



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 _____ (Калашников А.С.)
(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 №6

№	Значения частот			Вид фильтра и составляющие сигнала, подлежащие фильтрации для двух видов сигналов (верхняя строка для сигнала $S_1 + S_2$, нижняя строка для $S_1 + S_2 + S_3$)			
	S_1	S_2	S_3	Баттерворт а	Чебышева 1 рода	Чебышева 2 рода	Эллиптический
6	20	50	60	РФ, S_1	ФНЧ, S_1	ПФ, S_1	ФВЧ, S_2
				ФНЧ, S_1	РФ, $S_1 + S_3$	ФВЧ, $S_2 + S_3$	ПФ, $S_1 + S_2$

Ход выполнения лабораторной работы:

1. $S_1 + S_2$:

Баттерворта РФ, S_1

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

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.*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))

```

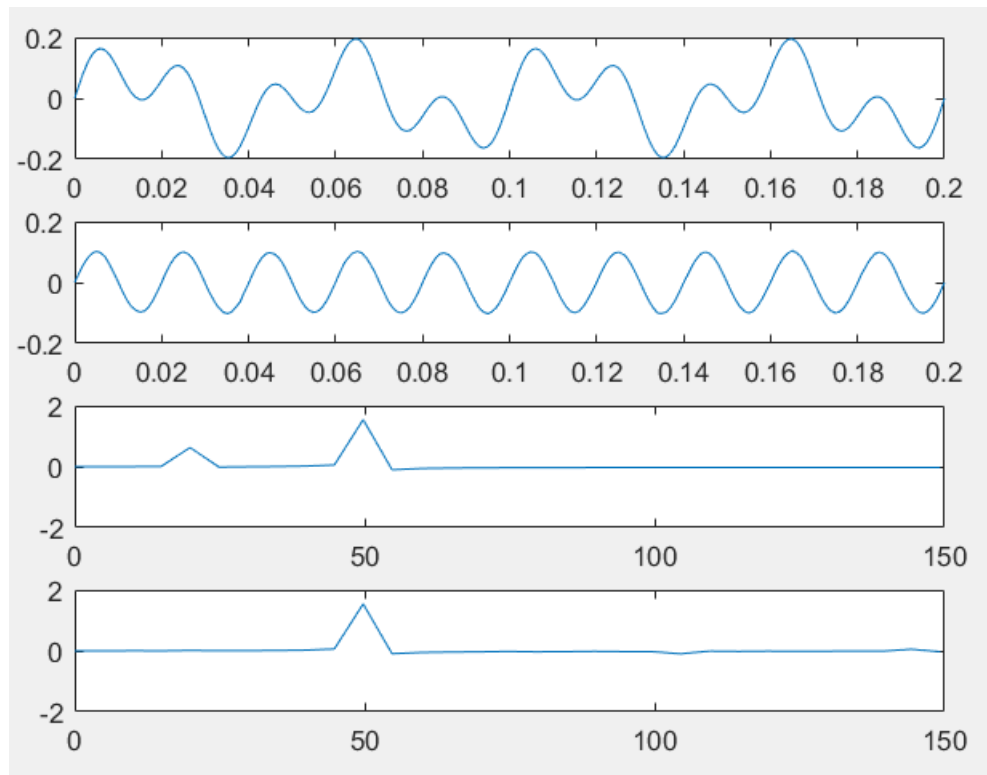


Рис.1 Фильтр Баттерворта, РФ, фильтрация по S_1

Чебышева 1 рода ФНЧ, S_1

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

Rp = 0.1;

s = s1 + s2;

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

n = 4;
[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))

