

# Лабораторная работа № 2


## Графики функций, текстовые блоки и массивы в среде MathCAD

Цель работы:

1. Ознакомиться с графическим и текстовым редакторами программного средства **MathCAD**.
2. Приобрести практические навыки построения графиков, таблиц и оформления текстовых блоков в среде **MathCAD**.

### 1. Общие сведения

Для создания графиков в системе **MathCAD** имеется программный графический процессор, который позволяет строить самые разные графики, например графики в декартовой и полярной системах координат, трёхмерные поверхности, графики уровней и т. д.

Для построения графиков используются шаблоны, перечень которых содержится в подменю **Graph** меню **Insert**, кроме того, панель, содержащую кнопки шаблонов графиков, можно вызвать нажатием кнопки , которая находится в математической панели.

Большинство параметров графического процессора, необходимых для построения графиков, по умолчанию задается автоматически. Поэтому для начального построения графика того или иного вида достаточно только задать тип графика. В подменю **Graph** содержится список из семи основных типов графиков. На рис. 2.1 показана палитра графиков, название кнопок которой соответствует пунктам подменю **Graph** меню **Insert**:

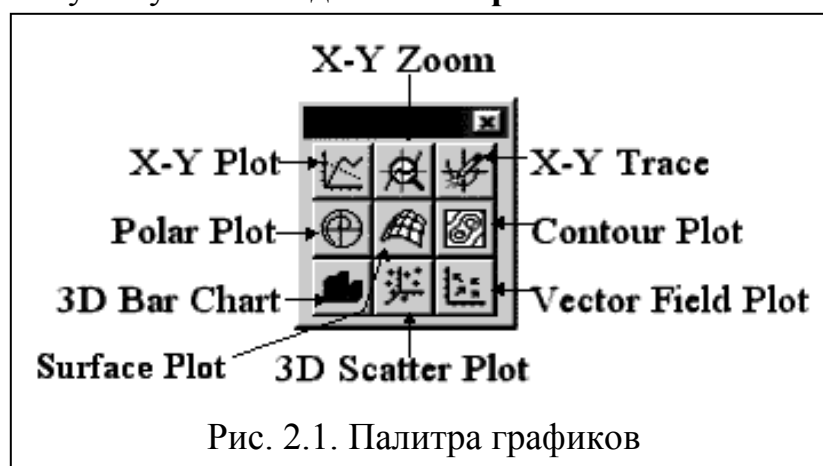


Рис. 2.1. Палитра графиков

**X–Y Plot**– создать шаблон двумерного графика в декартовой системе координат;

**Polar Plot** – создать шаблон графика в полярной системе координат;

**Surface Plot**– создать шаблон для построения трехмерного графика;

**Contour Plot** – создать шаблон для контурного графика трехмерной поверхности;

**3D Scatter Plot** – создать шаблон для графика в виде точек (фигур) в трехмерном пространстве;

**3D Bar Chart** – создать шаблон для изображения в виде совокупности столбиков в трехмерном пространстве;

**Vector Field Plot** – создать шаблон для графика векторного поля на плоскости.

Для изменения формата уже построенного графика необходимо выделить его, щёлкнув на нём указателем мыши. Выделенный график обводится сплошной линией с маркерами для изменения размеров. Если два раза щёлкнуть указателем мыши по полю графика, то будет вызвано диалоговое окно настройки параметров графика. Параметры графика можно изменить, также, при помощи команд, которые содержатся в подменю **Graph** меню **Format**.

Полезным инструментом при работе с двумерными графиками является применение специального графического маркера в виде двух перекрещивающихся пунктирных линий. Они появляются при выполнении команды **X-Y Trace**, которая содержится в подменю **Graph** меню **Format**, либо нажатием соответствующей кнопки на панели графиков. При этом появляется окно этой операции, в котором отображаются координаты маркера, перемещаемого по полям графика. Поместив маркер на какую-либо интересующую вас точку графика, можно примерно определить её координаты

Еще одна особенность при работе с двумерными графиками заключается в возможности их просмотра с увеличением отдельных частей этих графиков. Она реализуется операцией **X-Y Zoom**, которая содержится в подменю **Graph** меню **Format**, либо нажатием соответствующей кнопки на панели графиков. Перемещением мыши с нажатой левой клавишей можно выделить определенную часть графика. При этом минимальная и максимальная координаты по осям X и Y отображаются в информационном окне данной операции.

