

## **Тема 1. Начало работы с MatLab. Построение графиков.**

### **1. Интерфейс программы MATLAB.**

Рабочий стол. Рабочая область. Текущий каталог и путь поиска. Окно CommandHistory (История команд). Онлайн-справка. Ресурсы по изучению MatLab

<https://youtu.be/YOyLmbkKUaE>

<https://exponenta.ru/>

### **2. Примеры простых вычислений.**

Арифметика. Разрешение проблем. Ошибки при вводе. Прерывание вычислений. Запрещение вывода. Продолжение на следующей строке длинных строк при вводе и выводе. Алгебраическое или символьное счисление. Подстановка в символьных выражениях. Символьные выражения, точность переменной и точная арифметика

### **3. Векторы и матрицы**

### **4. Функции**

### **5. Решение уравнений**

### **6. Графики**

Построение графиков командой plot. Редактирование графиков. Форматирование графика, заголовок, подписи осей, тип линии, цвет линии, толщина линии, подписи характерных точек. Построение нескольких кривых. Индивидуальные задания на построение графиков

### **7. М-файлы.**

### **ЗАДАНИЕ:**

1. Прodelать задачи, указанные на следующей странице.
2. Построить два графика в соответствии с заданным вариантом (см. ниже)
3. Подготовить отчет в следующем формате:
  - ✓ Введение: Что узнали по данной теме
  - ✓ Формулировка задания
  - ✓ Описание выполнения задания
  - ✓ Заключение
  - ✓ Используемые источники

## Задачи и некоторые пояснения

Попробуйте ввести 2+2, затем нажмите клавишу Enter.

Затем попробуйте ввести команду factor (23456789) и, sin (100).

введите  $1/2 + 1/3$ .

$3^2 - (5+4)/2 + 6*3$

ans^2 + sqrt (ans)

MATLAB присваивает новое значение переменной с каждым вычислением.

Чтобы выполнять более сложные вычисления, можно присваивать численные значения переменным, например:

```
>> u = cos(10)
```

```
>> v = sin (10)
```

```
>> u^2 + v^2
```

Используются радианы, а не градусы.

Вычисления используют арифметику двойной точности с плавающей точкой, причем точность сохраняется до 15 знака; однако по умолчанию MATLAB отображает только 5 знаков. Чтобы отобразить больше знаков, введите команду format long.

Интересная команда vpa(pi,100)

что больше  $e^{\pi i}$  или  $\pi^e$ ?

### Символьное счисление

Введите  $1/2 + 1/3$ .

Введите sym(1/2)+sym(1/3)

Введите cos (pi/2)

Введите cos (sym(pi/2)), символьный вывод всегда выровнен слева.

```
>> syms x y
```

```
» (x-y)*(x-y)^2
```

```
ans =
```

```
(x-y)^3
```

```
> > expand(ans)
```

```
ans =
```

```
x^3-3*x^2*y+3*x*y^2-y^3
```

```
>> factor(ans)
```

```
ans =
```

```
(x-^3
```

### Матрицы

```
X = [2,4,6,8]
```

Элементы отделяются запятыми или пробелами и помещаются в квадратные скобки.

```
X = 1:9
```

```
X = 0:2:10
```

точка с запятой в конце строки ввода приводит к запрещению вывода результата команды

```
X=a:h:b
```

Приращение h может быть дробным или отрицательным

Элементы вектора X можно выделить в виде X (3), X (4) и т.д.

Например:

» X (3)

Транспонирование

X'

Например, чтобы возвести в квадрат элементы вектора X, введите следующее:

>>X.^2

X^2

X.\*X

X\*X

Exp(X)

Expn(X)

**A = [1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; 9, 10, 11, 12]**

элементы матрицы в строке отделяются друг от друга запятыми, а сами строки разделяются точкой с запятой.

### Операции над матрицами

много встроенных функций. sqrt, cos, sin, tan, log, exp и atan. Встроенные

**Функции**, задаваемые пользователем

f = @(x) x^2

### Решение уравнений

Команды fzero и Solve

Например, решить квадратное уравнение  $x^2 - 2x - 4 = 0$ :

»syms x

solve (x^2 - 2\*x -4 = 0)

ans = ???

Обратите внимание, что предварительно переменная x объявлена как символьная. Ответ представляет собой точное (символьное) решение  $1+\sqrt{5}$ . Для получения числовых решений введите double (ans) или vpa (ans), чтобы отобразить больше знаков.

Команды fzero ищет приближенное решение, в окрестности заданной точки.

