

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет  
Институт компьютерных наук и технологий  
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №3

Дисциплина: Телекоммуникационные технологии

Тема: Линейная фильтрация

Выполнила студентка гр. 33501/2 \_\_\_\_\_ Белобородова В. Г.

Преподаватель \_\_\_\_\_ Богач Н.В.

< \_\_\_\_ > \_\_\_\_\_ 2018 г.

Санкт-Петербург  
2018

## Оглавление

1. Цель работы.....	3
2. Постановка задачи .....	3
3. Теоретические сведения.....	3
4. Ход работы .....	3
Фильтрация при помощи кода .....	3
Фильтрация в Simulink.....	7
5. Вывод .....	10

## Список иллюстраций

Рис. 4.1 – Синусоидальный сигнал .....	4
Рис. 4.2 – Синусоидальный сигнал с шумом .....	4
Рис. 4.3 – Отфильтрованный зашумлённый сигнал .....	5
Рис. 4.4 – Отфильтрованный НЕзашумлённый сигнал.....	5
Рис. 4.5 – Спектр исходного сигнала.....	6
Рис. 4.6 – Спектр зашумлённого сигнала.....	6
Рис. 4.7 – Спектр зашумлённого сигнала после фильтрации.....	7
Рис. 4.8 – Спектр исходного сигнала после фильтрации.....	7
Рис. 4.9 – Схема для исследования фильтрации в Simulink .....	8
Рис. 4.10 – Настройка фильтра в Simulink .....	8
Рис. 4.11 – Сигнал до фильтрации .....	9
Рис. 4.12 – Сигнал после фильтрации .....	9
Рис. 4.10 – Спектр сигнала до фильтрации .....	10
Рис. 4.10 – Спектр сигнала после фильтрации .....	10

## 1. Цель работы

Изучить воздействие ФНЧ на тестовый сигнал с шумом.

## 2. Постановка задачи

Сгенерировать гармонический сигнал с шумом и синтезировать ФНЧ. Получить сигнал во временной и частотной областях до и после фильтрации. Сделать выводы о воздействии ФНЧ на спектр сигнала.

## 3. Теоретические сведения

Фильтрация сигнала (т.е. изменение его спектра), обычно предпринимается с целью увеличить отношение полезного сигнала к шумам и помехам, или же усилить какие-нибудь полезные качества сигнала.

Фильтры можно классифицировать по виду сигналов (аналоговые/цифровые), по виду частотной характеристики (фильтры нижних и верхних частот, полосно-пропускающие, полосно-заграждающие и прочие), по виду их импульсной характеристики или по протяжённости импульсной характеристики.

Фильтра низких частот (ФНЧ) – один из видов аналоговых или электронных фильтров, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза), и уменьшающий (подавляющий) частоты сигнала выше этой частоты. Степень подавления каждой частоты зависит от вида фильтра.

Полосный фильтр - пропускает составляющие сигнала только в определённой полосе частот.

Частота среза - частота, выше или ниже которой мощность выходного сигнала уменьшается по сравнению с мощностью в полосе пропускания.

Фильтр называется линейным, если применяет линейный оператор к входному сигналу.

## 4. Ход работы

### Фильтрация при помощи кода

Построить синусоидальный сигнал и зашумить его:

```
f = 2;      % Частота
f0 = 1;     % Начальная фаза
t=0:.01:3;  % Шкала времени
A = 5;      % Амплитуда
s = A*sin(2*pi*f*t+f0);
s_noise = awgn(s, 5); % awgn - Add white Gaussian noise to signal

plot(t, s);
figure; plot(t, s_noise);
```

