



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Калужский филиал
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ ИУК «Информатика и управление»

КАФЕДРА ИУК4 «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

«Построение аналоговых фильтров»

ДИСЦИПЛИНА: «Цифровая обработка сигналов»

Выполнил: студент гр. ИУК4-72Б _____ (Карельский М.К.)
(Подпись)

Проверил: _____ (Тронов К.А.)
(Подпись)

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Балльная оценка:

- Оценка:

Калуга, 2023

Цель: формирование практических навыков построения аналоговых фильтров.

Задачи:

1. Построить АЧХ аналоговых фильтров с заданными параметрами:
 - фильтр Баттерворта;
 - фильтр Чебышева 1 рода;
 - фильтр Чебышева 2 рода;
 - эллиптический фильтр;
 - фильтр Бесселя;
2. Осуществить преобразование фильтров – прототипов (два вида преобразования)

Вариант 7

- Порядок фильтра n : 4
- R_p : 5
- R_s : 65
- Осуществить преобразование в фильтр:
 - ФНЧ
 - Полосовой

Листинг:

```
%% Фильтр Баттерворта
n = 4;
[z, p, k] = buttap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b, a, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 1 рода
n = 4;
Rp = 5;
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b, a, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 2 рода
n = 4;
Rs = 65;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b, a, w);
plot(w, abs(h)),

%% Эллиптический фильтр
n = 4;
Rp = 5;
Rs = 65;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
```

```

[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b, a, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Бесселя
n = 4;
[z, p, k] = besslap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b, a, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Баттерворта - ФНЧ
n = 4;
w0 = 3;
[z, p, k] = buttap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 1 рода - ФНЧ
n = 4;
Rp = 5;
w0 = 3;
[z, p, k] = cheb1ap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 2 рода - ФНЧ
n = 4;
Rs = 65;
w0 = 3;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Эллиптический фильтр - ФНЧ
n = 4;
Rp = 5;
Rs = 65;
w0 = 3;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Бесселя - ФНЧ
n = 4;
w0 = 3;
[z, p, k] = besslap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

```

```

%% Фильтр Баттерворта - полосовой
n = 4;
w1 = 1;
w2 = 3;
[z, p, k] = buttap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w0 = sqrt(w1 * w2);
Bw = w2 - w1;
[b1, a1] = lp2bp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 1 рода - полосовой
n = 4;
Rp = 5;
w1 = 1;
w2 = 3;
[z, p, k] = cheb1ap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w0 = sqrt(w1 * w2);
Bw = w2 - w1;
[b1, a1] = lp2bp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Чебышева 2 рода - полосовой
n = 4;
Rs = 65;
w1 = 1;
w2 = 3;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w0 = sqrt(w1 * w2);
Bw = w2 - w1;
[b1, a1] = lp2bp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Эллиптический фильтр - полосовой
n = 4;
Rp = 5;
Rs = 65;
w1 = 1;
w2 = 3;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w0 = sqrt(w1 * w2);
Bw = w2 - w1;
[b1, a1] = lp2bp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

%% Фильтр Бесселя - полосовой
n = 4;
w1 = 1;
w2 = 3;
[z, p, k] = besslap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
w0 = sqrt(w1 * w2);
Bw = w2 - w1;
[b1, a1] = lp2bp(b, a, w0, Bw);

```

```
w = 0:0.1:5;  
h = freqs(b1, a1, w);  
plot(w, abs(h)),
```

Результат:

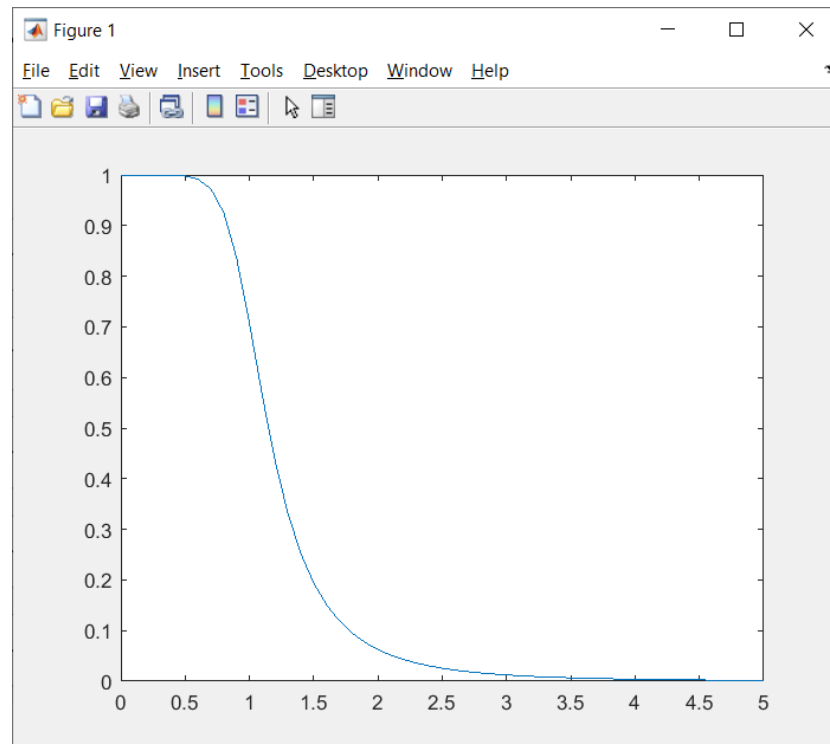


Рис. 1. Фильтр Баттерворта

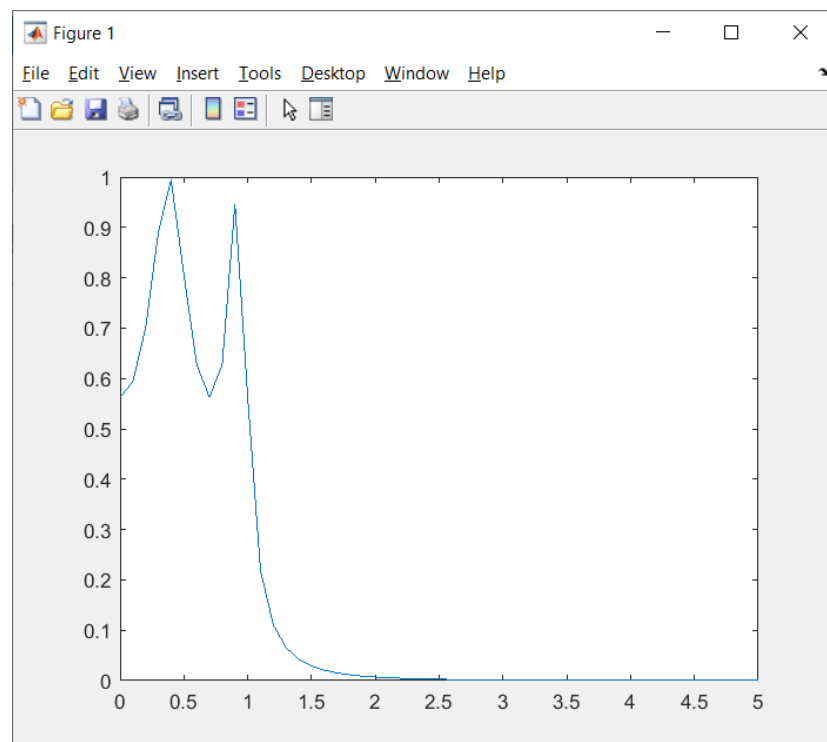


Рис. 2. Фильтр Чебышева 1 рода

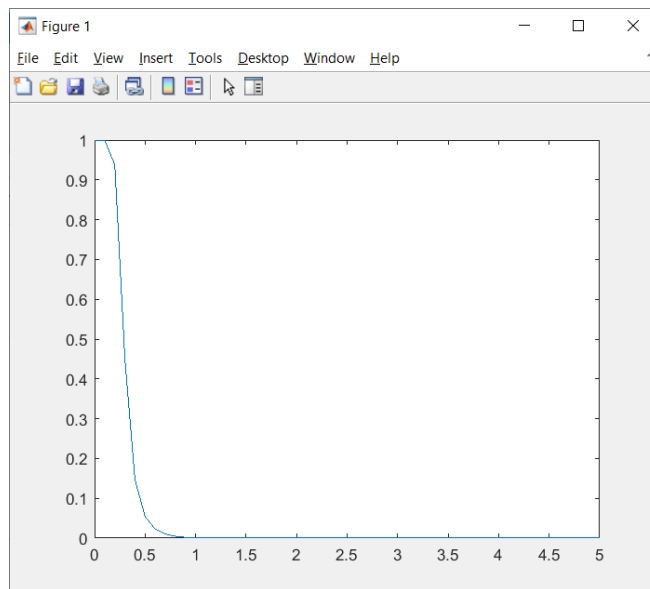


Рис. 3. Фильтр Чебышева 2 рода

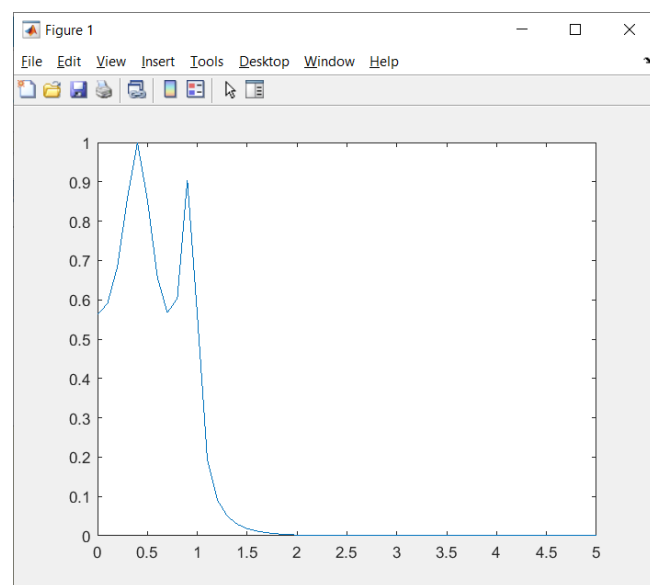


