



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 №5

«Дискретное преобразование Фурье»

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 анализа спектра дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

Задачи:

1. Используя ДПФ построить АЧХ сигналов: заданного и отфильтрованного;
2. С помощью АЧХ проверить правильность процедуры фильтрации, при необходимости скорректировать параметры фильтра

Вариант 7

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

Листинг:

```
amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
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(4, 1, 1)
plot(t, s)

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

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1 + s2.*f;
```

```

subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

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

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

n = 25;
Rp = 0.1;
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1.*f + s2;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

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

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

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

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1.*f + s2;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

```

```

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

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

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

n = 25;
Rp = 0.1;
Rs = 40;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1 + s2.*f;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

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

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

n = 4;
w1 = 0.05;
w2 = 0.15;
[z, p, k] = buttap(n);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1 + s2.*f + s3;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

```

```

%% Фильтр Чебышева 1 рода,  $s_1 + s_2 + s_3$ 
s = s1 + s2 + s3;

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

n = 25;
Rp = 0.1;
w0 = 0.1;
[z, p, k] = cheb1ap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

f = abs(filter(b, a, s));

sf = (s1 + s2).*f + s3;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

%% Фильтр Чебышева 2 рода,  $s_1 + s_2 + s_3$ 
s = s1 + s2 + s3;

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

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

f = abs(filter(b, a, s));

sf = (s1 + s3).*f + s2;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

%% Эллиптический фильтр,  $s_1 + s_2 + s_3$ 
s = s1 + s2 + s3;

subplot(4, 1, 1)
plot(t, s)

```

```

n = 25;
Rp = 0.1;
Rs = 40;
w0 = 0.15;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

f = abs(filter(b, a, s));

sf = s1 + s2 + s3.*f;
subplot(4, 1, 2)
plot(t, sf)

N_s = length(s);
ft = fft(s);
frequencies = (0:N_s-1)*(sr/N_s);
subplot(4, 1, 3)
plot(frequencies(1:31), ft(1:31))

N_sf = length(sf);
ftf = fft(sf);
frequencies = (0:N_sf-1)*(sr/N_sf);
subplot(4, 1, 4)
plot(frequencies(1:31), ftf(1:31))

```

Результат:

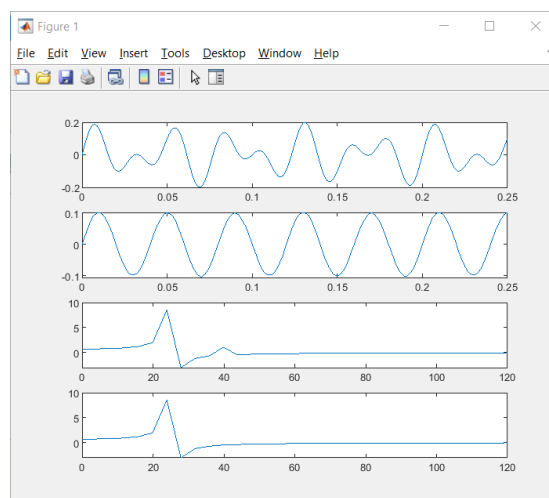


Рис. 1. Фильтр Баттерворта, $S_1 + S_2$

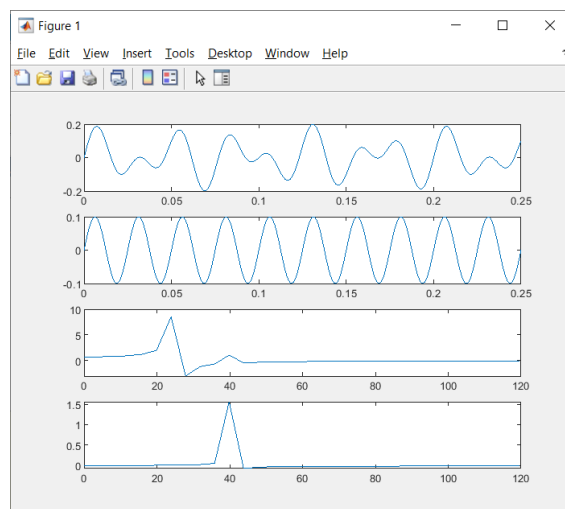


Рис. 2. Фильтр Чебышева 1 рода, $S_1 + S_2$

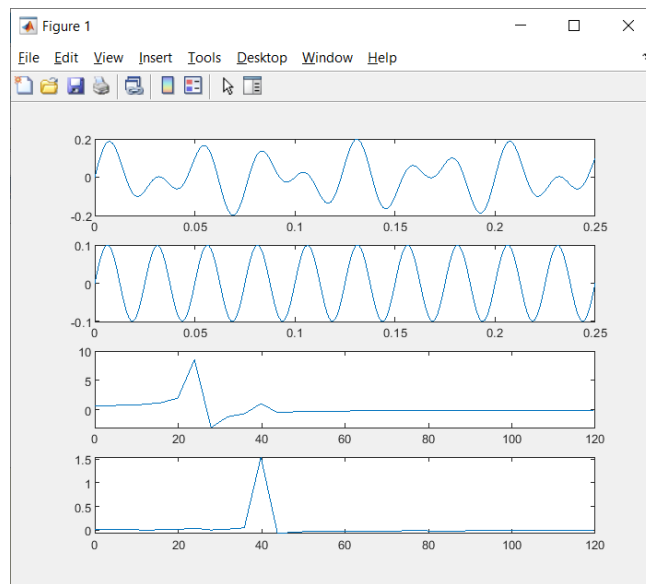


Рис. 3. Фильтр Чебышева 2 рода, $S_1 + S_2$

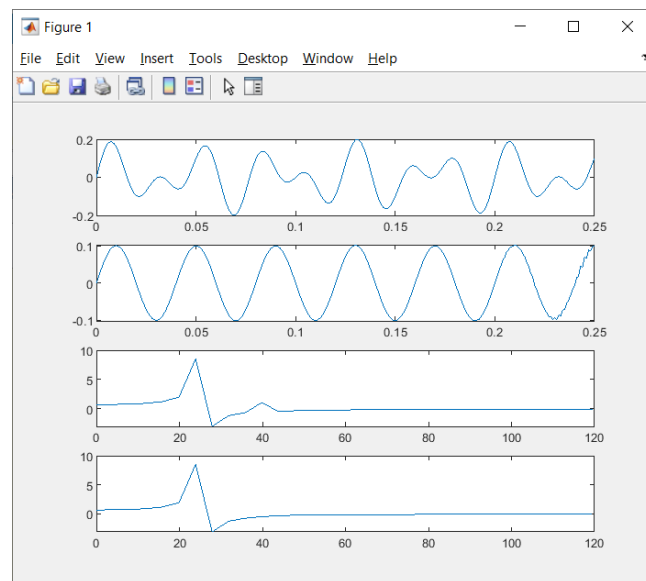


Рис. 4. Эллиптический фильтр, $S_1 + S_2$

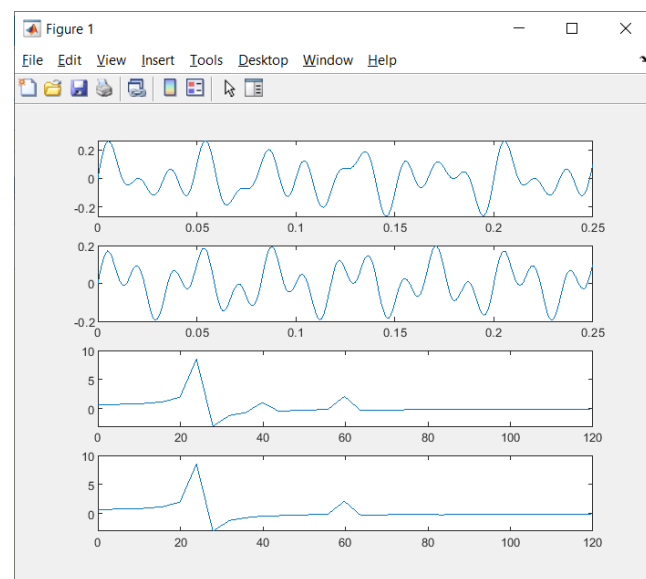


Рис. 5. Фильтр Баттерворта, $S_1 + S_2 + S_3$

