

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет  
Институт Информационных Технологий и Управления  
**Кафедра Компьютерных Систем и Программных Технологий**

Отчёт по лабораторной работе №3  
на тему  
**Линейная фильтрация**

**Работу выполнила**  
Студентка группы 33501/1  
Фильчакова М.В.  
**Преподаватель**  
Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2018 год

# 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 Теоретическая часть

**Преобразование непрерывных сигналов в линейных цепях** с постоянными параметрами может быть описано с помощью линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Результатом интегрирования и дифференцирования гармонической функции некоторой частоты являются также гармонические функции той же частоты. Поэтому при подаче на вход линейной цепи гармонического сигнала

$$x(t) = A_x e^{j(2\pi ft + \psi_x)}$$

на выходе цепи будет получен гармонический сигнал, отличающийся от входного лишь амплитудой и фазой:

$$y(t) = A_y e^{j(2\pi ft + \psi_y)}$$

Отношение выходного сигнала цепи к входному гармоническому сигналу произвольной частоты носит название частотной характеристики (ЧХ)  $G(f)$ :

$$G(f) = \frac{y(t)}{x(t)} \Big|_{x(t)=A_x e^{j(2\pi ft + \psi_x)}}$$

Объединяя эти два уравнения, получим:

$$G(f) = \frac{A_y}{A_x} e^{j(\psi_y - \psi_x)} = |G(f)| e^{j\psi(f)}$$

где  $\psi(f) = \psi_y - \psi_x$ . Модуль частотной характеристики  $|G(f)|$  носит название амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), а ее аргумент  $\psi(f)$  — фазо-частотной характеристики (ФЧХ).

**Преобразование дискретных сигналов в линейных цепях** описывается в принципе теми же соотношениями, что и преобразования непрерывных сигналов. Отличия заключаются лишь в том, что в случае дискретного сигнала соответствующий интеграл вырождается в сумму.

Следует обратить внимание на тот факт, что при дискретном входном сигнале выходной сигнал цепи в общем случае имеет непрерывный характер.

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

**Фильтрация сигнала** - 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- это аналоговые или цифровые, по виду частотной характеристики- это фильтры нижних и верхних частот, полосно пропускающие, полосно-заграждающие и прочие, по виду их импульсной характеристики.

**Фильтры низких частот** - пропускают низкочастотные составляющие спектра и задерживают высокочастотные.

## 4 Ход работы

### 4.1 Выполнение задачи в Matlab

Сгенерируем синусоидальный сигнал частотой 7000 Гц  $function = A * \sin(3 * \pi * f * t)$ ;  
Затем добавим шум к сигналу, при  $noise = function + awgn(function, 10, 0)$ ;  
Затем, с помощью преобразования Фурье получим спектр данного сигнала.

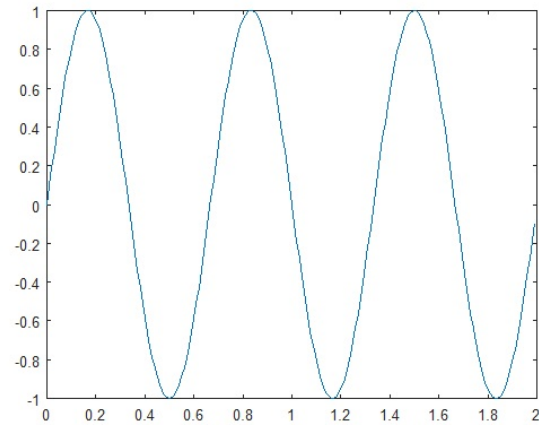


Рис. 1: Синусоидальный сигнал

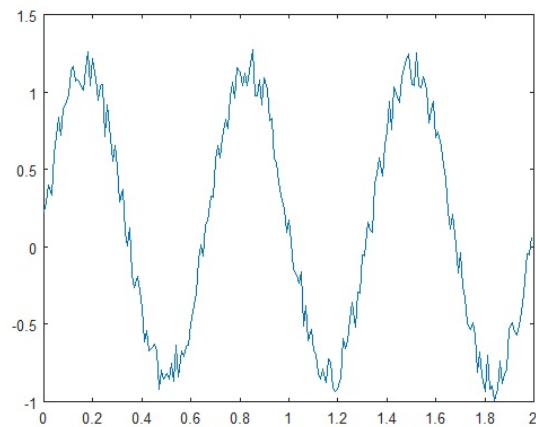


Рис. 2: Сигнал до фильтрации

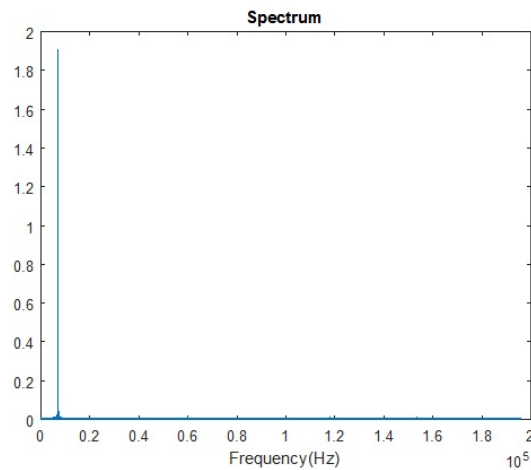


Рис. 3: Спектр синусоидального сигнала до фильтрации

## 4.2 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:

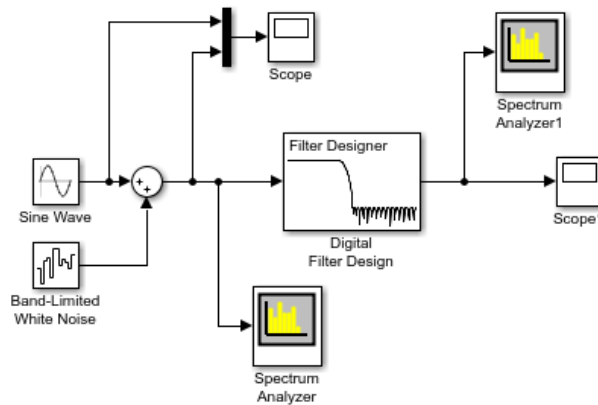


Рис. 4: Фильтр нижних частот в Simulink

В *Scope* отображаются исходный синусоидальный сигнал, а также и сам зашумленный сигнал.

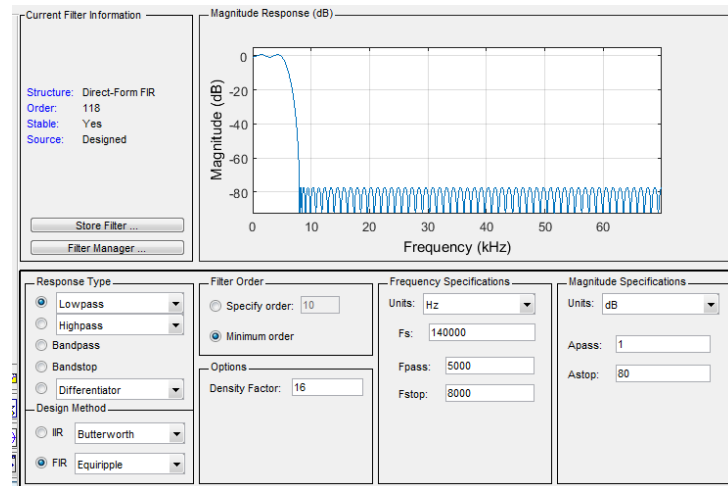


Рис. 5: Настройки элемента Digital Filter Design

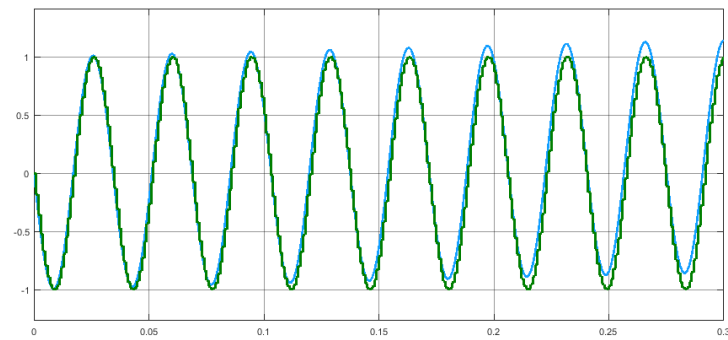


Рис. 6: Синусоидальный сигнал без и с шумом в Simulink

В *SpectrumAnalyzer* получим спектр зашумленного сигнала:

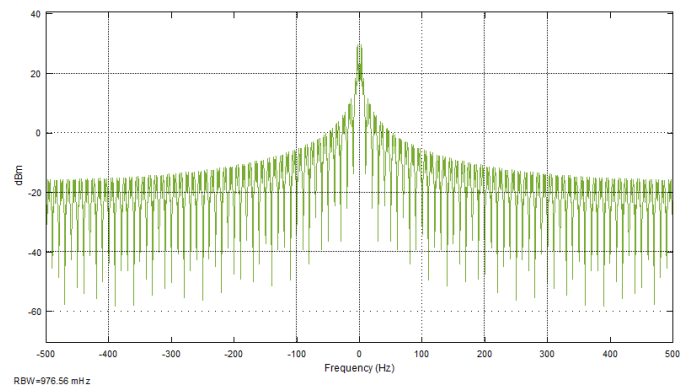


Рис. 7: Спектр зашумленного сигнала в Simulink

После прохождения сигнала через фильтр получим отфильтрованный дискретный сигнал и его спектр:

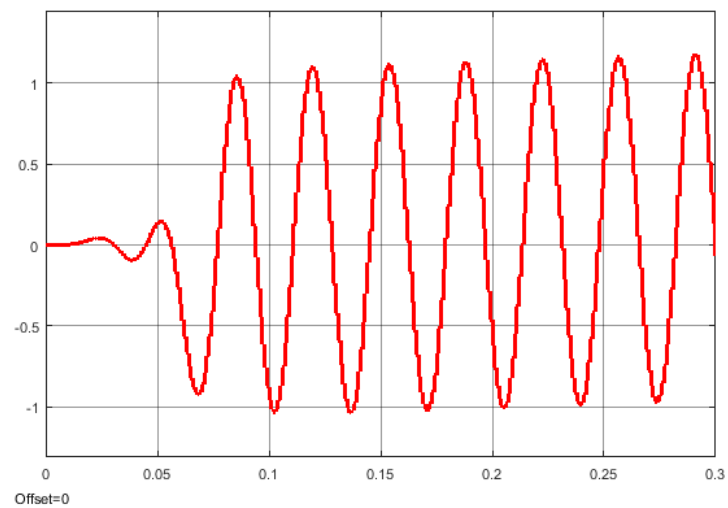


Рис. 8: Отфильтрованный синусоидальный сигнал в Simulink

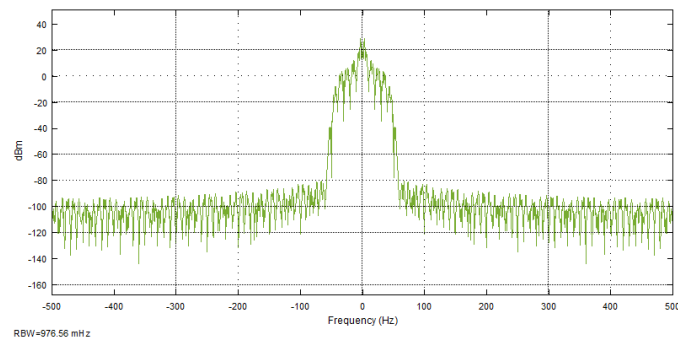


Рис. 9: Спектр отфильтрованного сигнала в Simulink

## 5 Вывод

В исходном и отфильтрованном сигналах, если их сравнить и их спектры, то видно, что фильтр работает правильно. На Рис. 9 видно, что произошла задержка высоких частот, а низкие частоты были пропущены. Фильтрация помогает избавиться от значительной части шума. По результатам работы видно, что отфильтрованный сигнал значительно отличается от исходного, т.к. часть шума может совпадать с сигналом и фильтр не убирает этот шум, а исходный сигнал претерпевает изменения.

Результат прохождения сигнала через линейную цепь определяется передаточной функцией этой цепи. На примере линейного фильтра, спектр сигнала на выходе цепи получается путем умножения спектра входного сигнала на частотную характеристику фильтра.