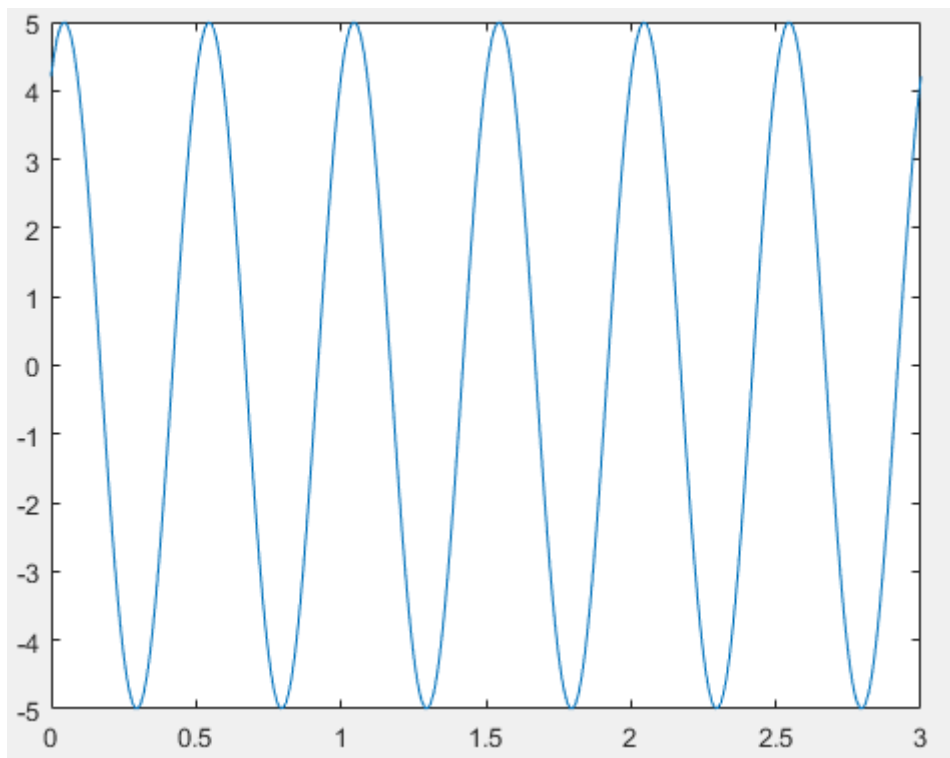


Рис. 4.1 – Синусоидальный сигнал

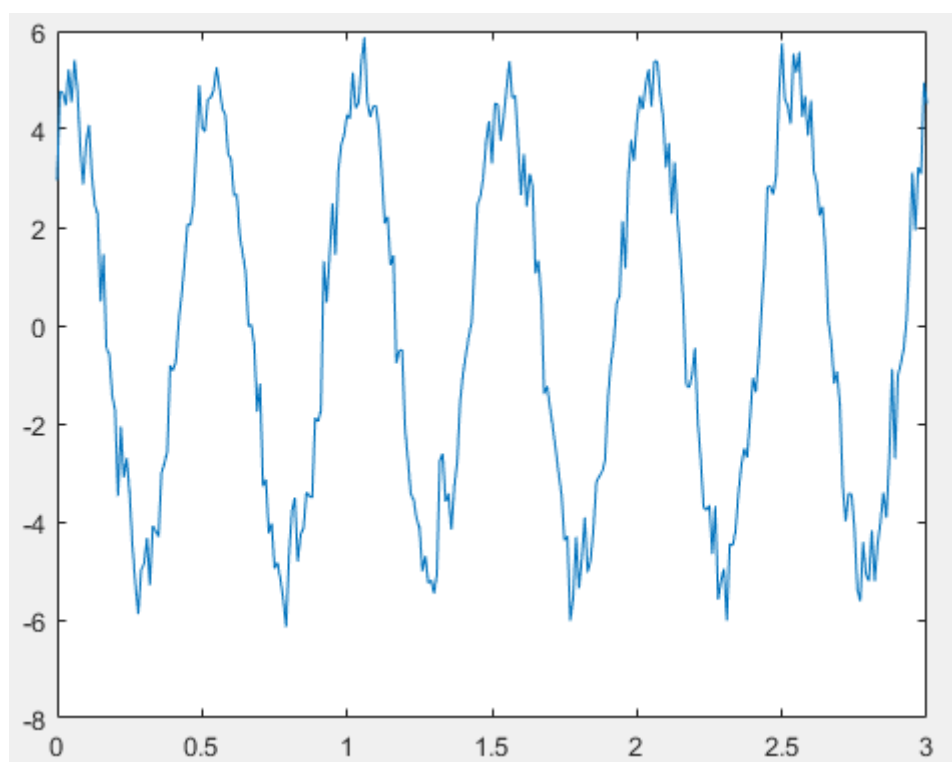


Рис. 4.2 – Синусоидальный сигнал с шумом

Отфильтровать сигналы фильтром нижних частот (ФНЧ):

```
fs = 100; % Типа дискретизация (по шкале времени)
[b,a] = butter(6, f/(fs/2)); % 6 порядка
filtered_noise = filter(b, a, s_noise);
filtered_sin = filter(b, a, s);

figure; plot(t, filtered_noise);
figure; plot(t, filtered_sin);
```

