

Математические пакеты

Построение графиков в GNU Octave

Сучков Андрей Игоревич

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"

26 сентября 2020 г.

Построение двумерных графиков

Декартова система координат

- Декартова, или прямоугольная система координат задаётся двумя перпендикулярными прямыми, называемыми осями координат. Горизонтальная прямая X – ось абсцисс, а вертикальная Y – ось ординат.
- Величина y называется функцией переменной величины x , если каждому из тех значений, которые может принимать x , соответствует одно или несколько определённых значений y .
- Способы задания функций:
 - 1 табличный;
 - 2 графический;
 - 3 аналитический.

Построение двумерных графиков

Функция `plot`

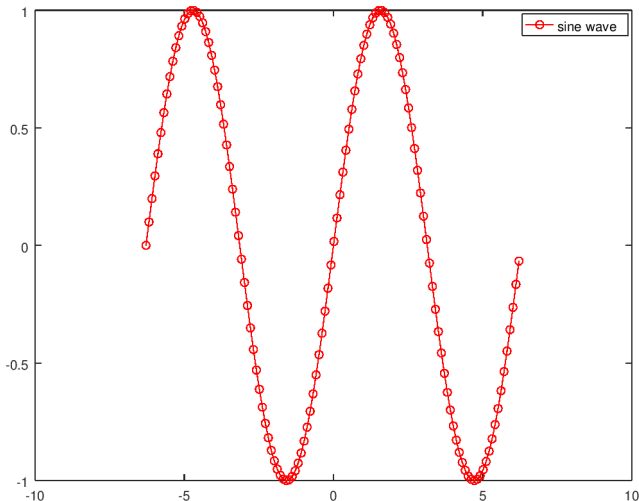
- Для построения графиков используется функция `plot (x, y, opt)`:
 - `x` – значения абсцисс
 - `y` – значения ординат
 - `opt` – строка, описывающая свойства графика (цвет, тип линии и легенду)

Листинг 1: Пример создания графика с помощью функции `plot`

```
1 x = -2*pi:0.1:2*pi;  
2 y = sin (x);  
3 plot (x, y, ";sine wave;r-o")
```

Построение двумерных графиков

Результат работы функции plot



Построение двумерных графиков

Построение несколько графиков в одном окне

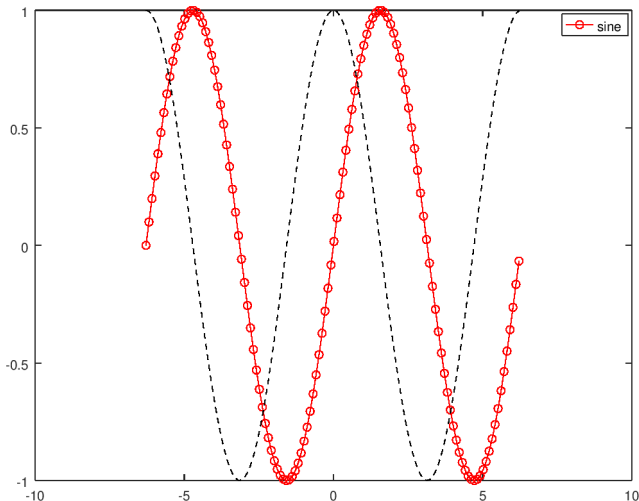
- Функция `plot` может принимать несколько троек значений (x , y , `opt`) для вывода несколько графиков.
- Либо можно несколько раз вызвать функцию `plot`, но перед вторым обращением к функции нужно вызвать команду `hold on`

Листинг 2: Пример построения несколько графиков

```
1 x = -2*pi:0.1:2*pi;  
2 y = sin (x);  
3 z = cos (x);  
4 plot (x, y, ";sine;r-o",  
5       x, z, "k--")  
6  
7 ## Another way  
8 plot (x, y, ";sine;r-o")  
9 hold on  
10 plot (x, z, "k--")
```

Построение двумерных графиков

Результат построения нескольких графиков в одном окне



Построение двумерных графиков

Создание графических окон

- Для того чтобы создать графическое окно используется функция `figure`. Данная функция возвращает дескриптор (номер) функции.
- В данную функцию можно передавать пару строк: свойство и значение. e.g.: `"numbertitle"` и `"off"` отключают нумерацию окон в его имени (`Figure 1`, `Figure 2` etc), `"name"` и `"My_Window"` задают собственное имя для графического окна.
- Те же свойства можно вызвать в любой момент с помощью функции `set`, передав дескриптор функции и свойства.

