


- 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

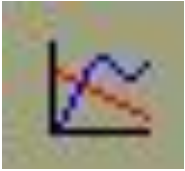


MathCAD позволяет легко строить двух- и трехмерные гистограммы, двумерные графики в декартовых и полярных координатах, трехмерные графики поверхностей, линии уровня поверхностей, изображения векторных полей, пространственные кривые.



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 для построения графика функции  $y=f(x)$  в виде связанных друг с другом пар координат  $(x_i, y_i)$  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  $x_i$  и  $y_j$ , а также определена матрица вида  $A_{i,j}=f(x_i, y_j)$ . Имя матрицы  $A$  указывается при заполнении рамки-шаблона. С помощью этой команды можно строить параметрические графики.



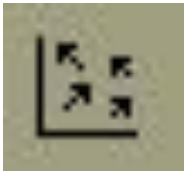
- **Contour Plot** (Контурный график)  
Строит диаграмму линий уровня функции вида  $z=f(x, y)$ , т.е. отображает точки, в которых данная функция принимает фиксированное значение  $z=const$ .




- **3D Scatter Plot** (3D Точечный )  
Служит для точечного представления матрицы значений  $A_{i,j}$  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  $A_{i,j}$  или отображения значений функции  $z=f(x,y)$  в виде трехмерной столбчатой диаграммы.



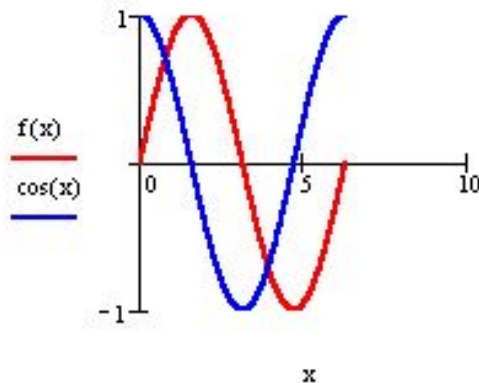
- **Vector Field Plot** (Поле векторов)  
Служит для представления двумерных векторных полей  $V=(V_x, V_y)$ . При этом компоненты векторного поля  $V_x$  и  $V_y$  должны быть представлены в виде матриц. При помощи этой команды можно построить поле градиента функции  $f(x,y)$ .
- **3D Plot Wizard** (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  
координат.***

# График функции $y=f(x)$ .

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



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.

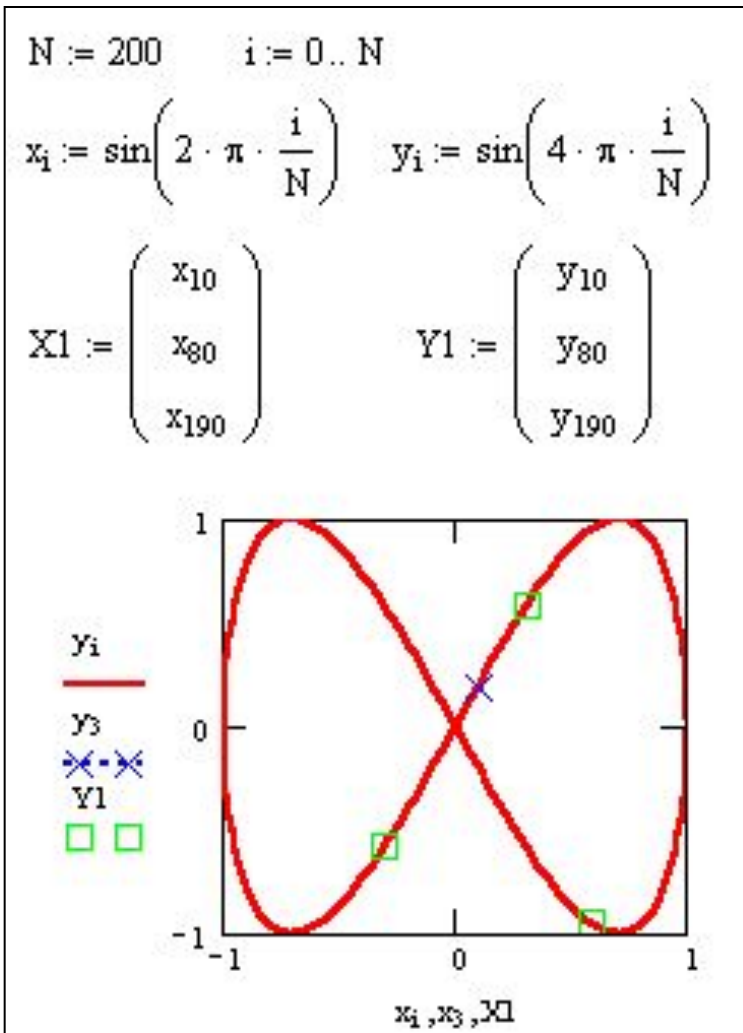
По умолчанию этот промежуток принимается равным  $[-10, 10]$ .

