



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 сигнала»

Выполнил: студент гр. ИУК4 -72Б _____ (_____Калашников А.С._____)
(Подпись) (Ф.И.О.)

Проверил: _____ (_____Тронов К.А._____)
(Подпись) (Ф.И.О.)

Дата сдачи (защиты):

Результаты сдачи (защиты):

- Балльная оценка:

- Оценка:

Калуга, 2023

Целью выполнения лабораторной работы является формирование практических навыков построения аналоговых фильтров.

Основными задачами выполнения лабораторной работы являются:

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 6

№ варианта	n – порядок фильтра	R_p	R_s	Осуществить преобразование в фильтр
6	3	4	35	ФВЧ, полосовой

Ход выполнения лабораторной работы:

АЧХ аналоговых фильтров-прототипов:

1. Фильтр Баттерворта:

```
n = 3;
[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)),
```

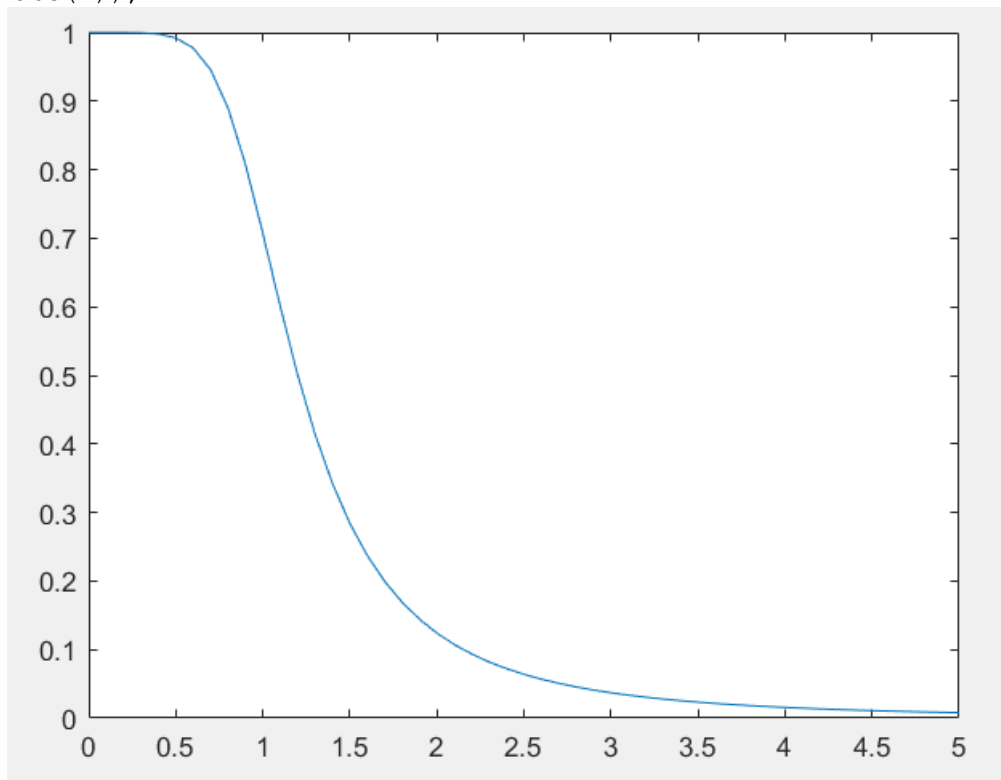


Рис.1 Фильтр Баттерворта

2. Фильтр Чебышева первого рода:

```
n = 3;  
Rp = 4;  
[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)),
```

