

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МАТИ - Российский государственный технологический университет  
им. К.Э.Циолковского

Кафедра высшей математики

## ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА *Mathcad*

Методические указания к лабораторной работе по курсу “Информатика”

Составители: А.М. Никулин  
Н.З. Емельянова

Москва - 1999



## ВВЕДЕНИЕ

В пакете *Mathcad* представлен обширный набор инструментов для реализации графических методов решения математических задач. Графики в *Mathcad* являются универсальными и легкими в использовании. Пакет позволяет строить графики разных типов: графики в декартовых координатах, графики в полярных координатах, строить поверхности, строить линии уровня, картины векторных полей, трехмерные гистограммы, точечные графики. Оси графиков могут иметь линейный или логарифмический масштаб. На графики может быть нанесена координатная сетка.

### 1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ В *Mathcad*

Для создания графиков в системе *Mathcad* имеется программный графический процессор. Основное внимание при его разработке было уделено обеспечению простоты задания графиков и их модификации с помощью соответствующих опций.

#### 1.1. Вставка графических шаблонов

Для построения графиков используются шаблоны. Их перечень содержит подменю **Graph** в позиции **Insert** главного меню. Большинство параметров графического процессора, необходимых для построения графиков, по умолчанию задается автоматически. Поэтому для начального построения того или иного вида достаточно задать тип графика. В подменю **Graph** содержится список из семи основных типов графиков. Они позволяют выполнить следующие действия:

X-Y Plot	(@)	- создать шаблон двумерного графика в декартовой системе координат;
Polar Plot	(Ctrl+7)	- создать шаблон графика в полярных координатах;
Surface Plot	(Ctrl+2)	- создать шаблон для построения трехмерного графика;
Contour Plot	(Ctrl+5)	- 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.

Основные возможности главного меню дублируются кнопками быстрого управления. В системе используются удобные перемещаемые наборные панели ( в оригинале - *Palettes*). Одна из кнопок предназначена для того, чтобы открыть **Graph Palette** (“Панель графиков”). Щелчком по кнопке этой панели в рабочий документ вставляем поле графика соответствующего типа.

*Mathcad* представляет пользователю разнообразные средства форматирования графика - изменение толщины и цвета линий, вида осей координат, координатные сетки, текстовые комментарии и др. Для того, чтобы изменить вид изображения, нужно щелкнуть дважды по полю графика и установить требуемые параметры в окнах настройки.

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.

## 1.2. Основные действия при создании графика

Порядок действий при построении всех графиков одинаков. После выбора шаблона построения графика, в рабочем документе открывается поле построения графика с помеченными для ввода позициями, которые нужно заполнить для определения графика. Когда график определен (заполнены все помеченные позиции), то для построения графика при автоматическом режиме вычислений достаточно щелкнуть мышью вне поля графика. При “ручном” режиме вычислений необходимо нажать клавишу F9.

Заполнение шаблона для разных типов графиков имеет свои особенности, которые будут рассмотрены ниже.

## 1.3. Размещение нескольких графиков на чертеже

Можно начертить несколько кривых на одном и том же чертеже. Например, график в декартовой системе координат может содержать несколько выражений по оси ординат а зависимости от одного выражения по оси абсцисс. Чтобы представить графически несколько выражений по оси ординат относительно одного выражения по оси абсцисс, введите первое выражение по оси ординат, сопровождаемое запятой. Непосредственно под первым выражением появится пустое поле. Введите туда второе выражение, сопровождаемое другой запятой, чтобы получить пустое поле и т.д.

Чтобы построить несколько независимых кривых на одном чертеже, введите два или более выражения, отделяемых запятыми по оси абсцисс, и то же самое выражение по оси ординат. *Mathcad* согласует выражения попарно - пер-

вое выражение по оси абсцисс с первым выражением по оси ординат, второе со вторым и т.д. Затем рисуется график каждой пары.

Можно построить до 16 функций по оси ординат в зависимости от одного аргумента по оси абсцисс. Однако, если для каждой кривой используется свой аргумент, то можно отобразить только до 10 графиков.

Точно так же можно построить несколько графиков на одном и том же чертеже в полярных координатах, используя эту же технологию заполнения шаблона графика.

#### 1.4. Изменение размеров графика

Изменение размеров графика очень похоже на изменение размеров окна. График можно растягивать по горизонтали, по вертикали и по диагонали, цепляясь за специальные маркеры выделенного графика курсором мыши.

*Mathcad* позволяет увеличивать не обязательно весь график, а только элемент графика. Чтобы изменить масштаб изображения части графика, необходимо воспользоваться диалоговым окном для форматирования графика.

#### 1.5. Форматирование осей

Чтобы изменить формат графика, необходимо дважды щелкнуть мышью в области графика. Если строим график в декартовой системе координат, то появится следующее диалоговое окно для форматирования графика (разные типы графиков имеют разный вид диалоговых окон, но аналогичную технологию форматирования).