Рис. 4. Эллиптический фильтр

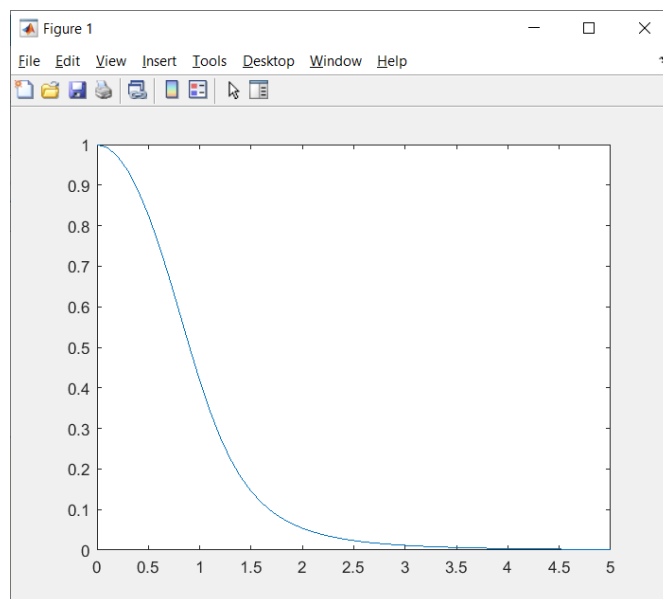


Рис. 5. Фильтр Бесселя

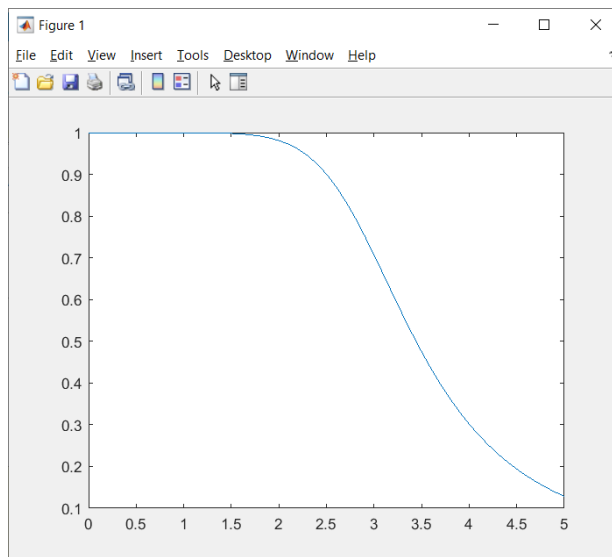


Рис. 6. Фильтр Баттерворта – ФНЧ

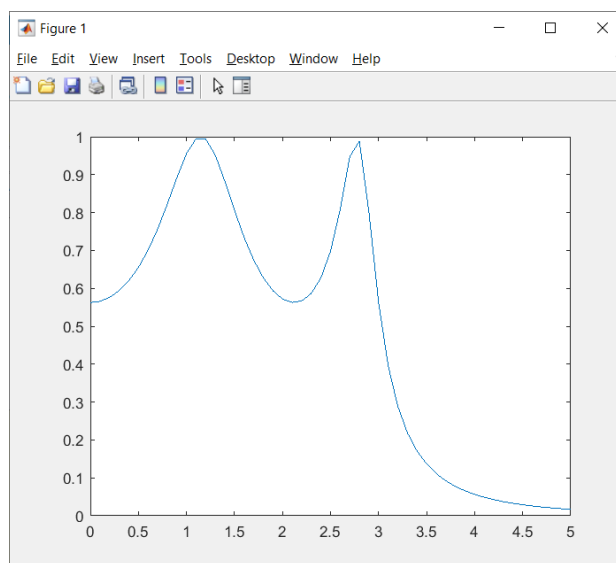


Рис. 7. Фильтр Чебышева 1 рода – ФНЧ

