

## 5. Построение трехмерных графиков в Scilab

### 5.1. Возможности Scilab для построения поверхностей

В Scilab 3 для построения поверхностей  $z=f(x, y)$  предназначены функции

```
plot3d(x, y, z),
plot3d1(x, y, z),
```

здесь  $x$  – вектор-столбец значений абсцисс;  $y$  – вектор-столбец значений ординат;  $z$  – матрица значений функции  $a$  в узлах сетки;

Отличие функций состоит в том, что `plot3d` строит каркасный график (см. рис. 5.1), а `plot3d1` – каркасную поверхность, заливая ее каждую клетку цветом, который зависит от значения функции в узлах сетки (см. рис. 5.2).

Построение трехмерного графика рассмотрим на примере функции  $z(x, y) = 5y^2 - x^2$  в области  $x \in [-2; 2]$ ,  $y \in [-3; 3]$  (см. листинг 5.1, рис. 5.1).

```
x=[-2:0.1:2];
y=[-3:0.1:3];
for i=1:length(x)
for j=1:length(y)
z(i,j)=5*y(j)^2-x(i)^2;
end
end
plot3d(x', y', z, 35, 45);
// Здесь 35 и 45 угол поворота наблюдателя
```

#### Листинг 5.1

Если функцию `plot3d(x', y', z, 35, 45)` заменить функцией `plot3d1(x', y', z, 35, 45)` график поверхности примет вид, изображенный на рис. 5.2.

В Scilab 4.0 строить графики поверхностей стало удобнее, возможности пакета стали похожи на построение графиков в MATLAB 7.0.

Для построения графика двух переменных  $z=f(x, y)$  необходимо выполнить следующие действия.

1. Сформировать в области построения графика прямоугольную сетку, проводя прямые, параллельные осям  $y=y_j$  и  $x=x_i$ , где

$$x_i = x_0 + ih, h = \frac{x_n - x_0}{n}, i = 0, 1, \dots, n, \quad y_j = y_0 + jh, h = \frac{y_k - y_0}{k}, j = 0, 1, \dots, k.$$

2. Вычислить значения  $z_{i,j} = f(x_i, y_j)$  во всех узлах сетки.
3. Обратиться к функции построения поверхности, передавая ей в качестве параметров сетку и матрицу  $Z = \{z_{i,j}\}$  значений в узлах сетки.

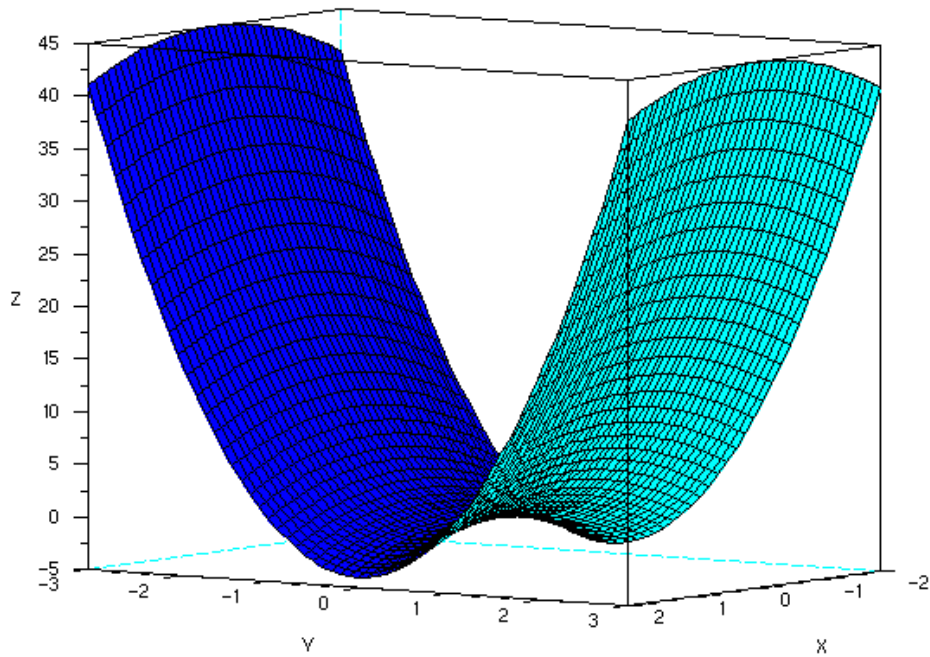


Рис. 5.1. График функции  $z(x, y) = 5y^2 - x^2$ , построенный с помощью `plot3d`