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.

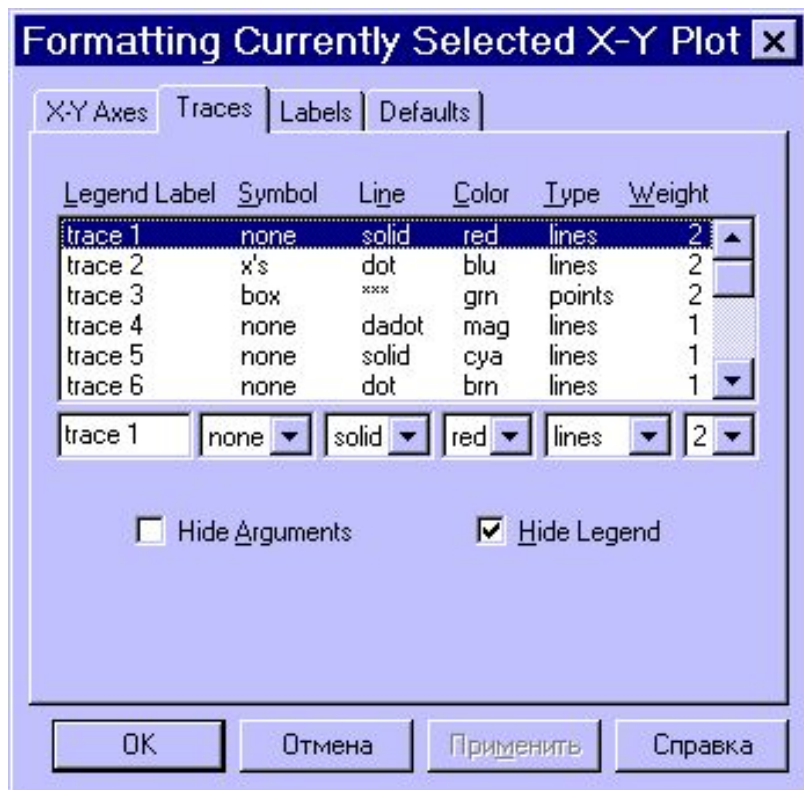


# Кривые на плоскости, заданные параметрически



В случае построения параметрически заданной кривой, вместо независимой переменной  $x$  под осью абсцисс необходимо задать индексированную переменную  $X_i$ . А рядом с осью ординат необходимо соответственно указать  $Y_i$ . 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 заголовок имеет вид  $x^2 + y^2 = r^2$ , то 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)

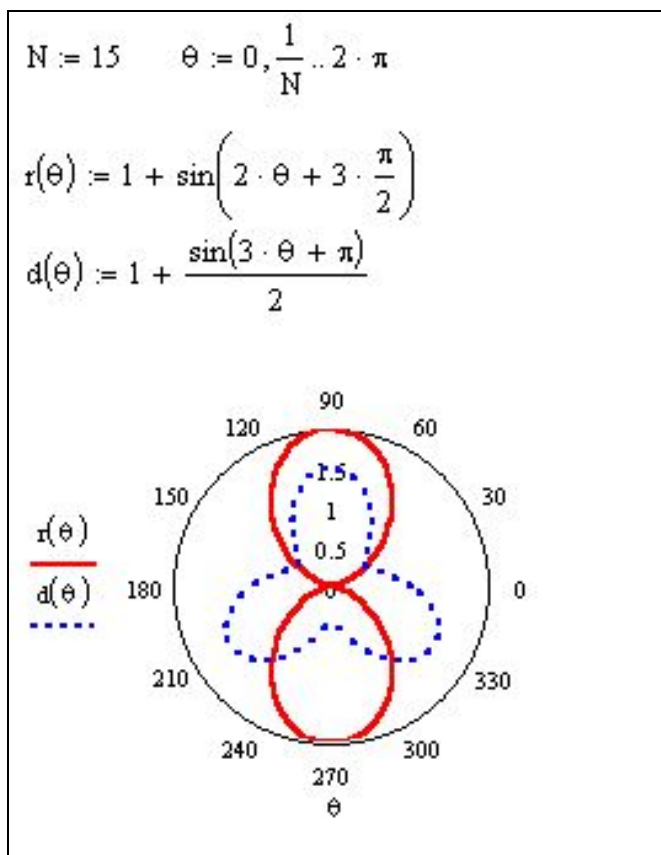
- **Line (Линия)** - тип линий dash (штриховая), solid (сплошная), dot (точечная) или dadot (штрихпунктирная).
- **Type (Тип)** - Позволяет выбрать один из семи видов графика: в виде кривых (), в виде столбцов () и т. п.
- **Weight (Вес)** - Позволяет задавать толщину линий графика



