

Министерство образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет
«СТАНКИН»

Кафедра «Робототехника и мехатроника»
Учебный курс «Пакет прикладных программ MATLAB для исследований и
разработок»

Лабораторная работа №2
Построение графиков функций в MATLAB. М-файлы

Москва 2019

Цель работы: получение базовых знаний для работы с двумерной и трёхмерной графикой в среде MATLAB, создание графиков функций одной переменной, построение поверхностей, использование М-файлов, создание пользовательских функций.

Задание №1

1.1: в интервале $[0.1, 1]$ с шагом 0.1 рассчитать таблицу значений для выражения из пункта №1 первой лабораторной работы, которое вы выбирали согласно вашему варианту.

Примечание: если необходимо выполнить какое-либо действие над каждым элементом матрицы, например, произвести операцию возведения в степень, умножения или деления необходимо дополнительно после переменной ставить знак «точка».

Пример выполнения: дано выражение:

$$e^{A+B+C},$$

где $A = N^3 + N^2 + 1$, $B = \lg(N^{1+N})$ и $C = \frac{\operatorname{tg} N}{1 + \operatorname{tg} N}$. Переменная N изменяется от 0.1 до 1 с шагом 0.1.

Сначала создадим вектор N :

```
>> N = [0.1:0.1:1];
```

Далее вычисляем выражения для A , B и C :

```
>> A = N.^3 + N.^2 // получим вектор-строку A той же размерности, что и N
A = 0.0110      0.0480      0.1170      0.2240      0.3750      0.5760
0.8330      1.1520      1.5390      2.0000
>> B = log10(N.^(1 + N));
>> C = tan(N)./(1 + tan(N));
>> exp(A + B + C) // итоговое выражение для вектора-строки C
ans = 0.3687      0.5368      0.7215      0.9647      1.3188      1.8725
2.7923      4.4144      7.4604      13.5852
```

1.2. Выполнить задание 1.1, используя шаг -1.

1.3. Отобразить в линейном масштабе на одних осях два графика функций:

$$f_1(N) = N^5 + N^3 + N + 1,$$

$$f_2(M) = M^5 + M^3 + M + 1,$$

где N изменяется в диапазоне $[0, 1]$ с шагом **0.1**, а переменная M - с шагом **0.02**.

1.4. С помощью функции `plotyy` постройте графики функций $f_1(N)$ и $10^{-2} f_1(N) \cdot \sin(N)$. Что делает функция `plotyy`?

1.5. Выполните задание 1.4, используя:

- логарифмический масштаб по обеим осям;
- логарифмический масштаб по оси абсцисс;
- логарифмический масштаб по оси ординат.

При выполнении этого пункта используйте шесть типов маркеров, шесть разных цветов линий и разные типы линий.

1.6. Сформируйте матрицу и вектор размерами соответственно не менее 5x6 и 1x7, первыми элементами которых является Ваш номер по списку в журнале группы. Постройте графики вектора и матрицы.

Примечание: воспользуйтесь функциями `imagesc(A)` и `colorbar()`.

Задание №2 – двумерная графика

2.1. При подаче ступенчатого напряжения на двигатель постоянного тока скорость вращения его вала устанавливается не мгновенно, а с некоторым запозданием, вызванным инерционностью механической и электрической части двигателя. Типичный график изменения скорости двигателя при подаче ступенчатого напряжения представлен на рисунке 1.

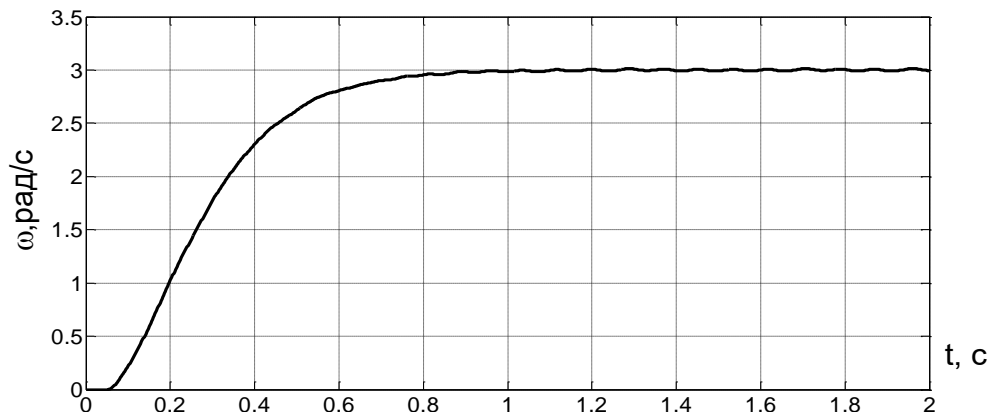


Рисунок 1. График изменения скорости вращения двигателя постоянного тока

Процесс изменения скорости приближённо описывается следующим выражением:

$$\omega(t) = k \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right),$$

где k - коэффициент усиления, T - постоянная времени, оба параметра зависят от характеристик двигателя.

Построить графики изменения угловой скорости $\omega(t)$ для вектора времени t , заданного в диапазоне $[0,5]$ с шагом 0.1 при параметре $k = N$, где N - номер варианта, и постоянной времени $T = 0.1, 0.5, 1.2$ (всего три графика).

Примечание: воспользуйтесь функцией `plot`. На каждом графике должна быть отображена координатная сетка.

2.2. С помощью функции `hold on` отобразите все три графика в одном графическом окне. **Используйте три различных типа линий и маркеров.** С помощью инструментов редактирования графиков добавьте легенду для описания каждой кривой, соответствующей значению постоянной времени.

2.3. Математический маятник является классическим примером колебательной системы: при выводе его из равновесия, например, за счёт внешнего воздействия, угол отклонения φ нити маятника от вертикальной оси подчиняется колебательному закону движения. Выражение ниже описывает изменение угла φ с течением времени:

$$\varphi(t) = \frac{k\zeta}{T\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\frac{\zeta}{T}t} \sin \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{T}t, \quad t > 0,$$

где k - положительный коэффициент, зависящий от параметров маятника, T - постоянная времени, ζ - коэффициент затухания.

Построить графики изменения угла $\varphi(t)$ для вектора времени t , заданного в диапазоне $[0,10]$ с шагом 0.01 при параметре $k = N$, где N - номер варианта, постоянной времени $T = 0.5$ и коэффициенты затухания $\zeta = 0.1, 0.5, 1, 2$ (всего четыре графика). Желательно отобразить все графики до момента затухания угла (для этого следует увеличить диапазон времени).

Примечание: воспользуйтесь функцией `plot`. На каждом графике должна быть отображена координатная сетка.

2.4. С помощью функции `hold on` отобразите все четыре графика в одном графическом окне. **Используйте четыре различных типа линий и маркеров.** С помощью инструментов редактирования графиков добавьте легенду для описания каждой кривой, соответствующей значению постоянной времени.

Задание №3 – трёхмерная графика

3.1. Постройте сетчатый график функции $z(x, y) = x^2 + y^2$ на области определения в виде квадрата $x \in [0,1]$ и $y \in [0,1]$ с шагом 0.2 и шагом 0.02.

Примечание: используйте функцию `mesh()`.

3.2. Постройте сетчатый график функции $z(x, y) = e^{-\left[\frac{(x-x_0)^2}{2} + \frac{(y-y_0)^2}{2}\right]}$, где $x_0 = 0$ и $y_0 = 0$ на области определения виде квадрата $x \in [-2, 2]$ и $y \in [-2, 2]$; шаг должен быть равен $N/100$, где N - номер вашего варианта.

Примечание: используйте функцию `mesh()`.

3.3. Постройте прозрачную и непрозрачную сетчатую поверхность для функции

$$z(x, y) = \frac{N}{2} \sin(2\pi x) \cos(1.5\pi y) (1 - x^2) y x (1 - y)$$

на прямоугольной области определения $x \in [-1, 1]$, $y \in [-1, 1]$; здесь N - номер вашего варианта. Приведите в отчете *прозрачную* и *непрозрачную* каркасную поверхность для вашей функции.

3.4. Постройте каркасную поверхность функции $z(x, y)$ с помощью команд `surf(x, y, z)`, `shadingflat`, `shadinginterp` и приведите их в отчете.

3.5. Постройте каркасную поверхность функции $z(x, y)$ с помощью команд `surf(x, y, z)` и `colorbar`. Результаты приведите в отчете.