Графики любого вида, как любые объекты документа можно выделять, заносить в буфер обмена, вызывать их оттуда и переносить в любое новое место документа. Их можно и просто перетаскивать с места на место курсором мыши, а также растягивать по горизонтали, по вертикали и по диагонали, цепляясь за специальные маркеры выделенных графиков курсором мыши.

## ***2. Построение графиков в декартовой системе координат***

Есть два способа построения наиболее распространённых графиков в декартовой системе координат. Первый, наиболее простой способ, – это ввести выражение, описывающее некоторую функцию  $f(x)$ , а затем вызвать

шаблон **X–Y Plot** с помощью меню или палитры графиков. В появившемся шаблоне остаётся только ввести имя переменной  $x$  по оси  $O–X$  и щёлкнуть мышью вне области графика – он будет построен. Так построен первый график на рис. 2.2. Следует обратить внимание на то, что на оси ординат записывается имя функции (например,  $\sin(x)$ ,  $f(x)$  и т.п.), при этом в скобках указывается имя аргумента, стоящего на оси абсцисс (в данном случае –  $x$ ).

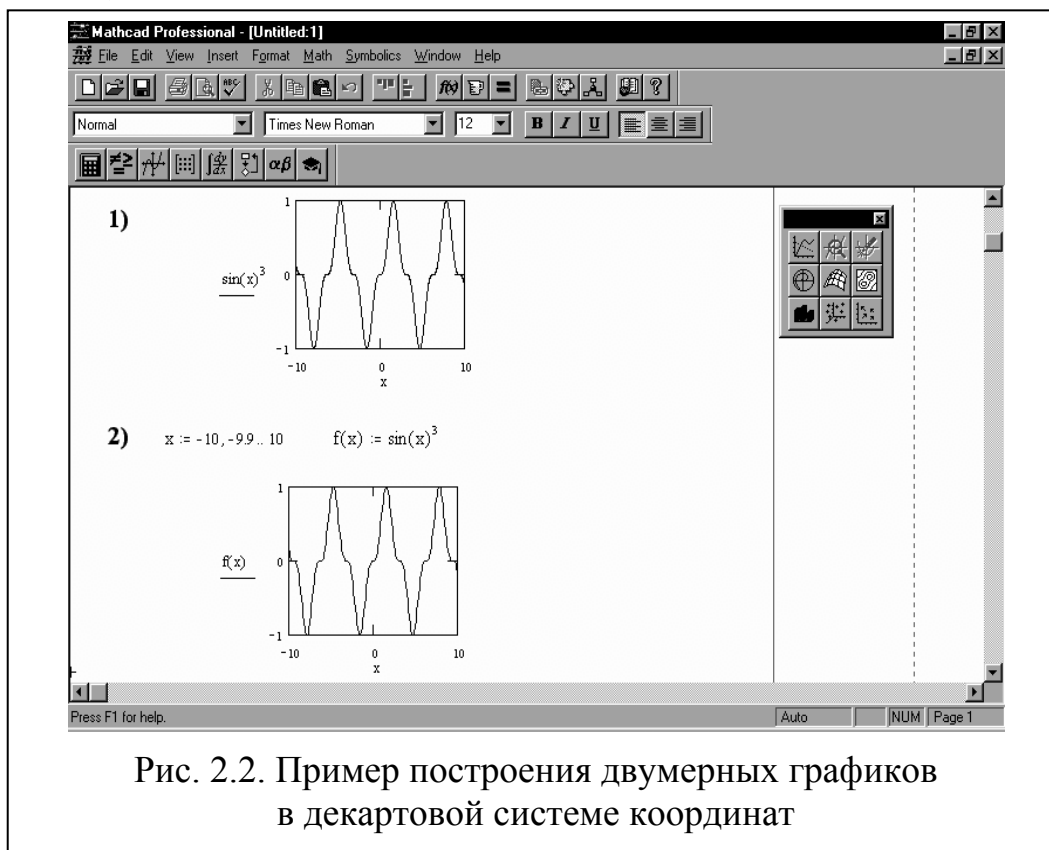


Рис. 2.2. Пример построения двумерных графиков в декартовой системе координат

Для второго способа нужно вначале задать ранжированную переменную, например  $x$ , указав диапазон её изменения и шаг. Шаг  $d$  задаётся следующим образом: указывается начальное значение переменной  $x_0$ , а затем через запятую значение  $x_0 + d$ . После этого через две точки указывается конечное значение  $x$  – смотрите второй график на рис. 2.2. Две точки вводятся нажатием клавиши  $;$  – точка с запятой. Затем надо задать соответствующую функцию или функции и вызвать шаблон двумерного графика. Незаполненный шаблон представляет собой большой пустой прямоугольник с местами ввода данных в виде тёмных маленьких прямоугольников, расположенных около осей абсцисс и ординат будущего графика.

