

Министерство образования и науки Украины

Севастопольский национальный технический  
университет



## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В СИСТЕМЕ MATHCAD**

Методические указания  
к выполнению  
лабораторных работ по дисциплине  
**" ИНФОРМАТИКА И  
ПРОГРАММИРОВАНИЕ "**  
для студентов всех форм обучения  
направления 6.051201-"Судостроение и  
океанотехника"

Севастополь  
2007

Решение задач вычислительной математики в системе MATHCAD. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Информатика и программирование" для студентов всех форм обучения направления 6.051201-"Судостроение и океанотехника"/ Е.М.Шалимова.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007.- 40 с.

Методические указания имеют целью оказание помощи студентам в освоении системы Mathcad 2000. Методические указания содержат основные сведения по организации вычислений, задания на лабораторные работы и описание вариантов индивидуальных заданий.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры кибернетики и вычислительной техники, протокол № 3 от 28 ноября 2007г.

Рецензенты:

Первухина Е.Л., доктор техн. наук, профессор кафедры ТММ,  
Брюховецкий А.А., к.т.н., доцент кафедры КиВТ.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой кибернетики и вычислительной техники проф. Скатков А.В.

## Содержание

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Основные приемы работы с системой Mathcad 2000.                                                      |    |
| Интерфейс пользователя.....                                                                             | 4  |
| 2. Лабораторная работа № 1. Вычисление значений выражений,<br>решение уравнений и систем уравнений..... | 12 |
| 3. Лабораторная работа № 2. Построение графиков и таблиц<br>значений функций.....                       | 27 |
| 4. Лабораторная работа № 3. Интегрирование и<br>дифференцирование. Организация символьных вычислений... | 36 |
| Библиографический список .....                                                                          | 40 |

# **1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ MATHCAD 2000. ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

Под интерфейсом пользователя понимается совокупность средств графической оболочки Mathcad, обеспечивающих управление системой с помощью клавиатуры или с помощью мыши.

## **1.1.Окно редактирования**

После запуска системы Mathcad на экране появляется окно для создания документа (окно редактирования). Вверху окна (рисунок 1) расположены несколько строк с типовыми элементами интерфейса. Верхняя строка – заголовок документа. Она отображает название загруженного или создаваемого документа. В левой части строки помещена стандартная кнопка управления окном, а в правой части — три кнопки для свертывания окна, развертывания его во весь экран и закрытия.

Полосы прокрутки на нижней и правой кромке окна редактирования документа предназначены для перемещения изображения на экране по горизонтали и вертикали соответственно. Для этого достаточно установить курсор-стрелку мыши на строке прокрутки (квадратик со стрелкой, указывающей направление перемещения) и нажать левую клавишу мыши. Для более быстрого перемещения изображения следует использовать ползунок полосы прокрутки.

Внизу экрана кроме полосы горизонтальной прокрутки расположена строка состояния. В ней выводится служебная информация, краткие комментарии, номер страницы документа и т.д. Эта информация используется для оперативной оценки состояния системы во время работы.

## **1.2. Главное меню**

Вторая строка окна системы — главное меню. Большинство возможностей главного меню дублируются

кнопками быстрого управления, расположенными на стандартной панели инструментов (п.1.3). Каждая позиция главного меню может быть активизирована. Для этого достаточно указать на нее курсором и нажать левую клавишу мыши. Для активизации главного меню без применения мыши достаточно нажать клавиши **F10** или **Alt**. Для выбора какого-либо пункта главного меню следует выделить его, используя клавиши перемещения курсора вправо и влево, и нажать клавишу **Enter**.

Позиция **File** (Файл) главного меню служит для работы с файлами документов. Помимо обычных операций работы с файлами (запись на диск и загрузка с диска) предусмотрены возможности распечатки документов принтерами различного типа.

В позиции **Edit** (Правка) находятся команды редактирования документов; в позиции **View** (Обзор) — команды изменения средств обзора и отображения информации; в позиции **Insert** (Вставка) - команды для вставок шаблонов объектов; в позиции **Format** (Формат) — команды изменения формата объектов; в позиции **Math** (Математика) — команды управления процессом вычислений; в позиции **Graphics** (Графика) — команды работы с графическим редактором; в позиции **Symbolic** (Символика) — команды выбора операций символьного процессора; позиция **Window** (Окно) содержит команды управления окнами системы; позиция **Books** (Книги)— команды работы с электронными книгами; позиция **Help** (?) обеспечивает доступ к справочной базе данных системы.

Если сделать позицию **File** (Файл) главного меню активной, появится выпадающее подменю (рисунок 1).

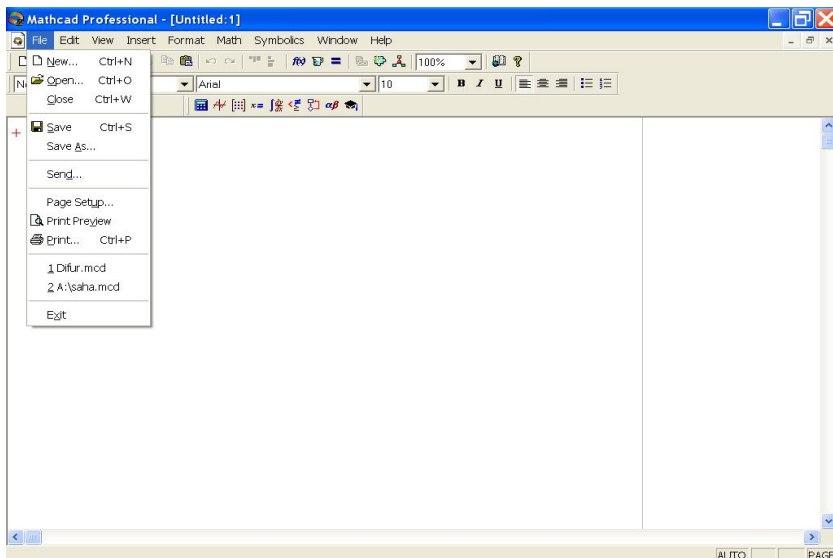


Рисунок 1- Окно редактирования системы Mathcad 2000 с активной позицией File главного меню

Позиция **File** содержит ряд операций, разбитых на группы. В первую группу входят следующие операции работы с документами:

**New [Ctrl+ N]** (Создать) — открыть окно для нового документа;

**Open... [Ctrl+ O]** (Открыть) — открыть существующий документ;

**Close [Ctrl+ W]** (Закреть) — закрыть документ.

Вторая группа команд служит для сохранения документов:  
**Save [Ctrl+ S]** (Сохранить) — сохранить на диске текущий документ;

**Save as...** (Сохранить как) — сохранить на диске текущий документ под новым именем.

Третья группа команд предназначена для работы с телекоммуникационными средствами:

**Collaboratory...** (Сотрудничество) — установить связь с фирмой— разработчиком системы для обеспечения совместной работы над документами;

**Internet Setup...** (Установка Internet) — установить модемную связь с Internet;

**Send...** (Отправка) — отправить документ по электронной почте или по Internet.

Четвертая группа команд служит для подготовки к печати и печати документов:

**Page Setup...** (Параметры страницы) — установить левый и правый отступы на странице;

**Print Preview...** (Предварительный просмотр)— предварительно просмотреть документ перед печатью;

**Print... [Ctrl+ P]** (Печать) — распечатать документ.

Пятая группа представлена командой **Exit [Alt+F4]** (Выход)- выйти из среды Mathcad.

Перед этой командой имеется перечень последних файлов, с которыми работала система, что позволяет загрузить любой из них без предварительного поиска.