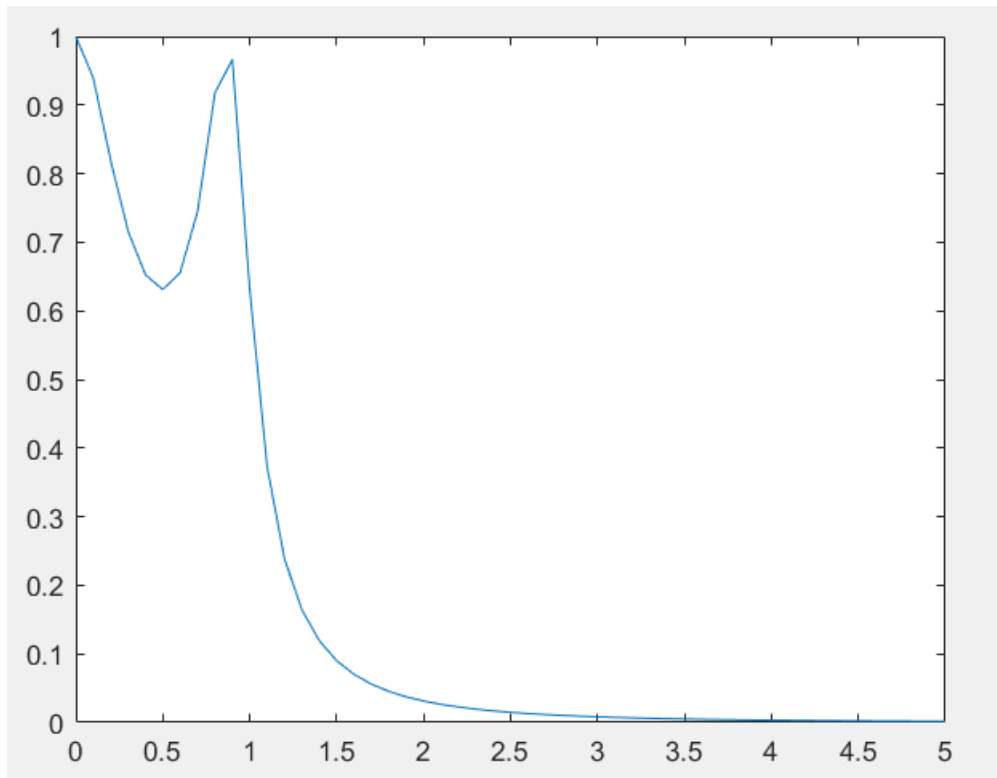


Рис.2 Фильтр Чебышева первого рода

3. Фильтр Чебышева второго рода:

```
n = 3;  
Rs = 35;  
[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)),
```

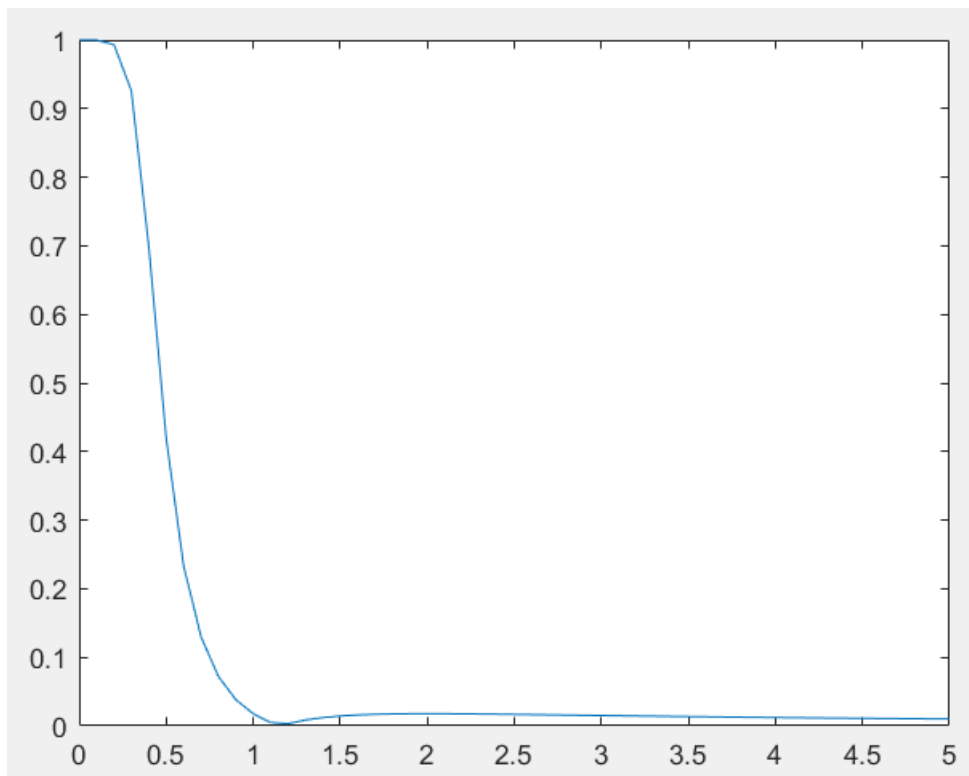


Рис.3 Фильтр Чебышева второго рода

4. Эллиптический фильтр:

```
n = 3;
Rp = 4;
Rs = 35;
[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)),
```