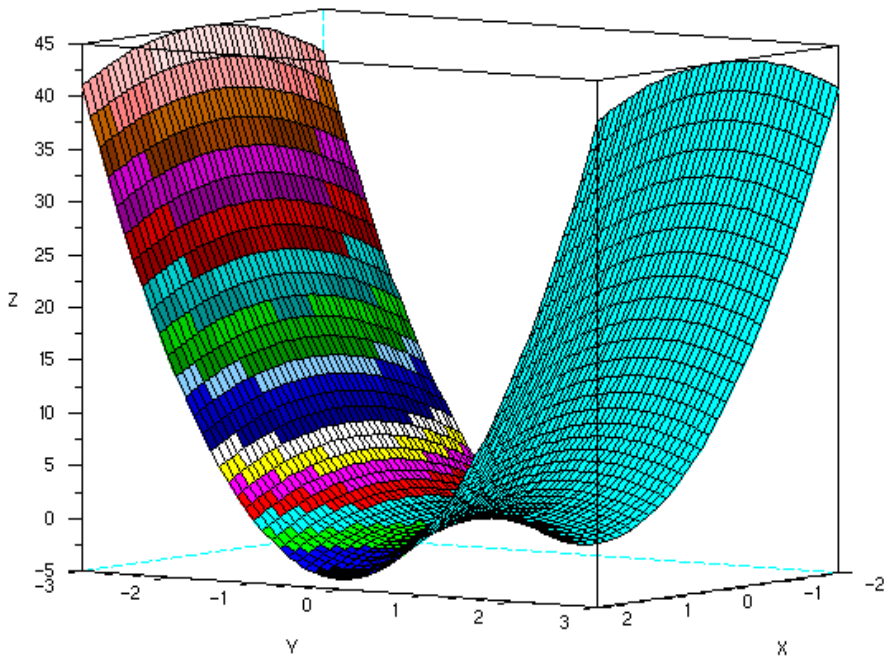


Рис. 5.2. График функции  $z(x, y) = 5y^2 - x^2$ , построенный с помощью `plot3d`

Для формирования прямоугольной сетки в Scilab 4.0 появилась функция `meshgrid`.

Рассмотрим построение 3-х мерного графика на следующем примере функции  $z(x,y)=5y^2-x^2$   $x \in [-2; 2]$ ,  $y \in [-3; 3]$ . Для формирования сетки воспользуемся функцией `meshgrid`.

```
[x y]=meshgrid(-2:2,-3:3)
//Здесь -2:2 -массив, определяющий сетку по X,
// -3:3 - массив, определяющий сетку по Y
x =
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
-2 -1  0  1  2
y =
-3 -3 -3 -3 -3
-2 -2 -2 -2 -2
-1 -1 -1 -1 -1
 0  0  0  0  0
 1  1  1  1  1
 2  2  2  2  2
 3  3  3  3  3
```

После формирования сетки вычислим значение  $z$  во всех узлах

```
>> z=5*y.^2-x.^2
z =
    41.    44.    45.    44.    41.
    16.    19.    20.    19.    16.
     1.     4.     5.     4.     1.
   - 4.   - 1.     0.   - 1.   - 4.
     1.     4.     5.     4.     1.
    16.    19.    20.    19.    16.
    41.    44.    45.    44.    41.
```

Затем обратимся к функции `mesh` для построения графика

```
mesh(x, y, z);
```

В результате чего будет построен трехмерный график (см. рис. 5.3).

Для получения менее грубого графика следует сетку делать более плотной (рис. 5.4)<sup>1</sup>.

```
[x y]=meshgrid(-2:0.1:2,-3:0.1:3);
z=5*y.^2-x.^2;
mesh(x, y, z);
```

#### Листинг 5.2

Кроме построения каркасного графика с помощью функции `mesh` в Scilab 4.0 есть функция `surf`, которая строит каркасную поверхность, заливая ее каждую клетку цветом, который зависит от значения функции в узлах сетки. Использование функции `surf` рассмотрим при построении графика функции  $z(x, y)=\sqrt{3x^2+2y^2}$ . Решение задачи с

<sup>1</sup> Отличие между рис. 5.2 и 5.3-5.4 обусловлено различными углами обзора

помощью функции `surf` представлено на листинге 5.3, график изображен на рис. 5.5.