Для каждой оси можно задать следующие установки, отметив квадратик рядом с установкой:

Log Scale (Лог масштаб)	- выбранная ось имеет логарифмический масштаб;
Grid Lines (Линии сетки)	- деления на выбранной оси заменяются линиями сетки;
Numbered (Пронумеровать)	- на выбранной оси у делений проставляются числовые значения;
Autoscale (Авто масштаб)	- если квадратик не отмечен, <i>Mathcad</i> устанавливает границу на оси по соответствующему предельному значению данных, иначе в качестве границы на оси берется значение последующее за предельным значением;
Show Markers (Нанести риски)	- к графику можно добавить фоновые линии;
Auto Grid	- <i>Mathcad</i> автоматически выбирает число интервалов сет-

(Авто сетка)	ки. Если квадратик не отмечен, то можно установить число интервалов, введя значение от 2 до 99 в поле “Число интервалов”;
Number of Grids (Число интервалов)	- это поле доступно, когда режим Авто сетка и Лог масштаб выключены;
Axis Style (Стиль осей)	- эти кнопки определяют стиль, в котором график будет показывать оси;
Boxed (Рамка)	- окружает график координатной рамкой;
Crossed (Репер)	- показывает оси пересекающиеся в центре графика;
None (Ничего)	-оси не будут отражаться на чертеже.

Названия установок в скобках даны в русском переводе. Если что-либо в построенном графике не вполне удовлетворяет, то можно применить описанные выше операции изменения формата графиков.

## 1.6. Оформление графика

В *Mathcad* можно делать следующие надписи на чертеже:

- заголовок выше или ниже графика;
- названия осей, чтобы описать, что отложено на каждой оси;
- имена кривых, идентифицирующих отдельные графики;
- переменные - выражения, определяющие координаты.

Можно использовать эти надписи все вместе или в любой комбинации.

Для того, чтобы добавить заголовок к графику в диалоговом окне для форматирования графика щелкнуть по закладке **Labels** (“Надписи”) и напечатать заголовок графика в поле **Title** (“Заголовок”). Пометить место размещения заголовка: кнопка **Above** (“Вверху”) или **Below** (“Внизу”) и удостовериться, что квадратик **Show Title** (“Показать заголовок”) отмечен.

Написать одну или обе оси графика можно, указав название осей в поле **Axis Label** (“Название осей”).

## 1.7. Свойства графиков

На чертеже может располагаться до 16 разных графиков. Каждому графику соответствует строка в прокручиваемом списке, который откроется, если в диалоговом окне для форматирования графика щелкнуть по закладке **Traces** (“Графики”). По мере появления новых графиков *Mathcad* ставит в соответствие каждому одну из этих строк. Каждая строка имеет шесть полей:

Legend Label (Имя кривой)	- название графика, появляющееся под чертежом вместе с образцом линии графика;
Symbol (Маркер)	- поле указывает, отмечать или нет каждую точку на кривой символом;
Line (Линия)	- поле указывает тип линии: сплошная, пунктирная, штриховая или штрихпунктирная;
Color (Цвет)	- поле указывает цвет линии: красный, синий, зеленый, сиреневый, голубой, коричневый, черный или белый;
Type (Тип)	- поле управляет типом графика: в виде кривой, столбчатой диаграммы, ступенчатой кривой, интервалов ошибок (этот вид графика строится с использованием двух функций) и точек;
Weight (Толщина)	- толщина графика (от 1 до 9).

Кроме прокручивающегося списка и связанных с ним раскрывающихся списков, закладка **Traces** (“Графики”) имеет два переключателя: **Hide Arguments** (“Скрыть переменные”) и **Hide Legend** (“Скрыть имена”).

## 2. ГРАФИКИ В ДЕКАРТОВОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

Для построения наиболее распространенных графиков в декартовой системе координат достаточно ввести выражение, описывающее некоторую функцию  $y = f(x)$ , а затем вывести шаблон **X-Y Plot** с помощью меню или ввода символа **@**. Далее порядок действий описан в п 1.2. Рассмотрим построение графиков на конкретных примерах.

### 2.1. Построение графика функции $y = f(x)$

На одном чертеже построим графики двух функций. На рисунке 1 приведен рабочий документ с изображением двух графиков:  $f(x) = x + \sin(x)$  и  $g(x) = x * \sin(x)$ .

Вместо имени функции можно ввести выражение для ее вычисления, как показано на втором графике, приведенном на рисунке 1. На третьем графике изменен формат осей: нанесены линии сетки. Самостоятельно постройте этот же график, но примените логарифмический масштаб для осей и постройте график с типом графика гистограмма.

