- Какие встроенные функции MathCAD Вы знаете?
- Каким образом «заставить» MathCAD выполнять нумерацию строк и столбцов матриц с единицы?
- Перечислите известные Вам матричные операторы в Mathcad?
- Почему система MathCAD считается универсальной массовой математической системой?
- Что входит в интерфейс пользователя MathCAD.
- Можно ли сначала набрать формулу, а затем ниже или правее этой формулы присвоить значения входящим в нее переменным?

# Графика в системе MathCAD

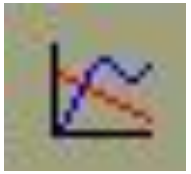
**Лекция 5.**

- Контрольные вопросы
- Перечислите хотя бы семь типов задач, которые позволяет решать пакет программ MathCAD.
- Различает ли MathCAD строчные и прописные буквы в именах переменных?
-
- Можно ли использовать в среде MathCAD в именах переменных русские символы?
- Перечислите основные возможности системы MathCAD.

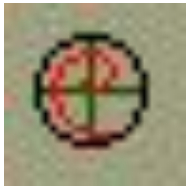
MathCAD позволяет легко строить двух- и трехмерные гистограммы, двухмерные графики в декартовых и полярных координатах, трехмерные графики поверхностей, линии уровня поверхностей, изображения векторных полей, пространственные кривые.

Существует три способа построения графиков в системе MathCAD:

- позиция Главного меню **Вставка (Insert)**, выбрать команду **График (Graph)** и в раскрывающемся списке - тип графика;
- выбрать тип графика на наборной панели **График** (**Graph)**, которая включается кнопкой на панели **Math**;
- воспользоваться быстрыми клавишами ( они предусмотрены не для всех типов графиков).



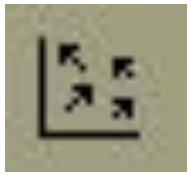
- **X-Y Plot** (X-Y Зависимость) клавиша [@]
  Служит доля построения графика функции *y=f(x)* в виде связанных друг с другом пар координат *(xi,yi)* при заданном промежутке изменения для *i*.



- **Polar Plot** (Полярные координаты)клавиши [Ctrl+7]
  Служит для построения графика функции *r(q)*, заданной в полярных координатах, где полярный радиус *r* зависит от полярного угла *q*.

- **Surface Plot** (Поверхности) клавиши [Ctrl+2]
  Служит для представления функции *z=f(x,y)* в виде поверхности в трехмерном пространстве. При этом должны быть заданы векторы значений *xi* и *yj)*, а также определена матрица вида *Ai,j=f(xi,yj)*. Имя матрицы *A* указывается при заполнении рамки-шаблона. С помощью этой команды можно строить параметрические графики.

- **Contour Plot** (Контурный график)
  Строит диаграмму линий уровня функции вида *z=f(x,y)*, т.е. отображает точки, в которых данная функция принимает фиксированное значение *z=const*.

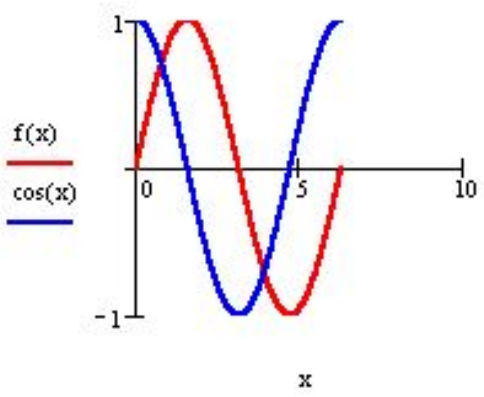


- **3D Scatter Plot** (3D Точечный )
  Служит для точечного представления матрицы значений *Ai,j* или отображения значений функции *z=f(x,y)* в заданных точках. Эта команда может также использоваться для построения пространственных кривых.
- **3D Bar Plot** (3D Диаграммы)
  Служит для представления матрицы значений *Ai,j* или отображения значений функции *z=f(x,y)* в виде трехмерной столбчатой диаграммы.
- **Vector Field Plot** (Поле векторов)
  Служит для представления двухмерных векторных полей ***V***=*(Vx, Vy)*. При этом компоненты векторного поля *Vx* и *Vy* должны быть представлены в виде матриц. При помощи этой команды можно построить поле градиента финкции *f(x,y)*.
- **3D Plot Wizard** (вызов мастера для быстрого построения 3-хмерного графика)
  При выборе этой команды возникает ряд всплывающих окон, в которых требуется выбрать параметры построения трехмерного графика (задаются тип трехмерного графика, стиль его изображения, цветовая гамма). График по умолчанию строится на промежутке от -5 до +5 (по обеим переменным).