```

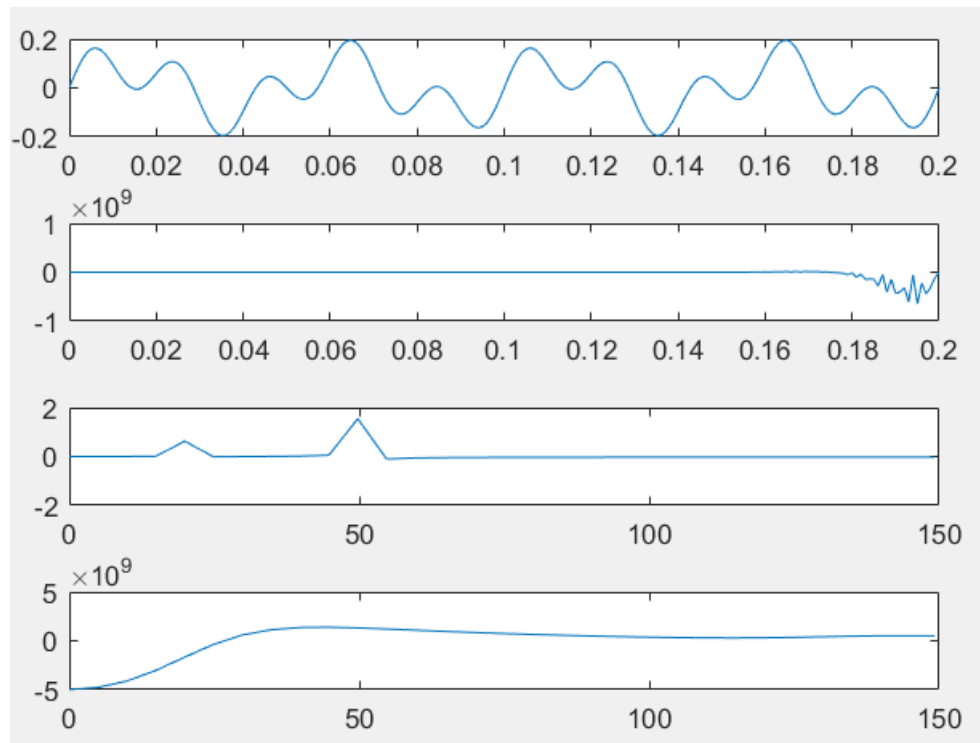


Рис.2 Фильтр Чебышева 1 рода, ФНЧ, фильтрация по S_1

Чебышева 2 рода ПФ, S_1

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

Rp = 0.1;

s = s1 + s2;

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

```

```

n = 4;
[z, p, k] = cheb2ap(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))

```

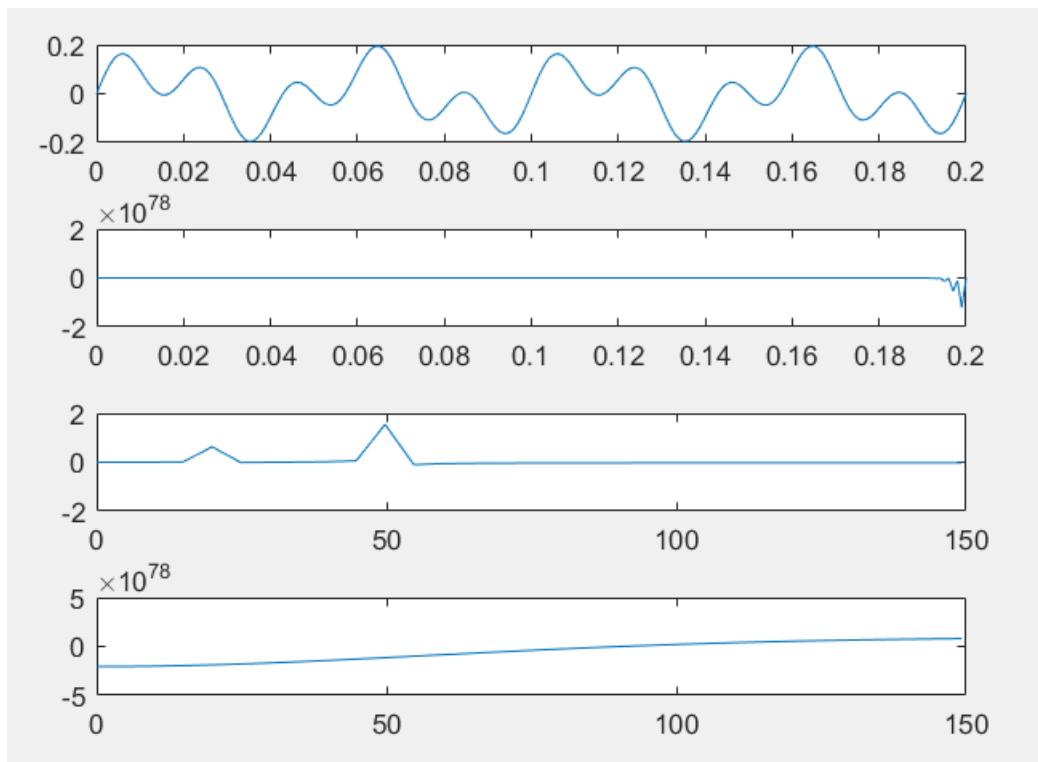


Рис.3 Фильтр Чебышева 2 рода, ПФ, фильтрация по S_1

Эллиптического ФВЧ, S_2

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

s1 = amp*sin(2*pi*freq1*t);