В средние шаблоны данных нужно поместить имя переменной (например,  $x$  на оси абсцисс) и имя функции (например,  $f(x)$  на оси ординат). Если строятся графики нескольких функций в одном шаблоне, то для разделения имён функций следует использовать запятые. Крайние шаблоны числовых данных служат для указания предельных значений абсцисс и ординат, т. е. они задают масштабы графика. Если оставить эти шаблоны неза-

полненными, то масштабы по осям графика будут устанавливаться автоматически.

### 3. Построение графиков поверхностей

Порядок построения графиков поверхности рассмотрим на примере построения функции  $f(x, y) = -\sin(x^2 + y^2)$ , где  $x$  изменяется от 2 до 3,1, а  $y$  от 1 до 2,5. Фрагмент рабочего документа с построенным графиком представлен на рис. 2.3.

Для построения графика поверхности (как, впрочем, и любого трёхмерного графика) необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Задать вид функции двух переменных –  $f(x, y) : -\sin(x^2 + y^2)$ ;
2. Задать пределы изменения аргументов –  $x_{н}:2<Enter> x_{к}:3.1<Enter> y_{н}:1<Enter> y_{к}:2.5<Enter>$ ;
3. Задать нумерацию узлов сетки поверхности по первому аргументу –  $i : 0 ; 40$ ;

Замечание: число узлов обычно выбирается произвольно. Если задан шаг изменения аргумента, например,  $\Delta x$ , то число узлов равно  $i = \frac{x_k - x_n}{\Delta x} + 1$ ;

4. Сформировать вектор первого аргумента –  $x [ i : x_n + (x_k - x_n) \cdot i / 40$ ;

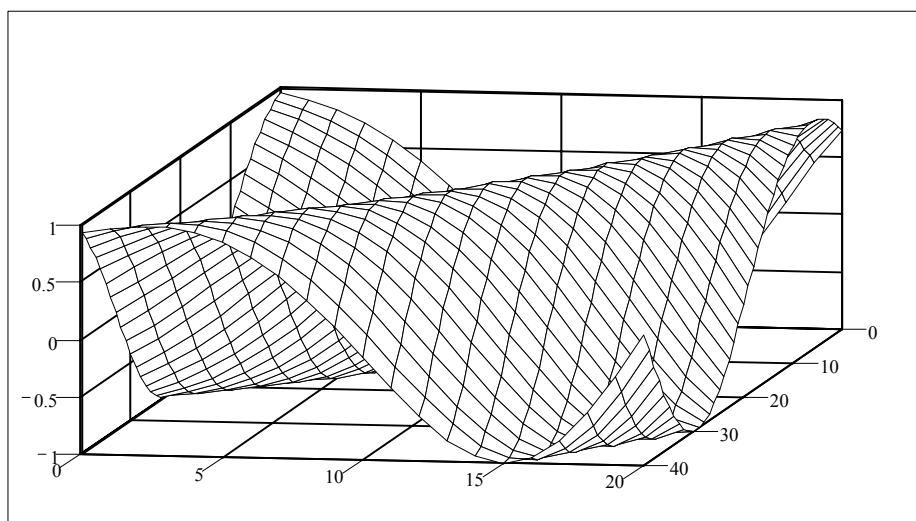
**Необходимо запомнить правило:** в MathCAD существует два вида нижних индексов: 1) декоративный – для придания наглядности выражениям. Он вызывается нажатием клавиши “.” – точка (при латинской раскладке клавиатуры). 2) индекс массива – для нумерации элементов массива. Он вызывается нажатием клавиши “[” – открывающаяся квадратная скобка. При построении графиков используются индексы массива.