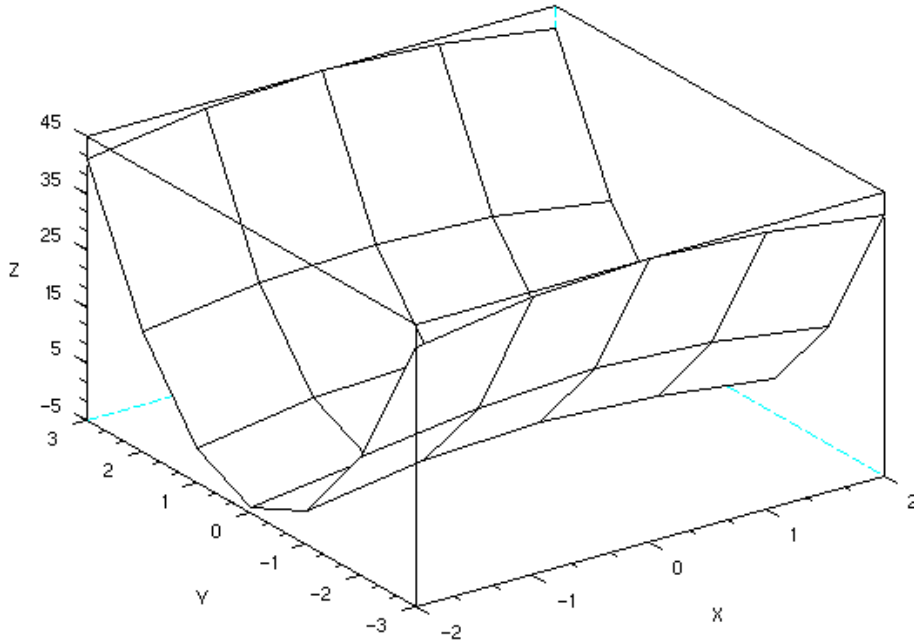


Рис. 5.3. График функции  $z(x, y) = 5y^2 - x^2$ , построенный с