Чтобы удалить график из рабочего документа надо выделить график, а затем выполнить подменю **Cut** позиции **Edit** или нажать комбинацию клавиш **Cntrl+X**.

$$f(x) := x + \sin(x) \quad g(x) := x \cdot \sin(x)$$

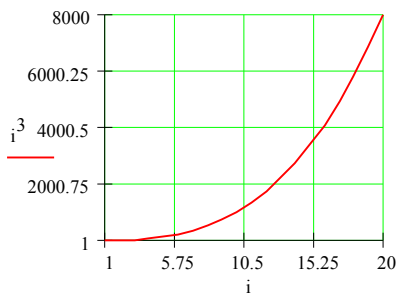
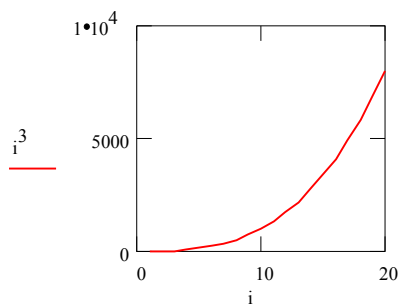
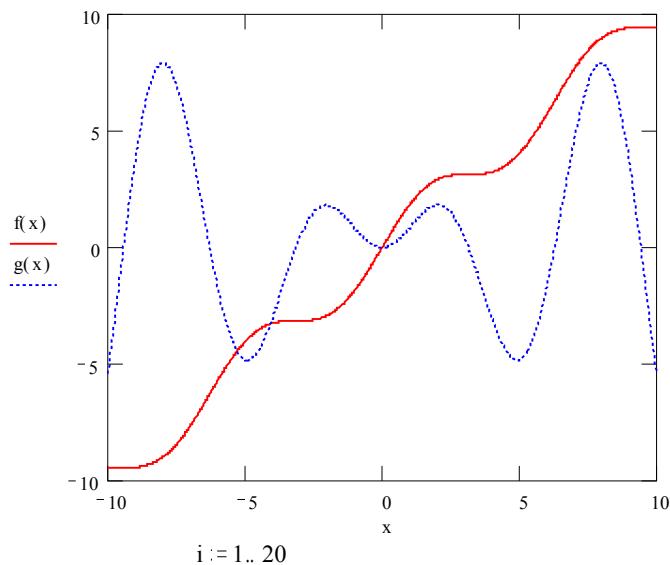


Рис. 1. Фрагменты рабочих документов *Mathcad* с графиками функций в декартовой системе координат



## 2.2. Построение кривой, заданной параметрически

Построение кривой, заданной параметрически, осуществляется аналогично. Отличие состоит в том, что в позиции аргумента и функции вводятся выражения или имена соответствующих функций. Например:

$$x(t) := \frac{t^2}{1+t^2} \quad y(t) := \frac{t \cdot (1-t^2)}{1+t^2} \quad t := 0, 0.1..10$$

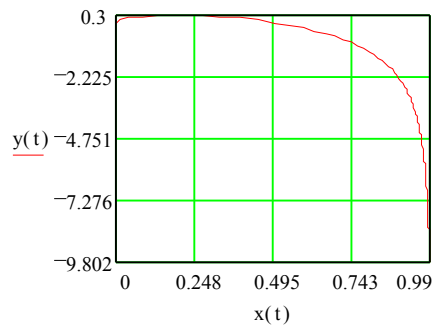


Рис. 2. График кривой, заданной параметрически

## 3. ГРАФИКИ В ПОЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ

В полярной системе координат каждая точка задается углом  $\tilde{f}$  и модулем радиус-вектора  $r(\tilde{f})$ . График функции обычно строится в виде линии, которую описывает конец радиус-вектора при изменении угла  $\tilde{f}$  в определенных пределах, чаще всего от 0 до  $2\pi$ . Опция **Polar Plot** (Ctrl+7) выводит шаблон таких графиков в форме окружности с шаблонами данных.

Перед построением таких графиков надо задать значения переменной  $\tilde{f}$  и функцию  $r(\tilde{f})$ . Надо отметить, что в версиях *Mathcad*, начиная с 7, есть возможность прямого построения графиков функций, без определения диапазона изменения независимой переменной  $\tilde{f}$  - надо просто заполнить шаблон графика. Саму функцию нужно описать формулами, которые вписываются на места шаблонов по осям X и Y. После построения графика надо вывести графический курсор мыши из области графика.

Можно определить многие из характеристик полярного графика, включая размер, число линий сетки, верхнее и нижнее граничные значения по радиальной оси.

Можно построить несколько графиков на одном и том же чертеже в полярных координатах, как это делали при построении графиков в декартовых координатах.

$$a := 10 \quad m := 4 \quad r(\phi) := a \cdot \cos(m \cdot \phi) \quad \phi := -\pi, -\pi + \frac{\pi}{120} \dots \pi$$

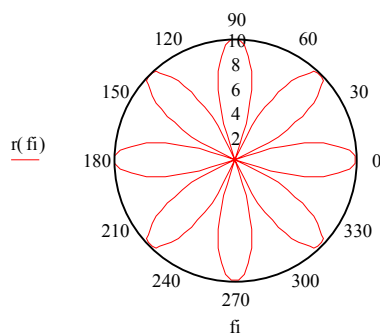


Рис. 3. График в полярной системе координат

#### 4. ГРАФИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Mathcad* наряду с двумерными графиками позволяет строить трехмерные графики. В отличие от двумерных графиков, которые используют дискретные аргументы и функции, трехмерные графики требуют **матрицы значений**. В каждом конкретном случае получение матрицы значений связано с конкретной поставленной задачей. Например, построить график функции двух переменных.