# *Двумерные графики в декартовой системе кординат.*

# График функции y=f(x).

$f(x) := \sin(x)$ $\quad x := 0, 0.01 .. 2 \cdot \pi$




В ячейке рядом с осью ординат необходимо задать функцию ***f(x)***, график которой мы хотим построить. Если эта функция была определена заранее, то в ячейку достаточно ввести ***f(x)***, в противном случае следует ввести изображаемую функцию в явном виде (например, ***cos(x)***).

После ввода ***x*** и ***f(x)*** в графической области появятся еще четыре ячейки, которые не обязательно заполнять. MathCAD автоматически находит подходящие значения для *xmin, xmax, ymin, ymax*. Если же предлагаемые MathCAD значения вас не устраивают, вы можете задать свои.

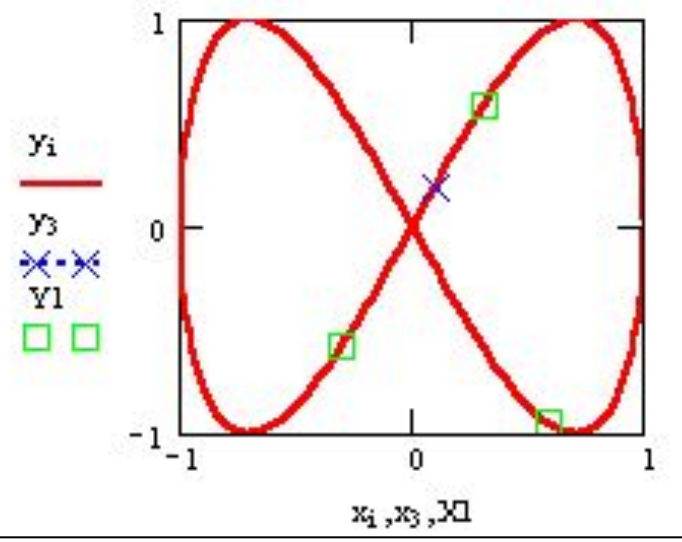
В MathCAD существует возможность строить график функции, не задавая предварительно промежуток изменения независимой переменной.
По умолчанию этот промежуток принимается равным [-10, 10].
Для представления на одной диаграмме графиков нескольких функций необходимо выделить ячейку рядом с осью ординат и через запятую ввести вторую функцию.
По умолчанию график этой функции будет представлен пунктирной линией другого цвета.

# Кривые на плоскости, заданные параметрически

$N := 200 \qquad i := 0..N$

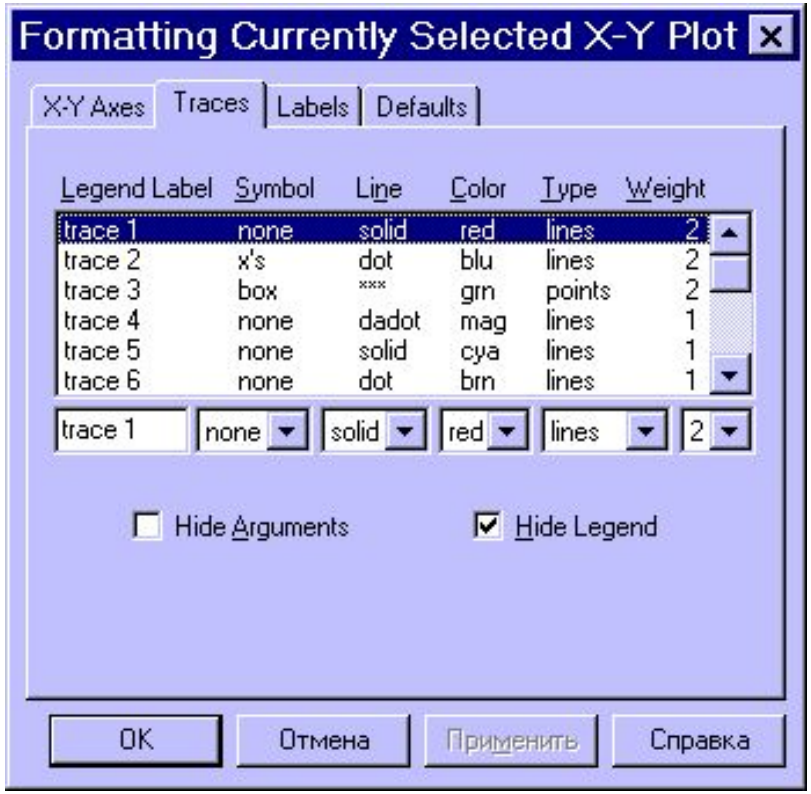
$$x_i := \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N}\right) \qquad y_i := \sin\left(4 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N}\right)$$