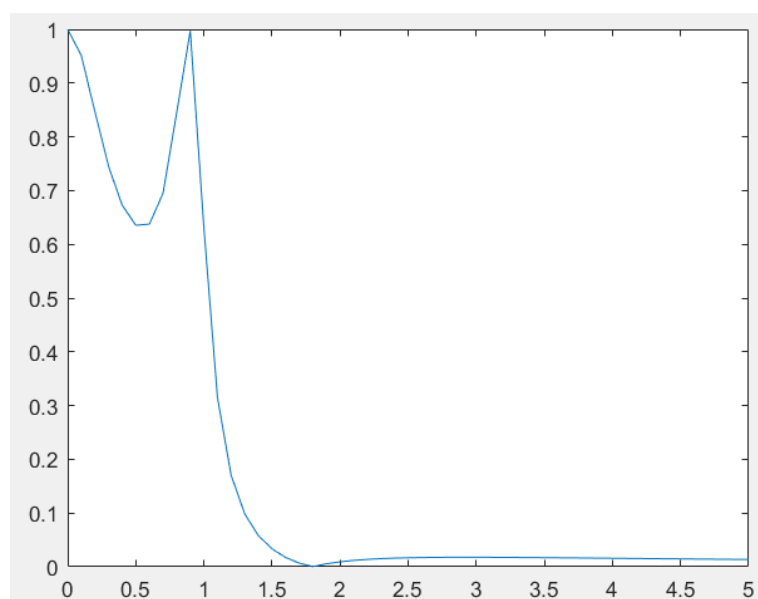


Рис.4 Эллиптический фильтр

5. Фильтр Бесселя:

```
n = 3;  
[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)),
```

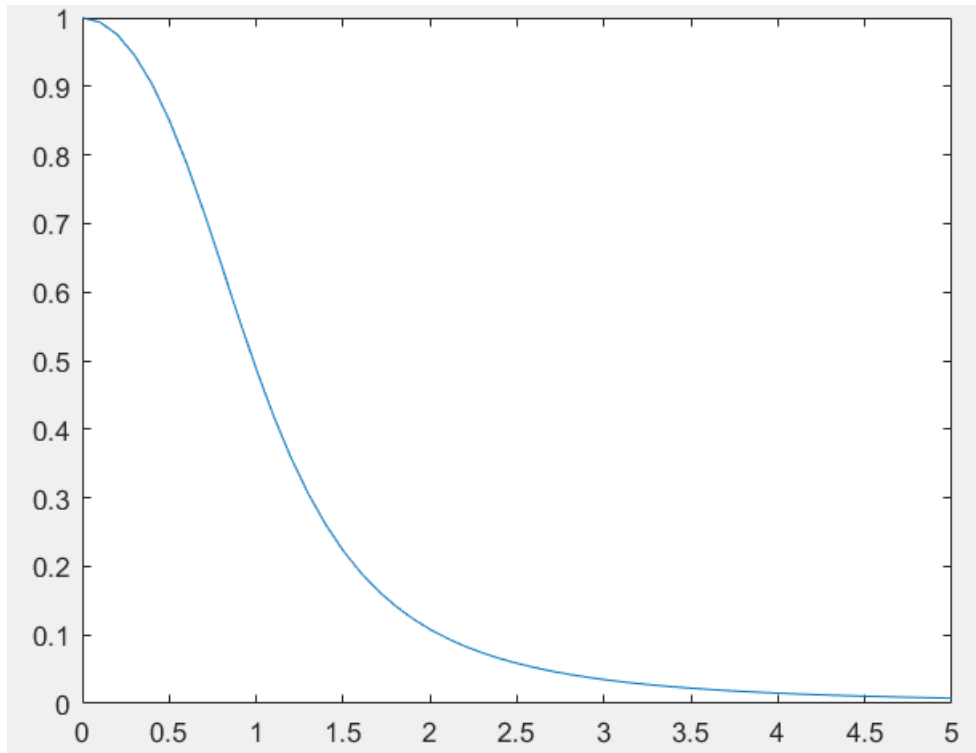


Рис.5 Фильтр Бесселя

6. Преобразование фильтров-прототипов:

6.1. Фильтр Баттерворта-ФВЧ:

```
n = 3;  
w0 = 4;  
[z, p, k] = buttap(n);  
[b, a] = zp2tf(z, p, k);  
[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0);  
w = 0:0.1:5;  
h = freqs(b1, a1, w);  
plot(w, abs(h)),
```