Переменная  $z$  (с областью изменения  $Z$ ) называется функцией независимых переменных  $x$  и  $y$  в множестве  $M$ , если каждой паре  $(x, y)$  их значений из  $M$  по некоторому правилу или закону ставится в соответствие одно определенное значение  $z$  из множества  $Z$ .

Множество  $M$  - область определения функции, множество  $Z$  - область ее значений. Функциональная зависимость  $z$  от  $x, y$  обозначается  $z = f(x, y)$ .

Возьмем в пространстве систему координатных осей  $x, y, z$ , изобразим на плоскости  $xOy$  множество  $M$ ; в каждой точке  $(x, y)$  этого множества - восстановим перпендикуляр к плоскости и отложим на нем значение  $z = f(x, y)$ .

Геометрическое место полученных таким образом точек и является пространственным графиком функции  $z = f(x, y)$ .

Поэтому для построения в *Mathcad* графика функции двух переменных необходимо предварительно вычислить значения функции на прямоугольной сетке, т.е. построить таблицу значений функции. Надо определить функцию двух переменных  $f(x, y)$ , определить количество узлов квадратной сетки  $n$  в

плоскости переменных  $x, y$ , определить диапазон изменения целых индексов  $i$  и  $j$  узлов сетки  $x_i$  и  $y_j$  соответственно.

В простейшем случае определим  $x_i = i$  и  $y_j = j$ , соответственно в этом случае функцию  $z$  можно записать как  $z = f(i,j)$ . Построим матрицу значений такой функции.

Пусть количество узлов квадратной сетки  $n = 10$ , диапазон изменения индексов от 1 до 10, функция  $f(i,j) = 3-i+j$ . При задании элементов матрицы по формулам необходимо помнить, что начальный индекс элементов матрицы по умолчанию равен нулю и обозначается символом *ORIGIN*. Определяем *ORIGIN* :=1 для того, чтобы индексы первого элемента матрицы были равны 1.

Для решения данной задачи используются дискретные аргументы. Дискретный аргумент - переменная, которая принимает ряд значений при каждом ее использовании. В этой задаче используются два дискретных аргумента -  $i$  и  $j$ . Для задания  $i$  как дискретного аргумента надо:

1. Напечатать  $i$  и затем нажать клавишу двоеточие (:).

2. Напечатать 1 и затем нажать клавишу точки с запятой (;). Это сообщает *Mathcad*, что определяется дискретный аргумент. *Mathcad* показывает точку с запятой как две точки .., что означает диапазон. Завершаем описание дискретного аргумента, печатая 10 в оставшемся поле.

Аргумент  $j$  задается аналогично.

Для задания индексов матрицы используем клавишу “[”.

Пример задания матрицы в *Mathcad* приведен ниже:

$i := 1..10$        $j := 1..10$       *ORIGIN*:=1

$M_{i,j} := 3 - i + j$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
6	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
7	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
8	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
9	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
10	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3

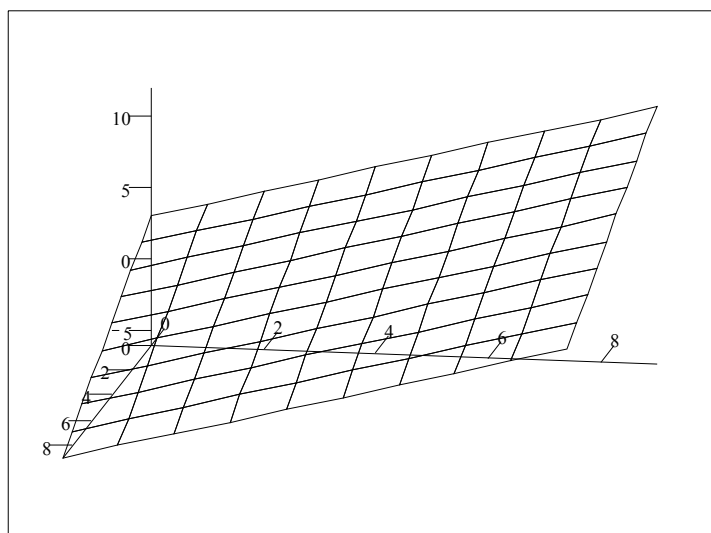
Рис. 4. Задание значений матрицы в *Mathcad*

Для построения всех типов поверхностей будем использовать полученную матрицу значений.

#### 4.1. Построение трехмерных графиков

Для построения данного типа графика в качестве шаблона возьмем **Surface Plot** (трехмерный график). В единственный шаблон данных нужно внести имя матрицы  $M$ . Пример этого типа графика для полученной матрицы  $M$  приведен на рисунке 5.

```
i := 1.. 10      j := 1.. 10      ORIGIN:= 1  
  
Mi,j := 3 - i + j
```



М

Рис. 5. Трехмерный график

#### 4.2. Построение контурных графиков поверхности

Линией уровня функции двух переменных  $x$  и  $y$  называется геометрическое место точек в плоскости  $xOy$ , в которых функция принимает одно и то же значение.