$$X1 := \begin{pmatrix} x_{10} \\ x_{80} \\ x_{190} \end{pmatrix} \qquad Y1 := \begin{pmatrix} y_{10} \\ y_{80} \\ y_{190} \end{pmatrix}$$




В случае построения параметрически заданной кривой, вместо независимой переменной x под осью абсцисс необходимо задать индексированую переменную Xi. А рядом с осью ординат необходимо соответственно указать Yi. Для нанесения на график функции отдельных точек, их координаты указываются через запятую под осью абсцисс и слева от оси ординат. Если требуется вывести множество точек, то можно сформировать два вектора, один из которых содержит абсциссы точек, а другой - их ординаты. В этом случае на графике в соответствующих ячейках указываются только имена векторов.

# Редактирование графиков в декартовой системе координат




Если вас не устраивает внешний вид построенных графиков, вы можете его изменить, выделив график (выполнив на нем щелчок, так, чтобы вокруг него появилась рамка) и воспользовавшись командой Format -> Graph -> X-Y Plot, или, выполнив на графике щелчок правой кнопкой мыши и выбрав команду Format из выпадающего контекстного меню. В результате на экране появится диалоговое окно, позволяющее изменить вид графика.
Данное диалоговое окно содержит несколько вкладок: **X-Y Axes** (**форматирование осей**), **Traces** (**тип линий графиков**), **Labels** (**подписи**), **Defaults** (**по умолчанию**).

Форматирование оси графика можно произвести, выполнив на ней двойной щелчок.

Для изменения типа линий графиков необходимо активизировать вкладку Traces (След)

- **Line (Линия ) -** тип линий dash (штриховая), solid (сплошная), dot (точечная) или dadot (штрихпунктирная).
- **Type (Тип) -** Позволяет выбрать один из семи видов графика: в виде кривых (), в виде столбцов () и т. п.
- **Weight** (**Вес**) - Позволяет задавать толщину линий графика

# *Двухмерные графики в полярной системе координат.*

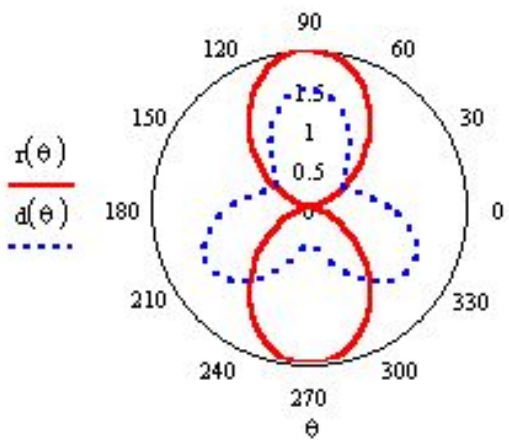
# Построение полярных графиков

Для построения полярного графика необходимо выполнить команду **Inset -> Graph -> Polar Plot**. При этом в документ помещается графическая область с двумя незаполненными ячейками для построения графика. (Клавиши [Ctrl +7]).

$N := 15 \qquad \theta := 0, \frac{1}{N} .. 2 \cdot \pi$

$r(\theta) := 1 + \sin\left(2 \cdot \theta + 3 \cdot \frac{\pi}{2}\right)$

$d(\theta) := 1 + \frac{\sin(3 \cdot \theta + \pi)}{2}$




В нижнюю ячейку вводится **полярный угол q.** Его следует определить заранее как переменную, принимающую значения из промежутка (ранжированная переменая). В левую ячейку вводится **полярный радиус r(q)** или **Re(r(q))** и **Im(r(q))**.

Функция **r(q)** либо задается заранее, либо ее определение вводится непосредственно в ячейку.

