

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчет по лабораторной работе № 3

на тему

Линейная фильтрация

Работу выполнила:

студентка гр.

33501/2 Акимова

М.А.

Преподаватель:

Богач Н.В.

1. Цель работы

Изучить воздействие ФНЧ на тестовый сигнал

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. Теоретическая часть

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. Один из самых популярных фильтров такого типа - это фильтр Бесселя. Он имеет хорошую фазо-частотную характеристику. Его передаточная функция определяется формулой:

$$G(p) = {}_n(0)/{}_n(p)$$

Где ${}_n(p)$ полином Бесселя, который м.б. найден на основе неравенств:

$$\begin{aligned} B_n(x) &= (2n-1) B_{n-1}(x) + x^2 B_{n-2}(x); \\ B_1(x) &= x + 1; \quad B_2(x) = x^2 + 3x + 3. \end{aligned}$$

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.

4. Ход работы

Моделируем гармонический сигнал, частота сигнала 1 Гц. Частота дискретизации равна 100 Гц. Будем использовать встроенную функцию butter, синтезирующую ФНЧ

Баттерворта. Используем фильтр 16 порядка и нормализованную относительно частоты Найквиста частоту срезу(частота Найквиста равна половине частоты дискретизации , т.е. 50 Гц, тогда частота среза равна $1 - 1/50 = 0.98$)

Исходный сигнал с шумом

```
x = 0:0.01:4*pi;
f=100*(0:255)/512;

figure
noise=rand(size(x));
s = sin(3*pi*x);
s_n = s+0.3*noise;
plot(x(1:200),s_n(1:200))
grid
```

Моделирование ФНЧ

```
[B,A] = butter(16,0.98);
B=B./sum(B);
A=A./sum(A);

figure
s_n_2 = conv(s_n,[B,A]);
plot(x(1:200),s_n_2(1:200))
grid
```

Спектр исходного сигнала с шумом

```
figure
sp = fft(s_n,512);
sps = sp.*conj(sp)/512;
plot(f,sps(1:256))
axis([0 max(f) 0 2])
grid
```

Спектр отфильтрованного сигнала

```
figure
sp2 = fft(s_n_2,512);
sps2 = sp2.*conj(sp2)/512;
plot(f,sps2(1:256))
axis([0 max(f) 0 2])
grid
```