>>h=@(x) exp(-x) - sin(x);

>>fzero (h, 0.5)

ans =

0.5885

Замените значение 0.5 на 3 и найдите следующее решение, и так далее.

### Команды plot и fplot

Построение графиков командой fplot(f,xinterval)

f1 = @(x) sin(x)

f2 = @(x) exp(-x)

fplot(f1,[0 10]) и т.д

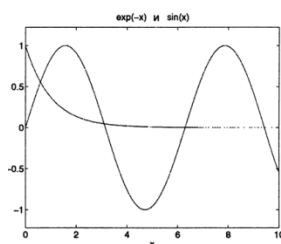


Рис. Графики функций  $\exp(-x)$  и  $\sin(x)$

Построение графиков командой **plot**

Команда plot работает с массивами числовых данных. Синтаксис в простейшем случае имеет вид:

plot (X,Y), где X и Y являются векторами одинаковой длины.

Команда plot рассматривает вектора X и Y, как наборы координат последовательных точек на графике, и соединяет точки ломаными.

» X = -1:h:2; plot(X, X.^2)

Проделать для h=3/4 и 0.01

Название графика вводится командой:

» title 'Parabola'

Метки на осях xlabel и ylabel.

Работа с осями:

» axis ([-1 2 0 3])

Тип линии и цвет освоить с помощью help plot

Команда hold on позволяет строить несколько кривых на одном графике

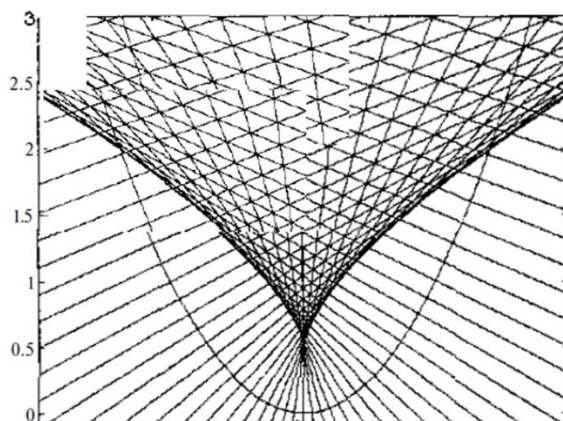
Освоить форматирование графиков (заголовок, подписи осей, тип линий, цвет, толщина 'LineWidth',2,)

### Дополнительные задания.

#### 1. Приближение гладкой функции полиномом Тейлора.

```
% Draws the Taylor approximation
% to a sine curve of degree 2k-1
k=input('Type the number of terms of the Taylor series for sine: ');
x=0:.05:2*pi;
z=sin(x);
plot(x,z,'g') %Actual sine curve is drawn in green
hold on
pause % This holds up execution until Enter is pressed
w=x;
y=x;
s=-1;
for j=1:k-1
    w=w.*x./(2*j*(2*j+1));
    y=y+s*w;
    s=-s;
end
plot(x,y,'r') % approximation is drawn in red
holdoff
```

#### 2. Построить огибающую нормалей к параболе



### **Дополнительные материалы**

Обзорный 2-х часовой курс

<https://www.mathworks.com/learn/tutorials/matlab-onramp.html>

MATLAB 08 Расширенное построение графиков: особенности и приемы

[https://www.youtube.com/watch?v=rH8kiCK\\_aUQ&t=0s&index=9&list=PLmu\\_y3-DV2\\_nKd7epECPEbTVamsmEmMMI](https://www.youtube.com/watch?v=rH8kiCK_aUQ&t=0s&index=9&list=PLmu_y3-DV2_nKd7epECPEbTVamsmEmMMI)

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Продемонстрировать форматирование графиков - заголовков, подписи осей, тип линий, цвет, толщина ('LineWidth',2,)

### Вариант 1

1. Построить лемнискату Бернулли, параметрические уравнения которой имеет вид  $x = a(t + t^3) / (t^4 + 1)$ ,  $y = a(t - t^3) / (t^4 + 1)$  при  $t \in (-\infty, \infty)$ .
2. Построить четырехлепестковую розу, заданную уравнением в полярных координатах:  $r = a \sin 2\varphi$ , где  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .

### Вариант 2

1. Построить улитку Паскаля, уравнение которой в полярной системе координат имеет вид  $r = a + b \cos \varphi$ .
2. Построить полукубическую параболу (параболу Нейля), параметрические уравнения которой:  $x = t^2$ ,  $y = t^3$ .