График в полярных координатах можно построить и посредством команды **X-Y Plot**/ Только в этом случае необходимо дополнительно задать следующие функции: **x(q)=r(q)cos(q)** и **y(q)=r(q)sin(q)**, а в ячейках для абсцисс и ординат указать соответственно **x(q)** и **y(q)**

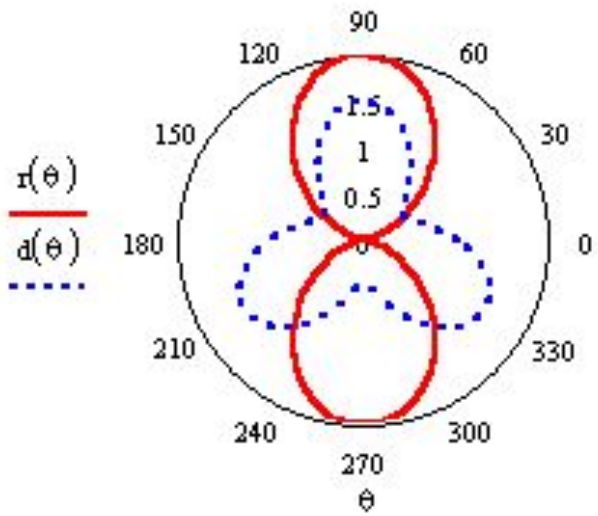
Если для некоторых углов **q** функция не определена (не существует радиуса с действительным значением, он принимает чисто мнимые значения), то MathCAD отображает на графике только действительные значения радиуса. Но при помощи функций **Re** и **Im** можно представить на одной круговой диаграмме графики как действительной, так и мнимой части функции **r(q)**.

# Форматирование полярных графиков

$N := 15 \qquad \theta := 0, \frac{1}{N} .. 2 \cdot \pi$

$r(\theta) := 1 + \sin\left(2 \cdot \theta + 3 \cdot \frac{\pi}{2}\right)$

$d(\theta) := 1 + \frac{\sin(3 \cdot \theta + \pi)}{2}$




Если вы хотите отредактировать график в полярных координатах, необходимо выделить график (щелчком левой кнопки мыши) и выполнить команду **Format -> Graph -> Polar Plot** или выполнить двойной щелчок на выделенном графике.

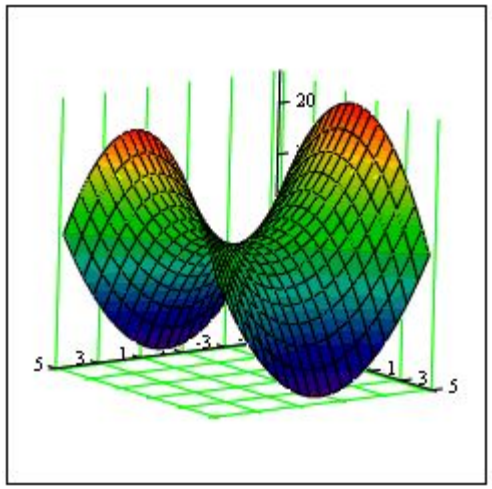
При этом откроется окно **Formatting Currently Selected Polar Plot** (форматирование полярного графика). Это окно содержит те же вкладки, что и для графиков в декартовой системе координат.

# Графики в трехмерном пространстве

# Построение графика функции *z=f(x,y)* в виде поверхности в декартовой системе координат.

Для построения графика поверхности можно воспользоваться двумя способами: явным и неявным.

$g(x,y) := x^2 - y^2$




g

Если вам надо только посмотреть общий вид поверхности, то MathCAD предоставляет возможность быстрого построения подобных графиков. Для этого достаточно определить функцию **f(x,y)** и выполнить команду **Вставка> График> Поверхность** или нажать соответствующую кнопку наборной панели **График** (сочетание клавиш **[Ctrl+7]**). В появившейся графической области под осями на месте шаблона для ввода надо указать имя (без аргументов) функции. MathCAD автоматически построит график поверхности.

Независимые переменные **x** и **y** принимают ***значения из промежутка*** **[-5,5].**