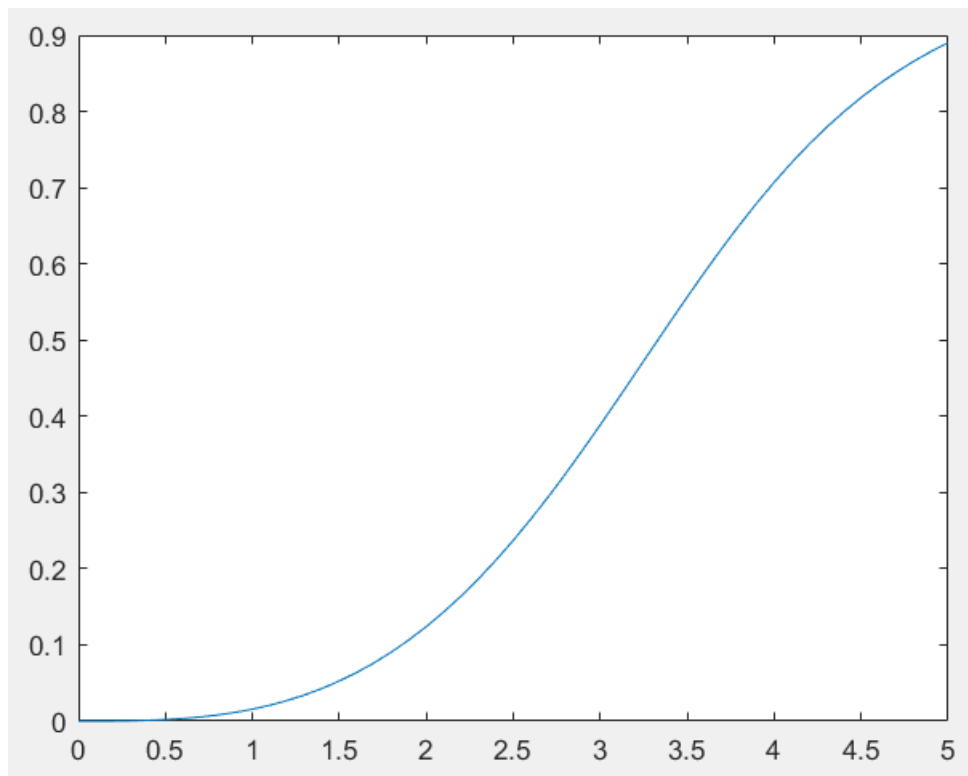


Рис.6 Фильтр Баттерворта-ФВЧ

6.2. Фильтр Баттерворта-полосовой:

```
n = 3;
w1 = 2;
w2 = 4;
[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)),
```

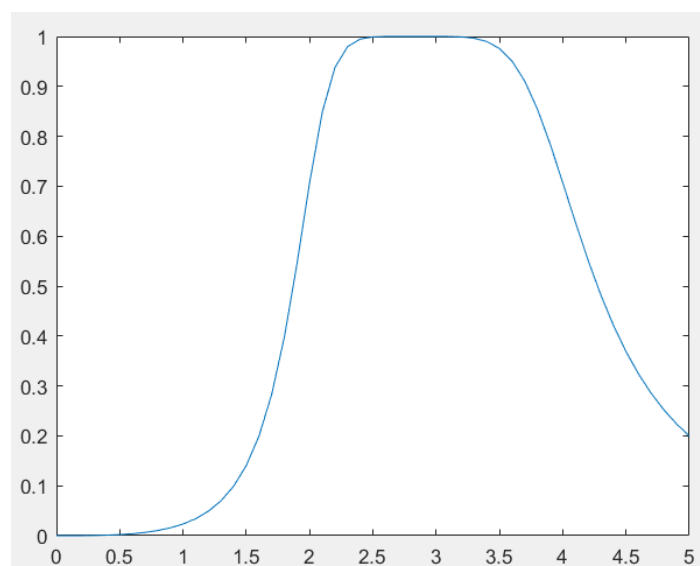


Рис.7 Фильтр Баттерворта-полосовой

6.3. Фильтр Чебышева первого рода-ФВЧ:

```
n = 3;  
Rp = 4;  
w0 = 4;  
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);  
[b, a] = zp2tf(z, p, k);  
[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0);  
w = 0:0.1:5;  
h = freqs(b1, a1, w);  
plot(w, abs(h)),
```