5. Задать нумерацию узлов сетки поверхности по второму аргументу –  $k : 0 ; 20$ ;
6. Сформировать вектор второго аргумента –  $y [ k : y_n + (y_k - y_n) \cdot k / 20$ ;
7. Заполнить матрицу **M** значениями функции  $f(x, y)$  в узлах сетки –  $M [ i, k : f ( x [ i <Space>, y [ k <Space> )$ ;
8. Построить график поверхности, для чего нажмите кнопку **Surface Plot** на панели графики, либо выберите команду **Surface Plot** подменю **Graph** меню **Insert**;

Для изменения параметров графика необходимо щёлкнуть два раза по полю графика, либо выбрать команду **3D Plot** подменю **Graph** меню **Format**.

Форматирование трёхмерного графика имеет на порядок больше возможностей, чем форматирование двухмерного. К цвету, толщине и виду линий, нумерации осей, сетке и пр. добавляется вид (**View**) графика: наклон к зрителю и вращение по оси Z, а также многое другое.

```
f(x, y) := -sin(x^2 + y^2)    xн := 2    xк := 3.1    yн := 1    yк := 2.5
i := 0.. 40    xi := xн + (xк - xн) ·  $\frac{i}{40}$ 
k := 0.. 20    yk := yн + (yк - yн) ·  $\frac{k}{20}$ 
Mi,k := f(xi, yk)
```



М

Рис. 2.3. График поверхности

#### 4. Построение графиков в полярной системе координат

В полярной системе координат каждая точка задаётся углом  $W$ , и модулем радиус-вектора  $R(W)$ . График функции обычно строится в виде линии, которая описывает конец радиус-вектора при изменении угла  $W$  в определённых пределах, чаще всего от 0 до  $2\pi$ .

Перед построением таких графиков надо задать значения переменной  $W$ . После вывода шаблона следует ввести  $W$  в шаблон снизу и функцию  $R(W)$  в шаблон справа, а также указать нижний предел изменения длины радиус-вектора в шаблоне справа внизу и верхний предел в шаблоне справа сверху.

#### 5. Построение контурных графиков поверхности

Ещё один широко распространённый тип графиков для представления поверхностей – с помощью линий уровня. Такие графики широко применяются, например, в картографии. Операция **Contour Plot** служит для вывода шаблона таких графиков. Он подобен шаблону, описанному при по-

строении графиков поверхности (кстати, как и предшествующие выводу шаблона действия по созданию матрицы **M**).

Часто контурные графики получаются более информативными, чем просто поверхности. У последних нередко одни части поверхности закрывают другие. Например, пик на переднем плане может закрыть меньшие пики или впадины на заднем плане. У контурных графиков такого эффекта нет, и на них легко обнаруживаются все пики и впадины, правда, при достаточно большом числе линий уровня и малом расстоянии между ними.

## ***6. Построение точечных графиков поверхности***

Нередко поверхности представляют в виде находящихся в трёхмерном пространстве точек, кружочков или иных фигур. Каждая из этих фигур несёт информацию о геометрическом положении её центра в трёхмерном пространстве. Такой график создаётся операцией **3D Scatter Plot**.

Порядок построения точечных графиков поверхности такой же, как и порядок построения графика поверхности.

## ***7. Построение графика в виде гистограммы***

Весьма распространённой формой представления поверхностей является представление её рядом трёхмерных столбиков, высота которых определяется значением координаты  $f(x, y)$ . Для этого используется операция **3D Bar Char**. Подобные графики широко применяются при представлении сложных статистических данных, например представленными тремя независимыми переменными. Порядок построения гистограмм такой же, как и порядок построения остальных трёхмерных графиков.