$N := 15$

$i := 0..N \qquad j := 0..N$

$x_{min} := -1.5 \qquad x_{max} := 1.5$

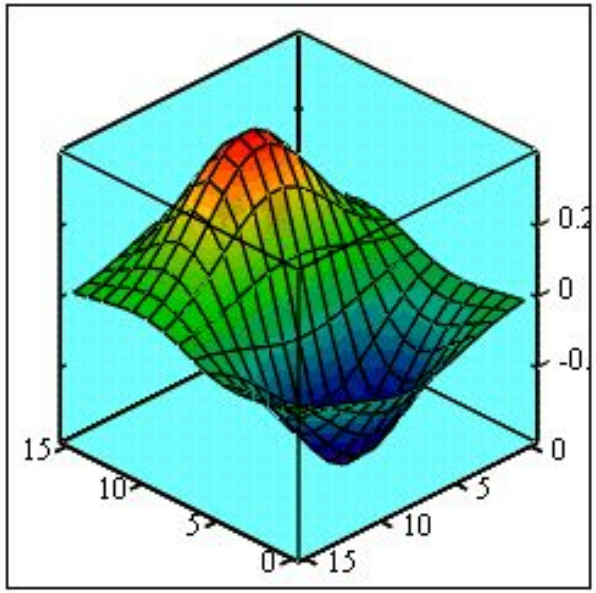
$y_{min} := -1.5 \qquad y_{max} := 1.5$

$$x_i := x_{min} + \frac{i}{N}\cdot\left(x_{max} - x_{min}\right)$$

$$y_j := y_{min} + \frac{j}{N}\cdot\left(y_{max} - y_{min}\right)$$

$$f(x,y) := \sin(x)\cdot\exp\left(-x^2 - y^2\right)$$

$$A_{i,j} := f\left(x_i, y_j\right)$$

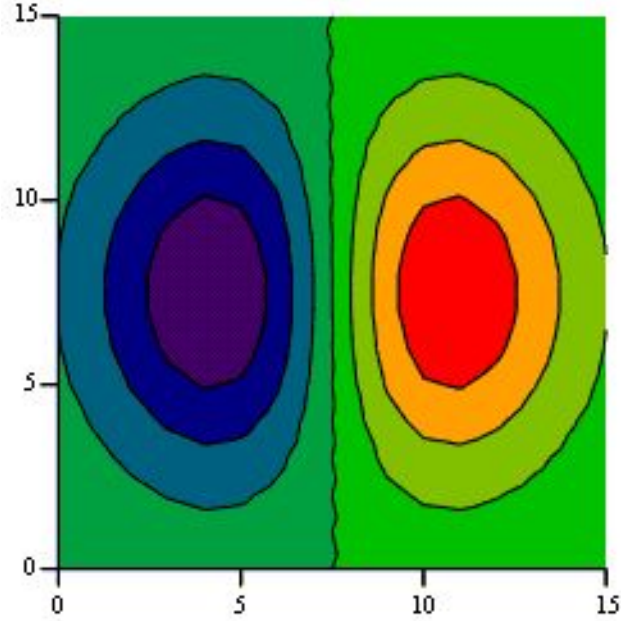



$A$

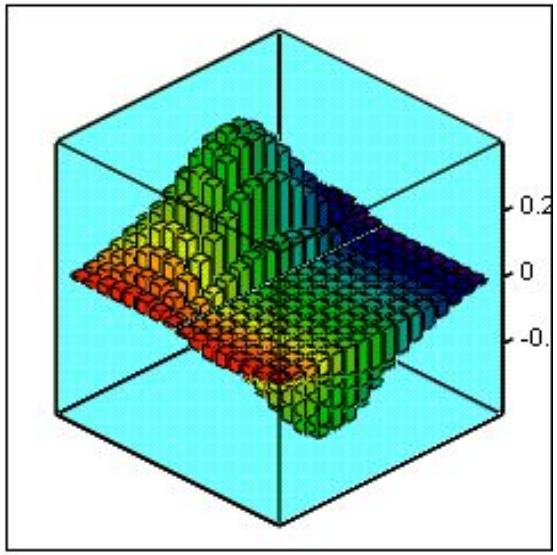
Для построения графика поверхности ***в определенной области*** изменения независимых переменных или с конкретным шагом их изменения необходимо сначала задать узловые точки $\mathbf{x_i}$ и $\mathbf{y_j}$, в которых будут определяться значения функции. После (а можно и до) этого надо определить функцию **f(x,y)**, график которой хотите построить. После этого необходимо сформировать матрицу значений функции в виде: $\mathbf{A_{i,j}=f(x_i,y_j)}$.

Теперь после выполнения команды **Insert -> Graph -> Surface Plot** в появившейся графической области достаточно ввести имя матрицы (без индексов).