```

```

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

Rp = 0.1;
Rs = 40;

s = s1 + s2;

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

n = 4;
[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))

```

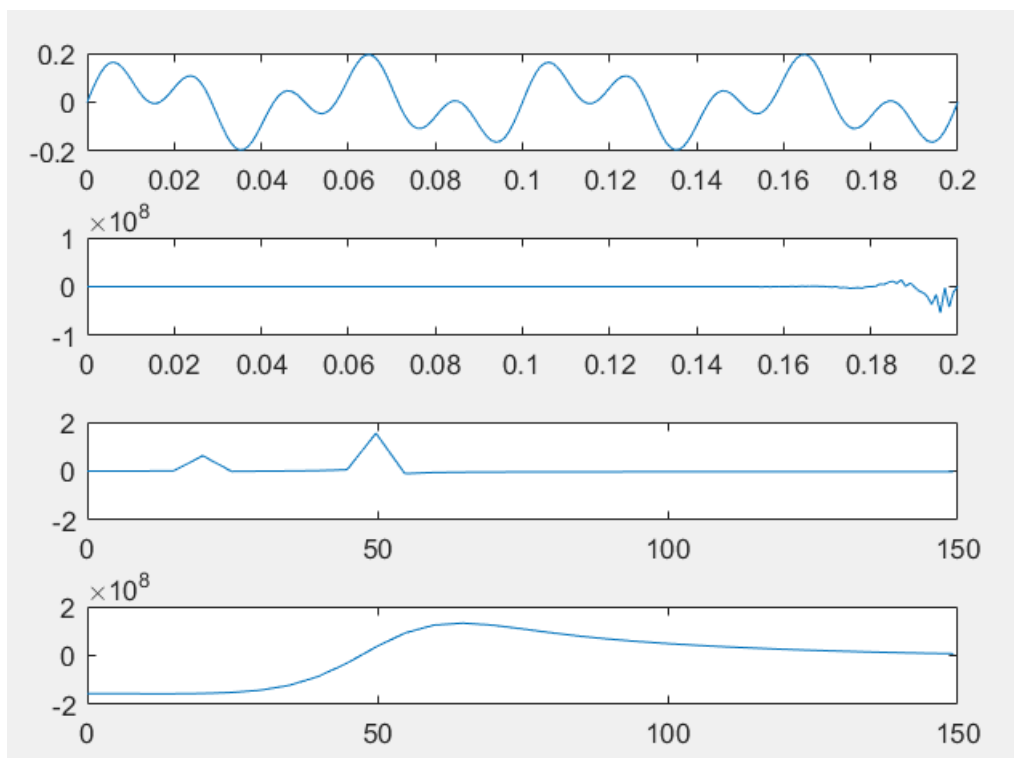


Рис.4 Фильтр Эллиптического, ФВЧ, фильтрация по S_2

2. $S_1+S_2+S_3$:

Баттерворта ФНЧ, S_1

```
amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

Rp = 0.1;
Rs = 40;

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.*f + s2 + 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))
```