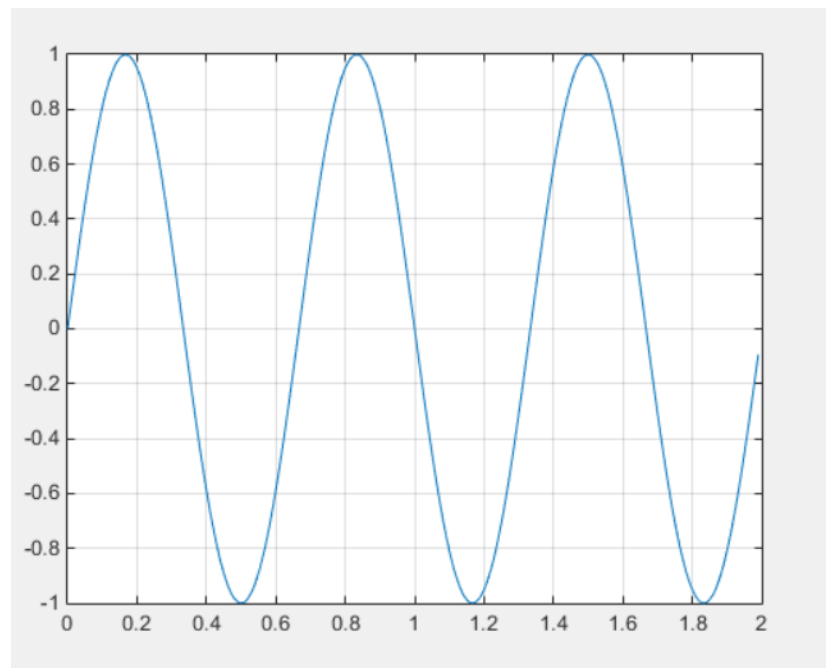


Рис. 1.1 Исходный сигнал

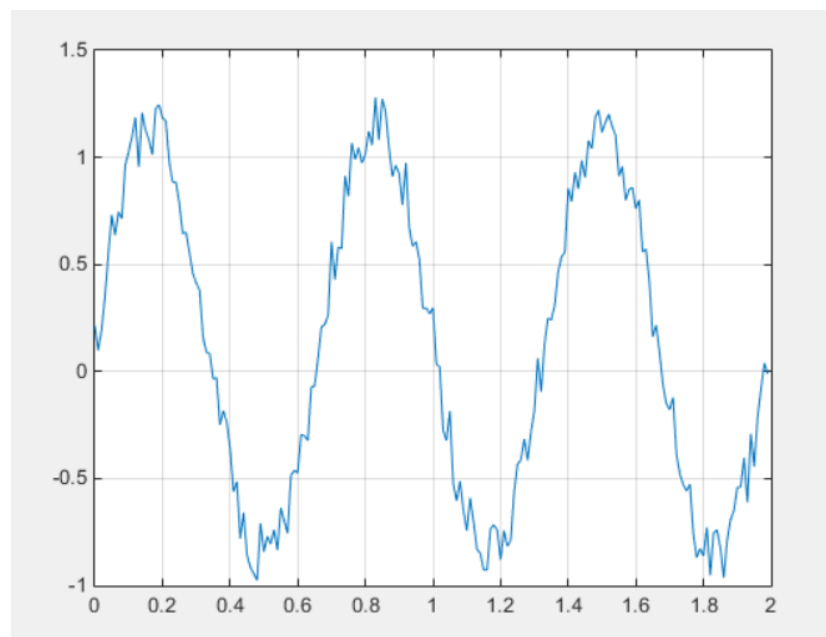


Рис. 1.2 Исходный сигнал с шумом

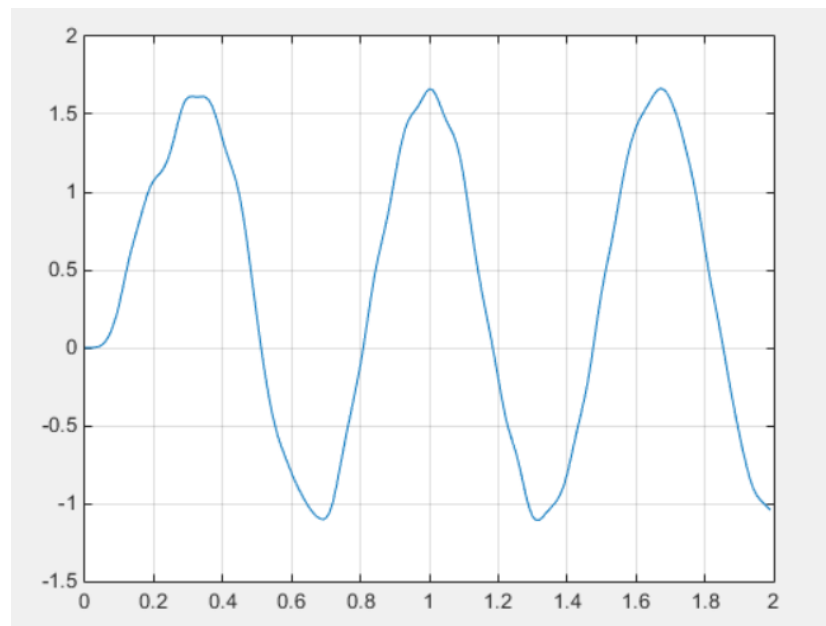


Рис. 2 Отфильтрованный сигнал с шумом

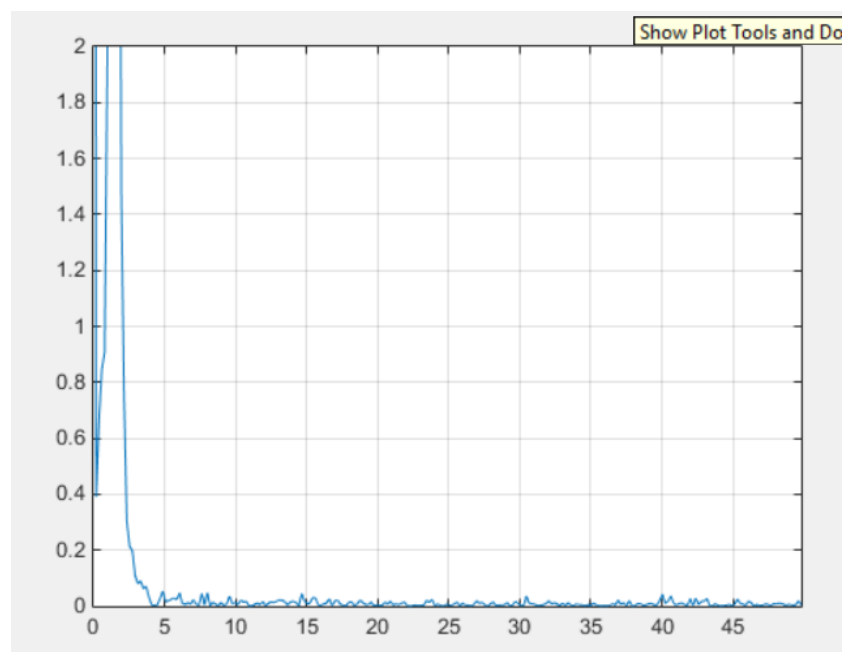


Рис. 3 Спектр сигнала с шумом