Построение двумерных графиков

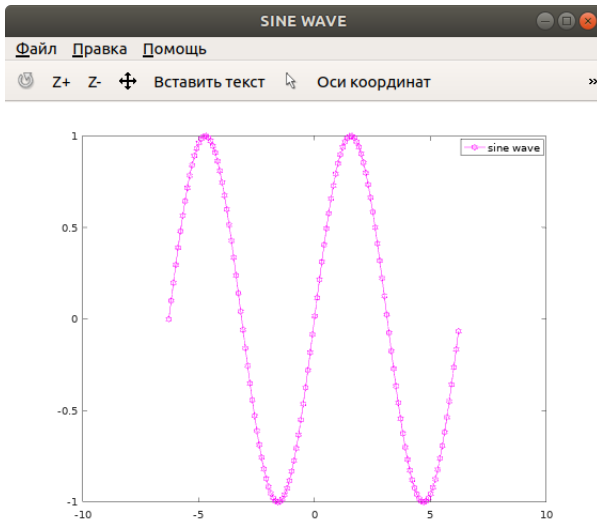
Пример создания графического окна

Листинг 3: Создание графического окна

```
1 hfig = figure ("numbertitle", "off");  
2 x = -2*pi:0.1:2*pi;  
3 y = sin (x);  
4 plot (x, y, "-hm;sine wave;")  
5 set (hfig, "name", "SINE WAVE")
```


Построение двумерных графиков

Результат построения графика в собственном окне



Построение двумерных графиков

Дополнительные функции для оформления графиков

- `grid on` – добавляет сетку на график
- `title` – выводит заголовок графика
- `xlabel`, `ylabel` – добавляет подписи для осей абсцисс и ординат соответственно
- `text` – выводит текст в точке с координатами (x, y)
- `legend` – выводит легенды для каждого графика
- Для функций `title`, `xlabel`, `ylabel`, `text` и `legend` можно использовать верхний и нижний индексы, а также некоторые символы как в \TeX

Построение двумерных графиков

Функция `subplot`

- Octave позволяет построить несколько осей в графическом окне и в каждом построить свои графики. Для этого используется функция `subplot (row, col, cur)`:
 - `row` – количество графиков по вертикали
 - `col` – количество графиков по горизонтали
 - `cur` – номер текущего графика
- Повторное обращение к `subplot` с теми же значениями `row` и `col` позволяет просто изменять номер текущего графика и может использоваться для переключения между графиками

Построение двумерных графиков

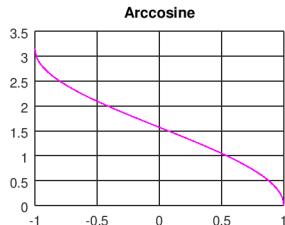
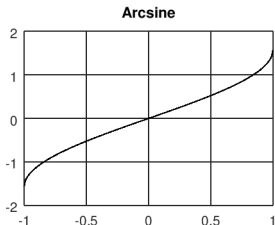
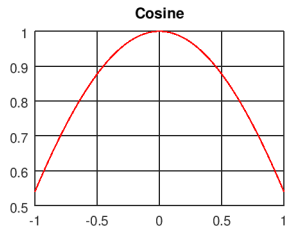
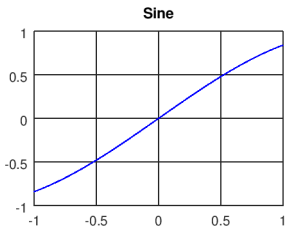
Пример использования функции subplot

Листинг 4: Функция subplot

```
1 x = -1:0.01:1;
2 y = sin (x); z = cos (x); u = asin (x); w = acos (x);
3
4 subplot (221)
5 plot (x, y, "b"), grid on
6 title ("Sine")
7 subplot (222)
8 plot (x, z, "r"), grid on
9 title ("Cosine")
10 subplot (223)
11 plot (x, u, "k"), grid on
12 title ("Arcsine")
13 subplot (224)
14 plot (x, w, "m"), grid on
15 title ("Arccosine")
```

Построение двумерных графиков

Результат построения графика с помощью функции `subplot`



Построение двумерных графиков

Полярная система координат

- Полярная система координат состоит из заданной фиксированной точки O (полюс) концентрических окружностей с центром в полюсе и лучей, выходящих из точки O , один из которых, OX , называют полярной осью
- Положение любой точки M в полярных координатах можно задать положительным числом $\rho = |OM|$ (полярный радиус) и числом φ , равным величине угла $\angle XOM$ (полярный угол)
- ρ и φ – полярные координаты