Позиция **Edit** главного меню выводит подменю, содержащее следующие операции:

**Undo [Alt+ BkSp]** (Отменить изменения) - отменить последнюю операцию редактирования;

**Redo** (Повторить) - повторить последнюю операцию редактирования;

**Cut [Ctrl+ X]** (Вырезать) - переместить выделенный объект в буфер обмена;

**Copy [Ctrl+ C]** (Копировать)- скопировать выделенный объект в буфер обмена;

**Paste [Ctrl+ V]** (Вставить) - вставить содержимое из буфера обмена в документ;

**Paste Special...** (Специальная вставка) - вставить содержимое из буфера обмена в различном формате;

**Delete [Ctrl+ D]** (Удалить) - удаление выделенного объекта;

**Select All** (Выделить все) - выделение всех объектов документа;

**Find... [Ctrl+ F5]** (Найти) - найти заданную строку;

**Replace... [Shift+ F5]** (Заменить)- найти и заменить заданную строку;

**Go to Page...** (Перейти к странице) - расположить начало указанной страницы в начале рабочего документа Mathcad;

**Check Spelling..** (Контроль орфографии) -. проверка орфографии (для англоязычных документов);

**Links...** (Связи) - задание связи с документом;

**Object** (Объект) - редактирование вставленного в документ объекта.

### 1.3. Стандартная панель инструментов

Третью строку окна системы занимает стандартная панель инструментов (**Standard Toolbar**). Она содержит несколько групп кнопок- пиктограмм, каждая из которых дублирует одну из операций главного меню (рисунок 2). При установке курсора мыши на любую из этих пиктограмм появляется текст, поясняющий функции кнопки.



Рисунок 2- Стандартная панель инструментов

Возможные операции с файлами представлены в панели инструментов первой группой из трех кнопок:

**New Worksheet** (Создать) - создание нового документа с очисткой окна редактирования;

**Open Worksheet** (Открыть) - загрузка ранее созданного документа ;

**Save Worksheet** (Сохранить) - запись текущего документа на диск.

Следующи три кнопки:

**Print Worksheet** (Печать) - распечатка документа на принтере;

**Print Preview** (Просмотр) - предварительный просмотр документа;

**Check Speling** (Проверка) - проверка орфографии документа. Отметим, что проверка орфографии действует только для англоязычных документов.

В процессе редактирования участвует специальная область памяти, называемая буфером обмена. Буфер обмена предназначен для временного хранения данных и их переноса из одной части документа в другую либо для организации обмена данными между различными приложениями. Следующие четыре кнопки служат для выполнения операций редактирования документов:

**Cut** (Вырезать) - перенос выделенной части документа в буфер обмена (Clipboard) с очисткой этой части документа;

**Copy** (Копировать) - копирование выделенной части документа в буфер обмена с сохранением выделенной части документа;

**Paste** (Вставить) - перенос содержимого буфера обмена в окно редактирования на место, указанное курсором;

**Undo** (Отменить) - отмена предшествующей операции редактирования.

Документы состоят из блоков. Блоки просматриваются системой, интерпретируются и исполняются. Две операции размещения блоков представлены кнопками следующей группы:

**Align Across** (Выровнять по горизонтали) - блоки выравниваются по горизонтали;

**Align Down** (Выровнять вниз) - блоки выравниваются по вертикали, располагаясь сверху вниз.

Формульные блоки часто являются вычисляемыми выражениями или выражениями, входящими в состав заданных пользователем новых функций. Для работы с выражениями служат следующие кнопки:

**Insert Function** (Вставить функцию) - вставка функции из списка, появляющегося в диалоговом окне;

**Insert Unit** (Вставить единицы) - вставка единиц измерения;

**Calculate** (Пересчитать) - вычисление выделенного выражения.

Следующие кнопки дают доступ к новым возможностям системы:

**Insert Giperlink** (Включение гиперссылки)- обеспечивает создание гиперссылки;

**Component Wizard** (Мастер компонентов)- открывает окно Мастера, дающего удобный доступ ко всем компонентам системы;

**Run MathConnex** (Запуск системы MathConnex) -запуск системы для стимулирования блочно- заданных устройств.

Заключительная группа из двух пиктограмм обеспечивает обращение к центру ресурсов системы и к встроенной справочной базе данных системы:

**Resource Center** (Центр ресурсов) — дает доступ к центру ресурсов;

**Help** (Справка) — дает доступ к ресурсам справочной базы данных системы.

## 1.4. Панель форматирования

Четвертая строка верхней части экрана - панель форматирования, где представлены типовые средства управления шрифтами (рисунок 3).



Рисунок 3- Панель форматирования

Здесь расположены переключатели типа символов, набора гарнитур и размеров шрифтов, три пиктограммы типа шрифтов (полужирный, наклонный или курсивный, и подчеркнутый), а также три пиктограммы выравнивания текста (по левому краю, по центру и по правому краю); далее расположены две кнопки для создания списков: маркированных и нумерованных.

## 1.5. Панель задания палитр математических символов и операторов

Пятая строка окна системы Mathcad –панель задания палитр математических символов и операторов (MathPallette). Эта панель содержит 9 кнопок (рисунок 4).

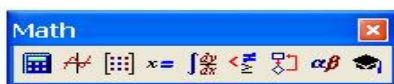


Рисунок 4- Панель задания палитр математических символов и операторов

Каждая из этих кнопок активизирует соответствующую панель (палитру). Так первая кнопка включает/выключает палитру вычислений (**Calculator**); вторая - палитру графики (**Grath**); третья - палитру векторов и матриц (**Matrix**); четвертая – палитру операций присваивания и вывода (**Evaluate**); пятая – палитру математических операторов(**Calculus**); шестая – палитру булевых операций(**Boolean**); седьмая – палитру программирования(**Programming**); восьмая – палитру греческих символов(**Greek**); девятая – палитру символьных операций(**Symbolic**).

## 2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ВЫРАЖЕНИЙ, РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ И СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ.

**Цель работы:** изучение основных приемов создания и редактирования документов в среде Mathcad, вычисление значений выражений и решение уравнений.

### 2.1. Теоретические сведения

#### 2.1.1. Работа с текстовым редактором

Документы, создаваемые в Mathcad, состоят из блоков трех типов: текстовых, формульных, графических. Текстовые области вставляются в документы Mathcad с целью создания комментариев. Для создания текстового блока служит операция вставки **расширяемой текстовой области Text Region...** (“”) из позиции **Insert** главного меню. Перед ее применением нужно установить курсор в то место окна редактирования, откуда должен начинаться текст. В появившемся прямоугольнике (шаблон текстовой области с текстовым маркером внутри) можно вводить текст с помощью обычных приемов ввода и редактирования. Для завершения ввода текста следует отвести курсор мыши за пределы блока и щелкнуть левой кнопкой.

#### 2.1.2. Ввод данных и выражений

Среда **Mathcad** позволяет вводить данные и выполнять над ними математические операции, вычислять статистические характеристики, строить графики. Формулы вводятся и отображаются в принятой в математике форме. В качестве объектов, с которыми можно работать в среде **Mathcad**, следует отметить: переменные, константы, текст, вектора, массивы, формулы, графики и т.д. Пример окна системы **MathCad** с загруженным документом, содержащем объекты разных типов, представлен на рисунке 5.