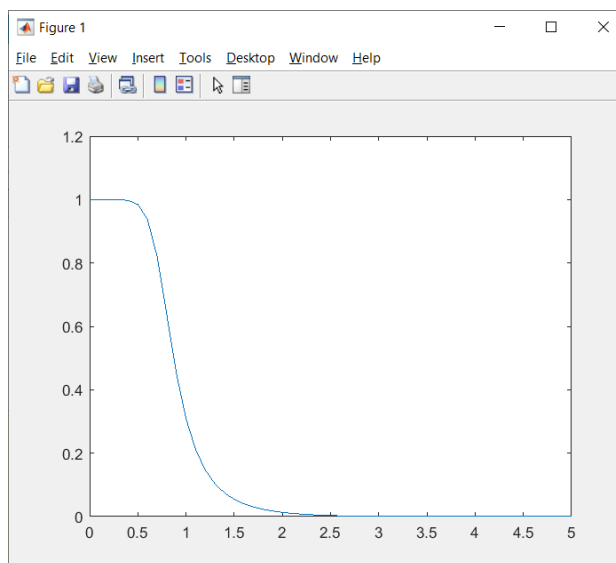


Рис. 8. Фильтр Чебышева 2 рода – ФНЧ

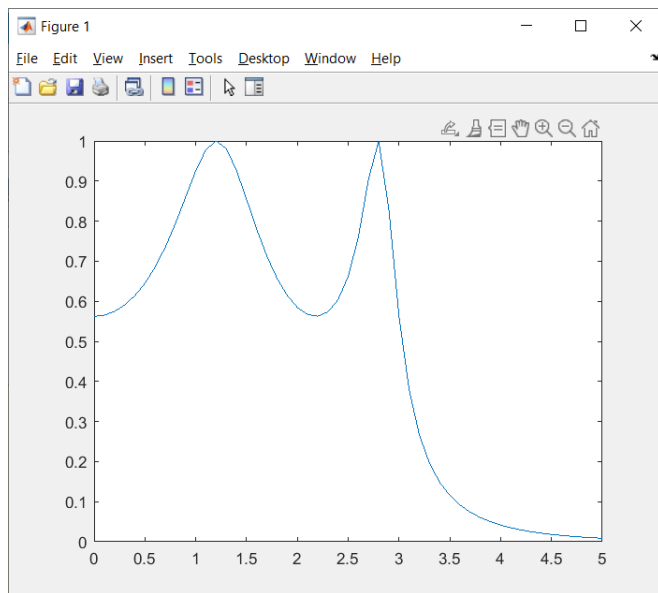


Рис. 9. Эллиптический фильтр – ФНЧ

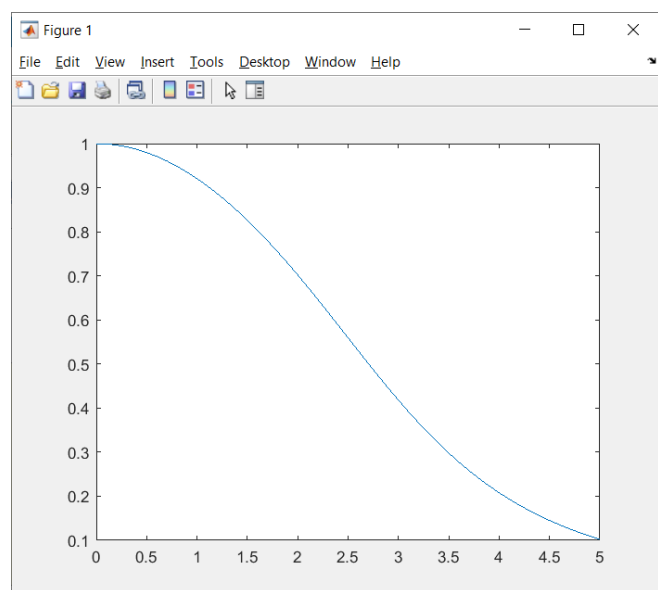


Рис. 10. Фильтр Бесселя – ФНЧ

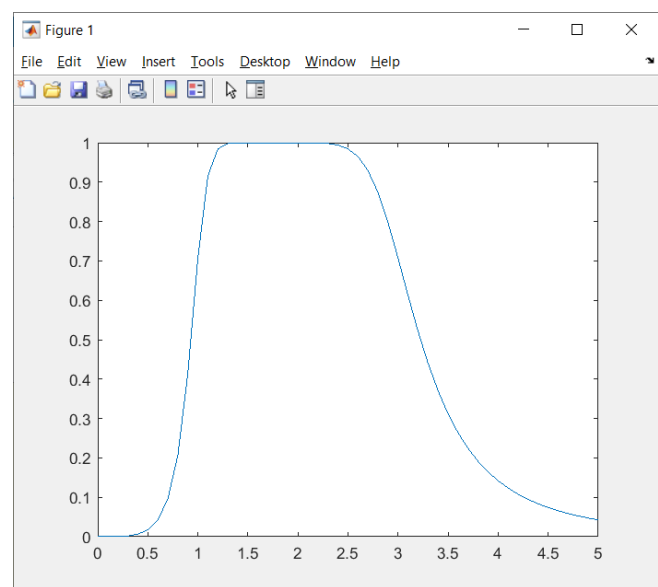