Построение двумерных графиков

Построение графиков в полярной системе координат

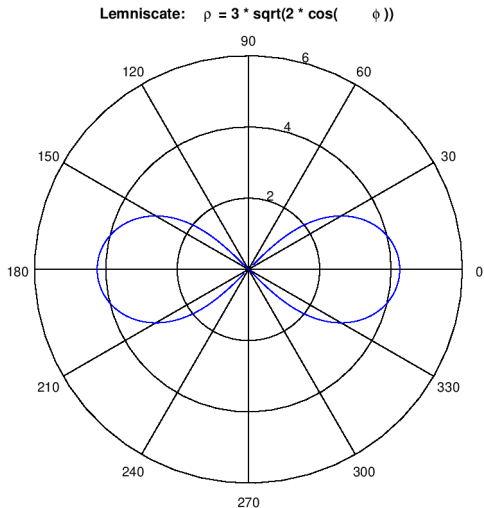
- Для построения графика в полярной системе координат используется функция `polar (phi, rho, opt)`
 - `phi` – вектор полярных углов
 - `rho` – вектор полярных радиусов

Листинг 5: Построение полярного графика

```
1 phi = -pi/4:0.001:pi/4;  
2 rho = 3 * sqrt (2 * cos (2 * phi));  
3 polar (phi, rho, "b"), hold on  
4 polar (phi, -rho, "b"), grid on  
5 title ('Lemniscate: \rho = 3 * sqrt(2 * cos(\phi))')
```

Построение двумерных графиков

Результат построения графика лемнискаты



Построение трёхмерных графиков

Построение графиков поверхностей

- Прямоугольная система координат в пространстве состоит из заданной фиксированной точки O (пространства начало координат) и трёх перпендикулярных прямых пространства OX (ось абсцисс), OY (ось ординат) и OZ (ось аппликата), не лежащих в одной плоскости и пересекающихся в начале координат
- 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 $x = x_i$.
 - 2 Вычислить значения $z_{ij} = f(x_i, y_j)$ во всех узлах сетки.
 - 3 Обратиться к функции построения поверхности, передавая ей в качестве параметров сетку и матрицу $Z = \{z_{ij}\}$ значений в узлах сетки.

Построение трёхмерных графиков

Функция `meshgrid`

- Для формирования прямоугольной сетки в Octave есть функция `[X, Y] = meshgrid (x, y)`:
 - `x, y` – вектора
 - `X` – матрица, в которой каждая строка является копией `x`
 - `Y` – матрица, в которой каждый столбец является копией `y`

```
>> x = 1:3;
>> y = 1:5;
>> [X, Y] = meshgrid (x, y)
X =

     1     2     3
     1     2     3
     1     2     3
     1     2     3
     1     2     3

Y =

     1     1     1
     2     2     2
     3     3     3
     4     4     4
     5     5     5
```

Построение трёхмерных графиков

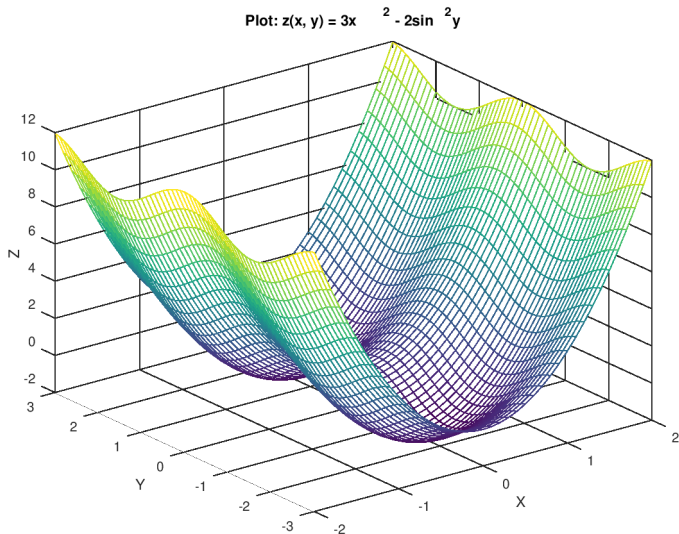
Построение трёхмерных графиков с помощью функции `mesh`

Листинг 6: Построение трёхмерного графика

```
1 [x, y] = meshgrid (-2:0.1:2, -3:0.1:3);  
2 z = 3 * x .^ 2 - 2 * sin (y) .^ 2;  
3 mesh (x, y, z)  
4 grid on  
5 title ("Plot:  $z(x, y) = 3x^2 - 2\sin^2 y$ ")  
6 xlabel ("X"), ylabel ("Y"), zlabel ("Z")
```