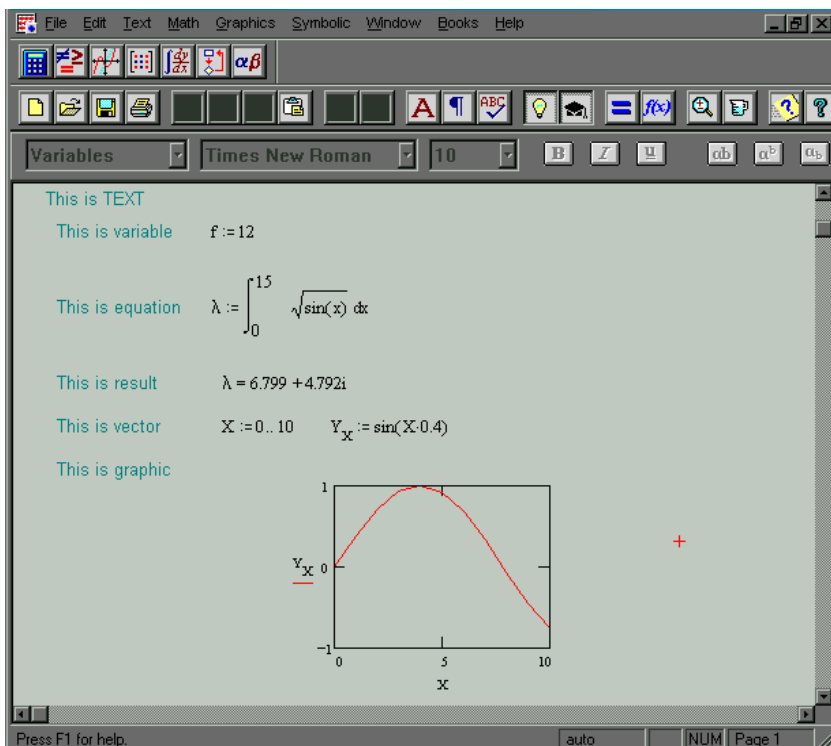


Рисунок 5- Среда MathCad с загруженным документом

### 2.1.3 Формы курсора

При перемещении по документу курсор может принимать различные формы:

**+** - крестообразный красный курсор (визир) служит для указания места для новых блоков (текстовых, формульных или графических). Курсор имеет такой вид только вне пространства блоков, т. е. на «пустом» месте экрана, и может перемещаться клавишами управления курсором или устанавливаться мышью (для этого курсор мыши помещается в нужную позицию экрана и выполняется щелчок ее левой кнопкой).

| - курсор в виде красной вертикальной черты (маркер ввода) служит для указания на отдельные элементы блоков, он обычно используется для ввода данных и заполнения шаблонов. В текстовых блоках используется для указания места вставки или удаления отдельных символов.

└ или ┘ — курсор в виде синих уголков разного размера выделяет выражение или отдельные его части. Вид курсора зависит от направления ввода. Нажатие клавиши **Ins** или клавиш перемещения курсора меняет направление ввода.

### 2.1.4. Определение переменных

Переменные могут быть обозначены символами латинского или греческого алфавита с учетом регистра. Для ввода символов греческого алфавита используется палитра **Greek** или вводится символ латинского алфавита в соответствии с таблицей на рисунке 6, а затем выполняется его преобразование с помощью комбинации клавиш [**Ctrl+G**].

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| α | a | η | h | ο | o | ω | v |
| β | b | ι | i | π | p | ω | w |
| χ | c | φ | j | θ | q | ξ | x |
| δ | d | κ | k | ρ | r | ψ | y |
| ε | e | λ | l | σ | s | ζ | z |
| φ | f | μ | m | τ | t |   |   |
| γ | g | ν | n | υ | u |   |   |

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Α | A | Η | H | Ο | O | Ξ | V |
| Β | B | Ι | I | Π | P | Ω | W |
| Χ | C | Θ | J | Θ | Q | Ξ | X |
| Δ | D | Κ | K | Ρ | R | Ψ | Y |
| Ε | E | Λ | L | Σ | S | Ζ | Z |
| Φ | F | Μ | M | Τ | T |   |   |
| Γ | G | Ν | N | Υ | U |   |   |

Рисунок 6- Правила ввода греческих символов

## 2.1.5. Редактирование выражений

Выражения в **MathCad** записываются согласно правилам математики. Слева должно стоять имя переменной, а справа – математически правильная запись, состоящая из переменных, констант, функций, связанных знаками операций. Левая и правая части выражения разделяются символом присваивания **:=**.

Для ввода операций используются следующие клавиши:

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| <b>сложение</b>                   | <b>+</b>       |
| <b>вычитание</b>                  | <b>-</b>       |
| <b>умножение</b>                  | <b>*</b>       |
| <b>деление</b>                    | <b>/</b>       |
| <b>возведение в степень</b>       | <b>^</b>       |
| <b>факториал</b>                  | <b>!</b>       |
| <b>корень n-й степени</b>         | <b>Ctrl+ \</b> |
| <b>квадратный корень</b>          | <b>\</b>       |
| <b>присваивание</b>               | <b>:</b>       |
| <b>определить диапазон</b>        | <b>;</b>       |
| <b>нижний индекс</b>              | <b>[</b>       |
| <b>модуль</b>                     | <b> </b>       |
| <b>неопределенный интеграл</b>    | <b>Ctrl+I</b>  |
| <b>определенный интеграл</b>      | <b>&amp;</b>   |
| <b>оператор дифференцирования</b> | <b>?</b>       |

Для того, чтобы вычислить выражение, зависящее от каких-либо переменных, значения этих переменных должны быть определены. Для этого нужно выполнить операцию присваивания, т.е. ввести имя переменной; ввести двоеточие «:», что приведёт к вводу знака присваивания «:=» и следующего за ним поля ввода; затем в поле ввода ввести число или выражение. Mathcad вычислит соответствующее значение и присвоит его указанной переменной.

Для вывода результатов вычислений следует ввести имя соответствующей переменной или выражение и нажать клавишу «=».

### 2.1.6. Встроенные функции

Система **Mathcad** располагает большим количеством встроенных функций. Функции вызываются по имени, значение аргумента (или аргументов) указывается в круглых скобках. Аргументы и значения функций могут быть действительными или комплексными числами  $z$ . Ниже приведен список наиболее часто используемых функций.

#### **Тригонометрические функции:**

**sin** ( $z$ ) - синус;

**cos** ( $z$ ) - косинус ;

**tan** ( $z$ ) - тангенс;

**sec** ( $z$ ) - секанс;

**csc** ( $z$ ) - косеканс;

**cot** ( $z$ ) - котангенс.

#### **Гиперболические функции:**

**sinh** ( $z$ ) - гиперболический синус;

**cosh** ( $z$ ) - гиперболический косинус;

**tanh** ( $z$ )- гиперболический тангенс;

**sech** ( $z$ ) - гиперболический секанс ;

**csch** ( $z$ ) - гиперболический косеканс;

**coth** ( $z$ ) - гиперболический котангенс.

#### **Функции комплексного аргумента:**

**Re** ( $z$ ) -выделение действительной части  $z$ ;

**Im** ( $z$ )- выделение мнимой части  $z$ .

#### **Обратные тригонометрические функции:**

**asin** ( $z$ ) -арксинус;

**acos** ( $z$ ) - арккосинус;

**atan** ( $z$ ) -арктангенс.

#### **Обратные гиперболические функции :**

**asinh** ( $z$ ) - арксинус гиперболический;

**acosh** ( $z$ ) - арккосинус гиперболический;

**atanh** ( $z$ ) -арктангенс гиперболический.

## Показательные и логарифмические функции:

**exp (z)** - экспоненциальная функция ;

**1п (z)** - натуральный логарифм;

**log (z)**-десятичный логарифм.

Для вставки функции в выражение следует воспользоваться соответствующей кнопкой на стандартной панели инструментов или выбрать команду **Function (Ctrl+E)** из позиции **Insert** главного меню.