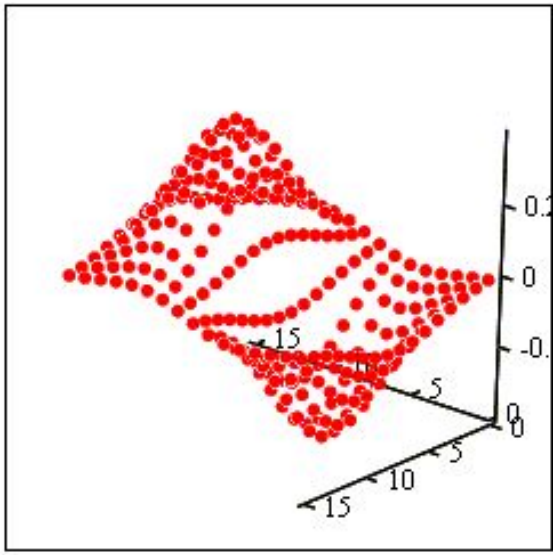
Для построения графика линий уровня данной функции необходимо поступать также как это было описано выше, только вместо команд **Поверхности** следует выбрать команду **Контурный.** Аналогично, при помощи команды **3D Диаграммы** можно построить трехмерный столбчатый график данной функции, при помощи команды **3D Точечный** - трехмерный точечный график, а при помощи команды **3D Лоскутный** - трехмерный график поверхности в виде несвязанных квадратных площадок - плоскостей уровня для каждой точки данных, параллельных плоскости X-Y




A




A




A

# Построение графика поверхности, нной параметрически

$N := 30 \quad i := 0..N \quad j := 0..N$

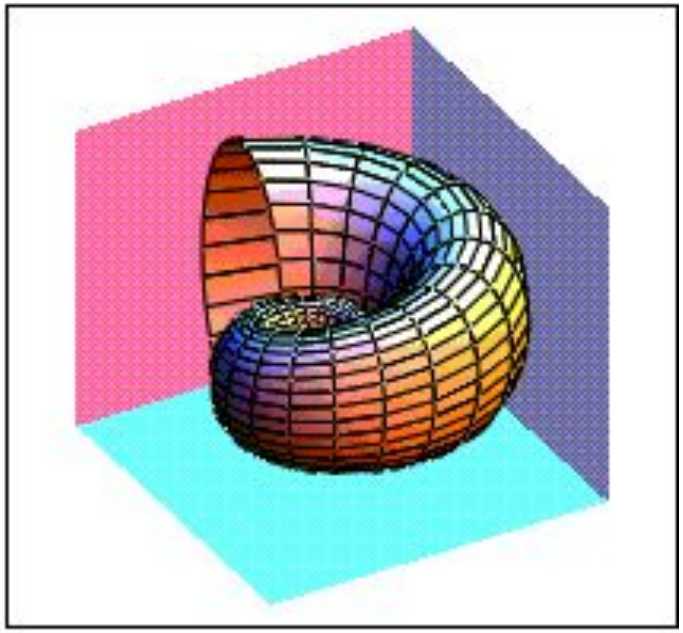
$\phi_i := 3\cdot\pi\cdot\frac{i}{N} \qquad \psi_j := 2\cdot\pi\cdot\frac{j}{N}$

$R(\phi) := 8\cdot e^{-\frac{\phi}{5}} \qquad r(\phi) := 4\cdot e^{-\frac{\phi}{5}}$

$x_{i,j} := \left(R(\phi_i) + r(\phi_i)\cdot\cos(\psi_j)\right)\cdot\cos(\phi_i)$

$y_{i,j} := \left(R(\phi_i) + r(\phi_i)\cdot\cos(\psi_j)\right)\cdot\sin(\phi_i)$

$z_{i,j} := r(\phi_i)\cdot\sin(\psi_j)$



$(x, y, z)$

Если поверхность задана параметрически, это означает, что все три координаты - **x** и **y** и **z** - заданы как функции от двух параметров **u** и **v**. Сначала необходимо задать векторы значений параметров **ui** и **vj**. Затем необходимо определить матрицы значений функций координат **x(u,v)**, **y(u,v)** и **y(u,v)**.

После выбора команды Surface Plot в MathCAD документе появится графическая область. В свободной ячейке внизу области надо указать **В СКОБКАХ** имена (без аргументов и индексов) трех матриц - x,y,z.

# Форматирование трехмерных графиков.

Если вас не устраивает внешний вид созданного трехмерного графика, вы можете изменитьего, выполнив команду **Format -> Graph -> 3D Plot** или выполнив двойной щелчок мышкой на графической области. В результате на экране появится диалоговое окно **3-D Plot Format**, позволяющее изменять параметры отображения графика.

Разобраться во всех тонкостях управлением видом графика вы можете самостоятельно, построив график и поэкспериментировав, выбирая те или иные опции.