Построение трёхмерных графиков

Результат построения графика $z = 3x^2 - 2\sin^2 y$



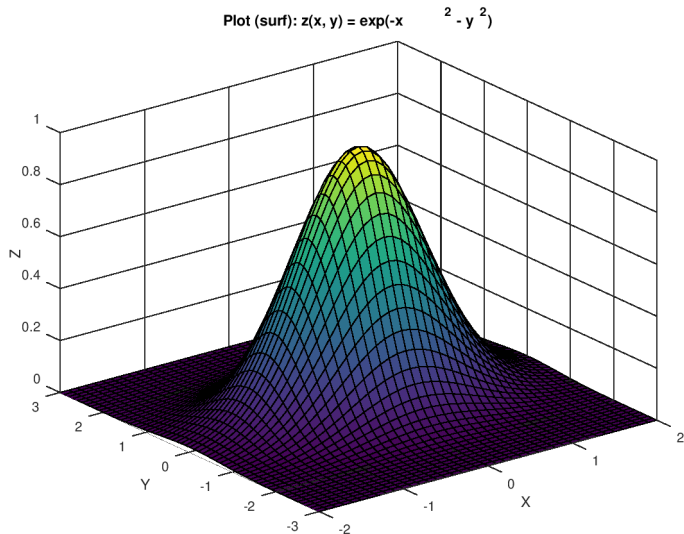
Построение трёхмерных графиков

Другие способы построения поверхностей

- `surf` – выполняет построение каркасной поверхности, заливая каждую клетку цветом
- `contour` – рисует график-контур, содержащий изолинии матрицы аппликата
- `surf` – `surf` + `contour`
- `plot3` – отображает координаты в виде линий

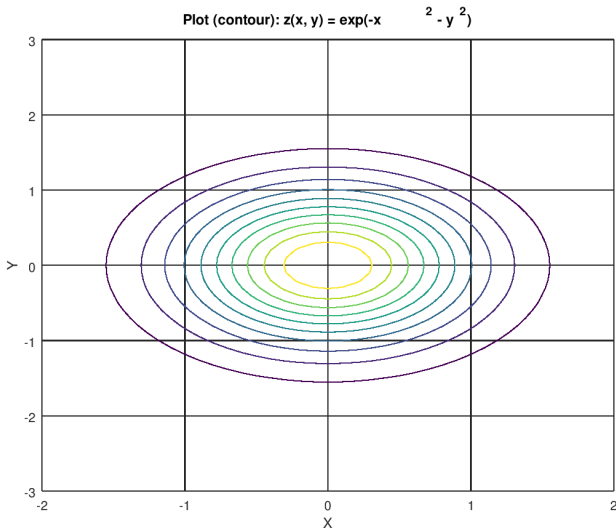
Построение трёхмерных графиков

Результат построения графика $z = \exp(-x^2 - y^2)$ с помощью функции surf



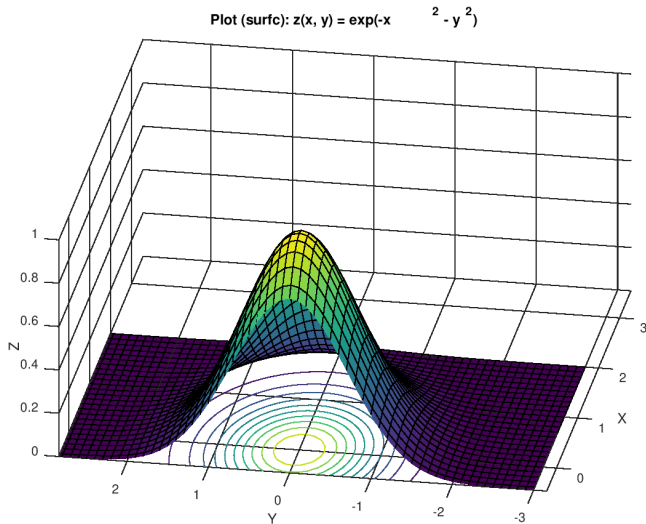
Построение трёхмерных графиков

Результат построения графика $z = \exp(-x^2 - y^2)$ с помощью функции `contour`



Построение трёхмерных графиков

Результат построения графика $z = \exp(-x^2 - y^2)$ с помощью функции `surf`



Построение трёхмерных графиков

Результат построения графика $z = \exp(-x^2 - y^2)$ с помощью функции plot3