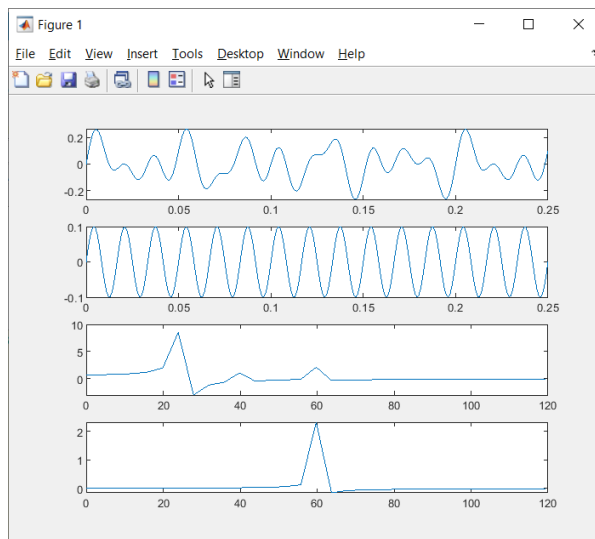


Рис. 6. Фильтр Чебышева 1 рода, $S_1 + S_2 + S_3$

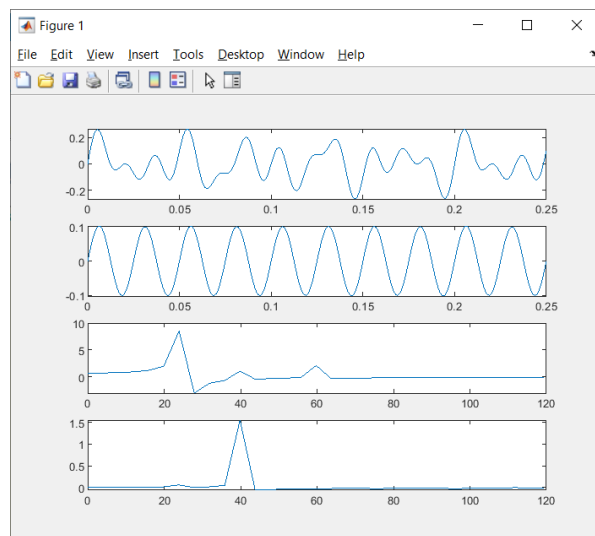


Рис. 7. Фильтр Чебышева 2 рода, $S_1 + S_2 + S_3$

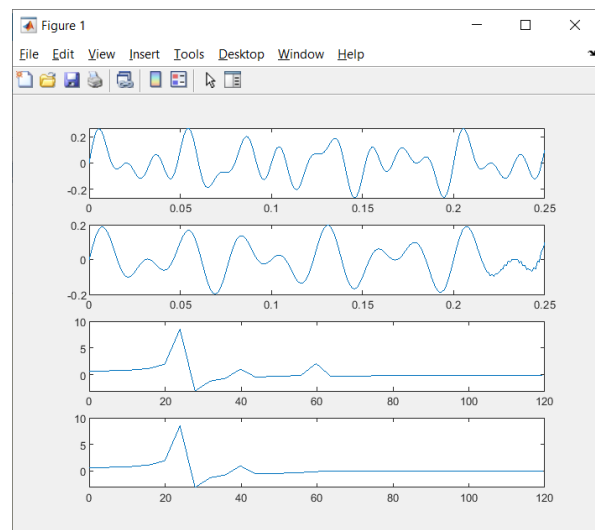


Рис. 8. Эллиптический фильтр, $S_1 + S_2 + S_3$

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы были получены практические навыки анализа спектра дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье.