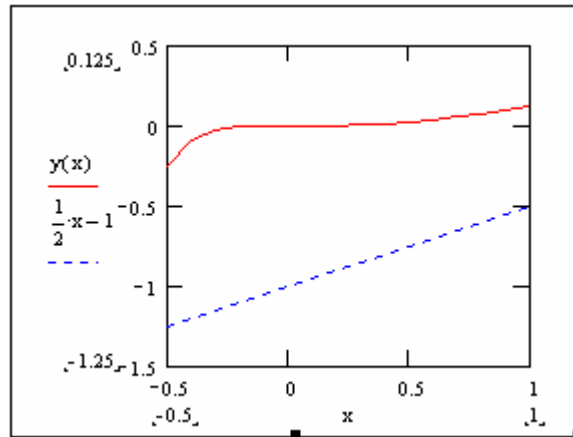


Рис. 9

Можно перемещать, вырезать, копировать и вставлять график точно так же, как выражение.

Чтобы удалить график из рабочего документа, установите указатель мыши вне графика и нажмите левую кнопку, затем, не отпуская кнопки, подвиньте мышью, включите графическую область в расширяющийся пунктирный прямоугольник, отпустите кнопку и нажмите клавишу **[Del]**.

Этот же прием позволяет выделить одновременно несколько областей рабочего документа и скопировать, вырезать или удалить их все вместе.

2. Компьютерная алгебра

Что такое компьютерная алгебра?

Компьютерная алгебра или система символьных вычислений – это средство проведения аналитических преобразований: решения алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений в обыкновенных и частных производных, систем алгебраических и дифференциальных уравнений, перемножения многочленов и разложения их на множители, суммирования рядов, дифференцирования и интегрирования, в том числе и многократного, работа с векторами и матрицами и многое другое. Не все эти возможности реализованы в пакете **MathCad 7.0 Professional**, но и имеющиеся средства позволяют значительно упростить проведение многих рутинных операций неизбежных при решении различных инженерных, экономических, экологических и других задач, описываемых математическими моделями, не говоря уж о собственно математических задачах.

Особенности выполнения аналитических преобразований.

Численные расчеты в **MathCad**'е выполняются сразу после внесения изменений в рабочий документ, причем результаты меняются во всех зависимых формулах, находящихся правее и ниже измененной. Для выполнения символьных операций Вы должны указать, что именно и с каким выражением требуется сделать, то есть надо выделить выражение, нажав **[Space]** необходимое число раз. В некоторых случаях необходимо выделить переменную, относительно которой будет выполняться символьная операция. Операция будет выполняться с тем выражением, в котором находится выделенная переменная. Сама операция выбирается мышкой из списка меню **Symbolics**, для отдельных операций предусмотрены сочетания клавиш. Изменение части выражения не вызовет автоматического изменения результата символьных преобразований. Это станет возможным только при использовании системы **SmartMath**, встроенной в **MathCad**, но описание работы с модулем **SmartMath** выходит за рамки данного руководства.

Отметим также, что этот модуль позволяет проводить аналитические преобразования с функциями, определенными пользователем.

2.1. Решение уравнений и неравенств.

Как решить уравнение вида $f(x) = 0$?

Если уравнение, которое Вам необходимо решить, приведено к виду $f(x) = 0$, то для его решения достаточно ввести левую часть уравнения, выделить переменную, относительно которой решается уравнение, и выбрать в строке меню команду **Symbolics – Variable – Solve**. Если переменная не выделена, то есть не подчеркнута угловой синей меткой, то команда **Solve** недоступна.

Как решить уравнение или неравенство с ненулевой правой частью?

Чтобы решить уравнение или неравенство такого вида необходимо сделать следующее:

1. **Нажать клавиши [Ctrl]+[=] ($\{=\}$ *)** для решения уравнения или [$\{<\}$], [$\{>\}$], [$\{<=\}$], [$\{>=\}$] – для решения неравенства. На экране в поле рабочего документа выделится область для введения правой и левой части уравнения (см. рисунок справа)



2. **Ввести выражения**, являющиеся левой и правой частью уравнения. Для перемещения курсора по активной области используйте мышку или клавиши управления (стрелки) на клавиатуре.