Рассматривая линии уровня функции двух переменных, можно исследовать характер изменения функции, найти (приближенно) координаты точек экстремума. Такое графическое представление удобно для количественных оценок. Для построения такого типа графика используется шаблон **Contour Plot** (контурный график трехмерной поверхности). Для его построения доста-

точно в шаблон внести имя матрицы M. Численные значения уровней для разных кривых графика представлены рядом цифр около линий уровня.

Иногда контурные графики получаются даже более информативными, чем просто поверхности. У последних нередко одни части поверхности закрывают другие. У контурных графиков такого эффекта нет и на них легко обнаруживаются все пики и впадины.

Пример такого графика для полученной матрицы приведен ниже на рисунке 6.

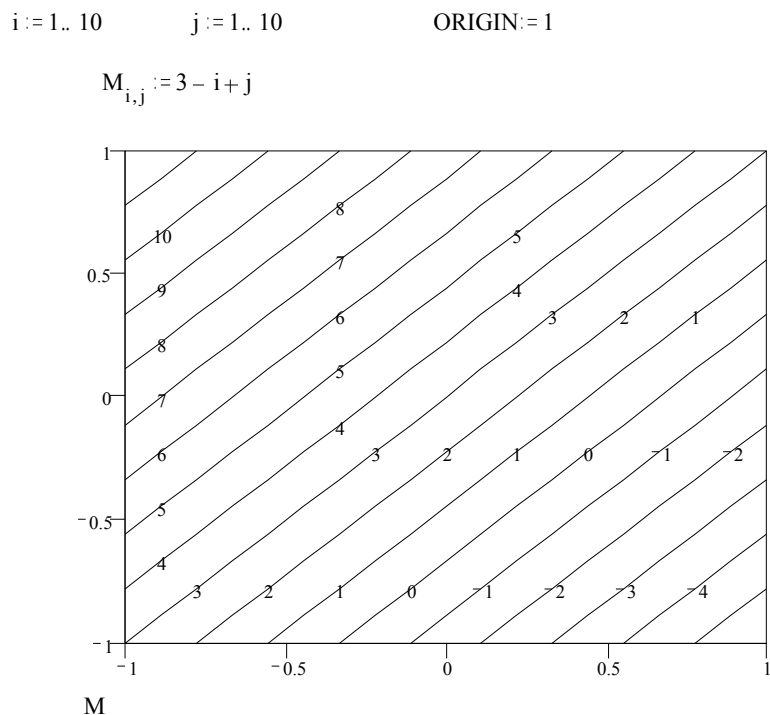


Рис. 6. Контурный график поверхности

В большинстве случаев указание количественных значений уровней загромождает график. Возможно задание высот поверхностей с помощью функциональной окраски. Это делает график более наглядным.

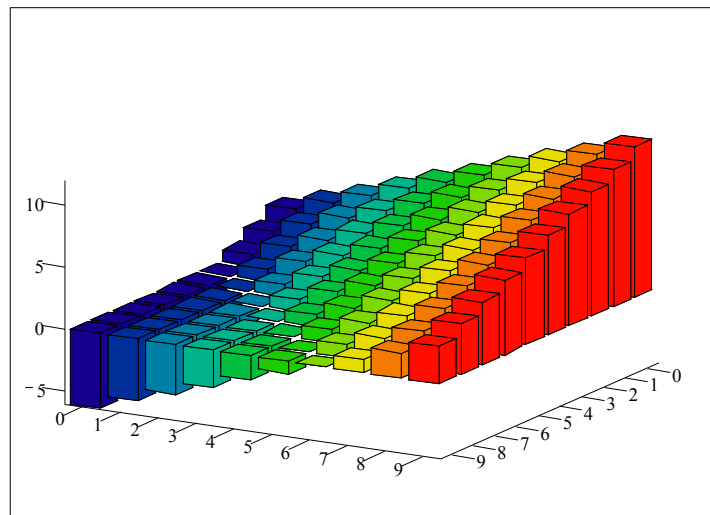
#### 4.3. Построение графика в виде гистограммы

Весьма распространенной формой представления поверхностей является также представление ее рядом трехмерных столбиков, высота которых определяется значением координаты  $f(x, y)$ .

Подобные графики широко применяются для представления сложных статистических данных.

Для построения данного типа графика надо выбрать шаблон **3D Bar Chart** (изображение в виде совокупности столбиков в трехмерном пространстве). В шаблон достаточно подставить имя матрицы  $M$ . Пример такого графика для полученной матрицы  $M$  приведен на рисунке 7.

```
i := 1.. 10      j := 1.. 10      ORIGIN:=1
Mi,j := 3 - i + j
```



$M$

Рис. 7. Представление поверхности трехмерными столбиками

Пространственное представление гистограммы зависит от расположения наблюдателя относительно поверхности. Можно задать нужный вид, изменяя наклон диаграммы или поворачивая ее, т.е. изменяя ракурс наблюдения, можно изменить цвет и линии, окраску и расположение столбиков и интервал между ними.

#### 4.4. Построение точечного графика поверхности

Нередко поверхности представляют в виде находящихся в трехмерном пространстве точек, кружочков или иных фигур. Точечные графики позволяют построить произвольную совокупность точек в трехмерном пространстве. Это особенно полезно для таких задач, как идентификация кластеров данных или слежение за траекторией точки.