### Вариант 3

1. Построить спираль Архимеда, уравнение которой в полярных координатах:  $r = a\varphi$ .
2. Построить строфоиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 2at^2 / (t^2 + 1)$ ,  $y = at(t^2 - 1) / (t^2 + 1)$ ,  $t \in [-2; 2]$ ,  $a > 0$ .

### Вариант 4

1. Построить инволюту окружности, уравнения которой в прямоугольных координатах:  $x = r \cos \theta + r\theta \sin \theta$ ,  $y = r \sin \theta - r\theta \cos \theta$ , где  $r$  - радиус окружности,  $\theta \in [0; 2\pi]$  - угол.
2. Построить кохлеоиду, уравнение которой в полярных координатах:  $r = a \sin \varphi / \varphi$ , где  $\varphi \in [0, +\infty)$ .

### Вариант 5

1. Построить локон Аньези. Уравнение в прямоугольных координатах:  $y = a^3 / (a^2 + x^2)$ .
2. Построить гиперболическую спираль, заданную уравнением в полярных координатах:  $r = a / \theta$ .

### Вариант 6

1. Построить цепную линию, заданную уравнением в прямоугольных координатах:  $y = a(x/a) = a(e^{x/a} + e^{-x/a}) / 2$
2. Построить трактрису, заданную с помощью параметрических уравнений:  $x = a(\cos(t) + \ln(t/2))$ ,  $y = a \sin(t)$ ,  $t \in (0; \infty)$ .

### Вариант 7

1. Построить спираль Кейли. Уравнение в полярных координатах имеет  $r = a / \cos^3(\varphi / 3)$ .
2. Построить дельтоид, заданный с помощью параметрических уравнений  $x = 2a \cos t + a \cos 2t$ ,  $y = 2a \sin t - a \sin 2t$   $t \in [0, 2\pi)$ .

### Вариант 8

1. Построить логарифмическую спираль, уравнение которой в полярных координатах:  $r = ae^{b\varphi}$ .
2. Построить нефроиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 3a \cos t - a \cos 3t$ ,  $y = 3a \sin t - a \sin 3t$ ,  $t \in [0; 2\pi]$ .

### Вариант 9

1. Построить строфоиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 2at^2 / (t^2 + 1)$ ,  $y = at(t^2 - 1) / (t^2 + 1)$ ,  $t \in [-2; 2]$ ,  $a > 0$ .
2. Построить циссоиду Диоклеса, уравнение которой в полярной системе координат:  $r = 2a \sin^2 \varphi / \cos(\varphi)$ ,  $\varphi \in [-\pi / 4; \pi / 4]$ .

### Вариант 10

1. Построить спираль Ферма, заданную с помощью уравнения в полярных координатах  $r = a\sqrt{\varphi}$ ,  $\varphi \in [0; 4\pi]$ .
2. Построить Декартов лист, заданный с помощью параметрических уравнений  $x = 3at / (t^3 + 1)$ ,  $y = 3at^2 / (t^3 + 1)$ ,  $t \in [-6\pi; -2] \cup [-0.3; 6\pi]$ .

### Вариант 11

1. Построить спираль Галилея, уравнение в полярных координатах которой  $r = a\varphi^2$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить инволюту окружности, уравнения которой в прямоугольных координатах:  $x = r \cos \theta + r\theta \sin \theta$ ,  $y = r \sin \theta - r\theta \cos \theta$ , где  $r$  -- радиус окружности,  $\theta \in [0; 2\pi]$  - угол.

### Вариант 12

1. Построить лист щавеля, заданный с помощью уравнения в полярных координатах  $r = 4(1 + \cos 3\varphi) + 4\sin^2 3\varphi$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить трактрису, заданную с помощью параметрических уравнений:  $x = a(\cos(t) + \ln(t / 2))$ ,  $y = a \sin(t)$ .  $t \in (0; \infty)$ .

### Вариант 13

1. Построить трехлепестковую розу, уравнение которой в полярных координатах  $r = a \sin 3\varphi$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить строфоиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 2at^2 / (t^2 + 1)$ ,  $y = at(t^2 - 1) / (t^2 + 1)$ ,  $t \in [-2; 2]$ ,  $a > 0$ .