***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]).



В нижнюю ячейку вводится **ПОЛЯРНЫЙ УГОЛ  $q$** . Его следует определить заранее как переменную, принимающую значения из промежутка (ранжированная переменная). 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  **$y(q)$**

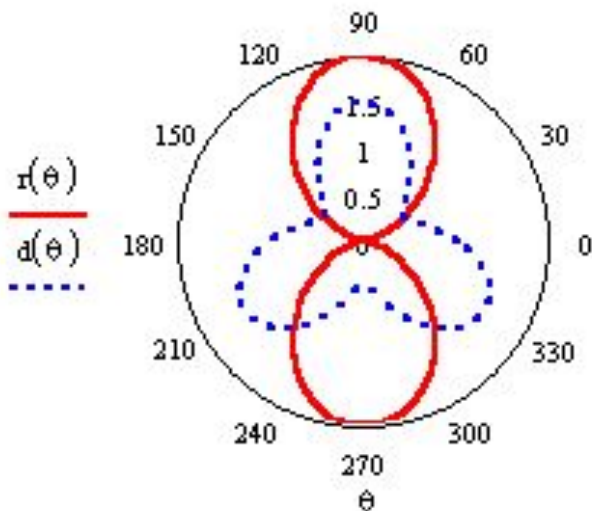
Если для некоторых углов  **$q$**  функция не определена (не существует радиуса с действительным значением), то MathCAD отображает на графике только действительные значения радиуса. Но при помощи функций  **$Re$**  и  **$Im$**  можно представить на одной круговой диаграмме графики как действительной,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

# Форматирование полярных графиков

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


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

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



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.

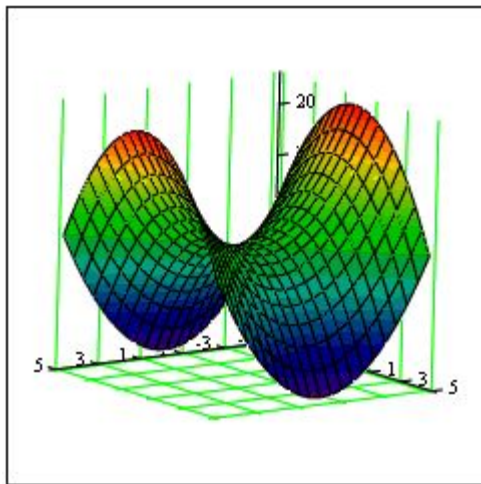


# Графики в трехмерном пространстве

# 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.

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



88

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  $[-5,5]$ .

$$N := 15$$

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

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

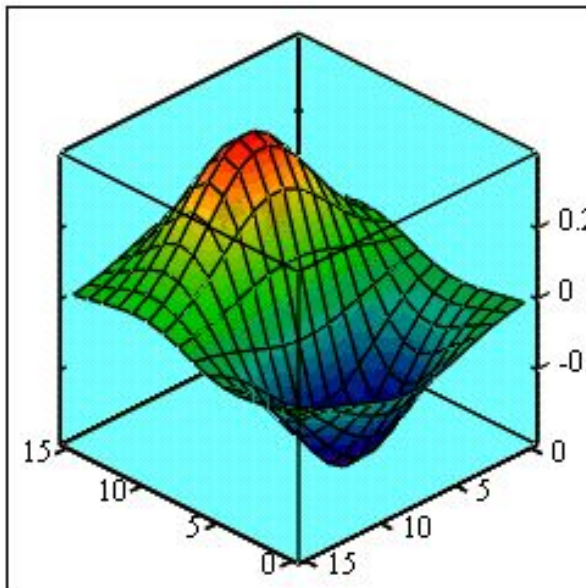
$$y_{min} := -1.5 \quad y_{max} := 1.5$$