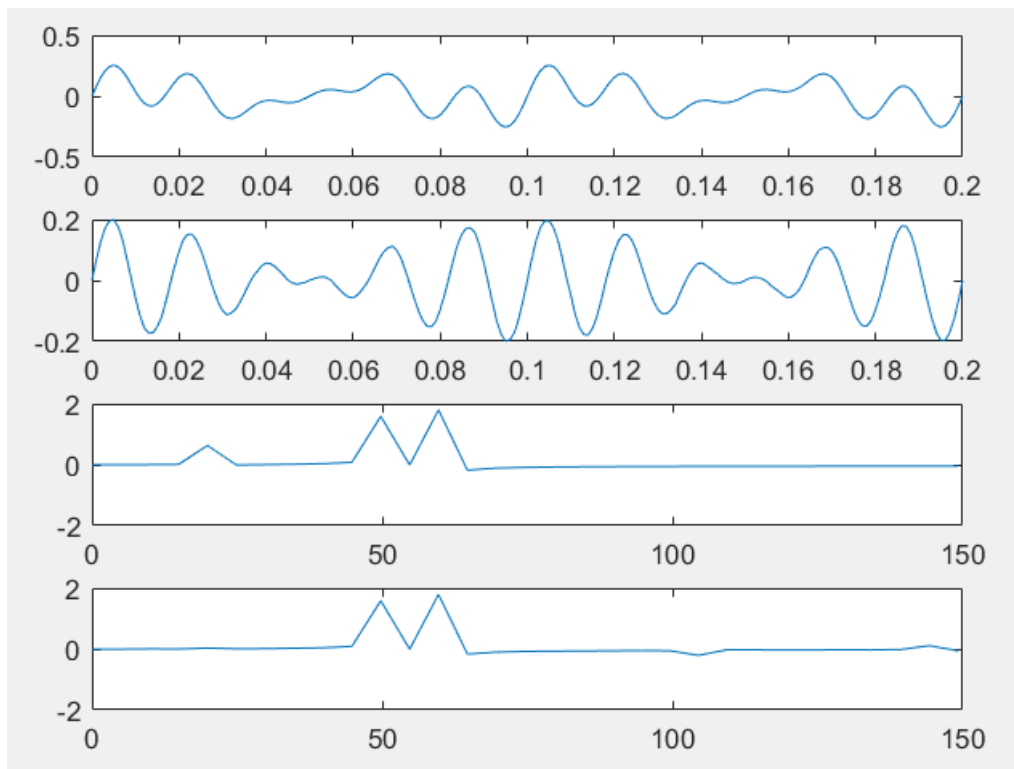


Рис.5 Фильтр Баттерворта, ФНЧ, фильтрация по S_1

Чебышева 1 рода РФ, S_1+S_3

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

Rp = 0.1;
Rs = 40;

s = s1 + s2 + s3;

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

n = 4;
w1 = 0.05;
w2 = 0.15;
[z, p, k] = cheblap(n, Rp);
[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))

```

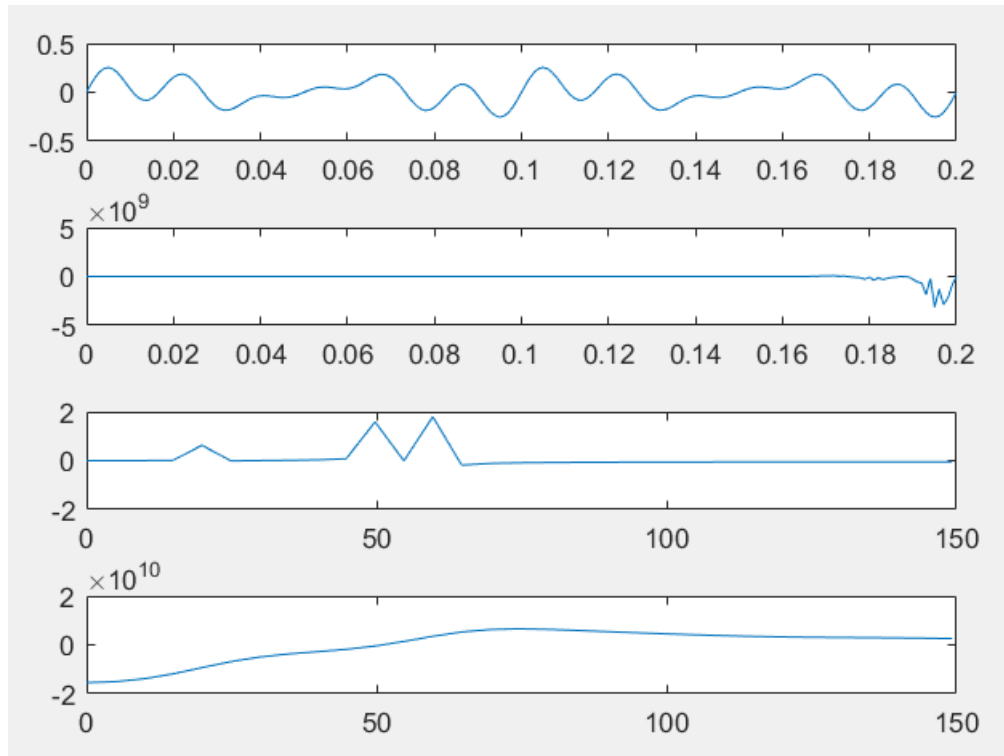


Рис.6 Фильтр Чебышева 1 рода, РФ, фильтрация по S_1+S_3

Чебышева 2 рода ФВЧ, S_2+S_3

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

Rp = 0.1;
Rs = 40;

s = s1 + s2 + s3;

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

n = 4;
w1 = 0.05;

```

```

w2 = 0.15;
[z, p, k] = cheb2ap(n, Rp);
[b, a] = zp2tf(z, p, k);

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

sf = (s2 + s3).*f + s1;
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))