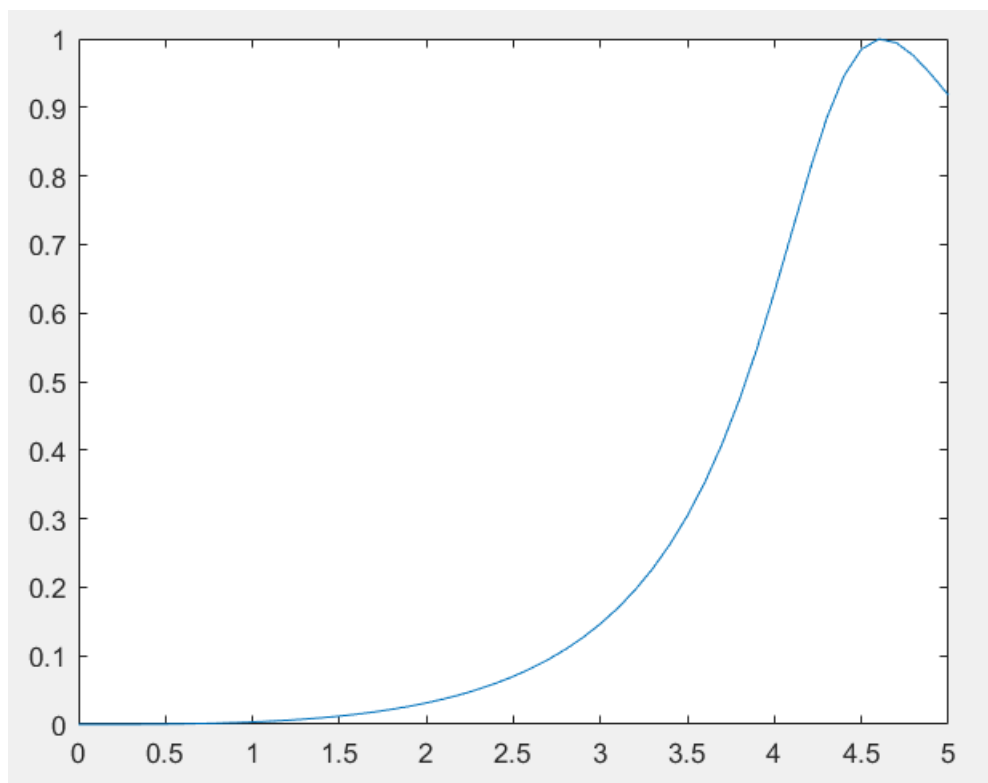


Рис.8 Фильтр Чебышева первого рода-ФВЧ

6.4. Фильтр Чебышева первого рода-полосовой:

```
n = 3;  
Rp = 4;  
w1 = 2;  
w2 = 4;  
[z, p, k] = cheblap(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)),
```

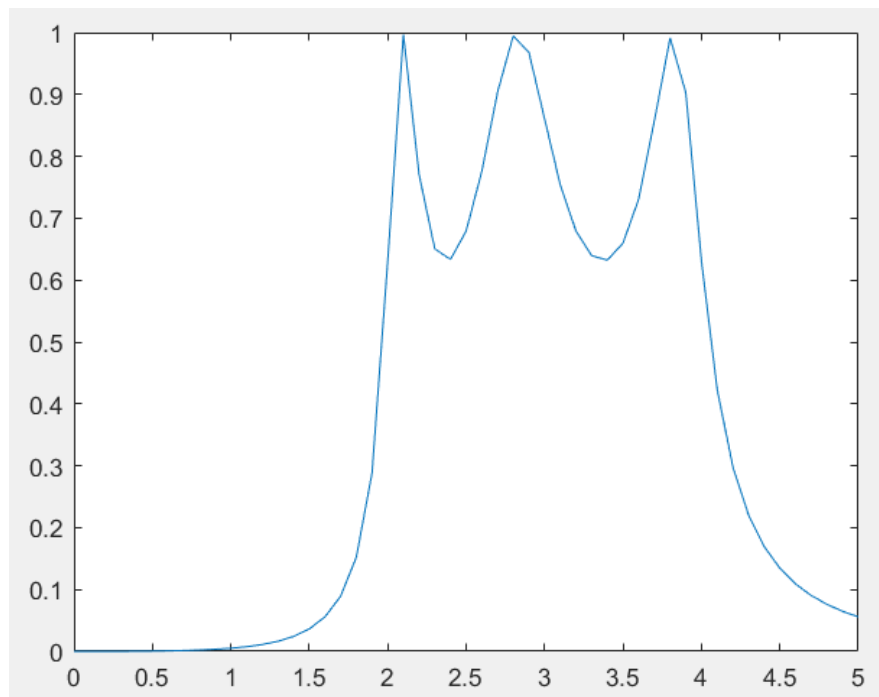


Рис.9 Фильтр Чебышева первого рода-полосовой

6.5. Фильтр Чебышева второго рода-ФВЧ:

```
n = 3;
Rs = 35;
w0 = 4;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),
```

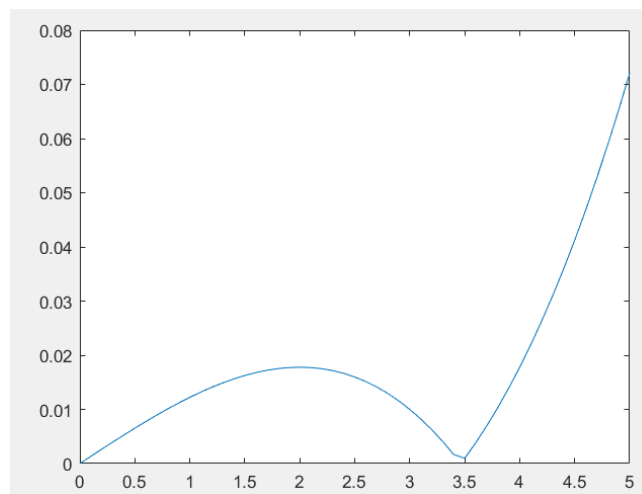


Рис.10 Фильтр Чебышева второго рода-ФВЧ

6.6. Фильтр Чебышева второго рода-полосовой:

```
n = 3;
Rs = 35;
w1 = 2;
w2 = 4;
[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)),

