



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 №4

«Фильтрация синусоидальных сигналов»

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 выполнения фильтрации синусоидальных сигналов с различными значениями параметров.

Задачи:

1. Задать параметры синусоидальных сигналов;
2. Выполнить фильтрацию трех синусоидальных сигналов с разными частотами, используя четыре вида фильтров (Баттерворта, Чебышева 1 рода, Чебышева 2 рода, эллиптического).

Вариант 7

- Значения частот:
 - S_1 : 25
 - S_2 : 40
 - S_3 : 60
- $S_1 + S_2$:
 - Фильтр Баттерворта: ФВЧ, S_2
 - Фильтр Чебышева 1 рода: РФ, S_1
 - Фильтр Чебышева 2 рода: ФНЧ, S_1
 - Эллиптический фильтр: ПФ, S_2
- $S_1 + S_2 + S_3$:
 - Фильтр Баттерворта: ПФ, S_2
 - Фильтр Чебышева 1 рода: ФНЧ, $S_1 + S_2$
 - Фильтр Чебышева 2 рода: РФ, $S_1 + S_3$
 - Эллиптический фильтр: ФВЧ, S_3

Листинг:

```
amp = 0.1;
step = 0.001;
t = (0:step:0.25);

freq1 = 25;
freq2 = 40;
freq3 = 60;

s1 = amp*sin(2*pi*freq1*t);
s2 = amp*sin(2*pi*freq2*t);
s3 = amp*sin(2*pi*freq3*t);

%% Фильтр Баттерворта, s1 + s2
s = s1 + s2;

subplot(5, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(5, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(5, 1, 3)
plot(t, s)

n = 4;
w0 = 0.15;
[z, p, k] = buttap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);
```

```

[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0);
f = abs(freqs(b1, a1, t));
subplot(5, 1, 4)
plot(t, f)

sf = s1 + s2.*f;
subplot(5, 1, 5)
plot(t, sf)

%% Фильтр Чебышева 1 рода, s1 + s2
s = s1 + s2;

subplot(5, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(5, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(5, 1, 3)
plot(t, s)

n = 4;
Rp = 0.1;
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

w1 = 0.05;
w2 = 0.2;
w0 = 2 * pi * sqrt(w1 * w2);
Bw = 2 * pi * (w2 - w1);
[b2, a2] = lp2bs(b, a, w0, Bw);
f = abs(freqs(b2, a2, 2*pi*t));
subplot(5, 1, 4)
plot(t, f);

sf = s1.*f + s2;
subplot(5, 1, 5)
plot(t, sf)

%% Фильтр Чебышева 2 рода, s1 + s2
s = s1 + s2;

subplot(5, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(5, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(5, 1, 3)
plot(t, s)

n = 4;
Rs = 40;
w0 = 0.2;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
f = abs(freqs(b1, a1, t));
subplot(5, 1, 4)
plot(t, f);

sf = s1.*f + s2;
subplot(5, 1, 5)
plot(t, sf)

%% Эллиптический фильтр, s1 + s2
s = s1 + s2;

```

```

subplot(5, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(5, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(5, 1, 3)
plot(t, s)

n = 4;
Rp = 0.1;
Rs = 40;
w1 = 0.05;
w2 = 0.15;
[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);
f = abs(freqs(b1, a1, t));
subplot(5, 1, 4)
plot(t, f);

sf = s1 + s2.*f;
subplot(5, 1, 5)
plot(t, sf)

%% Фильтр Баттерворта, s1 + s2 + s3
s = s1 + s2 + s3;

subplot(6, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(6, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(6, 1, 3)
plot(t, s3)
subplot(6, 1, 4)
plot(t, s)

n = 4;
w1 = 0.05;
w2 = 0.15;
[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);
f = abs(freqs(b1, a1, t));
subplot(6, 1, 5)
plot(t, f)

sf = s1 + s2.*f + s3;
subplot(6, 1, 6)
plot(t, sf)

%% Фильтр Чебышева 1 рода, s1 + s2 + s3
s = s1 + s2 + s3;

subplot(6, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(6, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(6, 1, 3)
plot(t, s3)
subplot(6, 1, 4)
plot(t, s)