Рис. 11. Фильтр Баттерворта – полосовой

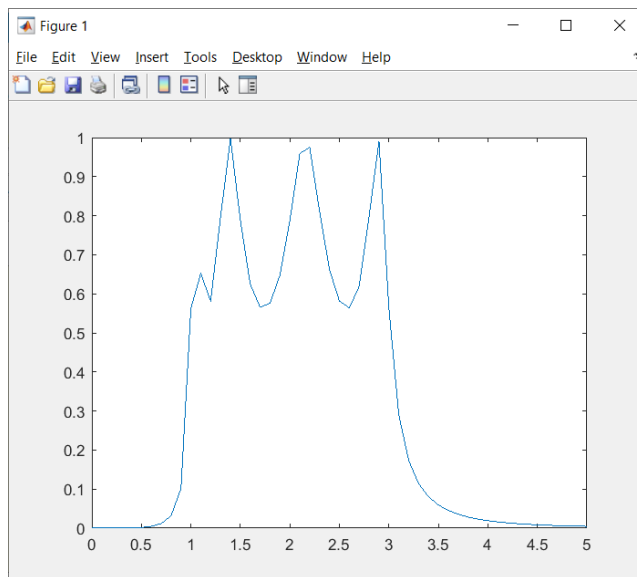


Рис. 12. Фильтр Чебышева 1 рода – полосовой

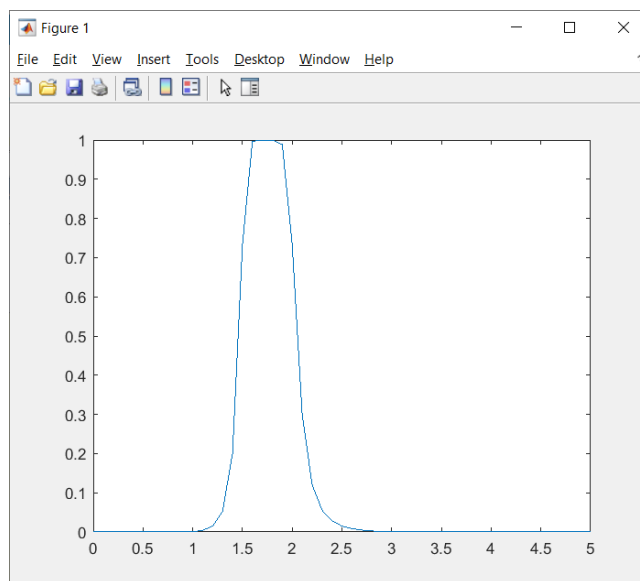


Рис. 13. Фильтр Чебышева 2 рода – полосовой

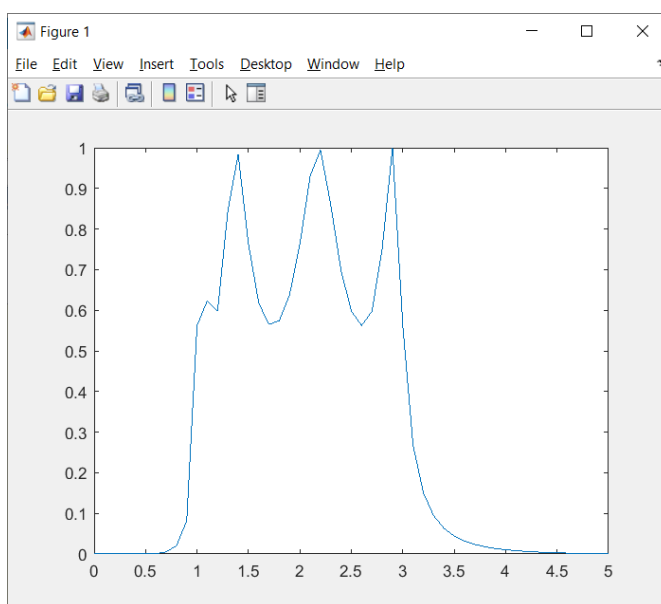