3.6. Постройте каркасную поверхность функции $z(x, y)$ с помощью команд `surfc`, `meshc` и `colorbar`. Результаты приведите в отчете.

3.7. Постройте поверхности функции, которые состоят из линий уровня, с помощью функции `contour3` с тремя и четырьмя аргументами (четвёртый аргумент – вектор уровней). Результаты приведите в отчете.

3.8. Постройте контурный график функции с помощью функций `contour`, `contourf`, `clabel`. Результаты приведите в отчете.

3.9. Выполните три разных цветовых оформления графика функции. Результаты приведите в отчете.

3.10. Выполните построение конуса и плоскости в соответствии с рекомендациями пунктов 3.3 и 3.4.

3.11. Выполните пересечение конуса двумя разными плоскостями.

Задание №4 – М-файлы и функции

Работа с М-файлами и пользовательскими функциями.

4.1. Демонстрационный пример:

1. Создайте в корневом каталоге диска каталог со своей фамилией, например, `Work_ivanov`.

2. Создайте М-файл и сохраните его в только что созданный каталог под именем `mydemo`.

3. В этот файл вставьте следующий код:

```
x = [0:0.1:7];  
f = exp(-x);  
subplot(1, 2, 1)  
plot(x, f)  
g = sin(x);  
subplot(1, 2, 2)  
plot(x, g)
```

Объясните, что делает данная программа и добавьте комментарии к каждой строке.

4. Продемонстрируйте доступность созданного файла из командной строки:

```
>> mydemo
```

Объясните результат

4.2. Постройте график файл-функции `myfun` с помощью команд `plot` и `fplot`. В файле-функции `myfun` должно рассчитываться следующее выражение:

$$y = k \left[t - T \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \right],$$

где $k = N$, N - номер варианта по списку, $T = \frac{N}{50}$. В качестве входного

аргумента файл-функция должна принимать вектор t , который должен быть задан на интервале $[0, 5]$ с шагом 0.01. Таким образом, М-файл функции должен иметь следующее «заглавие»:

```
function f = myfun(t)
```

В командной строке MATLAB вызов этой функции происходит следующим образом:

```
>> y = myfun(t)
```

В результате чего создастся вектор-строка y с тем же числом элементов, что и вектор t .

4.3. Напишите файл-функцию `root2`, которая находит только действительные корни квадратного уравнения, а при наличии комплексного корня выдает сообщение об ошибке. В демонстрационных примерах второй коэффициент квадратного уравнения должен быть равен вашему номеру по списку в журнале группы.

4.4. Напишите файл-функцию, которая находит наибольший общий делитель (НОД) z двух натуральных чисел a и b с помощью алгоритма Евклида.

4.5. В мобильной робототехнике в задачах планирования движения робота в среде широкое применение находят кривые Безье. Благодаря своей непрерывности и гладкости кривые Безье используются как идеальные траектории, которые должен отслеживать мобильный робот – осуществлять перемещение по ним. Для построения кривых Безье используются опорные точки и параметр t , который изменяется диапазоне $[0, 1]$. Рассмотрим **кубические** кривые Безье. Это параметрические кривые, которые задаются следующим выражением:

$$\mathbf{B}(t) = (1-t)^3 \mathbf{P}_0 + 3t(1-t)^2 \mathbf{P}_1 + 3t^2(1-t) \mathbf{P}_2 + t^3 \mathbf{P}_3, \quad t \in [0, 1],$$

где $\mathbf{P}_0, \mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2, \mathbf{P}_3$ - опорные точки, которые определяют форму кривой: кривая берёт начало из точки \mathbf{P}_0 и заканчивается в точке \mathbf{P}_3 .

Напишите файл-функцию, которая в качестве входных аргументов принимает четыре опорные точки и шаг изменения параметра t , а возвращает координаты точек кривой Безье ($\mathbf{B}(t)$) и строит эту кривую:

```
>> B = Bezie(P0, P1, P2, P3, step)
```

В отчёте приведите не менее 5 графиков кривых Безье для различных комбинаций опорных точек $\mathbf{P}_0, \mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2, \mathbf{P}_3$.

Отчёт о работе

По результатам лабораторной работы составляется отчет, содержащий описание (задания) и результаты проделанной работы, а также текст программы с комментариями.