помощью функции `mesh`

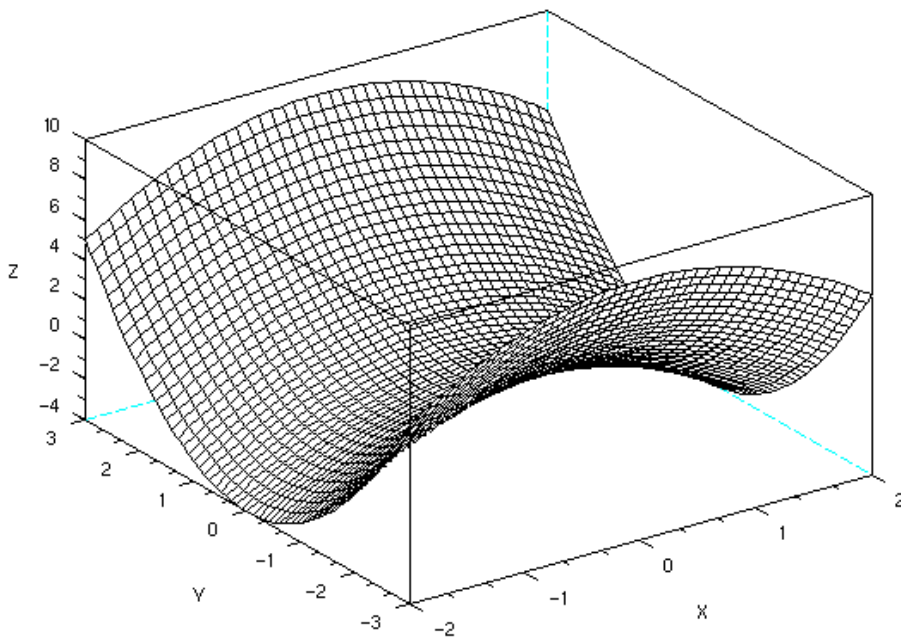
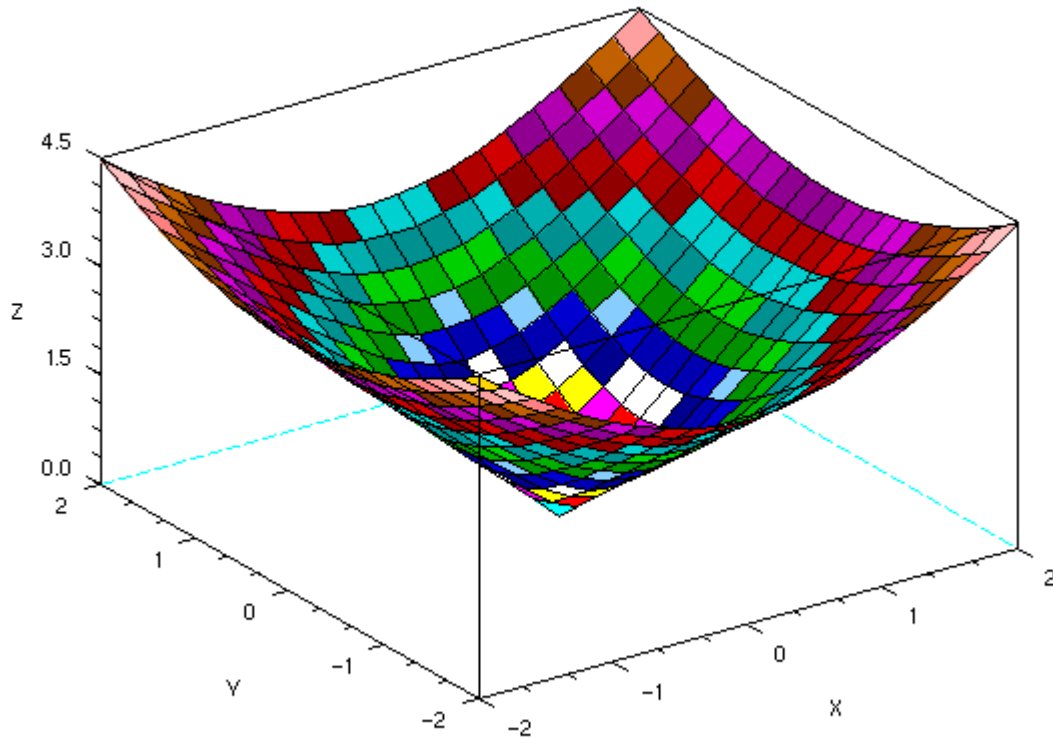