### 2.1.7. Ввод и редактирование векторов и матриц

Для определения матрицы или вектора нужно выбрать команду **Matrix (Ctrl+M)** из позиции **Insert** главного меню. В результате появится окно диалога (рисунок 7). Далее следует определить количество строк и столбцов матрицы и нажать кнопку «Create». Отметим, что вектор – это матрица, состоящая из **n** строк и **1** столбца.

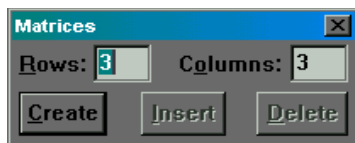


Рисунок 7- Окно диалога для определения размера матрицы

Для указания ссылки на элемент массива (вектора) в выражениях используется следующая последовательность символов: **Имя[Индекс1,Индекс2** (л\для матрицы) или **Имя[Индекс1** (для вектора).

Для больших массивов, для которых определена зависимость, связывающая значение элемента массива и его индексов проще использовать переменные диапазона (ранжированные переменные). Для ввода диапазона используется клавиша «;». Ниже показано определение массивов с использованием переменных диапазона:

$$i := 0..9 \quad j := 0..9$$

$$x_{i,j} := i^2 + \frac{j}{2}$$

### 2.1.8. Решение уравнений с одним неизвестным

Для решения уравнения его надо привести к виду  $f(x)=0$  и воспользоваться функцией **root**. Причем, функция **root** может применяться в двух вариантах: **root(f(x),x)** или **root(f(x),x,a,b)**. В первом случае функция **root** имеет два параметра:  $f(x)$ —левая часть уравнения и  $x$ —переменная, относительно которой решается уравнение. Отметим, что перед обращением к функции эта переменная должна получить начальное приближение (любое число).

Кроме уже двух указанных, во втором случае в функцию передаются еще два параметра:  $a$ —левая и  $b$ —правая границы интервала локализации корня. Особенностью применения этого варианта функции **root** является то, что  $f(a)$  и  $f(b)$  должны иметь разные знаки.

Рассмотрим пример.

Пусть задано уравнение:  $\cos(x) = x + 2$ .

Для его решения следует набрать

$x := 1$

$\text{root}(\cos(x) - x - 2, x) =$

### 2.1.9. Решение системы линейных уравнений

Для решения системы линейных уравнений

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases}$$

используется функция **lsolve(A,b)**, которая возвращает вектор решений  $X$ .

Аргументами функции являются:

$A$  - квадратная невырожденная матрица коэффициентов при неизвестных;

$b$  - вектор правых частей уравнений.

Поясним использование функция *lsolve* на примере.

Пусть задана система двух уравнений с двумя неизвестными:

$$2x_1 + x_2 = 1$$

$$-5x_1 + 3x_2 = 3.$$

Программа в среде Mathcad содержит определение матрицы коэффициентов  $A$ , вектора свободных членов  $b$ , обращение к функции *lsolve* с указанными параметрами и оператор вывода « $\Rightarrow$ »:

$$A := \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -5 & 3 \end{pmatrix}$$

$$b := \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$lsolve(A, b) =$$

### 2.1.10. Решение системы нелинейных уравнений

Функция *find(var1, var2, ...)* позволяет решать системы нелинейных уравнений. Аргументы функции – неизвестные системы. Вызову функции должно предшествовать задание начального приближения решения. Определение системы и вызов функции *find* должны находиться в блоке, начинающемся со служебного слова **Given**. При задании системы уравнений знак « $\Rightarrow$ », разделяющий левую и правую части уравнений, вводится сочетанием клавиш [Ctrl+=]

Приведённый ниже пример иллюстрирует решение системы двух нелинейных уравнений с двумя неизвестными.

$$x:=1 \quad y:=1$$

**Given**

$$x+y=2$$

$$x^2 + y^2 = 6$$

$$find(x, y) =$$

## 2.2. Порядок выполнения работы

1. Для заданных  $x, y, z$  вычислить значение переменной  $f$ .

$$1) f = \frac{1 + \cos^2(x + y)}{\left| x^3 - \frac{2y}{(x + y)^2} \right|}$$

$$2) f = \frac{\ln |x|}{\sqrt[3]{|x| + |y|}}$$

$$3) f = \sqrt{|y| \cdot e^{-\frac{(y+x)}{2}}}$$

$$4) f = \frac{x}{\sin \arctg z} + \frac{z + x}{\cos^2 y}$$

$$5) f = \sqrt[3]{e^{x - \left( \frac{1}{\sin z} \right)}}$$

$$6) f = x \left( \arctg z + e^{-(x+3)} \right)$$

$$7) f = |x - y| \cdot (\sin^2 z + \tg z)$$

$$8) f = \sqrt[4]{y} + \sqrt[3]{x} - 1$$

$$9) f = x (\sin \arctg z + \cos^2 y)$$

$$10) f = e^{|x-y|} (\tg^2 z^2 + 1)$$

$$11) f = \cos^2 \left( \arctg \frac{1}{z} \right)$$

$$12) f = 5 \arctg x - \frac{1}{4} \tgy^2$$

$$13) f = (y - x) \frac{y - \frac{z}{(y-x)}}{1 + (y-x)^2}$$

$$14) f = y^x + \sqrt[3]{|x| + |y|}$$

$$15) f = \lg(\sqrt{x} + \sqrt{y} + 2)$$

$$16) f = y + \frac{x^3}{y + \frac{x^2}{y + \frac{x^3}{y}}}$$

$$17) f = \lg(\sqrt{e^{x-y}} + x^{|y|} + z)$$

$$18) f = 1 + \frac{z^2}{3 + \frac{z^2}{5}} + \sin \frac{z^2}{4}$$

$$19) f = \ln \left( y^{\sqrt{|x|}} \right) \left( x - \frac{y}{2} \right)$$

$$20) f = \frac{|\cos x + \cos y|}{(1 + 2 \sin^2 y^2)}$$

$$21) f = \frac{e^x + \cos^2(x + y)}{\left| x - \frac{2y}{(x + y)^4} \right|}$$

$$22) f = \frac{\ln |x^3|}{\sqrt[4]{|x| + |y|}}$$

$$23) f = \sqrt[4]{\sqrt{|y|} \cdot e^{-\frac{(y+x)}{2}}}$$

$$24) f = \frac{x}{\sin^2 \arctg z} + \frac{|z + x|}{\cos^2 y}$$

$$25) f = \sqrt[3]{e^{x-2}} \cos x^4$$

2. Задано уравнение  **$f(x)=0$**  (таблица 1). Найти корень уравнения, используя функции ***root*** и ***find*** .
3. Выполнить проверку. Сравнить полученные значения с приведенным в таблице.

4. Задана система уравнений (таблица 2). Найти ее решение.
5. Оформить отчет.

### 2.3. Содержание отчета

Цель работы, постановка задачи, основные особенности записи и редактирования выражений в среде MathCad 2000, описание используемых функций, текст программы, полученные результаты и выводы.

### 2.4. Контрольные вопросы

- 1) Какие формы может принимать курсор в системе Mathcad?
- 2) Из блоков какого типа строятся программы в системе Mathcad?
- 3) Какими средствами решения уравнений располагает система Mathcad?
- 4) Каковы особенности использования функции *root*?
- 5) Какими средствами решения систем уравнений располагает система Mathcad?