Рис. 14. Эллиптический фильтр – полосовой

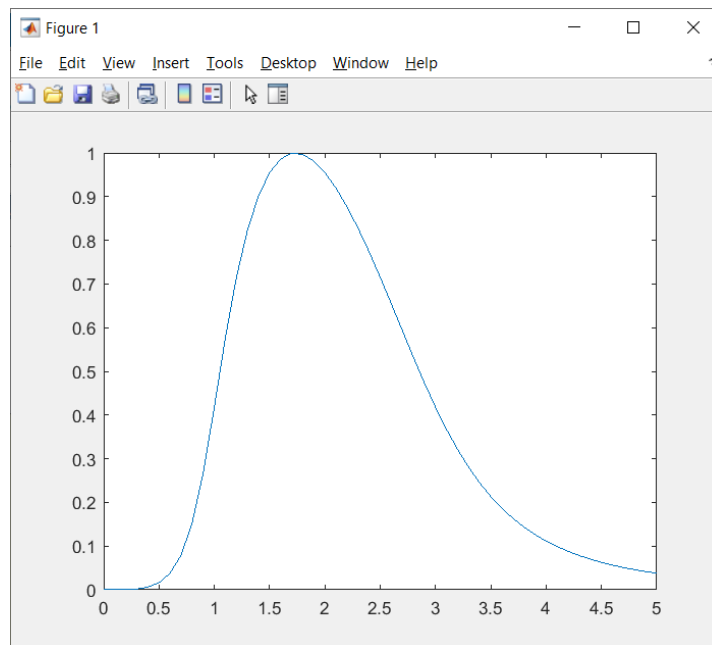


Рис. 15. Фильтр Бесселя – ФНЧ полосовой

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были получены практические навыки построения аналоговых фильтров.