Рис. 5.4. График функции  $z(x, y) = 5y^2 - x^2$  с плотной сеткой, построенный с помощью функции `mesh`

```
[x y]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.2:2);
z=sqrt(x.^2+y.^2);
surf(x,y,z);
```

**Листинг 5.3**



*Рис. 5.5. График функции , построенный с помощью surf*

В Scilab можно построить графики двух поверхностей в одной системе координат, для этого, как и для плоских графиков следует использовать команду `mtlb_hold('on')`, которая блокирует создание второго нового окна при выполнении команд `surf` или `mesh`.

Построить график функции  $z(x,y) = \pm(3x^2 + 4y^2) - 1$ . Решение задачи с помощью функции `surf` представлено ниже, полученный график изображен на рис. 5.6.

```
[x y]=meshgrid(-2:0.2:2,-2:0.2:2);
z=3*x.^2+4*y.^2-1;
z1=-3*x.^2-4*y.^2-1;
surf(x,y,z);
mtlb_hold('on');
surf(x,y,z1);
```

**Листинг 5.4.**

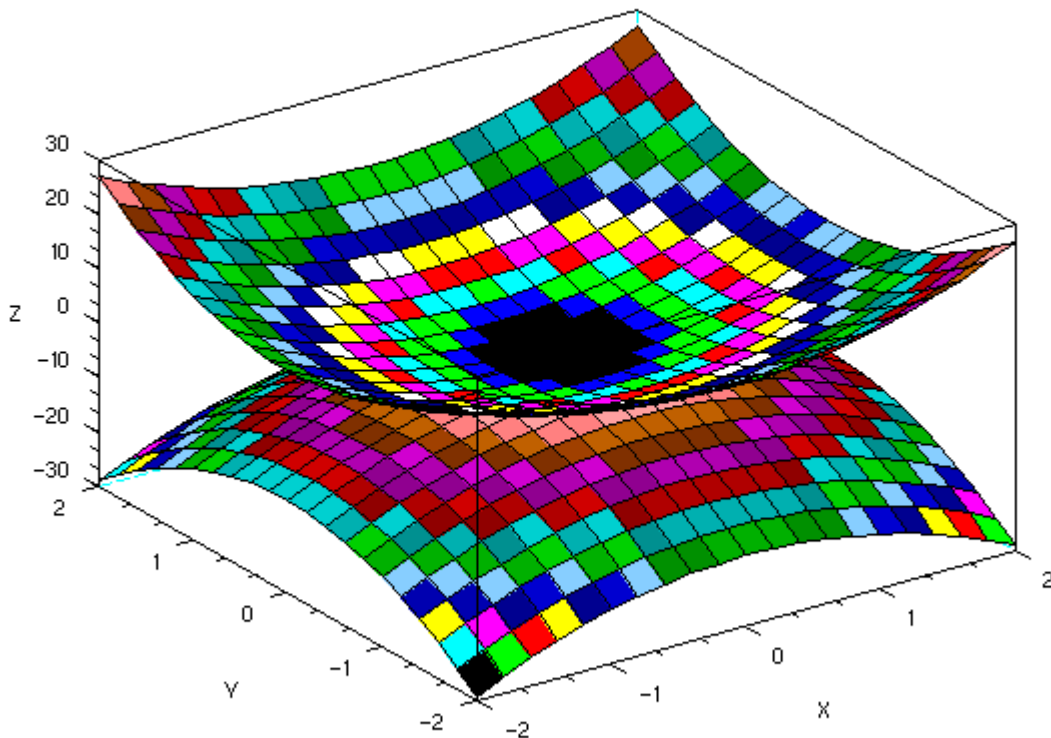


Рис. 5.6. График функции  $z(x, y) = \pm(3x^2 + 4y^2) - 1$

## 5.2. Построение графиков поверхностей, заданных параметрически

При построении графиков поверхностей, заданных параметрически  $x(u, v)$ ,  $y(u, v)$  и  $z(u, v)$  необходимо построить матрицы  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  одинакового размера. Для этого массивы  $u$  и  $v$  должны быть одинакового размера. После этого следует выделить два основных вида представления  $x$ ,  $y$  и  $z$  в случае параметрического задания поверхностей:

1. Если  $x$ ,  $y$  и  $z$  представимы в виде  $f(u)g(v)$ , то соответствующие им матрицы  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  следует формировать в виде матричного умножения  $f(u)$  на  $g(v)$ .
2. Если  $x$ ,  $y$  и  $z$  представимы в виде  $f(u)$  или  $g(v)$ , то в этом случае матрицы  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  следует записывать в виде  $f(u) \cdot \text{ones}(\text{size}(v))$  или  $g(v) \cdot \text{ones}(\text{size}(u))$  соответственно.

Рассмотрим задачу построения графика поверхности сферы  $x(u, v) = \cos(u) \cos(v)$ ,  $y(u, v) = \cos(u) \sin(v)$ ,  $z(u, v) = \sin(u)$ .

```
u = linspace(-%pi/2, %pi/2, 40);
v = linspace(0, 2*%pi, 20);
```

```

X = cos(u)'*cos(v);
Y = cos(u)'*sin(v);
Z = sin(u)'*ones(v);
plot3d3(X,Y,Z);
// Подпись графика
xlabel('Function w=exp(sin(x))','X','Y','Z');

```

**Листинг 5.5.**

Получится график сферы (см. рис. 5.7).