```

```

n = 4;
Rp = 0.1;
w0 = 0.1;
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

[b1, a1] = lp2lp(b, a, w0);
f = abs(freqs(b1, a1, t));
subplot(6, 1, 5)
plot(t, f)

sf = (s1 + s2).*f + s3;
subplot(6, 1, 6)
plot(t, sf)

%% Фильтр Чебышева 2 рода, s1 + s2 + s3
s = s1 + s2 + s3;

subplot(6, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(6, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(6, 1, 3)
plot(t, s3)
subplot(6, 1, 4)
plot(t, s)

n = 4;
Rs = 40;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

w1 = 0.05;
w2 = 0.1;
w0 = 2 * pi * sqrt(w1 * w2);
Bw = 2 * pi * (w2 - w1);
[b2, a2] = lp2bs(b, a, w0, Bw);
f = abs(freqs(b2, a2, 2*pi*t));
subplot(6, 1, 5)
plot(t, f);

sf = (s1 + s3).*f + s2;
subplot(6, 1, 6)
plot(t, sf)

%% Эллиптический фильтр, s1 + s2 + s3
s = s1 + s2 + s3;

subplot(6, 1, 1)
plot(t, s1)
subplot(6, 1, 2)
plot(t, s2)
subplot(6, 1, 3)
plot(t, s3)
subplot(6, 1, 4)
plot(t, s)

n = 4;
Rp = 0.1;
Rs = 40;
w0 = 0.15;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

[b1, a1] = lp2hp(b, a, w0);

```

```

f = abs(freql(b1, a1, t));
subplot(6, 1, 5)
plot(t, f);

sf = s1 + s2 + s3.*f;
subplot(6, 1, 6)
plot(t, sf)

```

Результат:

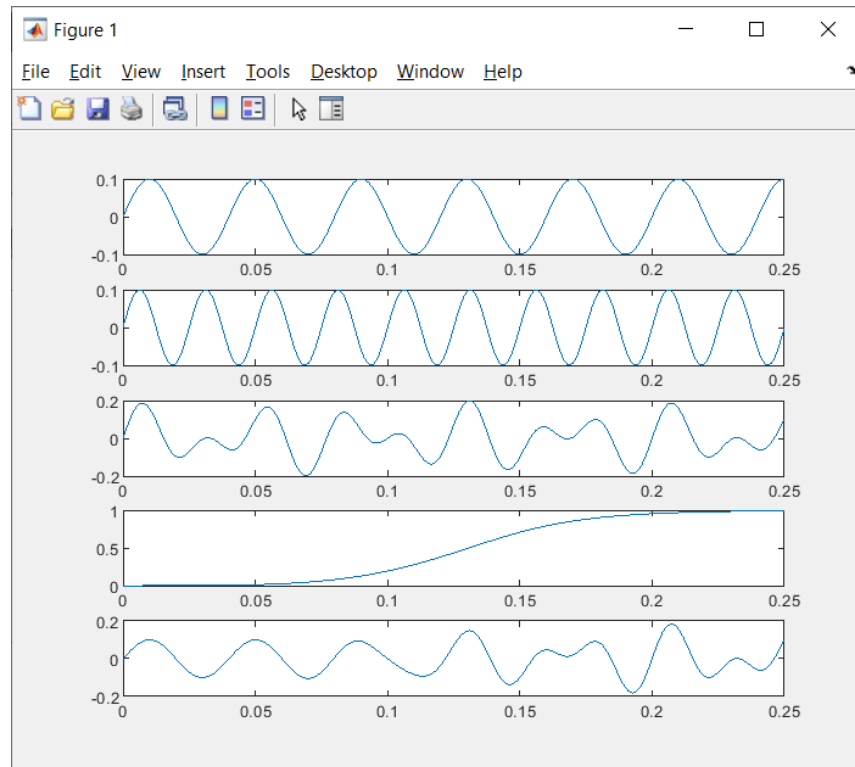


Рис. 1. Фильтр Баттерворта, $S_1 + S_2$

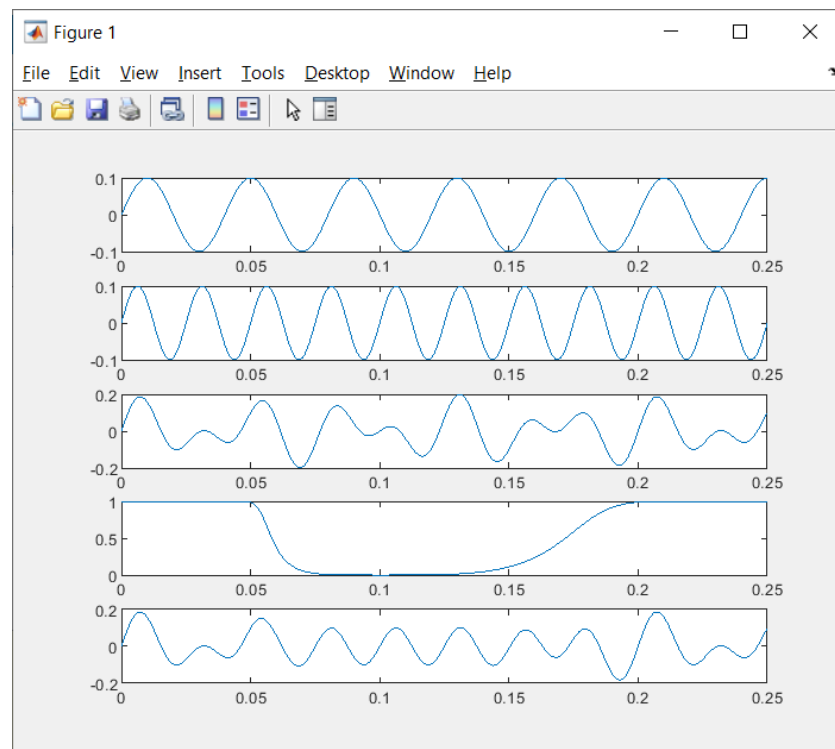


Рис. 2. Фильтр Чебышева 1 рода, $S_1 + S_2$

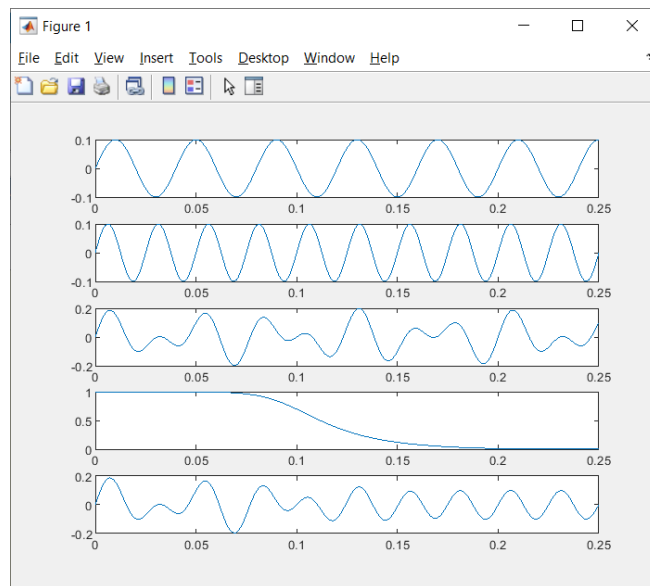


Рис. 3. Фильтр Чебышева 2 рода, $S_1 + S_2$

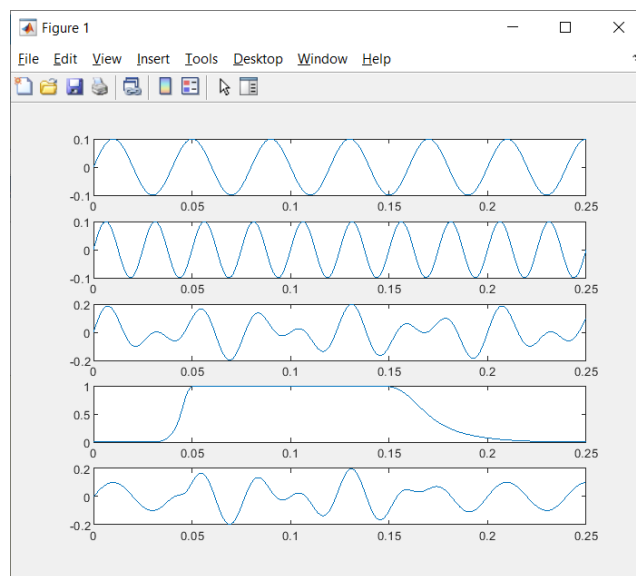


Рис. 4. Эллиптический фильтр, $S_1 + S_2$

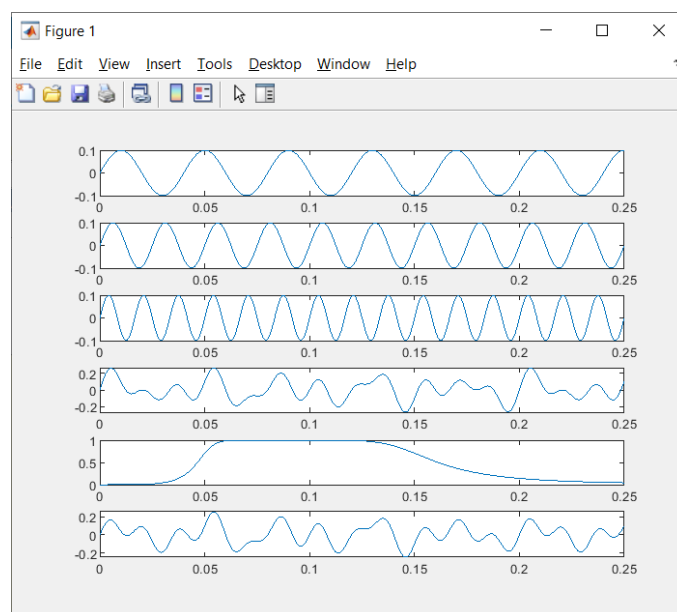


Рис. 5. Фильтр Баттерворта, $S_1 + S_2 + S_3$