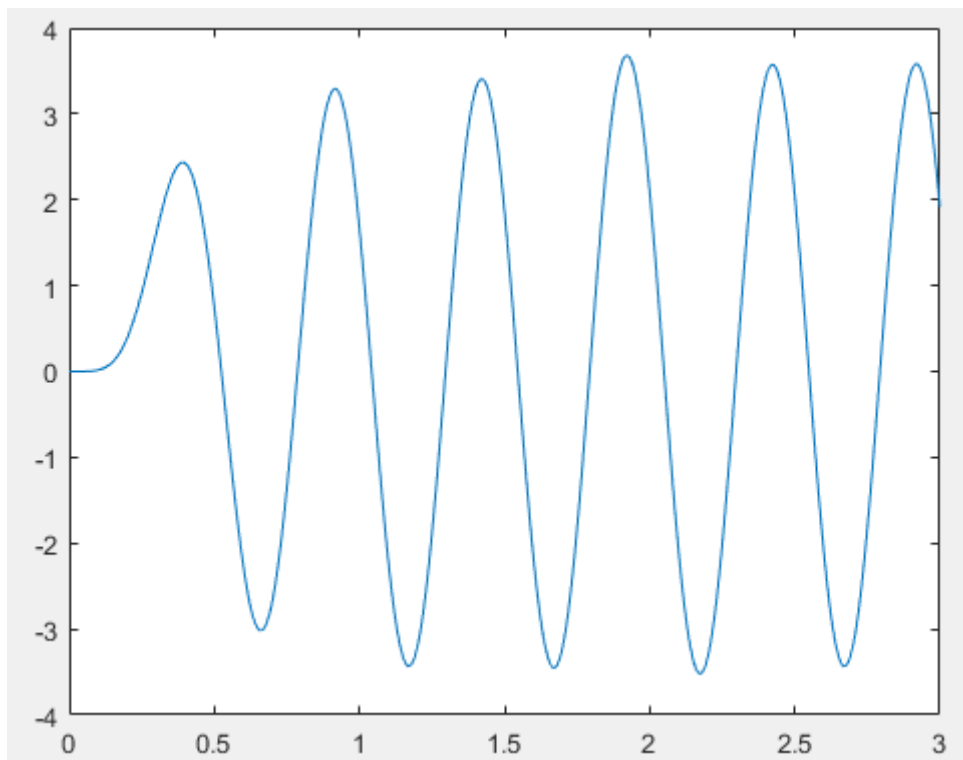


Рис. 4.3 – Отфильтрованный зашумлённый сигнал

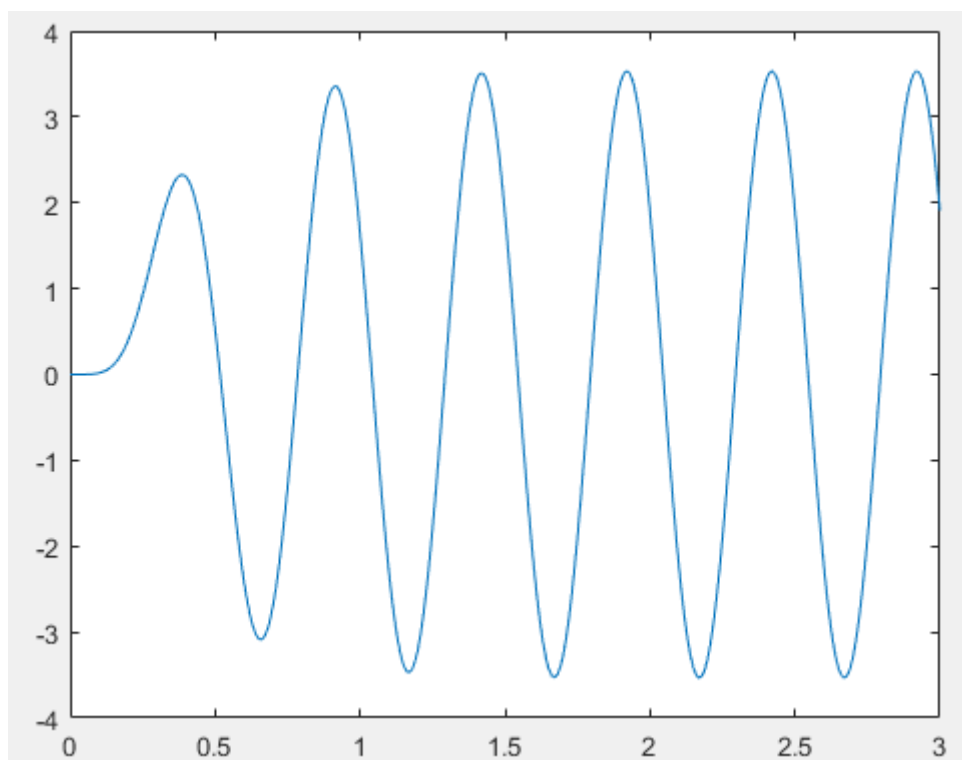


Рис. 4.4 – Отфильтрованный НЕзашумлённый сигнал

Фильтр относительно невысокого (6) порядка смог хорошо отфильтровать зашумлённый сигнал. Однако, если приглядеться, амплитуда исходно зашумлённого сигнала немного «скачет» относительно амплитуды незашумлённого.

Наконец, найдём спектры всех сигналов:

```
dots = 1024; % Количество линий Фурье спектра
spektr_original = fft(s,dots); % БПФ
spektr_noise = fft(s_noise,dots);
```

```

spektr_noise_filtered = fft(filtered_noise,dots);
spektr_original_filtered = fft(filtered_sin,dots);

figure; plot(abs(spektr_original));
figure; plot(abs(spektr_noise));
figure; plot(abs(spektr_noise_filtered));
figure; plot(abs(spektr_original_filtered));