Точечные графики отличаются от всех других трехмерных графиков следующим: для построения трехмерных графиков можно использовать не только матрицу, но и три вектора, содержащих столько элементов, сколько точек нужно построить. Координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  точек определяются в этом случае тремя эле-

элементами соответствующих векторов. Для этого типа графиков несколько значений  $z$  может соответствовать одним и тем же значениям  $x$  и  $y$ . Это часто необходимо в статистике, когда одно и то же измерение выполняется несколько раз. Можно также легко создавать параметрические кривые в трехмерном пространстве, при этом сами индексы векторов являются естественными параметрами.

Такой график создается с помощью шаблона **3D Scatter Plot** (график в виде точек (фигур) в трехмерном пространстве). Для его построения достаточно в шаблон внести имя матрицы  $M$ .

Пример такого графика для полученной матрицы  $M$  приведен на рисунке 8.

```
i := 1.. 10      j := 1.. 10      ORIGIN:=1
```

$$M_{i,j} := 3 - i + j$$

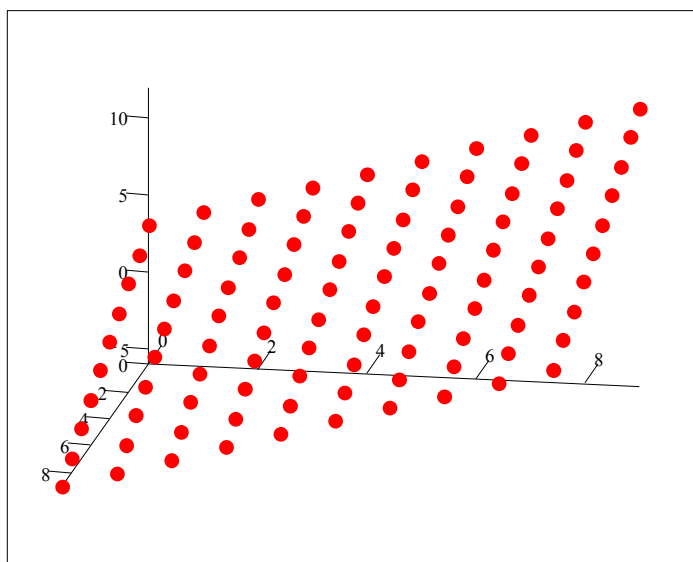


Рис. 8. График поверхности в виде разбросанных в пространстве точек

Размеры точек, их вид и окраску можно изменять с помощью команды изменения формата графика.

#### 4.5. Построение векторного графика поверхности

Еще один вид представления поверхности - векторное представление. Оно задается построением коротких стрелочек - векторов. Стрелки обращены

острием в сторону нарастания высоты поверхности, а плотность расположения стрелок зависит от скорости этого нарастания.

Для его построения используется шаблон **Vector Field Plot** (график векторного поля на плоскости). В шаблон необходимо внести имя матрицы  $M$ .

На рисунке 9 показан пример подобного графика.

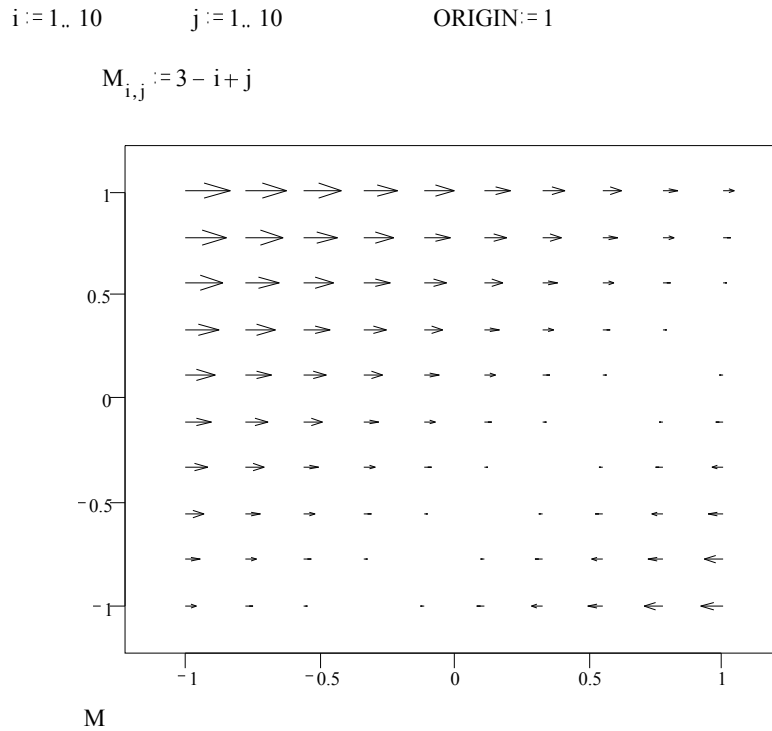


Рис. 9. Представление поверхности векторами

Этот вид графиков применяется для отображения полей, например, электрических зарядов. Для получения достаточного числа отчетливо видных стрелок надо поработать с форматированием графиков. Иначе графики могут оказаться не очень представительными. Так, слишком короткие стрелки превращаются в черточки и даже точки, не имеющие острия, что лишает график наглядности.