Таблица 1 – Варианты задания уравнений  $y = f(x)$

| № вар. | Уравнение                              | Отрезок, содержащ. корень | Прибл. знач. корня |
|--------|----------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | $3 \sin \sqrt{x} + 0,35x - 3,8 = 0$    | [2;3]                     | 2,2985             |
| 2      | $0,25x^3 + x - 1,2502 = 0$             | [0;2]                     | 1,0001             |
| 3      | $x + \sqrt{x} + \sqrt[3]{x} - 2,5 = 0$ | [0,4;1]                   | 0,7376             |
| 4      | $x - \frac{1}{3 + \sin 3,6x} = 0$      | [0;0,85]                  | 0,2624             |
| 5      | $0,1x^2 - x \ln x = 0$                 | [1;2]                     | 1,1183             |

## Продолжение таблицы 1

|    |                                                                                                                 |         |         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| 6  | $\operatorname{tg} x - \frac{1}{3} \operatorname{tg}^3 x + \frac{1}{5} \operatorname{tg}^5 x - \frac{1}{3} = 0$ | [0;0,8] | 0,3333  |
| 7  | $\arccos x - \sqrt{1 - 0,3x^3} = 0$                                                                             | [0;1]   | 0,5629  |
| 8  | $3x - 4 \ln x - 5 = 0$                                                                                          | [2;4]   | 3,2300  |
| 9  | $\cos \frac{2}{x} 2 \sin \frac{1}{x} - \frac{1}{x} = 0$                                                         | [1;2]   | 1,9586  |
| 10 | $\sqrt{1 - 0,4x^2} - \arcsin x = 0$                                                                             | [0;1]   | 0,7672  |
| 11 | $e^x - e^{-x} - 2 = 0$                                                                                          | [0;1]   | 0,8814  |
| 12 | $\sin(\ln x) - \cos(\ln x) + 2 \ln x = 0$                                                                       | [1;3]   | 1,3749  |
| 13 | $x - 2 + \sin \frac{1}{x} = 0$                                                                                  | [1,2;3] | 1,3077  |
| 14 | $e^x + \ln x - 10x = 0$                                                                                         | [3;4]   | 3,5265  |
| 15 | $\cos x - e^{-\frac{x^2}{2}} + x - 1 = 0$                                                                       | [1;2]   | 1,0804  |
| 16 | $1 - x + \sin x - \ln(1 + x) = 0$                                                                               | [0;1,5] | 1,1474  |
| 17 | $3x - 14 + e^x - e^{-x} = 0$                                                                                    | [1;3]   | 2,0692  |
| 18 | $\sqrt{1 - x} - \operatorname{tg} x = 0$                                                                        | [0;1]   | 0,5768  |
| 19 | $x + \cos(x^{0,52} + 2) = 0$                                                                                    | [0,5;1] | 0,9892  |
| 20 | $3 \ln^2 x + 6 \ln x - 5 = 0$                                                                                   | [1;3]   | 1,8832  |
| 21 | $\sin x^2 + \cos x^2 - 10x = 0$                                                                                 | [0;1]   | 0,1010  |
| 22 | $x^2 - \ln(1 + x) - 3 = 0$                                                                                      | [2;3]   | 2,0267  |
| 23 | $2x \sin x - \cos x = 0$                                                                                        | [0,4;1] | 0,6533  |
| 24 | $e^x + \sqrt{1 + e^{2x}} - 2 = 0$                                                                               | [-1;0]  | -0,2877 |
| 25 | $\ln x - x + 1,8 = 0$                                                                                           | [2;3]   | 2,8459  |

Таблица 2– Варианты задания систем уравнений

| № | Система уравнений                                                                                                      |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | $1.5x_1 - 0.8x_2 + 4.25x_3 = 5.1$<br>$1.2x_1 + 7.18x_2 - 3.2x_3 = 4.2$<br>$0.5x_1 - 1.5x_2 + 7.1x_3 = -1.2$            |
| 2 | $-1.32 x_1 + 2.15x_2 + 7.6x_3 = -1.4$<br>$2.62 x_1 + 6.1x_2 - 4.12 x_3 = 5.6$<br>$8.3 x_1 - 2.84x_2 - 1.5x_3 = -6.5$   |
| 3 | $7.12 x_1 - 6.66x_2 + 2.6x_3 = -3.1$<br>$-1.76 x_1 + 6.5x_2 - 0.87x_3 = 2.85$<br>$0.65 x_1 + 0.87x_2 - 8.7x_3 = 5.56$  |
| 4 | $9.21 x_1 - 1.84x_2 + 0.7 x_3 = -3.2$<br>$-6.17 x_1 + 8.5x_2 - 2.87x_3 = -3.75$<br>$0.7 x_1 + 0.87x_2 - 8.7x_3 = 2.64$ |
| 5 | $6.9 x_1 + 2.3x_2 + 1.21 x_3 = 3.1$<br>$- x_1 + 2.3x_2 - 3.4x_3 = -2.3$<br>$0.21 x_1 + 0.43x_2 - 6.3x_3 = 3.6$         |
| 6 | $6.7x_1 - 0.6x_2 + 0.83x_3 = 6.8$<br>$0.8 x_1 + 1.1x_2 - 7.2 x_3 = 5.2$<br>$1.2x_1 - 5.4x_2 + 0.54x_3 = -3.2$          |
| 7 | $0.51 x_1 - 10.2x_2 - 3.62x_3 = -2.05$<br>$3.09 x_1 + 1.23x_2 - 4.64x_3 = -5.6$<br>$3.2 x_1 - 2.31x_2 - 8.4 x_3 = 6.1$ |
| 8 | $6.4 x_1 - 0.73x_2 + 2.1x_3 = 3.8$<br>$-1.07 x_1 + 3.8x_2 - 1.5 x_3 = -1.2$<br>$2.7 x_1 - 3.1x_2 + 4.2 x_3 = -7.5$     |

## Продолжение таблицы 2

|    |                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  | $4.3 x_1 - 1.2x_2 + 10.3 x_3 = 4.2$<br>$0.21x_1 + 6.2x_2 + 3.54x_3 = 5.1$<br>$-0.31x_1 - 0.52x_2 + 3.6x_3 = -2.1$  |
| 10 | $12.4 x_1 - 0.56x_2 + 4.2 x_3 = 6.3$<br>$-0.65 x_1 + 4.4x_2 + 1.5x_3 = 1.5$<br>$1.5 x_1 + 2.1x_2 - 2.8 x_3 = 1.7$  |
| 11 | $1.2 x_1 + 1.06x_2 + 6.7x_3 = 2.12$<br>$4.2 x_1 - 6.3 x_2 - 0.9x_3 = -1.1$<br>$0.6 x_1 + 6.8x_2 - 0.82 x_3 = 0.83$ |
| 12 | $6.5 x_1 + 2.34x_2 + 1.4 x_3 = 2.8$<br>$0.5 x_1 + 7.3x_2 - 2.4x_3 = -3.8$<br>$8.6 x_1 + 0.34x_2 - 6.4x_3 = 0.64$   |
| 13 | $6 x_1 + 0.13x_2 - 0.67x_3 = 1.9$<br>$3.8 x_1 + 1.25x_2 - 4.3x_3 = 6.4$<br>$0.38 x_1 - 0.64x_2 - 3.2x_3 = 5.4$     |
| 14 | $6.2 x_1 - 0.52x_2 + 2.3 x_3 = -1.8$<br>$-4.2x_1 + 3.4x_2 - 0.5x_3 = 0.7$<br>$0.2 x_1 + 0.8x_2 + 3.6x_3 = 3.2$     |
| 15 | $8.4 x_1 - 0.25 x_2 + 3.1x_3 = -5.7$<br>$-0.3x_1 + 6.1x_2 - 1.54x_3 = 3.3$<br>$-6.8 x_1 + 1.2x_2 - 7 x_3 = 4.5$    |
| 16 | $9.7 x_1 + 0.35x_2 - 1.84x_3 = 2.15$<br>$4.64 x_1 - 7.1x_2 - 4.3x_3 = 1.5$<br>$0.32 x_1 + 3.48x_2 - 3.3x_3 = -3.1$ |
| 17 | $2.8 x_1 + 4.3x_2 - 3.7x_3 = 5.1$<br>$-0.45 x_1 + 8.24x_2 + 4.8x_3 = 5.4$<br>$0.54 x_1 + 2.3x_2 + 3.7x_3 = 1.54$   |