## ***8. Построение векторного графика поверхности***

Ещё один вид представления поверхности – векторное представление. Оно задаётся построением коротких стрелочек – векторов. Каждая стрелка обращена остриём в сторону нарастания высоты поверхности, а плотность расположения стрелок зависит от скорости этого нарастания. Для построения такого графика используется команда **Field Plot**. Порядок построения векторных графиков такой же, как и порядок построения остальных трёхмерных графиков.

## ***9. Работа с текстовым редактором***

Текстовый редактор позволяет создавать текстовые комментарии. Они делают документ с формулами и графиками более понятными. В простейшем случае для запуска текстового редактора достаточно ввести символ " (двойная кавычка). В появившийся прямоугольник можно начать вводить текст. В текстовом блоке курсор имеет вид красной вертикальной черты и отмечает место ввода.

Текст редактируется общепринятыми средствами – перемещением места ввода клавишами управлением курсором, установкой режимов вставки и замещения символов (клавиша **Insert**), стиранием (клавиши **Del** и **BackSpace**), выделением, копированием в буфер, вставкой из буфера и т. д. Для редактирования текстовых блоков, также, предназначены следующие пункты меню **Format**:

**Text...** – выбор шрифта, его цвета, размера и стиля написания.

**Paragraph...** – изменение величины отступа первой строки и всего текста, а также центровки текста.

**Style...** – редактирование стилей написания текста в документе.

Стиль написания, шрифт, размер шрифта, центровку текста можно изменить, также, при помощи кнопок панели форматирования.

## **10. Создание массивов**

Кроме способа, описанного в третьем разделе, одномерные и двумерные массивы можно создать при помощи шаблонов. Шаблоны массивов вызываются нажатием кнопки с изображением квадратной матрицы. Эта кнопка расположена на палитре векторов и матриц, которая, в свою очередь, вызывается нажатием кнопки с изображением квадратной матрицы на панели математических операций.

Для создания массива (например,  $M$ ) необходимо после знака присваивания  $M:=$  поместить шаблон массива. При вызове шаблона массива будет раскрыто диалоговое окно, в котором необходимо указать количество строк (**Rows**) и количество столбцов (**Columns**).

### **Задание для самостоятельной работы**

Построить график одной или нескольких функций. Задание взять из табл. 2.1 согласно порядковому номеру студента по журналу группы. Все зависимости функций должны быть построены на одном графике. Рабочий лист должен содержать текстовый комментарий, указывающий номер варианта и вид графика.

Таблица 2.1

Варианты заданий для самостоятельной работы

№ вар.	Функции	Диапазон изменения аргументов	Шаг изменения аргументов	Вид графика
1	$f(x) = \sin(x)^3$ $\varphi(x) = \cos(x)^3$	$x \in [-10; 10]$	$\Delta x = 0.1$	В декартовой системе координат
2	$f(x) = \sin(3 \cdot x)$ $\varphi(x) = \cos(x)$	$x \in [0; 2\pi]$	$\Delta x = 0,01\pi$	В полярной системе координат