2. **Выделить переменную**, относительно которой нужно решить уравнение, щелкнув на ней мышью (переменная будет отмечена угловой выделяющей рамкой синего цвета).

3. **Выбрать** в строке меню команду **Symbolics – Variable – Solve**.

Mathcad решит уравнение (неравенство) относительно выделенной переменной и вставит результат в рабочий документ. Если корней несколько, **Mathcad** отобразит их в виде вектора.





* Здесь и далее фигурными скобками $\{ \}$ выделены знаки, выбираемые щелчком мышки на математической палитре или на дополнительных инструментальных панелях.

2.2. Вычисление пределов.

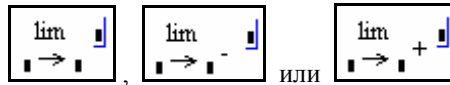
Символьный процессор пакета **Mathcad** может находить как односторонние, так и двусторонние пределы функции

$$\lim_{x \rightarrow a-0} f(x), \quad \lim_{x \rightarrow a+0} f(x), \quad \lim_{x \rightarrow a} f(x) .$$

Чтобы использовать операторы, вычисляющие пределы, необходимо:

1. **Щелкнуть на кнопке** с изображением интеграла и производной , находящейся на математической палитре. В открывшейся дополнительной инструментальной панели **выбрать оператор** вычисления предела, нажав на одну из кнопок: ,  или . Те же операторы можно вызвать, используя клавиатурные сокращения – "горячие клавиши" (Hot key): **[Ctrl]+[L]**, **[Ctrl]+[B]** или **[Ctrl]+[A]**.

Mathcad отобразит соответствующую активную область:



2. **Ввести выражение функции** в поле ввода справа от знака предела.
3. **Ввести переменную**, по которой вычисляется предел, в левое поле ниже символа предела.
4. **Ввести предельное значение переменной** в правое поле ввода ниже **lim**.
5. **Заключить все выражение в выделяющую рамку**, нажав клавишу **[Пробел]**.
6. **Нажать [Shift]+[F9]**.


Mathcad возвратит значение предела (конечное или бесконечное), если предел существует.

2.3. Дифференцирование и интегрирование.

Для выполнения однократного дифференцирования или вычисления неопределенного интеграла выражения достаточно ввести это выражение, выделить переменную, по которой необходимо выполнить операцию, и выбрать команду **Symbolics – Variable – Differentiate** для дифференцирования или **Symbolics – Variable – Integrate** для интегрирования.

Вычисление производных высших порядков, определенных интегралов и кратных интегралов выполняется по-другому.

Как вычислить производную n-ого порядка?


1. **Задайте оператор производной.** На дополнительной панели инструментов нажмите кнопку n-ой производной  или сочетание **[Ctrl]+[Shift]+[I]** на клавиатуре.

2. **Введите** в соответствующие поля **функцию**, которую требуется дифференцировать, **переменную**, по которой дифференцировать, и **порядок производной**.

3. **Заключите все выражение** в выделяющую рамку.

4. **Нажмите [Shift]+[F9].**

Как вычислять определенные интегралы?

1. **Задайте оператор интегрирования.** На дополнительной панели инструментов нажмите кнопку определенного интеграла  или сочетание **[Shift]+[7]** на клавиатуре.

2. **Введите** в соответствующие поля **функцию**, которую требуется интегрировать, **переменную**, по которой интегрировать, и **пределы интегрирования**.

3. **Заключите все выражение** в выделяющую рамку.

4. **Нажмите [Shift]+[F9].**

Как вычислять кратные интегралы?

Для вычисления кратных интегралов сначала следует ввести соответствующее число операторов интегрирования, используя кнопки дополнительной инструментальной панели, затем записать в поля ввода выражение подынтегральной функции, переменные интегрирования и пределы интегрирования, если вычисляются определенные интегралы, выделить все выражение и дать команду на проведение вычислений: **[Shift]+[F9]** или **Symbolics – Evaluate – Symbolically**. При вводе переменных и пределов интегрирования следует соблюдать правильный их порядок: внутреннему интегралу соответствует внутренняя переменная интегрирования.