```

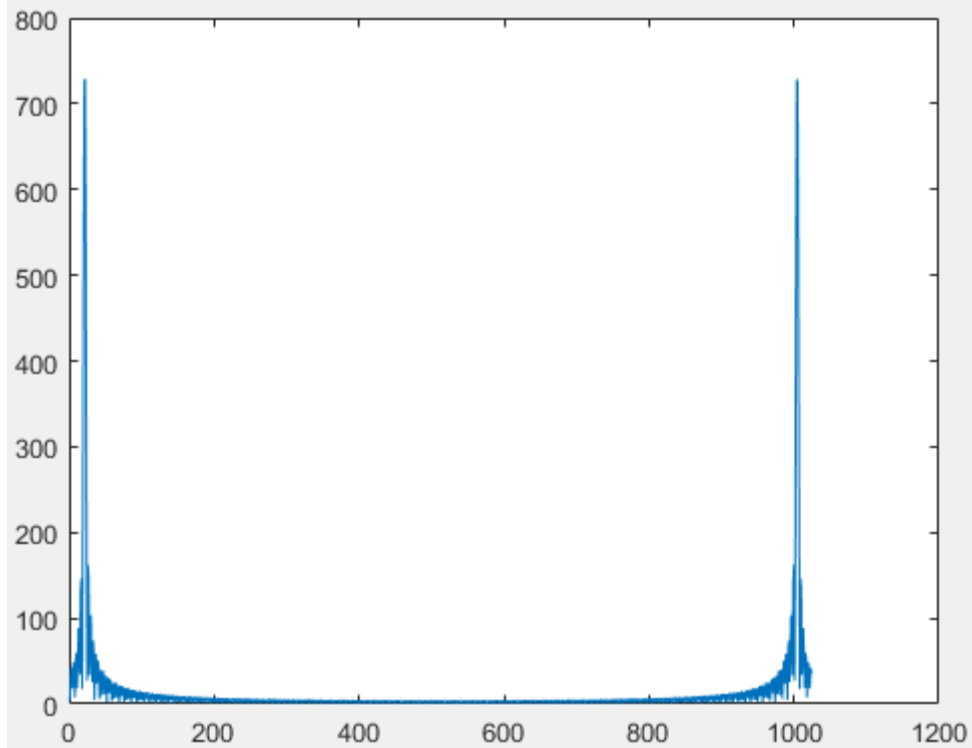


Рис. 4.5 – Спектр исходного сигнала

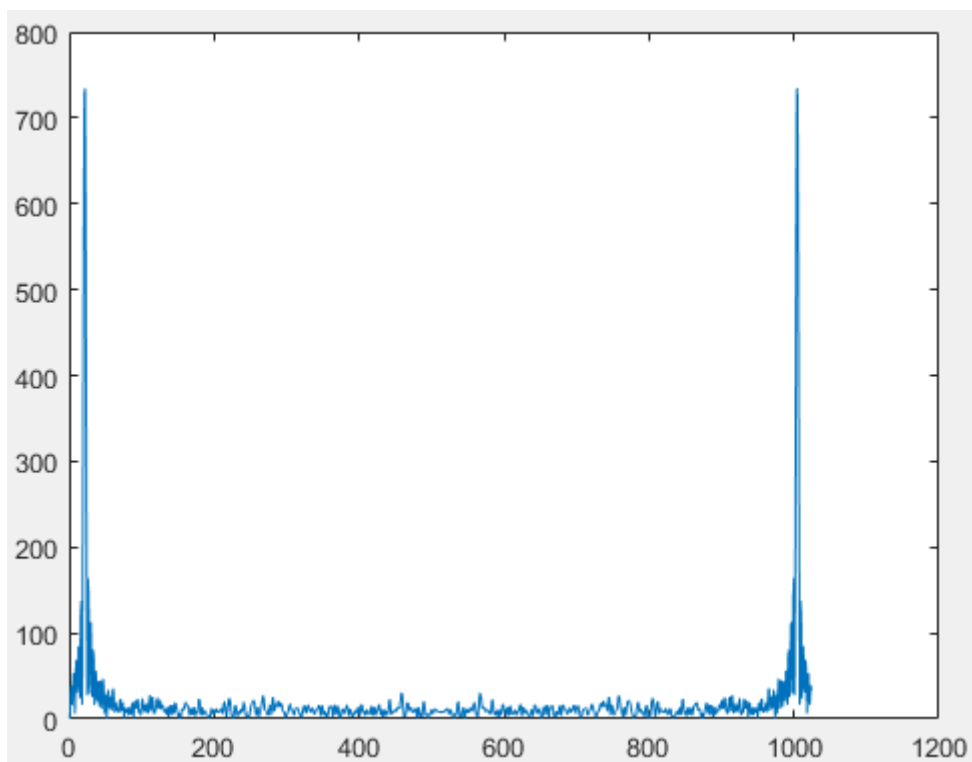


Рис. 4.6 – Спектр зашумлённого сигнала

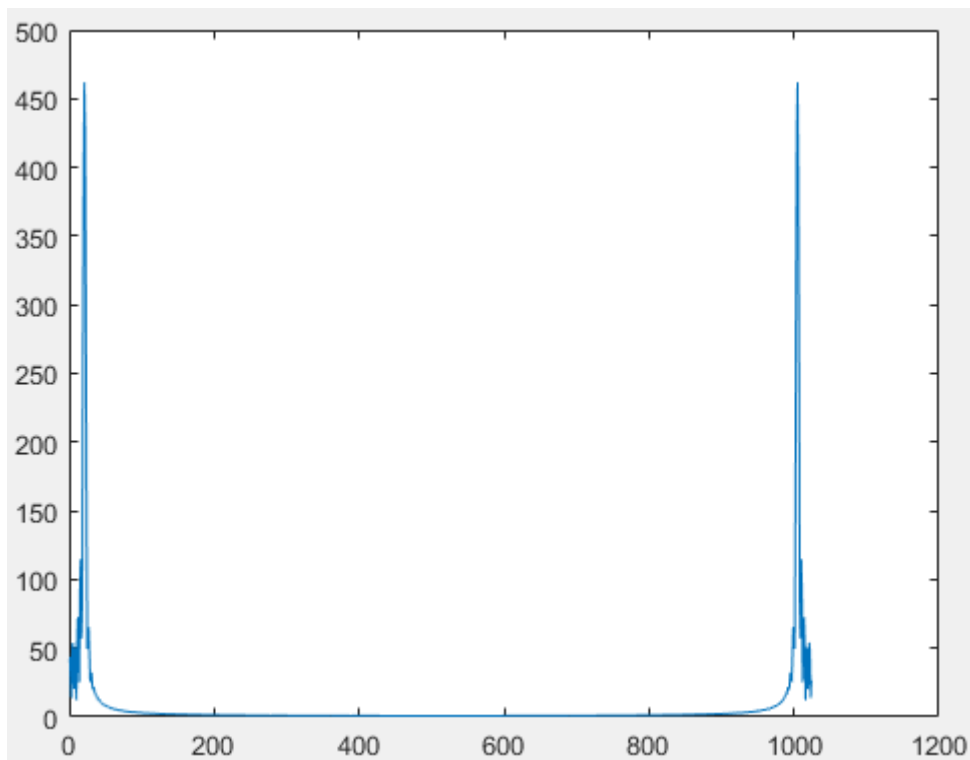