```

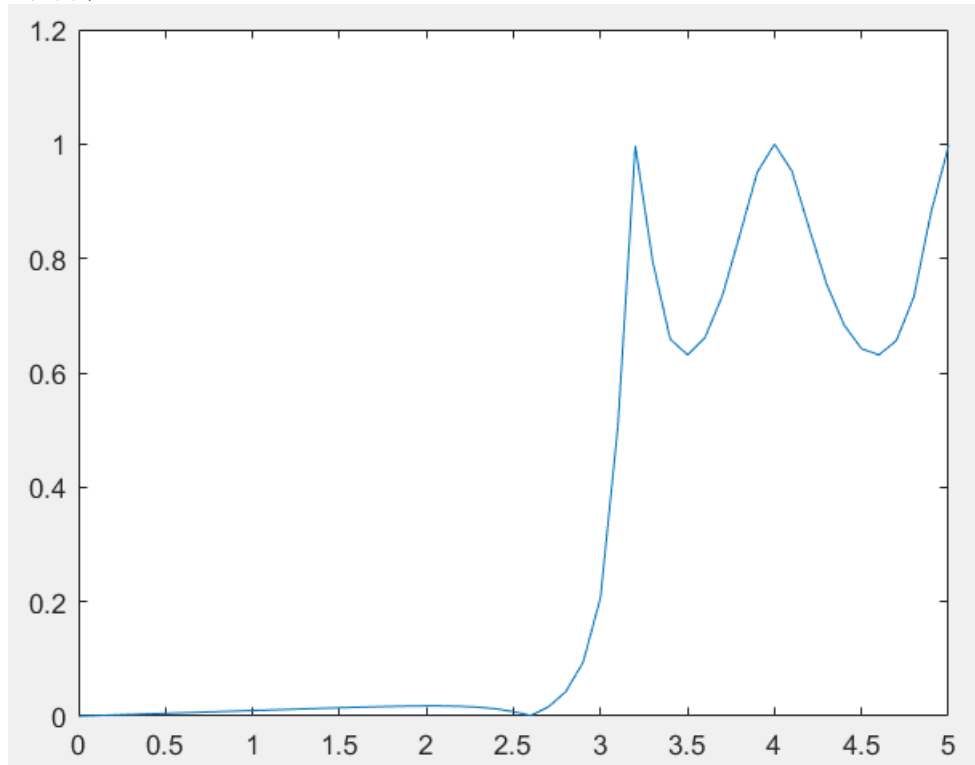


Рис.11 Фильтр Чебышева второго рода-полосовой

6.7. Эллиптический фильтр-ФВЧ:

```

n = 3;
Rp = 4;
Rs = 35;
w0 = 4;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),