2.4. Интегральные преобразования.

Mathcad позволяет в аналитическом виде проводить прямые и обратные (**Inverse**) преобразования Фурье (**Fourier**), Лапласа (**Laplace**) и Z-преобразование (**Z**).

Для применения этих операций следует записать исходное выражение и отметить в нем переменную, относительно которой будет производиться преобразование. Затем выбрать в меню команды **Symbolics – Transform**, и в появившемся списке щелкнуть на имени требуемого преобразования.

Следует отметить, что интегральные преобразования довольно сложны, и их применение требует определенной математической культуры. Ниже приведен пример применения прямого и обратного преобразования Фурье к весьма простой функции

Исходная функция	$\cos(a \cdot x)$
Прямое преобразование по x	Symbolics – Transform – Fourier
Результат	$\pi \cdot (\text{Dirac}(\omega - a) + \text{Dirac}(\omega + a))$
Обратное преобразование	Symbolics – Transform – Inverse Fourier
Результат	$\frac{1}{2} \cdot \exp(-i \cdot a \cdot t) + \frac{1}{2} \cdot \exp(i \cdot a \cdot t)$
Упрощение	Simplify
Результат	$\cos(a \cdot t)$

Этот пример наглядно показывает, что не всегда результаты преобразования будут в точности совпадать с приводимыми в справочниках, и что результат последовательного применения вначале прямого, а затем обратного преобразования не обязательно приведет к первоначальной функции. Вместе с тем интегральные преобразования могут быть эффективно использованы в **Mathcad**'е для решения дифференциальных уравнений.

Задание

Вычислить предел функции с использованием математического пакета MathCad 7.0 Professional.

№ вар.		№ вар.	
1	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 4x - 5}{x^2 - 2x - 3}$	6	$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - \sqrt{x}}{1 - \sqrt{x}}$
2	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3 + x^4 - 5x^5 - 5}{x^3 + x^5 + x^6 - 3}$	7	$\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{x+1}{3x-1} \right)^{\frac{1}{x-1}}$
3	$\lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \operatorname{ctg} 9x$	8	$\lim_{x \rightarrow \infty} (2x-1)[\ln(x-1) - \ln(x+1)]$
4	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 4x - 5}{x^2 - 2x - 3}$	9	$\lim_{x \rightarrow 2\pi} (\cos x)^{\frac{\operatorname{ctg} 2x}{\sin 3x}}$
5	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin(x+1)}{\sqrt{x+2} - 1}$	10	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2+x-x^2}{x^2-4}$

2. Исследовать на непрерывность функцию, найти точки разрыва, классифицировать их и построить эскиз графика.

№ вар.		№ вар.	
1	$f(x) = \begin{cases} -x+2, & x \leq -1 \\ 3, & -1 < x \leq 4 \\ \sqrt{x}, & x > 4 \end{cases}$	4	$f(x) = \begin{cases} \sin x, & x \leq -1 \\ (x+2)^2, & 0 \leq x < 1 \\ \lg x, & x \geq 1 \end{cases}$
2	$f(x) = \begin{cases} -1, & x \leq 0 \\ \ln x, & 0 < x \leq e \\ 1-x, & x > e \end{cases}$	5	$f(x) = \begin{cases} \cos x, & x \leq -\pi \\ -1-x, & -\pi < x \leq 2 \\ \sqrt{x}, & x > 2 \end{cases}$
3	$f(x) = \begin{cases} -1, & x \leq -1 \\ x+1, & -1 < x \leq 1 \\ (x-1)^2, & x > 1 \end{cases}$	6	$f(x) = \begin{cases} -x+2, & x \leq -1 \\ 3, & -1 < x \leq 4 \\ \sqrt{x}, & x > 4 \end{cases}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Справочник по MathCad PLUS 7.0 PRO. – М.: СК ПРЕСС, 1998. – 352 с.
2. MathCad 6.0 PLUS. Финансовые, инженерные и научные расчеты в среде WINDOWS 95. – М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 1997. – 712 с.