Рис. 4.7 – Спектр зашумлённого сигнала после фильтрации

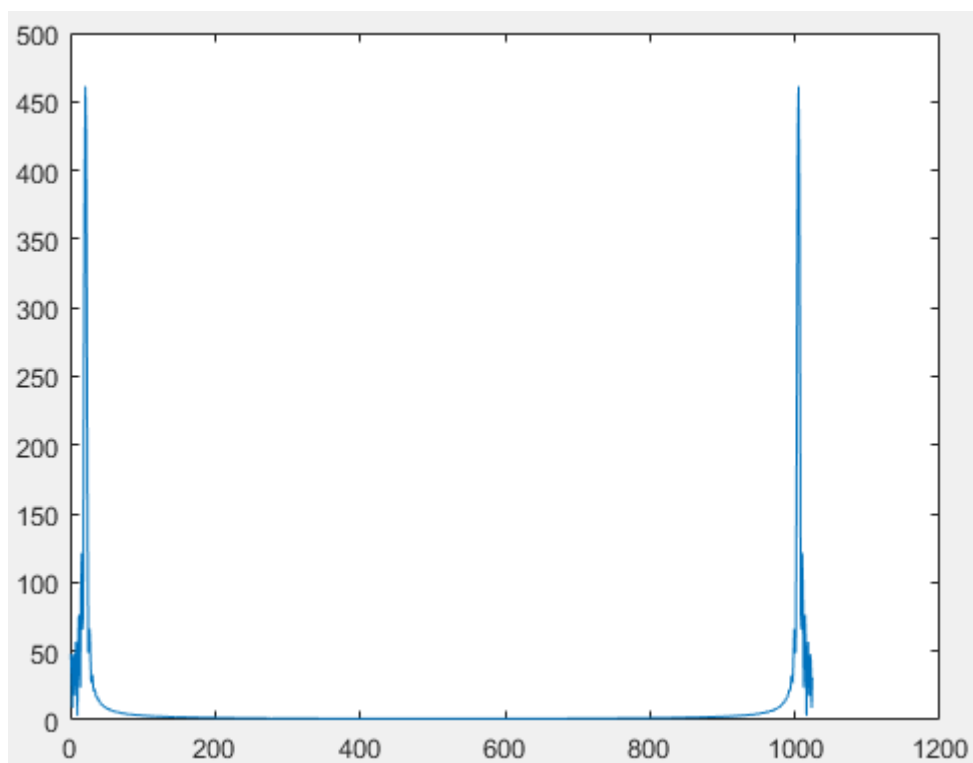


Рис. 4.8 – Спектр исходного сигнала после фильтрации

### Фильтрация в Simulink

Создан проект в Simulink:

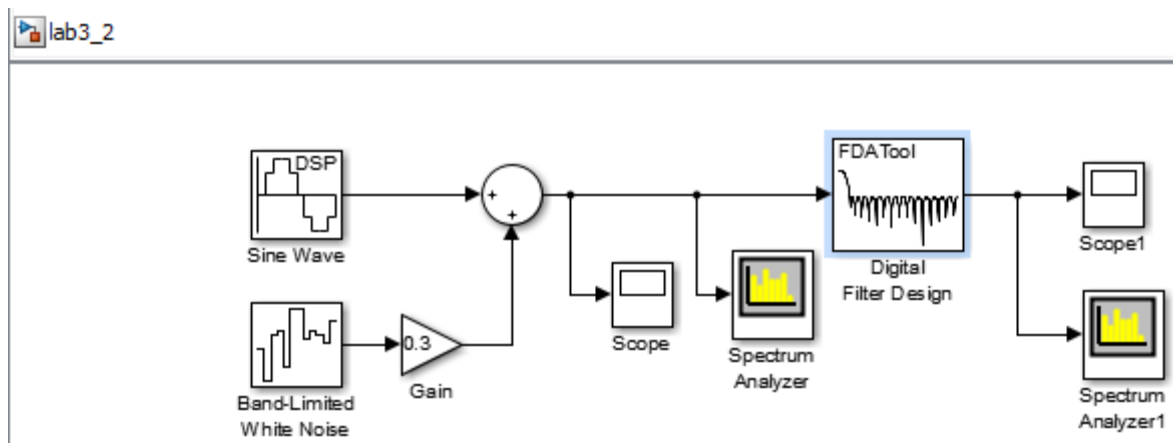


Рис. 4.9 – Схема для исследования фильтрации в Simulink

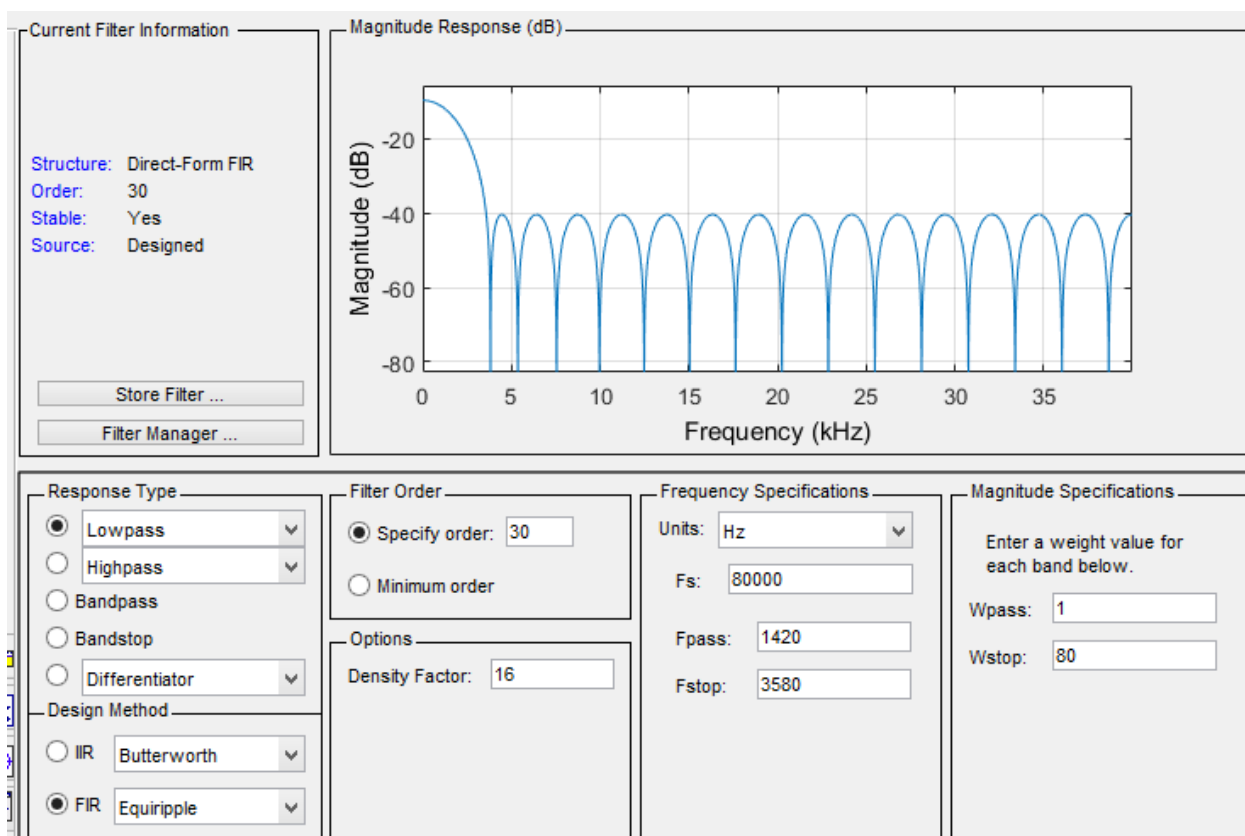


Рис. 4.10 – Настройка фильтра в Simulink

Результат работы схемы:



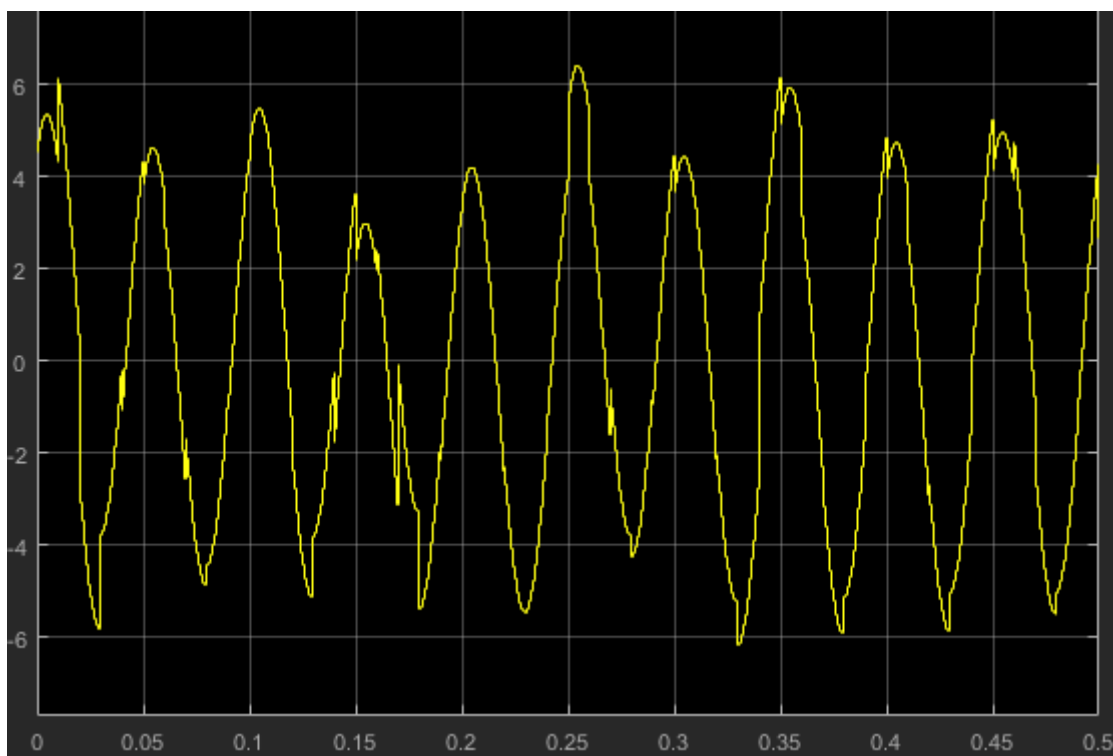


Рис. 4.11 – Сигнал до фильтрации

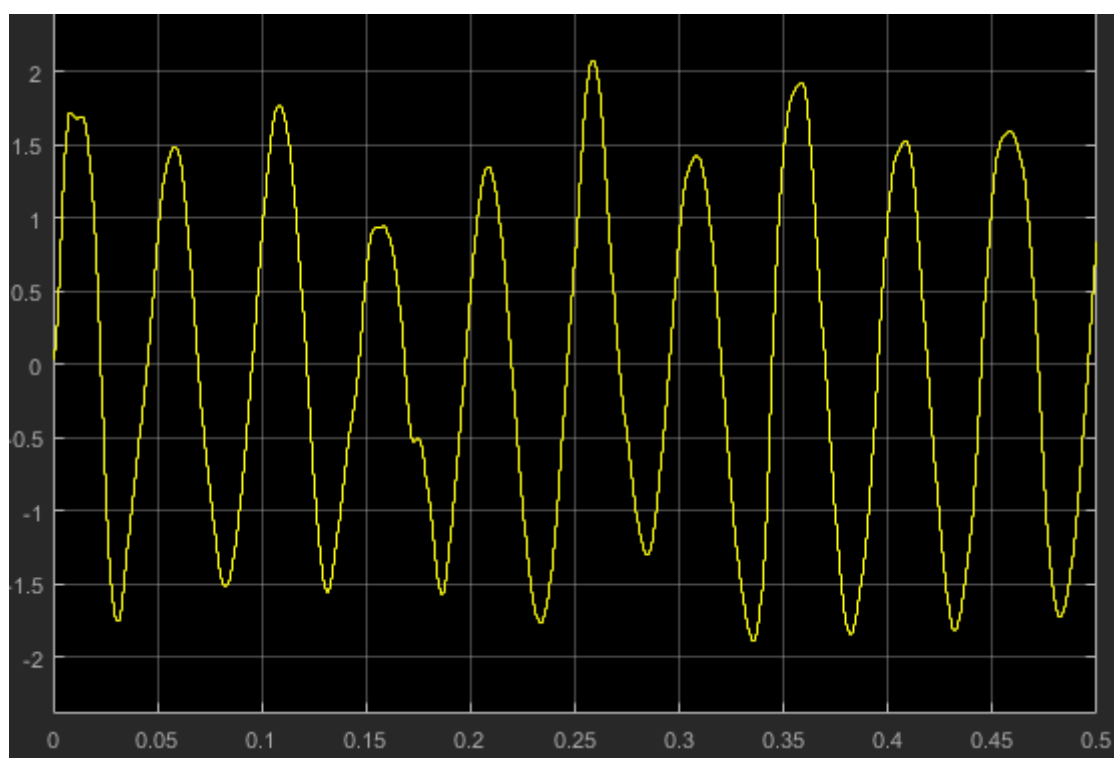


Рис. 4.12 – Сигнал после фильтрации

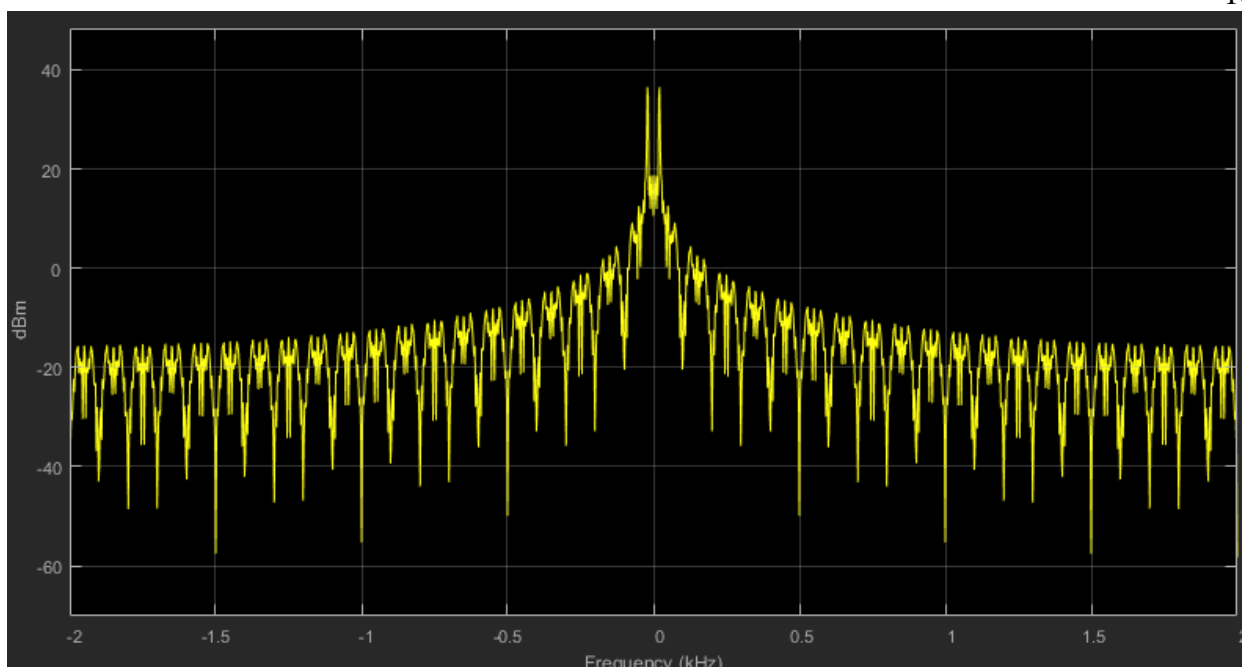


Рис. 4.10 – Спектр сигнала до фильтрации

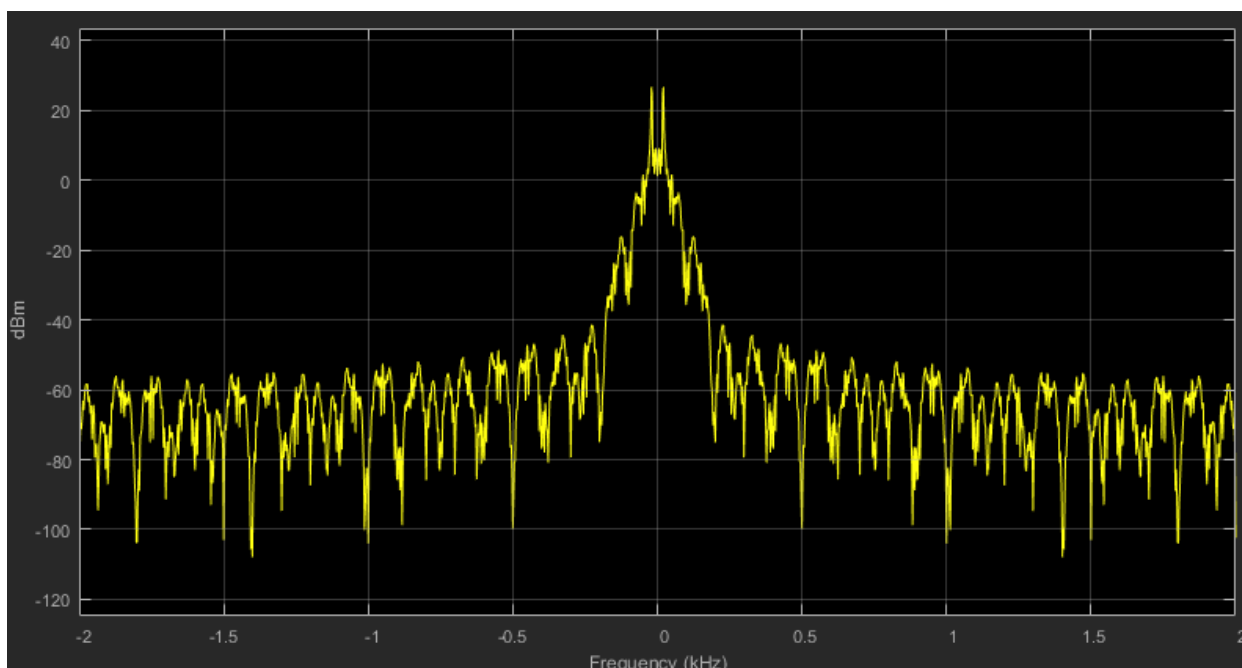


Рис. 4.10 – Спектр сигнала после фильтрации

## 5. Вывод

В данной работе проведена фильтрация зашумлённого сигнала и проанализированы полученные спектры.

Фильтр может отфильтровать не все помехи. Во-первых, лучше всего фильтруются помехи, сильно отличающиеся частотой от полезного сигнала (например, помеха 50 Гц на сигнале 1000 Гц или наоборот). Во-вторых, фильтров с идеальной характеристикой не бывает – всё равно захватываются соседние с полезными частоты. Конечно, можно сильно нарастить порядок фильтра для получения лучшего результата, но это также повысит объём необходимых вычислений.