```

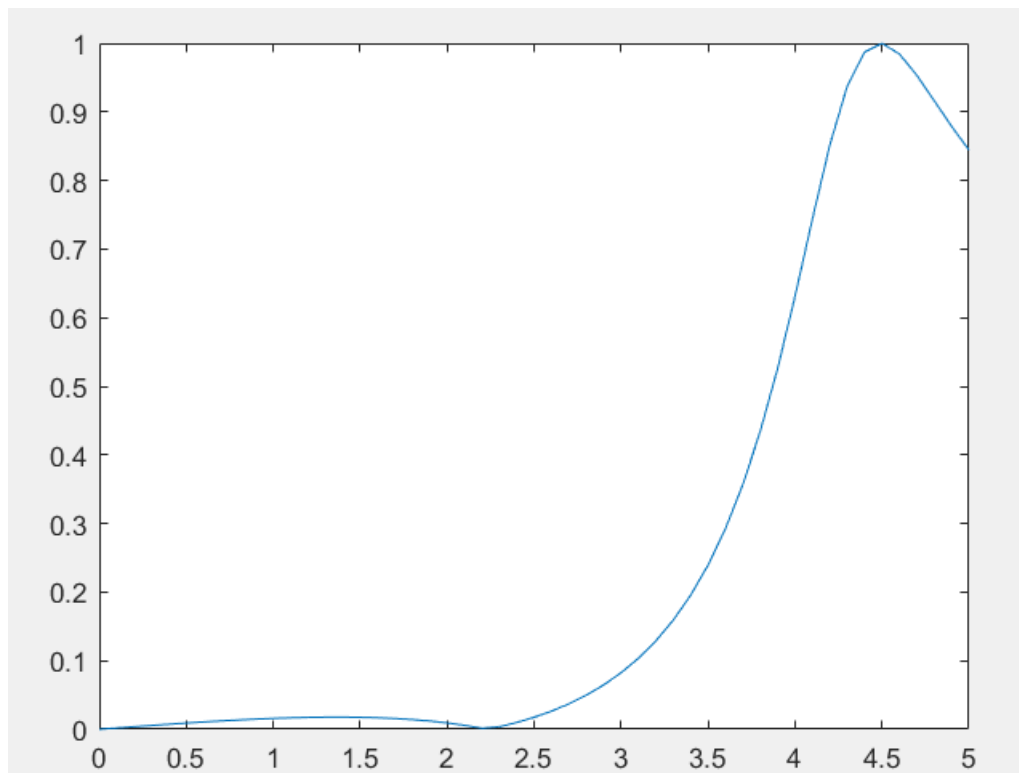


Рис.12 Эллиптический фильтр-ФВЧ

6.8. Эллиптический фильтр-полосовой:

```

n = 3;
Rp = 4;
Rs = 35;
w1 = 2;
w2 = 4;
[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)),

```

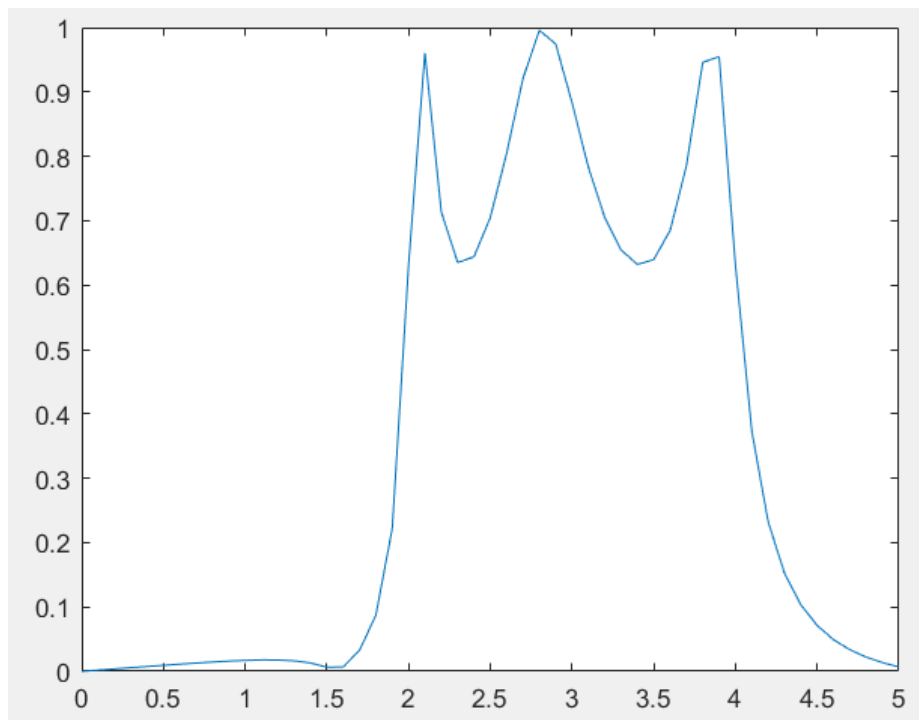


Рис.13 Эллиптический фильтр-полосовой

6.9. Фильтр Бесселя-ФВЧ:

```
n = 3;
w0 = 4;
[z, p, k] = besslap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0, Bw);
w = 0:0.1:5;
h = freqs(b1, a1, w);
plot(w, abs(h)),
```