## Продолжение таблицы 2

|    |                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | $1.5 x_1 - 2.6x_2 + 7x_3 = -11.2$<br>$6.6 x_1 + 1.3x_2 - 1.24x_3 = 5.3$<br>$0.85 x_1 - 8.4x_2 + 4.7x_3 = 1.6$        |
| 19 | $0.63 x_1 - 0.54x_2 + 1.7x_3 = 3.6$<br>$0.65 x_1 + 4.4x_2 + 0.15x_3 = 2.3$<br>$1.5 x_1 + 0.2x_2 + 4.1x_3 = 2.8$      |
| 20 | $6 x_1 + 2.1x_2 - 0.4x_3 = -2.7$<br>$-4.1 x_1 + 2.2x_2 - 0.16x_3 = 1.6$<br>$-0.8 x_1 - 2.15x_2 + 4.2x_3 = 6.1$       |
| 21 | $3x_1 - 1.6x_2 + 8.5x_3 = 10.2$<br>$1.2x_1 + 7.18x_2 - 3.2x_3 = 4.2$<br>$x_1 - 3x_2 + 14.2x_3 = -2.4$                |
| 22 | $-2.64 x_1 + 4.3x_2 + 15.2x_3 = -2.8$<br>$2.62x_1 + 6.1x_2 - 4.12x_3 = 5.6$<br>$8.3x_1 - 2.84x_2 - 1.5x_3 = -6.5$    |
| 23 | $7.12x_1 - 6.66x_2 + 2.6x_3 = -3.1$<br>$-1.76 x_1 + 6.5x_2 - 0.87x_3 = 2.85$<br>$0.65 x_1 + 0.87x_2 - 8.7x_3 = 5.56$ |
| 24 | $9.21x_1 - 1.84x_2 + 0.7x_3 = -3.2$<br>$-6.17x_1 + 8.5x_2 - 2.87x_3 = -3.75$<br>$0.7x_1 + 0.87x_2 - 8.7x_3 = 2.64$   |
| 25 | $6.9 x_1 + 2.3x_2 + 1.21 x_3 = 3.1$<br>$-2x_1 + 4.6x_2 - 6.8x_3 = -4.6$<br>$0.21 x_1 + 0.43x_2 - 6.3x_3 = 3.6$       |

### 3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ И ТАБЛИЦ ЗАЧЕНИЙ ФУНКЦИЙ.

**Цель работы:** изучение основных приемов построения графиков функций в системе Mathcad, решение задачи табулирования функций.

#### 3.1. Теоретические сведения

##### 3.1.1. Построение графиков функций

В среде Mathcad имеется мощная поддержка построения графиков и диаграмм. Для работы с графиками используется позиция **Graph**, вызванная из пункта **Insert** главного меню, или соответствующая палитра.

Для вывода шаблона двумерного графика в декартовой системе координат служит команда **X-Y Plot (@)** (вставить шаблон декартова графика) из позиции **Insert** главного меню. Перед применением этой команды необходимо определить функции, графики которых должны строиться, и изменение их аргумента в заданном интервале. Простые функции, если они в дальнейшем не используются, можно указать в шаблоне самого графика. Затем надо наметить позицию левого верхнего угла графика, установить в нее графический курсор и выбрать указанную команду.

На рисунке 8 приведен пример построения графика функции  $y = -3\sin(x) + 3\cos(0.6x + \pi/2)$  при  $x \in [0; 5]$ . Для построения графика функции предварительно определена векторная переменная (массив)  $y$ , в который заносятся значения функции на заданном интервале.

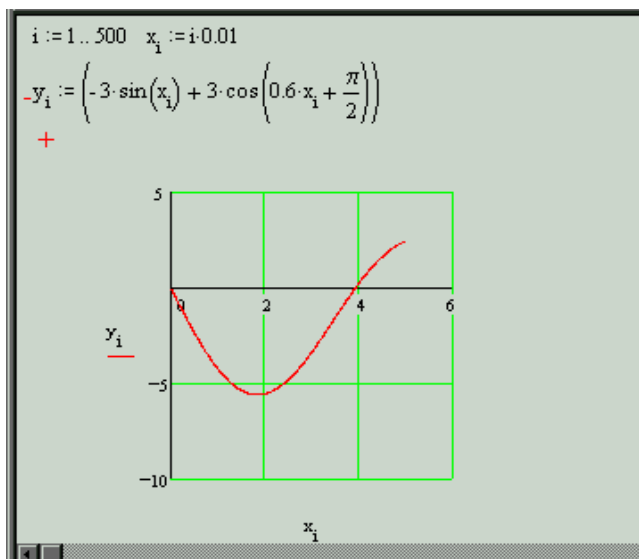


Рисунок 8- Пример построения графика функции

Таким образом, для построения двумерных графиков в декартовых и полярных координатах необходимо выполнить следующую последовательность действий.

1. Определить размер вектора, в который будут занесены значения функции.
2. Определить значение аргумента функции для каждого элемента вектора.
3. Определить значение функции через значение аргумента.
4. Для построения графика в декартовых координатах выбрать пункт меню **Insert- Graph- Create X-Y Plot** или нажать клавишу **@**. Для построения графика в полярных координатах выбрать пункт меню **Insert- Graph- Create Polar Plot** или нажать комбинацию клавиш **[Ctrl+7]**.
5. Определить переменные, соответствующие осям координат.
6. Определить формат области построения.

Алгоритм построения трехмерных графиков включает следующую последовательность действий.

1. Определить размер векторов аргументов функции.
2. Определить значение каждого аргумента функции для соответствующего элемента вектора.
3. Определить значение функции через значение аргументов.
4. Для построения графика выбрать пункт **Insert- Graph- Create Surface Plot** или нажать комбинацию клавиш [Ctrl+2].
5. Определить переменную, соответствующую оси  $z$ .
6. Определить формат области построения.

На рисунке 9 приведен пример построения трехмерного графика.

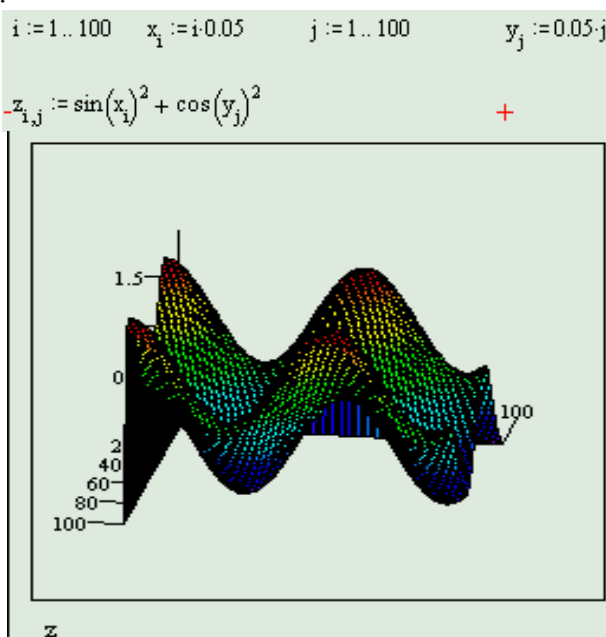


Рисунок 9- Пример построения трехмерного графика функции

Для определения формата графика следует выделить нужный элемент графика и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. В открывшемся окне (рисунок 10) необходимо установить требуемые параметры.