## 5. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 5.1. Постройте график заданной функции:

1.  $y = x^3 - 3x$ .
2.  $y = 12x - x^3$ .
3.  $y = x^3/3 + x^2$ .
4.  $y = x^4/4 - 2x^2$ .
5.  $y = x/(1 - x^2)$ .
6.  $y = x/(x^2 - 4)$ .
7.  $y = x/(x^2 + 1)$ .
8.  $y = x^2 * e^{-x}$ .
9.  $y = x^3 * e^x$ .
10.  $y = x - \ln(x)$ .
11.  $y = 2^x + 1/x^2$ .
12.  $y = (1 + \ln(x))/x$ .
13.  $y = x/2 + 2/x$ .
14.  $y = x/\ln(x)$ .
15.  $y = x + \arctg(x)$ .
16.  $y = e^x/x$ .
17.  $y = x * e^{-x/2}$ .
18.  $y = (2x - 1)/(x - 1)^2$ .
19.  $y = (1 - x) * e^x$ .
20.  $y = (2x - 1)/(3x + 1)$ .
21.  $y = 1/\sin(x)$ .
22.  $y = x + \sin(x)$ .
23.  $y = \cos(1/x)$ .
24.  $y = x^2 + 1/x$ .
25.  $y = x * \sin(x)$ .

Найти производную вашей функции с помощью символьных вычислений и построите второй график с двумя функциями: заданная функция и производная этой функции.

### 5.2. Постройте кривую, заданную параметрически:

№ п/п	x(t)	y(t)
1.	$t^2$	$2/3 * t * (3 - t^2)$
2.	$4 * t^2$	$3 * t * (t^2 + 1)$
3.	$2 * t - t^2$	$3 * t - t^3$
4.	$t^3 + 3 * t + 1$	$t^3 - 3 * t + 1$
5.	$t^4$	$t^2 - t^5$

6.	$t^2$	$t^4 + t^5$
7.	$t^2$	$t^3$
8.	$t^2/(1+t^3)$	$t/(1+t^3)$
9.	$t^5/(10*(1-t))$	$t^3$
10.	$t^2/(1+t^2)$	$t^3/(t^2+1)$
11.	$t^2/(1+t^2)$	$t*(1-t^2)/(1+t^2)$
12.	$t^2/(1-t^2)$	$1/(1+t^2)$
13.	$t^2/(t-1)$	$t/(t^2-1)$
14.	$t^2/(1-t)$	$t^3/(1-t^2)$
15.	$2*t/(1-t^2)$	$t^2/(1-t^2)$
16.	$\cos^2(t)+\cos(t)$	$\cos(t)*\sin(t)+\sin(t)$
17.	$4*\cos^3(t/4)$	$4*\sin^3(t/4)$
18.	$t-\sin(t)$	$1-\cos(t)$
19.	$t-2*\sin(t)$	$1-2*\cos(t)$
20.	$-t^2$	$2*t^3$
21.	$t^2/(1-t^2)$	$t^3/(1-t^2)$
22.	$t/(1-t^2)$	$t*(1-2*t^2)/(1-t^2)$
23.	$5*t^2/(1+t^5)$	$5*t^3/(1+t^5)$
24.	$(t+2)^2/(t+1)$	$(t-2)^2/(t-1)$
25.	$4*t/(1-t^4)$	$4*t^2/(1-t^4)$

5.3. Постройте кривую, заданную в полярной системе координат:

№ пп	Уравнение кривой $r=f(\varphi)$	Название кривой	Границы измене- ния $\varphi$
1.	$r=a*\cos(4*\varphi)$	роза	$[0, 2\pi]$
2.	$r=a*\varphi$	спираль Архимеда	$[0, 50]$
3.	$r=a*\varphi^2$	спираль Галилея	$[0, 100]$
4.	$r^2=a^2*\varphi$	спираль Ферма	$[0, 50]$
5.	$r=a*\sin(3*\varphi)$	четырёхлепестковая роза	$[0, 2\pi]$
6.	$r=a*\sin(2*\varphi)$	трехлепестковая роза	$[0, 2\pi]$
7.	$r=a*\sin(\varphi/3)$	роза	$[0, 2\pi]$
8.	$r=a*\sin(4*\varphi/3)$	роза	$[0, 2\pi]$
9.	$r=a*\sin(\varphi/2)$	роза	$[0, 2\pi]$
10.	$r=a*\sin(5*\varphi/3)$	роза	$[0, 2\pi]$
11.	$r=2*a*\sin^2(\varphi)/\cos(\varphi)$	циссоида	$[-1, 1]$
12.	$r=a*\cos(\varphi)+b$	улитка Паскаля	$[0, 2\pi]$
13.	$r=a*\cos(2*\varphi)/\cos(\varphi)$	строфоида	$[-1, 1]$