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

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

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

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



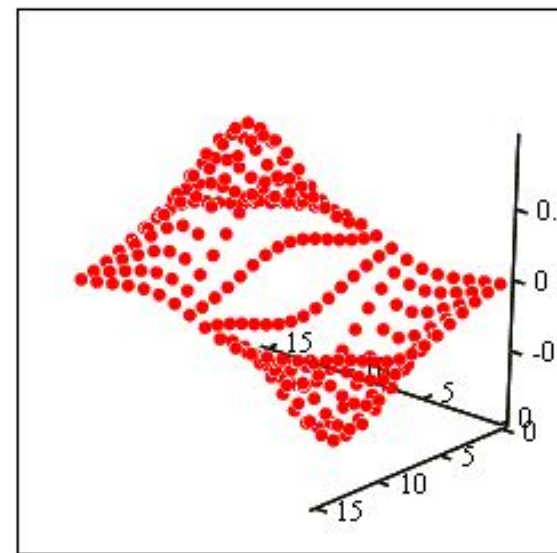
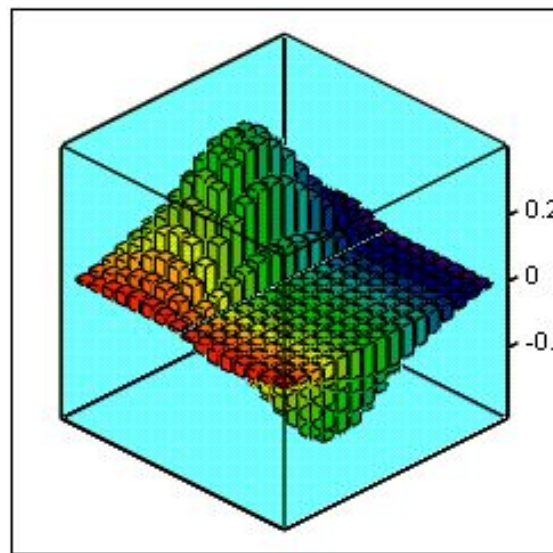
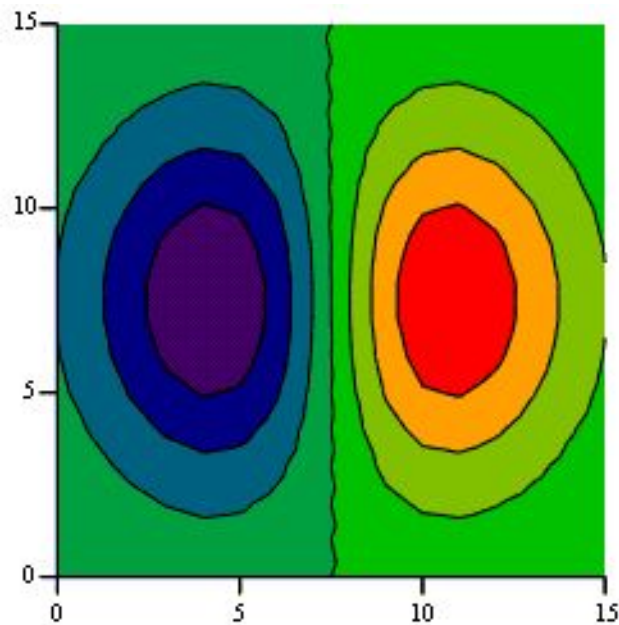
Для построения графика поверхности **в определенной области** изменения независимых переменных или с конкретным шагом их изменения необходимо сначала задать узловые точки  $x_i$  и  $y_j$ , в которых будут определяться значения функции. После (а можно и до) этого надо определить функцию  $f(x, y)$ ,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

$$A_{i,j} = f(x_i, y_j).$$

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



# Построение графика поверхности, заданной параметрически

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

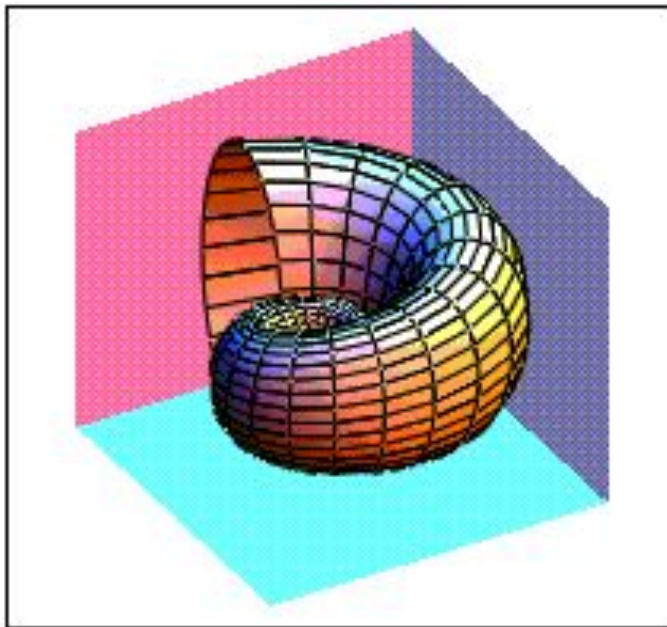
$$\phi_i := 3 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N} \quad \psi_j := 2 \cdot \pi \cdot \frac{j}{N}$$

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

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

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

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



$(x, y, z)$

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  $u_i$  и  $v_j$ . Затем необходимо определить матрицы значений функций координат  $x(u,v)$ ,  $y(u,v)$  и  $z(u,v)$ .

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 изменить его, 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.