```

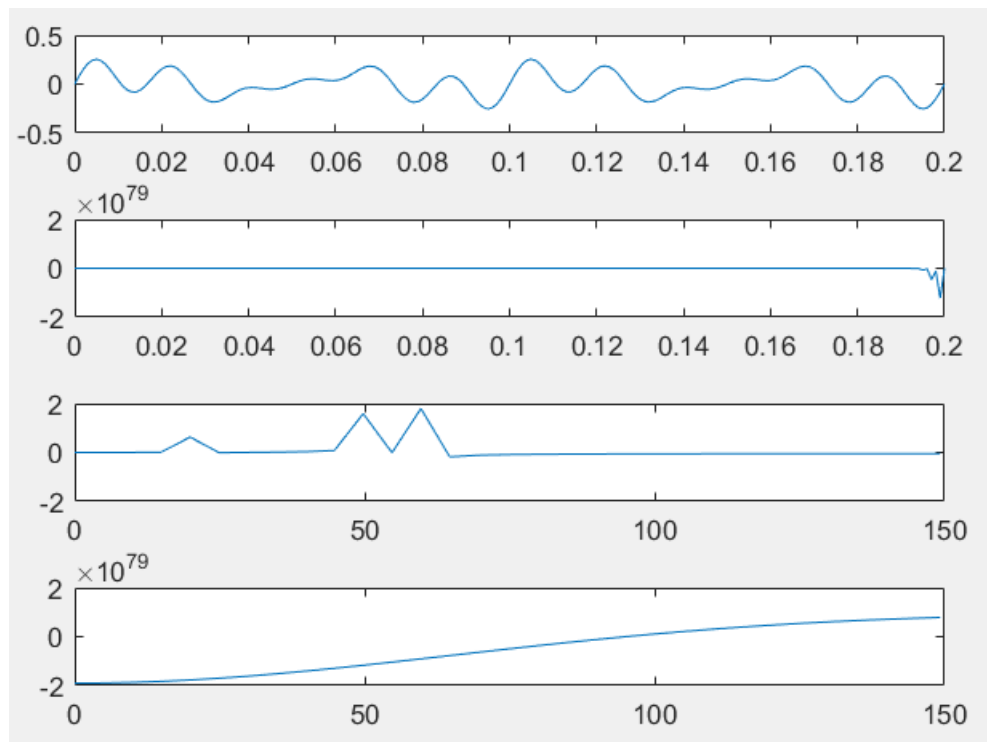


Рис.7 Фильтр Чебышева 2 рода, ФВЧ, фильтрация по S_2+S_3

Эллиптического рода ПФ, S_1+S_2

```

amp = 0.1;
sr = 1000;
step = 1/sr;
t = (0:step:0.2);

freq1 = 20;
freq2 = 50;
freq3 = 60;

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

```

```

Rp = 0.1;
Rs = 40;

s = s1 + s2 + s3;

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

n = 4;
w1 = 0.05;
w2 = 0.15;
[z, p, k] = ellipap(n, Rp, Rs);
[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))

```

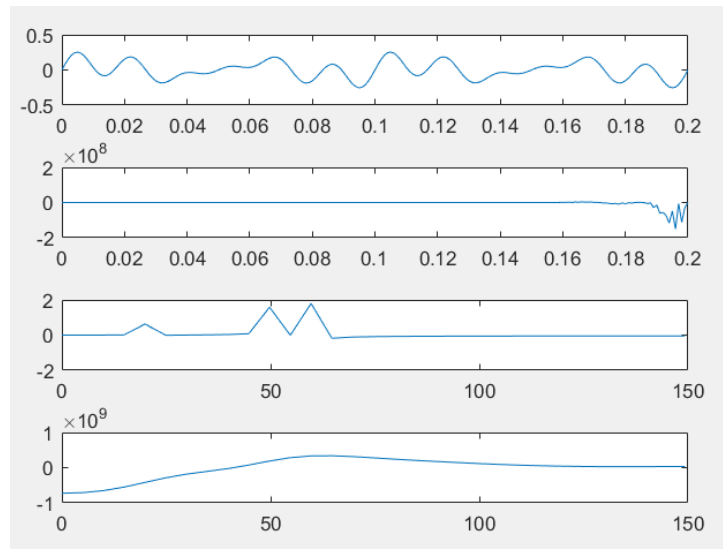


Рис.8 Фильтр Эллиптического рода, ПФ, фильтрация по S_1+S_2

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