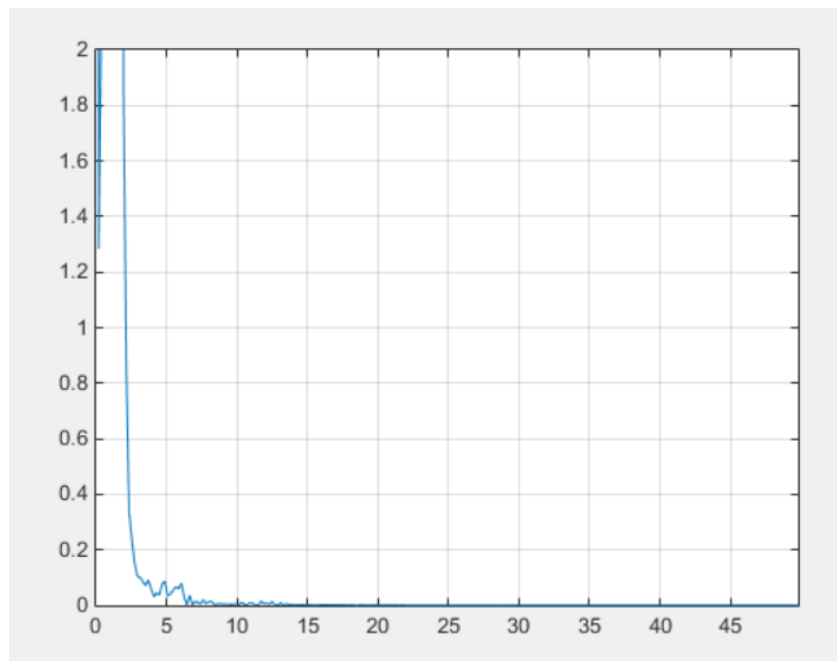


Рис. 4 Спектр отфильтрованного сигнала

Выполнение задачи в среде Simulink

Аналогично предыдущему пункту смоделируем в среде Simulink сигнал с шумом. Для синтеза ФНЧ используем стандартный блок Digital Filter Design. Построим сигнал и его спектр до и после фильтрации по следующей схеме:

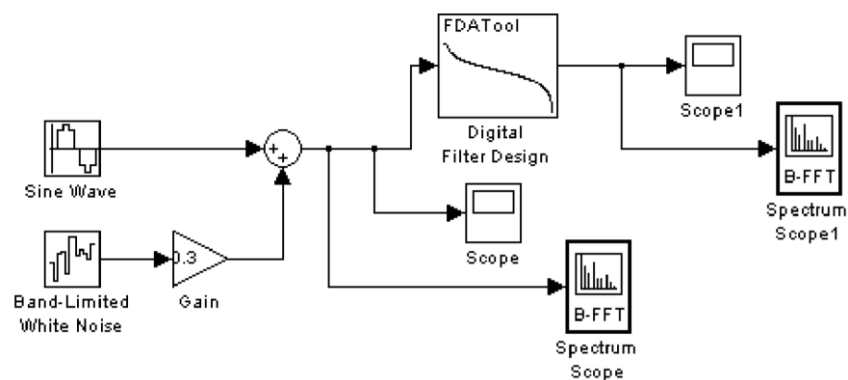


Рис. 5 Схема в simulink

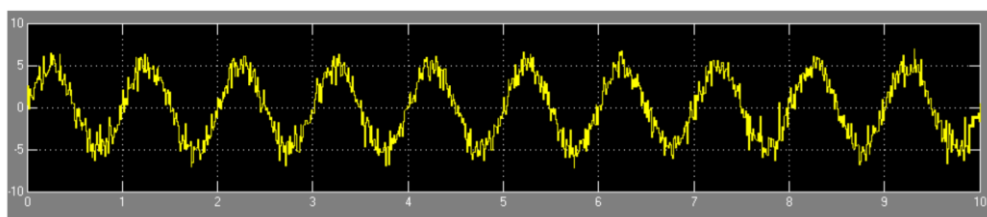


Рис. 6 Исходный сигнал с шумом в simulink

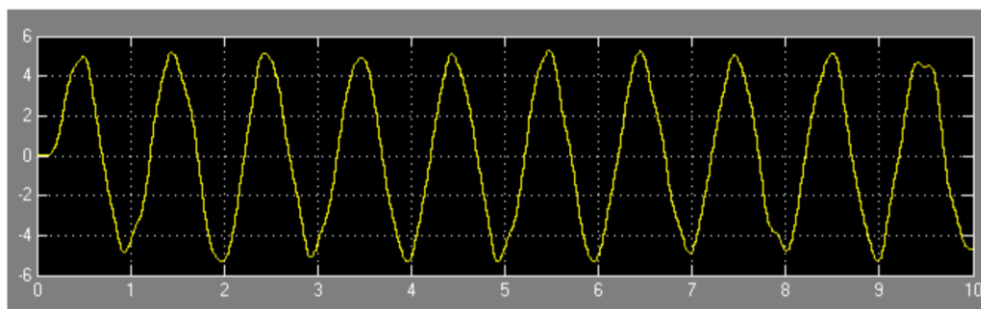


Рис. 7 Отфильтрованный сигнал в simulink

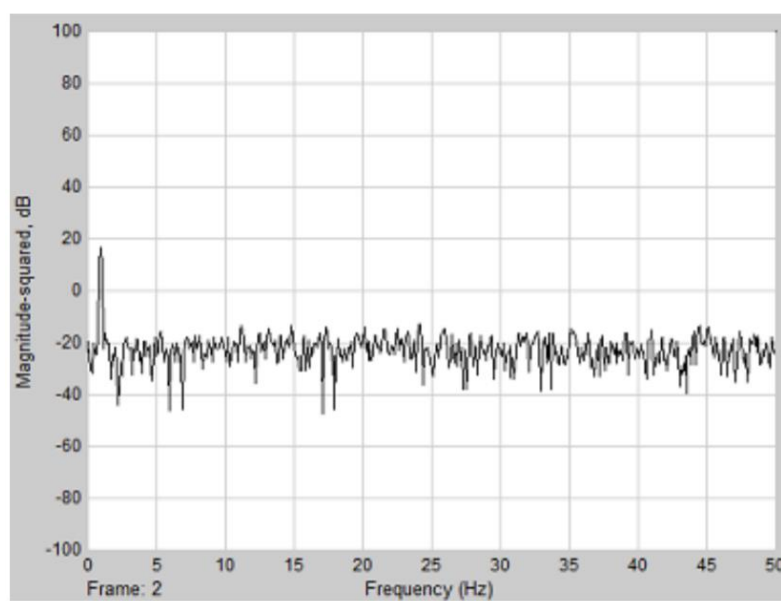
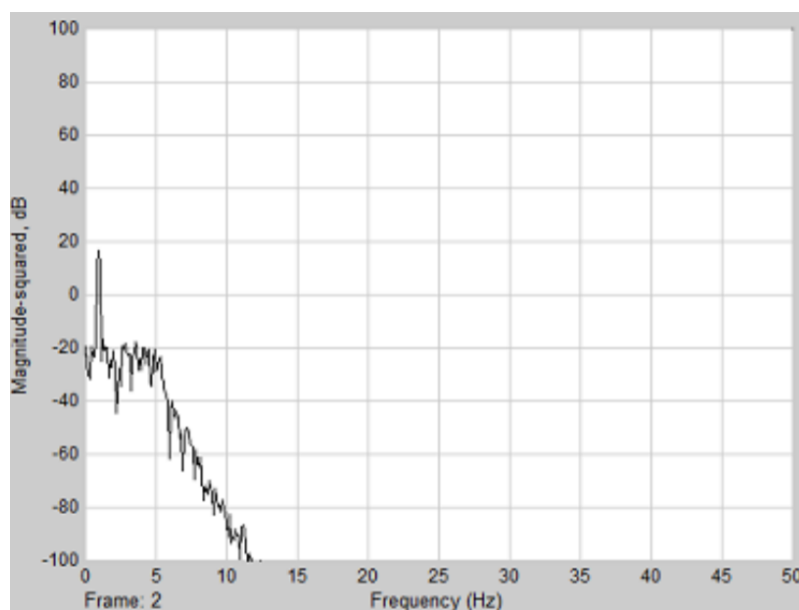


Рис. 8 Спектр исходного сигнала с шумом в simulink



5. Выводы:

Фильтрация помогает избавиться от значительной части шума. По результатам работы видно, что отфильтрованный сигнал все равно значительно отличается от исходного, т.к. часть шума может совпадать с сигналом и фильтр не убирает этот шум, а исходный сигнал претерпевает изменения. Идеальный ФНЧ, полностью подавляющий все частоты входного сигнала выше частоты среза и пропускающий без изменений все частоты ниже частоты среза, невозможно реализовать на практике.