№ вар.	Функции	Диапазон изменения аргументов	Шаг изменения аргументов	Вид графика
3	$f(x, y) = -\sin(x^2 \cdot y)$	$x \in [-2; 2]$ $y \in [-2; 2]$	$\Delta x = 0,2$ $\Delta y = 0,2$	График поверхности
4	$f(x, y) = -\sin(x^2 \cdot y^3)$	$x \in [0; 3]$ $y \in [-4; 1]$	$\Delta x = 0,1$ $\Delta y = 0,2$	Контурный график поверхности
5	$f(x, y) = \frac{\sin(x^2)}{\cos(y^3 \cdot x)}$	$x \in [0; 10]$ $y \in [-1; 1]$	$\Delta x = 1$ $\Delta y = 0,3$	Точечный график поверхности
6	$f(x, y) = \operatorname{tg}(x \cdot y)$	$x \in [-1; 1]$ $y \in [-2; 2]$	$\Delta x = 0,1$ $\Delta y = 0,2$	Трёхмерная гистограмма
7	$f(x, y) = \frac{\sin(x) \cdot \cos(y)}{-\sin(x^2 \cdot y)}$	$x \in [-3; 21]$ $y \in [-4; 0,5]$	$\Delta x = 1$ $\Delta y = 0,01$	Векторный график поверхности
8	$f(x) = x^3 / 1000$ $f(x) = 5800 \cdot \sqrt{x}$	$x \in [-10; 10]$	$\Delta x = 0,1$	В декартовой системе координат
9	$f(x) = 1,2 \cdot \sin(5 \cdot x)$ $\varphi(x) = \sin(x) \cdot \cos(x)$	$x \in [0; 2\pi]$	$\Delta x = 0,01\pi$	В полярной системе координат
10	$f(x, y) = \frac{2\pi \cdot (x^2 + y^2)}{x \cdot y}$	$x \in [0,01; 1]$ $y \in [0,1; 10]$	$\Delta x = 0,01$ $\Delta y = 0,01$	Контурный график поверхности
11	$f(x, y) = \frac{x^3 \cdot \cos(y)}{\sqrt{x \cdot y}}$	$x \in [3; 8]$ $y \in [-4; -1]$	$\Delta x = 0,5$ $\Delta y = 0,1$	Трёхмерная гистограмма
12	$f(x) = \operatorname{tg}(x)$ $\varphi(x) = \sin(x)$	$x \in [0; 3]$	$\Delta x = 0,01$	В декартовой системе координат
13	$f(x, y) = \frac{\sqrt{y} \cdot x^3}{\cos(x^2)}$	$x \in [-10; 10]$ $y \in [-3; 3]$	$\Delta x = 0,1$ $\Delta y = 0,03$	Точечный график поверхности
14	$f(x, y) = \frac{x^4 \cdot \cos(y)}{\operatorname{tg}(x \cdot y)}$	$x \in [0; 100]$ $y \in [-80; 20]$	$\Delta x = 1$ $\Delta y = 1$	Векторный график поверхности
15	$f(x, y) = \frac{\sin(x \cdot y)}{\cos(x) \cdot \operatorname{tg}(y)}$	$x \in [0; 2\pi]$ $y \in [-\pi; \pi]$	$\Delta x = 0,01\pi$ $\Delta y = 0,03\pi$	Точечный график поверхности

### ***Требования к отчёту***

Отчет о лабораторной работе должен включать цель работы, кратко оформленный реферат первого раздела, описание команд меню **Edit** и **Insert** из **Приложения**, а также протокол действий, самостоятельно выполняемых студентом на компьютере. Рабочий документ выполнения лабораторной работы должен быть сохранён на ПЭВМ в личной папке студента.



При сдаче работы студент должен продемонстрировать практическое умение строить различные графики в среде **MathCAD** и ответить на следующие контрольные вопросы:

1. Какие основные типы графиков можно построить в среде **MathCAD**? Как вызвать шаблоны этих графиков?
2. Как можно изменить параметры уже построенного графика?
3. Какие функции выполняет команда **X-Y Zoom**?
4. Какие функции выполняет команда **X-Y Trace**?
5. Расскажите порядок построения графика функции одной переменной в декартовых координатах.
6. Расскажите порядок построения графика функции одной переменной в полярной системе координат.
7. Расскажите порядок построения графика поверхности. Как задаётся число узлов сетки поверхности?
8. Как построить одновременно несколько графиков разных функций на одном координатном поле в декартовой системе координат?
9. Как вставить текстовый блок в рабочий лист **MathCAD**?
10. Какие средства есть в **MathCAD** для редактирования текстовых блоков?
11. Как указать ряд значений переменной, изменяющейся с определённым шагом в каком-либо числовом диапазоне?
12. Как отменить последнюю операцию редактирования?
13. Как скопировать выделенный объект в буфер обмена? Как вставить содержимое буфера обмена в определённое место документа?
14. Как вставить в текстовую область шаблон математической области?
15. Как добавить на график в декартовых координатах линии сетки и как их убрать?