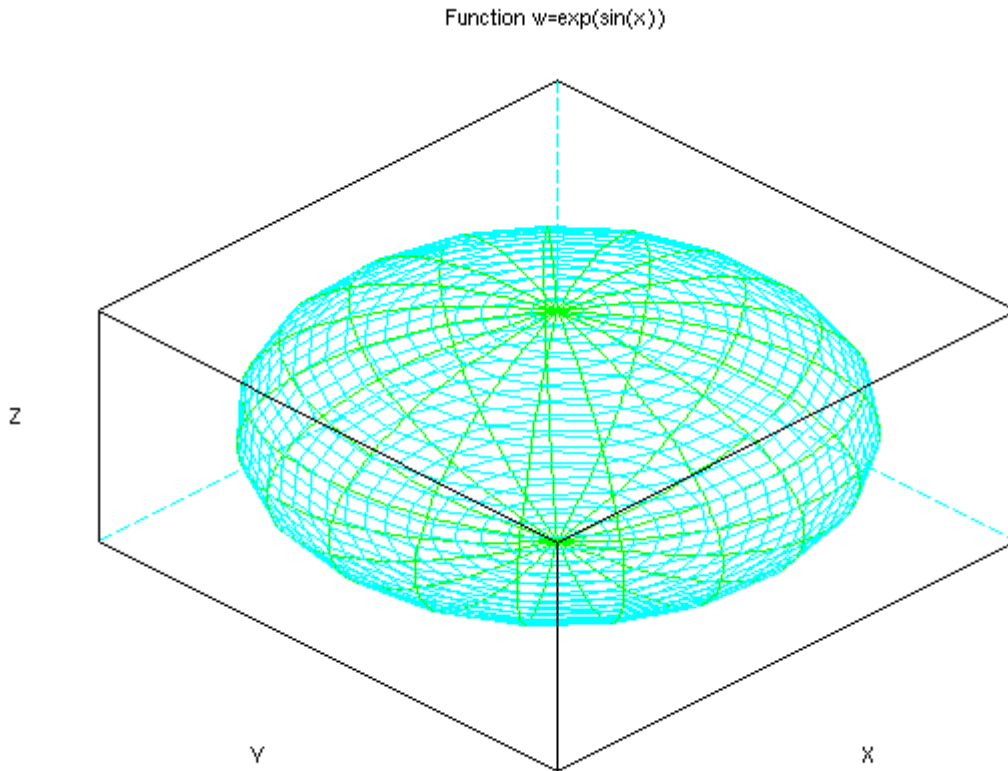


Рис. 5.7. График сферы

### 5.3. Построение трехмерной линии, заданной параметрически

В качестве примера рассмотрим построение трехмерной линии, заданной уравнением

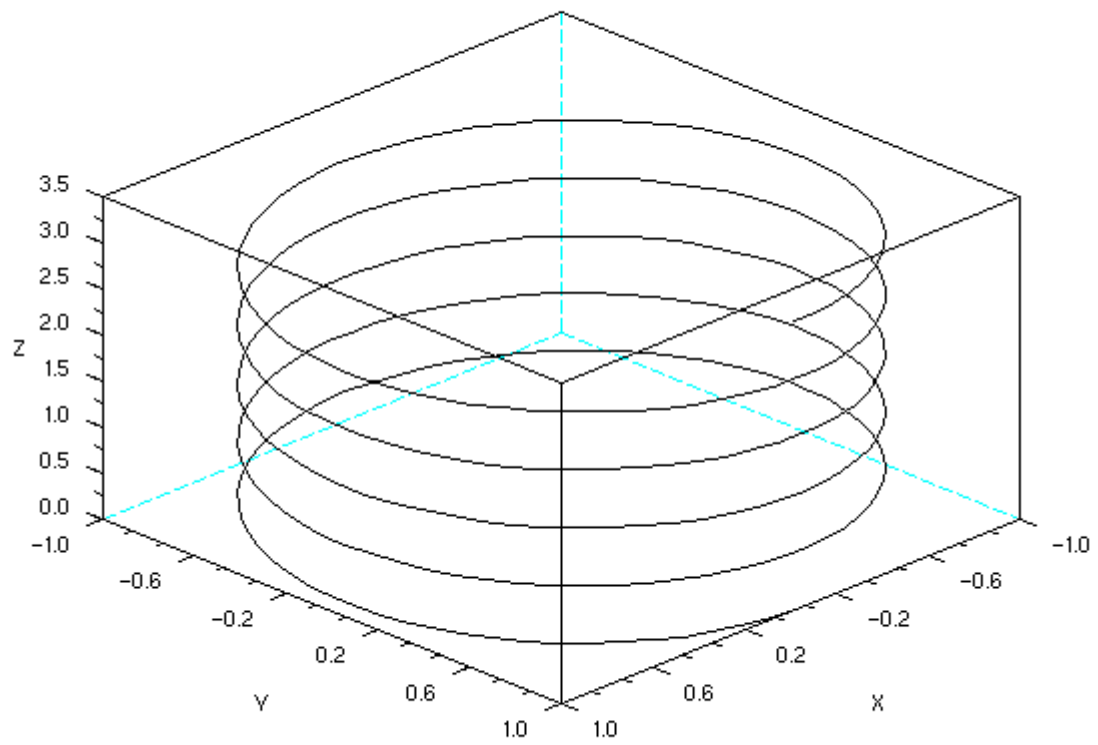
$$\begin{aligned}
 x(t) &= \sin(t), \\
 y(t) &= \cos(t), \\
 z(t) &= \frac{t}{10}.
 \end{aligned}
 \quad (\text{см. листинг 5.6 и рис. 5.8})$$

```

t = 0:0.1:10*pi;
param3d(sin(t),cos(t),t/10,45,35);

```

**Листинг 5.6.**



*Рис.5.8. График винтовой линии*