### Вариант 14

1. Построить трисектрису Маклорена, заданную с помощью уравнения в полярных координатах  $r = a / \cos(\varphi / 3)$ ,  $\varphi \in (-3\pi / 2; 3\pi / 2)$ .
2. Построить цепную линию, заданную уравнением в прямоугольных координатах:  $y = a \operatorname{ch}\left(\frac{x}{a}\right) = a(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}) / 2$

### Вариант 15

1. Построить трилистник, заданный с помощью уравнения в полярных координатах  $r = 4(1 + \cos 3\varphi) - 4\sin^2 3\varphi$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить нефроиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 3a \cos t - a \cos 3t$ ,  $y = 3a \sin t - a \sin 3t$ ,  $t \in [0; 2\pi]$ .

### Вариант 16

1. Построить спираль Архимеда, уравнение которой в полярных координатах:  $r = a\varphi$ .
2. Построить лемнискату Бернулли, параметрические уравнения которой имеет вид  $x = a(t + t^3) / (t^4 + 1)$ ,  $y = a(t - t^3) / (t^4 + 1)$  при  $t \in (-\infty, \infty)$ .

### Вариант 17

1. Построить локон Аньези. Уравнение в прямоугольных координатах:  $y = a^3 / (a^2 + x^2)$ .
2. Построить трактрису, заданную с помощью параметрических уравнений:  $x = a(\cos(t) + \ln(t / 2))$ ,  $y = a \sin(t)$ .  $t \in (0; \infty)$ .

### Вариант 18

1. Построить логарифмическую спираль, уравнение которой в полярных координатах:  $r = ae^{b\varphi}$ .
2. Построить лемнискату Бернулли, параметрические уравнения которой имеет вид  $x = a(t + t^3) / (t^4 + 1)$ ,  $y = a(t - t^3) / (t^4 + 1)$  при  $t \in (-\infty, \infty)$ .

### Вариант 19

1. Построить циссоиду Диоклеса, уравнение которой в полярной системе координат:  $r = 2a \sin^2 \varphi / \cos(\varphi)$ ,  $\varphi \in [-\pi / 4; \pi / 4]$ .
2. Построить Декартов лист, заданный с помощью параметрических уравнений  $x = 3at / (t^3 + 1)$ ,  $y = 3at^2 / (t^3 + 1)$ ,  $t \in [-6\pi; -2] \cup [-0.3; 6\pi]$ .

### Вариант 20

1. Построить спираль Галилея, уравнение в полярных координатах которой  $r = a\varphi^2$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить цепную линию, заданную уравнением в прямоугольных координатах:  $y = a(x / a) = a(e^{x/a} + e^{-x/a}) / 2$ .



### Вариант 21

1. Построить конхоиду Никомеда, уравнение которой в полярных координатах:  $r = a / \cos \varphi \pm d$ . Угол (изменяется в диапазоне  $[-1.25; 1.25]$  с шагом 0.1).
2. Построить строфоиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 2at^2 / (t^2 + 1)$ ,  $y = at(t^2 - 1) / (t^2 + 1)$ ,  $t \in [-2; 2]$ ,  $a > 0$ .

### Вариант 22

1. Построить дельтоид, заданный с помощью параметрических уравнений  $x = 2a \cos t + a \cos 2t$ ,  $y = 2a \sin t - a \sin 2t$ ,  $t \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить гиперболическую спираль, заданную уравнением в полярных координатах:  $r = a / \theta$ .

### Вариант 23

1. Построить нефроиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 3a \cos t - a \cos 3t$ ,  $y = 3a \sin t - a \sin 3t$ ,  $t \in [0; 2\pi]$ .
2. Построить спираль Галилея, уравнение в полярных координатах которой  $r = a\varphi^2$ ,  $\varphi \in [0; 2\pi]$ .

### Вариант 24

1. Построить строфоиду, заданную с помощью параметрических уравнений  $x = 2at^2 / (t^2 + 1)$ ,  $y = at(t^2 - 1) / (t^2 + 1)$ ,  $t \in [-2; 2]$ ,  $a > 0$ .
2. Построить улитку Паскаля, уравнение которой в полярной системе координат имеет вид  $r = a + b \cos \varphi$ .

### Вариант 25

1. Построить трисектрису Маклорена, заданную с помощью уравнения в полярных координатах  $r = a / \cos(\varphi / 3)$ ,  $\varphi \in (-3\pi / 2; 3\pi / 2)$ .  $[-5\pi/4; 5\pi/4]$
2. Построить инволюту окружности, уравнения которой в прямоугольных координатах:  $x = r \cos \theta + r\theta \sin \theta$ ,  $y = r \sin \theta - r\theta \cos \theta$ , где  $r$  - радиус окружности,  $\theta \in [0; 2\pi]$  - угол.