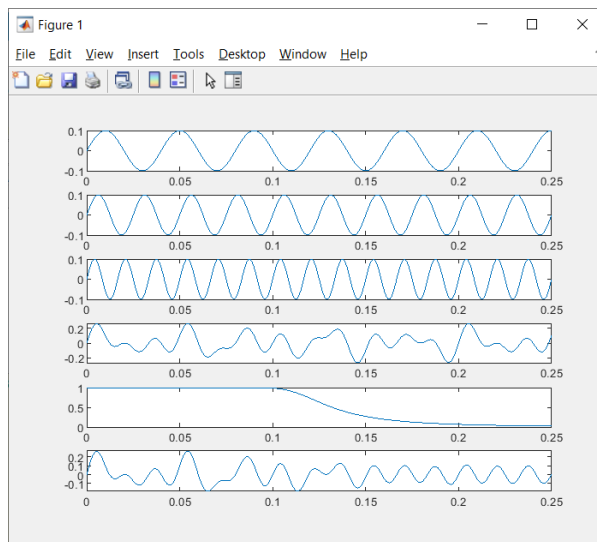


Рис. 6. Фильтр Чебышева 1 рода, $S_1 + S_2 + S_3$

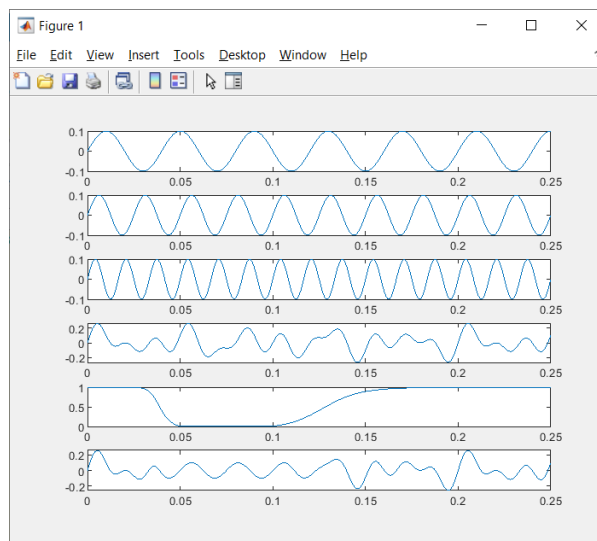


Рис. 7. Фильтр Чебышева 2 рода, $S_1 + S_2 + S_3$

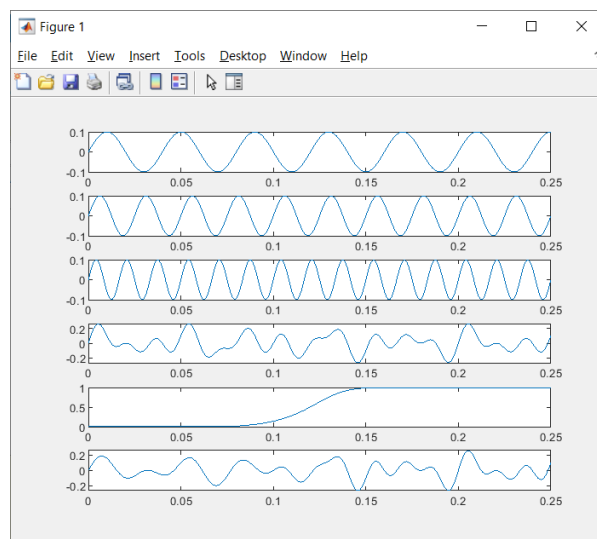


Рис. 8. Эллиптический фильтр, $S_1 + S_2 + S_3$

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были получены практические навыки выполнения фильтрации синусоидальных сигналов с различными значениями параметров.