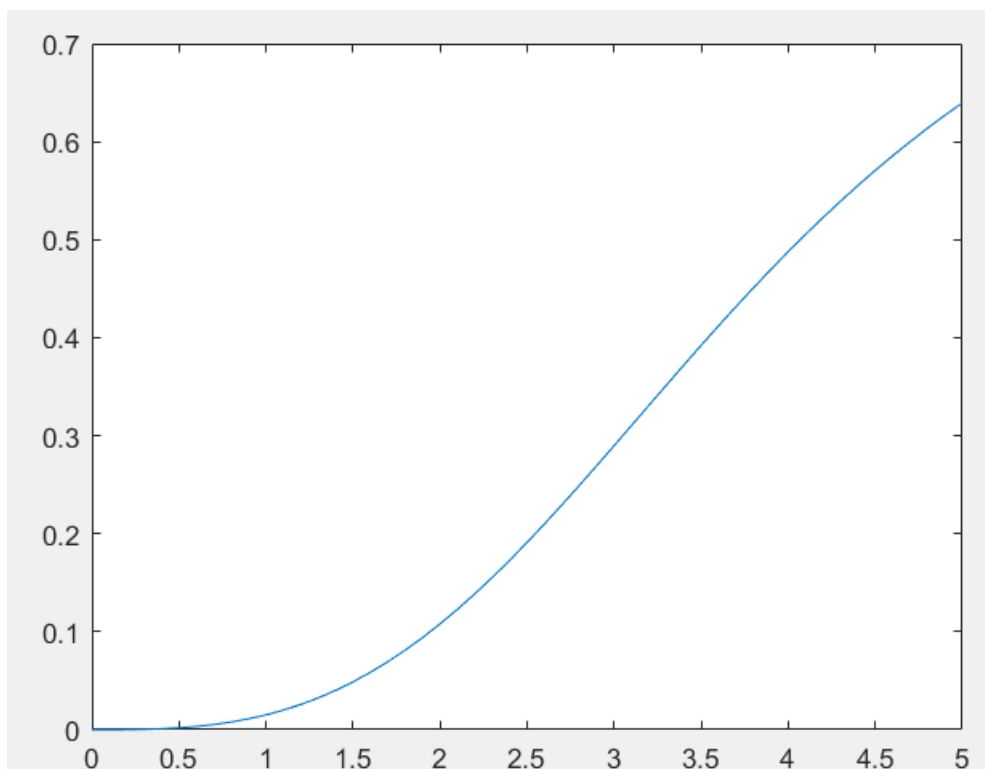


Рис.14 Фильтр Бесселя-ФВЧ

6.10. Фильтр Бесселя-полосовой:

```
n = 3;  
w1 = 2;  
w2 = 4;  
[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)),
```

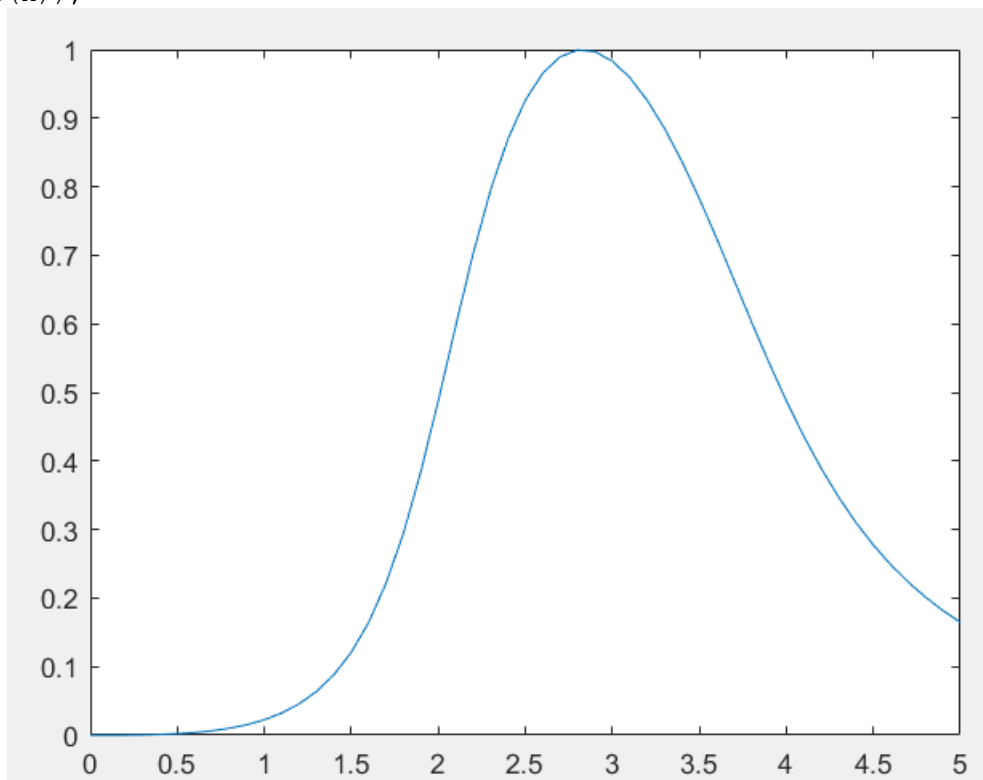


Рис.15 Фильтр Бесселя-полосовой

Вывод: в результате выполнения данной лабораторной работы были получены практические навыки построения аналоговых фильтров