14.	$r=a/\cos(\varphi/3)$	трисектриса Маклорена	$[-1, 1]$
15.	$r=a*\sin(\varphi)/\varphi$	кохлеоида	$[0.01, 4\pi]$
16.	$r=2*a*(1-\cos(\varphi))$		$[0, 2\pi]$
17.	$r=a/\varphi$	гиперболическая спираль	$[0.01, 4\pi]$
18.	$r^2=a^2/\varphi$	жезл	$[0.01, 4\pi]$
19.	$r=a^{\varphi}$	логарифмическая спираль	$[0, 3\pi]$
20.	$r=a*(1+\cos(\varphi))$	кардиоида	$[0, 2\pi]$
21.	$r=a*\sin(6*\varphi)$	роза	$[0, 2\pi]$
22.	$r=a*(1+\cos^2(2*\varphi))+$ $b*\sin^2(2*\varphi)$		$[0, 2\pi]$
23.	$r=a*\cos(3*\varphi)$	роза	$[0, 2\pi]$
24.	$r=a*(1+\cos^2(5*\varphi))+$ $b*\sin^2(5*\varphi)$		$[0, 2\pi]$
25.	$r=a*(1+\cos^3(3*\varphi))+$ $b*\sin^3(3*\varphi)$		$[0, 2\pi]$

Коэффициенты  $a$  и  $b$  выбрать самостоятельно. Постройте график, используя установки формата по умолчанию, а затем постройте второй график, в котором измените установки для осей координат и свойства графика.

5.4. Отобразите графически квадратную матрицу  $A$  порядка  $n$  ( $n = 10$ ), элементы которой  $a_{ij}$  определяются с помощью функции  $f(i, j)$ :

1.  $f(i, j) = i + 2*j$ .
2.  $f(i, j) = i + 10*j$ .
3.  $f(i, j) = 2*i + 3*j$ .
4.  $f(i, j) = 10*i + j$ .
5.  $f(i, j) = 2 - i + 10*j$ .
6.  $f(i, j) = i - j*j + i*j$ .
7.  $f(i, j) = i*i - (j-2)*(j-2)$ .
8.  $f(i, j) = 2*i*i - 3*j*j$ .
9.  $f(i, j) = (i-1)*(j+3)$ .
10.  $f(i, j) = (i+2)*(j-4)$ .
11.  $f(i, j) = i*i*i + j$ .
12.  $f(i, j) = (i-2)*(j-2)$ .
13.  $f(i, j) = (i+1)*(j+10)$ .
14.  $f(i, j) = (i+5)*(j-1)$ .
15.  $f(i, j) = i*(i-2) + j*(j-4)$ .
16.  $f(i, j) = i*(i-1) + j*(j-5)$ .
17.  $f(i, j) = 3*i*i - 2*j*j$ .
18.  $f(i, j) = (i-1)*(i-2) + j*(j-1)$ .

19.  $f(i,j) = 2-i+j.$
20.  $f(i,j) = 5+i-j.$
21.  $f(i,j) = i*i-j*j+i*j.$
22.  $f(i,j) = 2*i*i-3*j*j+2*i*j.$
23.  $f(i,j) = i*i+j*j-2*i*j.$
24.  $f(i,j) = i*i*i-4*i*j.$
25.  $f(i,j) = (3-i)*(3-i)+j*j-i*j.$

Для графического представления заданной матрицы используйте следующие типы графиков: Surface Plot (трехмерный график), Contour Plot (контурный график трехмерной поверхности), 3D Scatter Plot (график в виде точек (фигур) в трехмерном пространстве), 3D Bar Chart (изображение в виде совокупности столбиков в трехмерном пространстве), Vector Field Plot ( график векторного поля на плоскости).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконов В.П. Справочник по Mathcad PLUS 6.0 PRO. - М.: “СК Пресс”, 1997. - 336 с.
2. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. Mathcad 7.0 в математике, физике и в Internet. - М.: “Нолидж”, 1999. - 352 с.
3. Mathcad 6.0 PLUS . Финансовые, инженерные и научные расчеты в среде Windows 95. - М.: Информационно-издательский дом “Филинь”, 1997. - 712 с.
4. Очков В.Ф. Mathcad PLUS 6.0 для инженеров и студентов. - М.: ТОО фирма “КомпьютерПресс”, 1996. - 238с.
5. Плис А.И., Сливина Н.А. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров: Учебн. пособие. - М.: Финансы и статистика, 1999. - 656 с.
6. Райхмист Р.Б. Графики функций: задачи и упражнения. - М.: Школа -Пресс, 1997. - 384 с.
7. Шипачев В.С. Задачник по высшей математике: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1998. - 304 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ В <i>Mathcad</i>	3
2. ГРАФИКИ В ДЕКАРТОВОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ	7
3. ГРАФИКИ В ПОЛЯРНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ	9
4. ГРАФИКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ	10
5. ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	17



Алексей Михайлович Никулин  
Наталья Захаровна Емельянова

ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА *Mathcad*  
Методические указания к лабораторной работе по курсу “Информатика”

Редактор М.А.Соколова  
Подписано в печать 18.06.99. Объем 1.25 п.л.  
Тираж 75 экз. Бесплатно. Заказ

---

Ротапринт МАТИ - РГТУ, Берниковская наб., 14