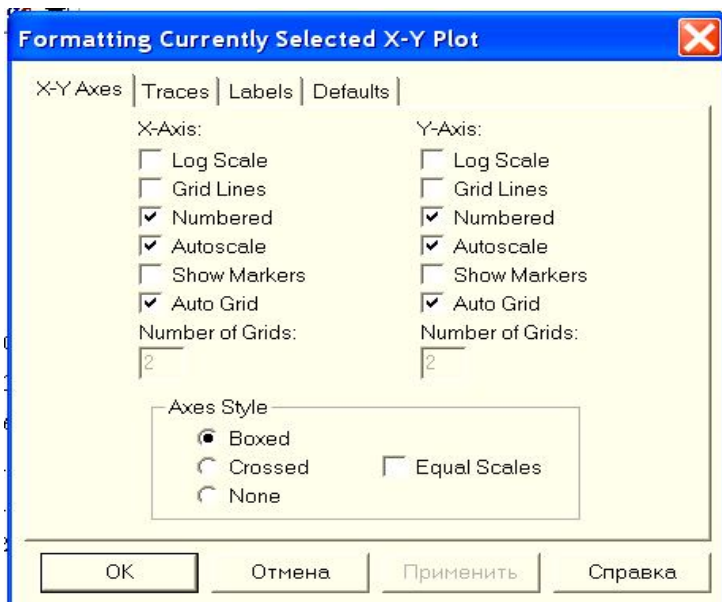


Рисунок 10-Определение параметров области построения графика

Как видно из рисунка 10, диалоговое окно формата графика имеет переключатель на четыре позиции (вкладки):

**X-Y Axes**- управление опциями осей;

**Traces** - управление линиями графика;

**Labels**- управление метками (надписями) осей;

**Defaults**- задание опций по умолчанию.

Важно отметить, что все установки опций графиков относятся только к выделенному графику.

На вкладке **X-Y Axes** содержатся следующие основные опции, относящиеся к осям **X** и **Y** (**Axis X** и **Axis Y**):

**Log Scale** - установка логарифмического масштаба;

**Grid Lines**- установка линий масштабной сетки;

**Numbered** - установка цифровых данных по осям;

**Autoscale** - автоматическое масштабирование графика;

**Show Markers** - установка делений по осям;

**Auto Grid (Автосетка)** - автоматическая установка масштабных линий;

**No. of Grids**- установка заданного числа масштабных линий.

Все эти опции достаточно очевидны. Отметим лишь, что если опция **Grid Lines** отключена, то масштабная сетка графика не строится, хотя на осях размещаются короткие деления. Опция **Numbered** обеспечивает редактирование цифровых данных (указаний на масштаб).

Кроме того, вкладка дает возможность установки следующих опций координатных осей (**Axes Style**):

**Boxed** - оси в виде прямоугольника;

**Crossed**- оси в виде креста;

**None** - отсутствие осей;

**Equal Scales** - установка равенства масштабов по осям графика.

Следующая вкладка **Traces** (рисунок 10), служит для управления отображением линий, которыми строится график.

С помощью опций этой панели можно управлять следующими параметрами линий графика:

**Legend Label** - указание типа линий у оси ординат,

**Symbol** - выбор символа, который помещается на линию;

**Line** - установка типа линий (сплошная, пунктирная и др.);

**Color** - цвет линий;

**Type**- тип графиков;

**Weight** - толщина линий.

Опция **Type** задает следующие типы графика

**line**- построение линиями;

**points** - построение точками;

**err** - построение вертикальными черточками с оценкой интервала погрешностей;

**bar** - построение в виде столбцов гистограммы;

**step** - построение ступенчатой линией;

**draw** - построение протяжки от точки до точки.

Еще две опции на рассматриваемой вкладке связаны с возможностью удаления с графика вспомогательных надписей:

**Hide Argument** - обозначения математических выражений по осям графика;

**Hide Legend**- скрыть обозначения имен кривых графика.

Вкладка **Label** позволяет помещать в рисунок дополнительные надписи. Для установки надписей служат небольшие окошки:

**Title** - установка титульной надписи к рисунку;

**X-Axis** - установка надписи по оси X;

**Y-Axis** - установка надписи по оси Y.

В разделе **Title** содержатся опции **Above** и **Below** для установки титульной надписи над рисунком либо под ним. Кроме того, опция **Show Title** позволяет включать или выключать отображение титульной надписи.

Вкладка **Defaults** служит для установки опций графиков по умолчанию.

**Change to Defaults**- вернуть значения по умолчанию;

**Use for Defaults** -использовать для значений по умолчанию.

### 3.1.2. Табулирование функций

Задача табулирования функции формулируется следующим образом. Построить таблицу значений функции  $f(x)$  для значений аргумента, меняющегося с шагом  $dx$  на интервале  $[x_n, x_k]$ .

Существует несколько способов решения этой задачи. Рассмотрим два из них: с использованием ранжирования аргумента и с использованием векторов.

Пусть заданы: функция  $f(x)=x^2+4$ , интервал  $[2,8]$ , шаг  $dx=0.5$ .

Первый способ. В программе определим ранжированную переменную  $x$  и функцию  $f(x)$ :

$$x := 2, 2 + 0.5.. 8$$

$$f(x) := x^2 + 4$$

После этого для вывода результатов вычислений следует набрать

$$x = \quad f(x) =$$

Отметим, что этот способ не позволяет обратиться к каждому отдельному значению аргумента и функции.

Второй способ требует предварительного определения размера вектора аргументов и вектора значений функции, определения правила вычисления каждого значения аргумента и соответствующего значения функции. Программа для рассматриваемого примера приведена ниже.

$$i := 1..15$$

$$x_i := 2 + (i-1) \cdot 0.5$$

$$y_i := x_i^2 + 4$$

Результаты вычислений отобразятся на экране, если указать операторы вывода в виде

$$x = \quad y =$$

### 3.2. Порядок выполнения работы

1. Задана функция  $y = f(x)$  (таблица 1).
  - 1) Построить таблицу из десяти значений функции  $y = f(x)$  на указанном отрезке.
  - 2) Построить график функции  $y = f(x)$ .
2. Задана функция  $z = f(x, y)$  (таблица 3). Построить график функции двух аргументов, если  $-5 \leq x \leq 5$ ,  $-3 \leq y \leq 3$ .
3. Оформить отчет.

### 3.3.Содержание отчета

Цель работы, постановка задачи, алгоритмы построения двумерных и трехмерных графиков в среде MathCad 2000, описание используемых переменных, текст программы, полученные результаты и выводы.

### 3.4. Контрольные вопросы

- 1) Как формулируется задача табулирования функций?
- 2) Какие способы существуют для вставки шаблона двумерного графика в среде Mathcad?
- 3) Какие построить графики нескольких функций в одной системе координат?
- 4) Дайте определение ранжированной переменной и приведите примеры ее использования.
- 5) Как изменить формат области построения графика?
- 6) Перечислите основные этапы построения графиков поверхностей.

Таблица 3–Варианты задания функций  $z=f(x,y)$

| № | Функция                                               |
|---|-------------------------------------------------------|
| 1 | $z = \cos^2(x) - \sin^2(y) + 2 \sin(x) \cdot \cos(y)$ |
| 2 | $z = \tan(0.2x) + \sin^2(y)$                          |
| 3 | $z =  \log(x + 6.5)  + \sin(y)$                       |
| 4 | $z = \frac{1}{ \sin 2y + 0.5 } + 2 \cdot \cos^2(x)$   |
| 5 | $z = \cos(\cos(x)) + \sin(\sin(y))$                   |
| 6 | $z = e^{x \cdot \sin(y)}$                             |
| 7 | $z = e^{2 \sin(x) - \cos(y)}$                         |
| 8 | $z = sh(\sin(x) + \cos(y))$                           |

## Продолжение таблицы 3

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| 9  | $z = \cos^2(x) + 2 \sin(x) \cos(y)$                   |
| 10 | $z = \tan(0.2x^2) + \sin(y)$                          |
| 11 | $z =  \log(x + y)  + \sin(2y)$                        |
| 12 | $z = \frac{1}{ \sin 2y^3 + 0.5 } + 2 \cdot \cos(x)$   |
| 13 | $z = \cos(\cos(x)) + 4 \sin(y)$                       |
| 14 | $z = x + e^{x \cdot \sin(3y)}$                        |
| 15 | $z = e^{2 + \sin(x) - \cos(y)}$                       |
| 16 | $z = \sin(\sin(x) + \cos(y^2))$                       |
| 17 | $z = \cos^2(x) - \sin(y) + 2 \sin(x) \cos(y^3)$       |
| 18 | $z = \tan(0.2x^4) + \sin(3y)$                         |
| 19 | $z =  \log( x  + 6.5)  + \sin(5y)$                    |
| 20 | $z = \frac{e^x}{ \sin 2y + 0.5 } + 2 \cdot \cos^2(x)$ |
| 21 | $z = \cos(e^x(x)) + \sin(\sin(y))$                    |
| 22 | $z = 1 / e^{x \cdot \sin(y)}$                         |
| 23 | $z = e^{2 \sin(x) - \cos(y)}$                         |
| 24 | $z = 2(\sin(x) + e^y)$                                |
| 25 | $z = e^{4 + \sin(x) + \cos(y)}$                       |

## 4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ИНТЕГРИРОВАНИЕ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ. ОРГАНИЗАЦИЯ СИМВОЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.

**Цель работы:** изучение основных приемов работы с символьным процессором.

### 4.1. Теоретические сведения

#### 4.1.1. Численное интегрирование

Для получения численного значения определенного интеграла функции  $f(x)$  на отрезке  $[a, b]$ , необходимо записать

$$\int_a^b f(x) dx \text{ и указать оператор вывода «}=\text{»}.$$

Здесь

- $f(x)$  есть скалярная функция, определённая на отрезке  $[a, b]$ ;
- $x$  есть переменная интегрирования;
- $a$  и  $b$  – границы интегрирования.

Например,

$$\int_1^3 x^2 e^x dx =$$

#### 4.1.2. Численное дифференцирование

Оператор  $\frac{d}{dx} f(x)$  возвращает производную  $f(x)$ , вычисленную в точке  $x$ .

При этом,  $f(x)$  должна быть гладкой скалярной функцией, а значение  $x$ , при котором ищется значение производной, должно быть предварительно определено.

Например,

$$x:=13$$

$$\frac{d}{dx} x^2 * \ln(x) =$$

Если функция  $f(x)$  имеет несколько слагаемых, то их необходимо заключить в скобки перед применением оператора дифференцирования.

### 4.1.3. Символьное интегрирование

Существует два способа вычислить неопределенный интеграл от некоторого выражения.

1) Ввести выражение, подлежащее интегрированию, выделить переменную интегрирования и выбрать из позиции **Symbolics** главного меню команды **Variable- Integrate** (**Интегрировать по переменной**).

2) Ввести **Ctrl+I** для того, чтобы создать оператор вычисления неопределенного интеграла, заполнить поля ввода для подынтегрального выражения и переменной интегрирования, а затем выбрать из позиции **Symbolics** главного меню команды **Evaluate- Symbolicaly** (**Вычислить выражение символьно**).

При вычислении определенного интеграла нужно ввести **&** (для того, чтобы создать оператор интегрирования), заполнить поля ввода и **Вычислить выражение символьно**.

Если пределами интегрирования являются символьные выражения или числа без десятичных точек, то Mathcad попытается найти точное символическое или численное значение интеграла. Если в подынтегральном выражении присутствуют десятичные числа, то Mathcad вырабатывает 20-значное приближенное значение интеграла, если он существует. Если символьной процессор не может найти ни неопределенный интеграл, ни точное численное значение определенного интеграла, то выдаётся сообщение "Интеграл не найден".

#### 4.1.4. Символьное дифференцирование

Как и для нахождения символьного значения производной, существует два способа найти символьное выражение для производной.

1) Ввести выражение, подлежащее дифференцированию, выделить переменную и выбрать из позиции **Symbolics** главного меню команды **Variable- Differentiate (Дифференцировать по переменной)**.

2) Ввести ? для того, чтобы создать оператор дифференцирования, после чего ввести выражение, подлежащее дифференцированию, и переменную дифференцирования в соответствующие поля ввода, а затем выбрать из позиции **Symbolics** главного меню команды **Evaluate-Symbolical (Вычислить выражение символьно)**.

Для того, чтобы вычислить производные высших порядков, нужно ввести сочетание клавиш **Ctrl+Shift+?**, создающее оператор дифференцирования высших порядков, заполнить соответствующие поля ввода, а затем выполнить команду **Вычислить выражение символьно**.

#### 4.1.5. Решение уравнений в символьном виде

Для решения уравнения в символьном виде, нужно:

- 1) ввести левую часть уравнения;
- 2) ввести знак равенства сочетанием клавиш [**Ctrl+=**] ;
- 3) ввести правую часть уравнения;
- 4) щелчком левой кнопки мыши выделить переменную, относительно которой нужно решить уравнение;
- 5) выбрать из позиции **Symbolics** главного меню команды **Variable- Solve (Решить относительно переменной)**.

Команда **Решить относительно переменной** позволяет получить зависимость одной переменной от других; найти точное решение уравнения, выражающееся через рациональные числа и константы  $\pi$  и  $e$  или найти численное решение с

высокой точностью. По окончании решения корни уравнения выводятся в виде вектора.

## 4.2. Порядок выполнения работы

1. Задана функция  $z=f(x,y)$  (таблица 3).

Уравнение  $f(x,y)=0$  решить в символьном виде относительно переменной  $x$ .

2. Задана функция  $y=f(x)$  (таблица 1).

1) Вычислить значение производной  $y'$  при  $x=2$ .

2) Получить производную  $y'$  в символьном виде.

3) Вычислить значение определенного интеграла от функции  $f(x)$  на отрезке  $[0;2]$ .

4) Получить первообразную функции  $f(x)$  в символьном виде.

3. Оформить отчет.

## 4.3. Содержание отчета

Цель работы, постановка задачи, алгоритмы получения символьных решений в среде MathCad 2000, текст программы, полученные результаты и выводы.

## 4.4. Контрольные вопросы

1) Какие способы существуют для вставки шаблона оператора дифференцирования в среде Mathcad?

2) Какие способы существуют для вставки шаблона оператора интегрирования в среде Mathcad?

3) Перечислите основные этапы символьного решения уравнений.

4) Перечислите основные этапы символьного интегрирования и дифференцирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дьяконов В.А. Mathcad 2000: учебный курс/ В.А. Дьяконов.-СПб:Питер, 2001.-592с.
2. Дьяконов В.А. Mathcad 8/2000: Специальный справочник/ В.А. Дьяконов.-СПб:Питер, 2002.-586с.
3. Плис А.И. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров/ А.И. Плис, Н.А. Сливина.- М.:Финансы и статистика, 1999.-656 с.

Заказ № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_\_ экз.  
Изд-во СевНТУ