

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

**Отчёт о лабораторной работе 3**

**Дисциплина:** Телекоммуникационные технологии

**Тема:** Линейная фильтрация.

**Работу выполнил:**  
гр. 33501/3 Кнорре А.В.  
**Преподаватель**  
Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2018

# 1 Цель работы

- Изучить воздействие ФНЧ на тестовый сигнал с шумом.
- Сгенерировать гармонический сигнал во временной и частотной областях до и после фильтрации. Сделать выводы о воздействии ФНЧ на спектр сигнала.

## 2 Ход работы

### 2.1 Преобразование сигналов

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

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

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

Таким образом частотной характеристикой будет являться отношение выходного сигнала к входному гармоническому сигналу:

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

Тогда получаем

$$G(f) = \frac{A_y}{A_x} e^{j(\varphi_y - \varphi_x)} = |G(f)| e^{j\varphi(f)},$$

где  $f = y - x$ . Модуль частотной характеристики  $G(f)$  носит название амплитудно-частотной характеристики, а её аргумент  $f$  - фазо-частотной характеристики.

### 2.2 Фильтры

- это устройства, целенаправленным образом изменяющие спектры сигналов. Фильтрация сигнала, т.е. изменение его спектра, обычно принимается с целью увеличить отношение полезного сигнала к шумам

и помехам или подчеркнуть (усилить) полезные качества сигнала. Классификация фильтров может быть проведена по различным признакам.

Признак частотной характеристики делит фильтры на следующие классы:

- Фильтры нижних частот, подавляющие высокие частоты.
- Фильтры верхних частот, подавляющие низкие частоты.
- Фильтры полосно-пропускающие, подавляющие частоты с двух сторон от полосы пропускания
- Фильтры полосно-заграждающие, подавляющие частоты внутри полосы заграждения

## 2.3 Simulink

Сгенерируем синусоидальный сигнал  $f = 1000$  Гц. Наложим на этот сигнал белый шум.

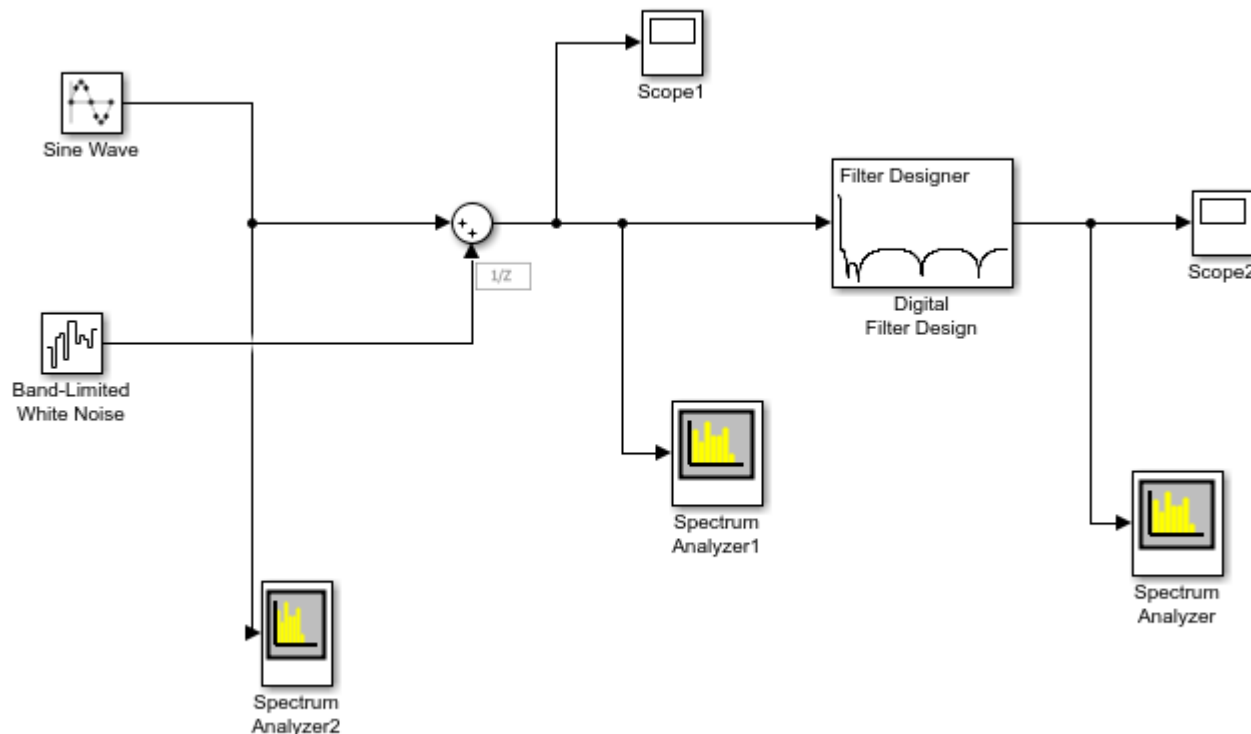


Рис. 2.1: Simulink setup

Пронаблюдаем исходный сигнал и его спектр:

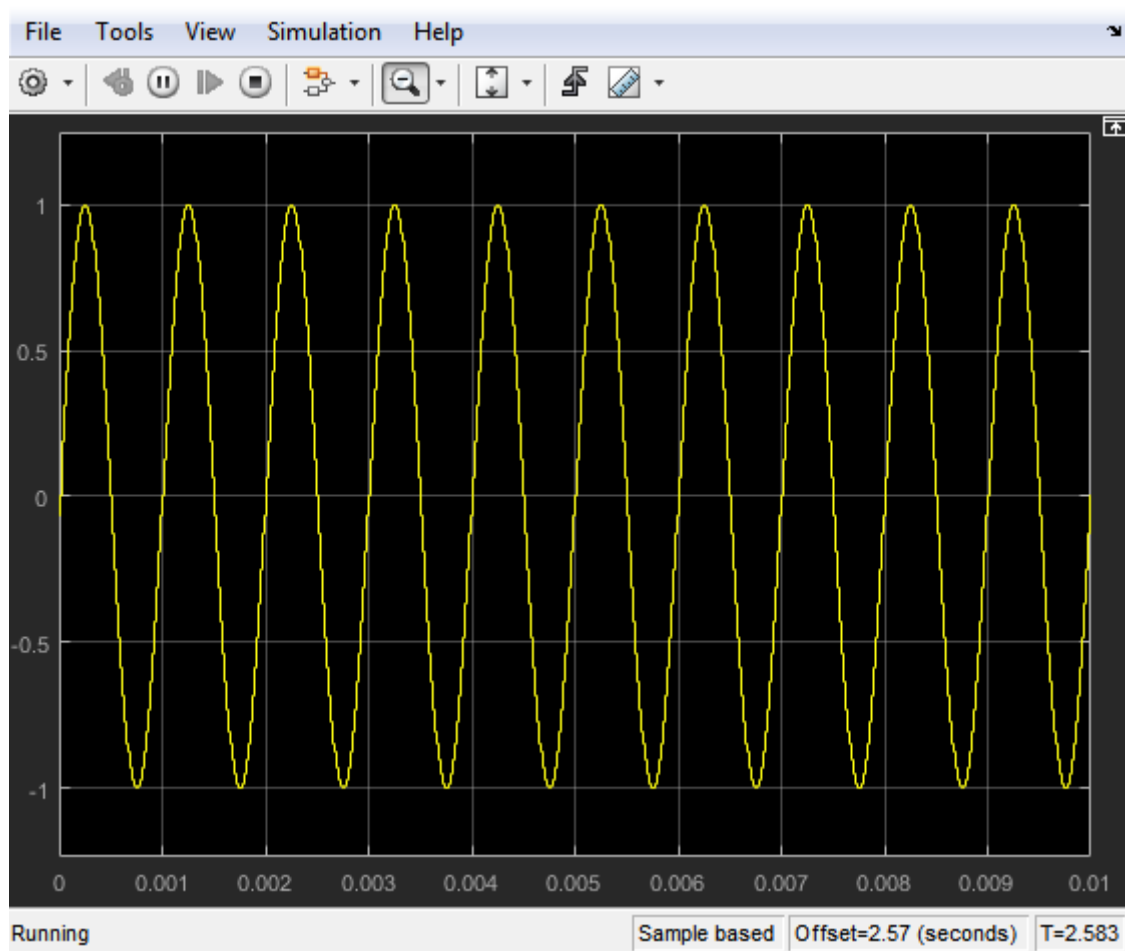


Рис. 2.2: Input signal

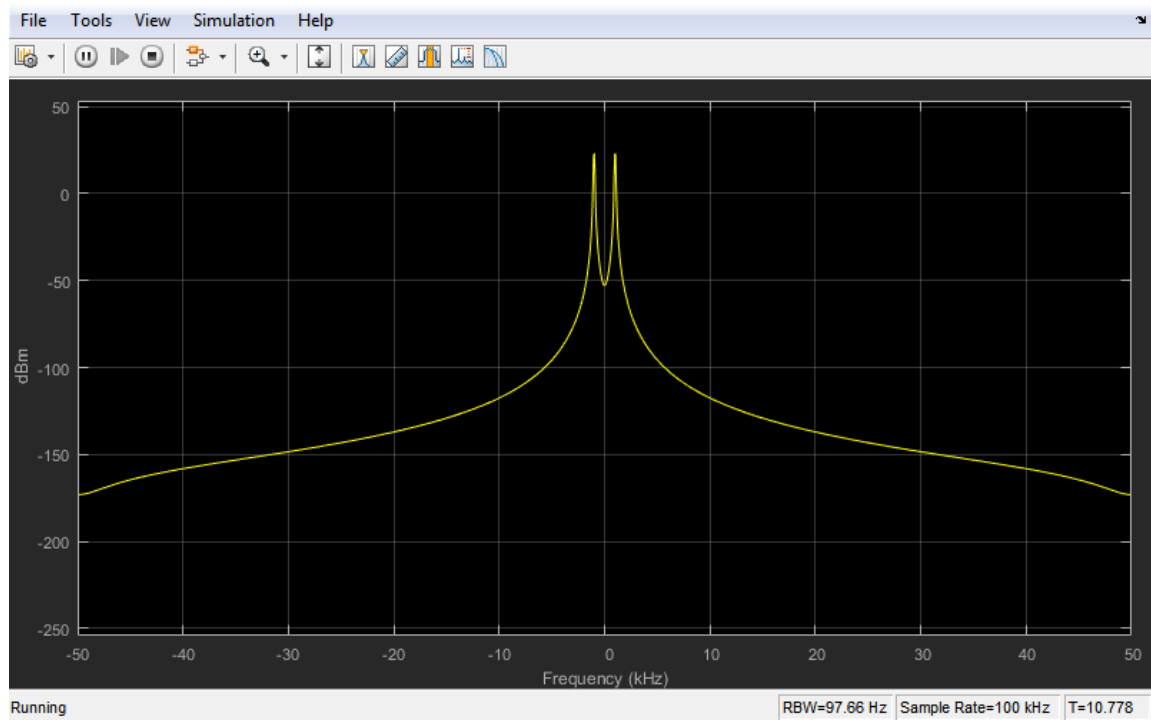


Рис. 2.3: Input signal' spectre

Посмотрим как изменятся сигнал и спектр после добавления шума:

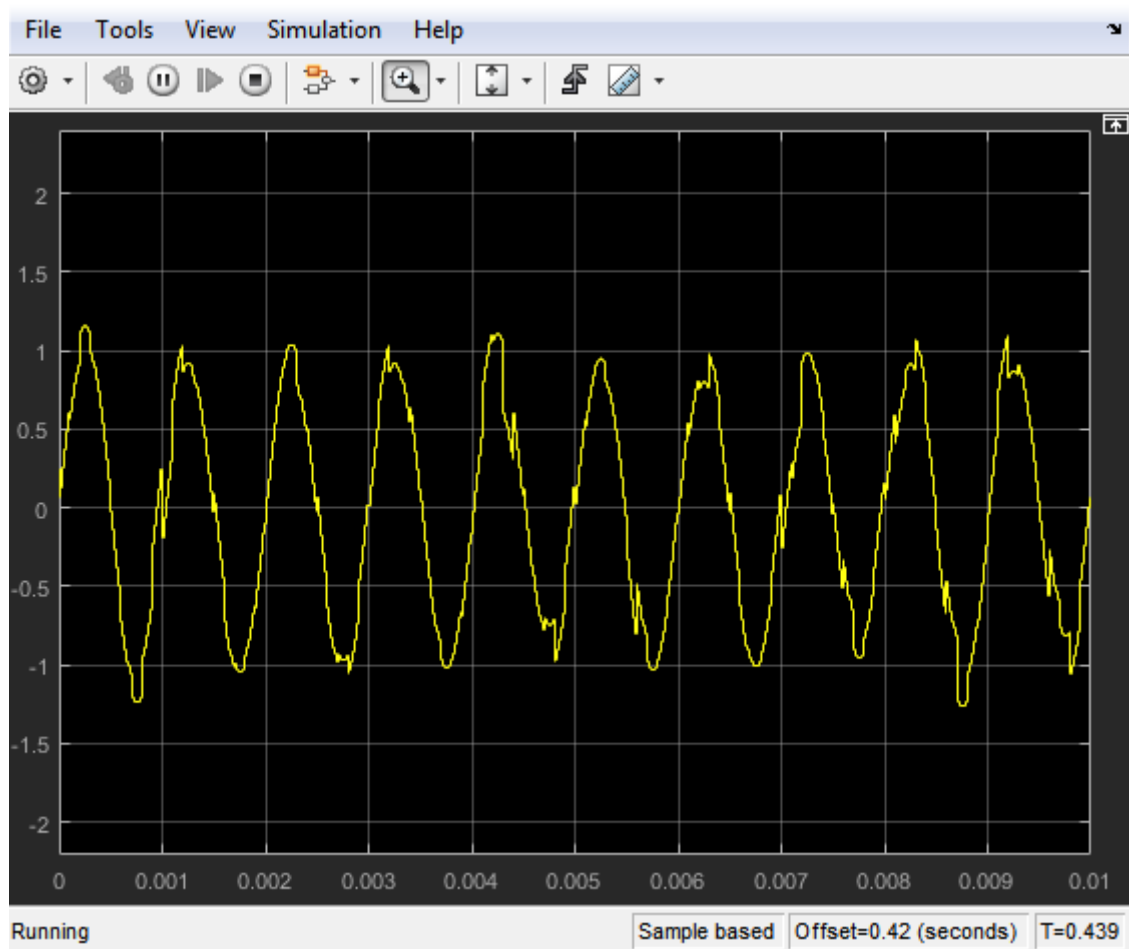


Рис. 2.4: Input signal with noise

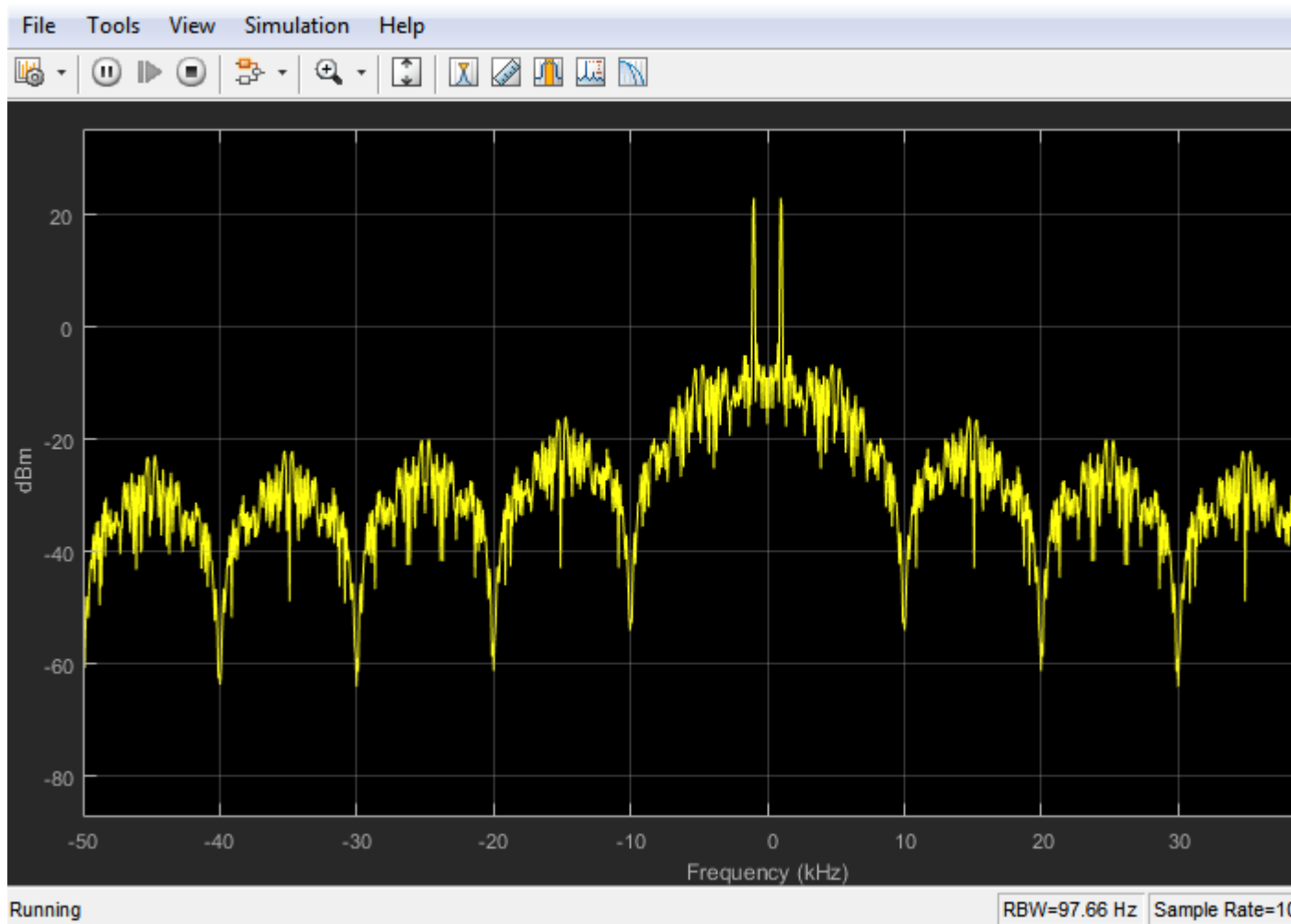


Рис. 2.5: Input signal with noise' spectre

Настроим фильтр таким образом, чтобы пропускать наш исходный сигнал с частотой 1000 Гц и подавлять более высокие частоты белого шума:

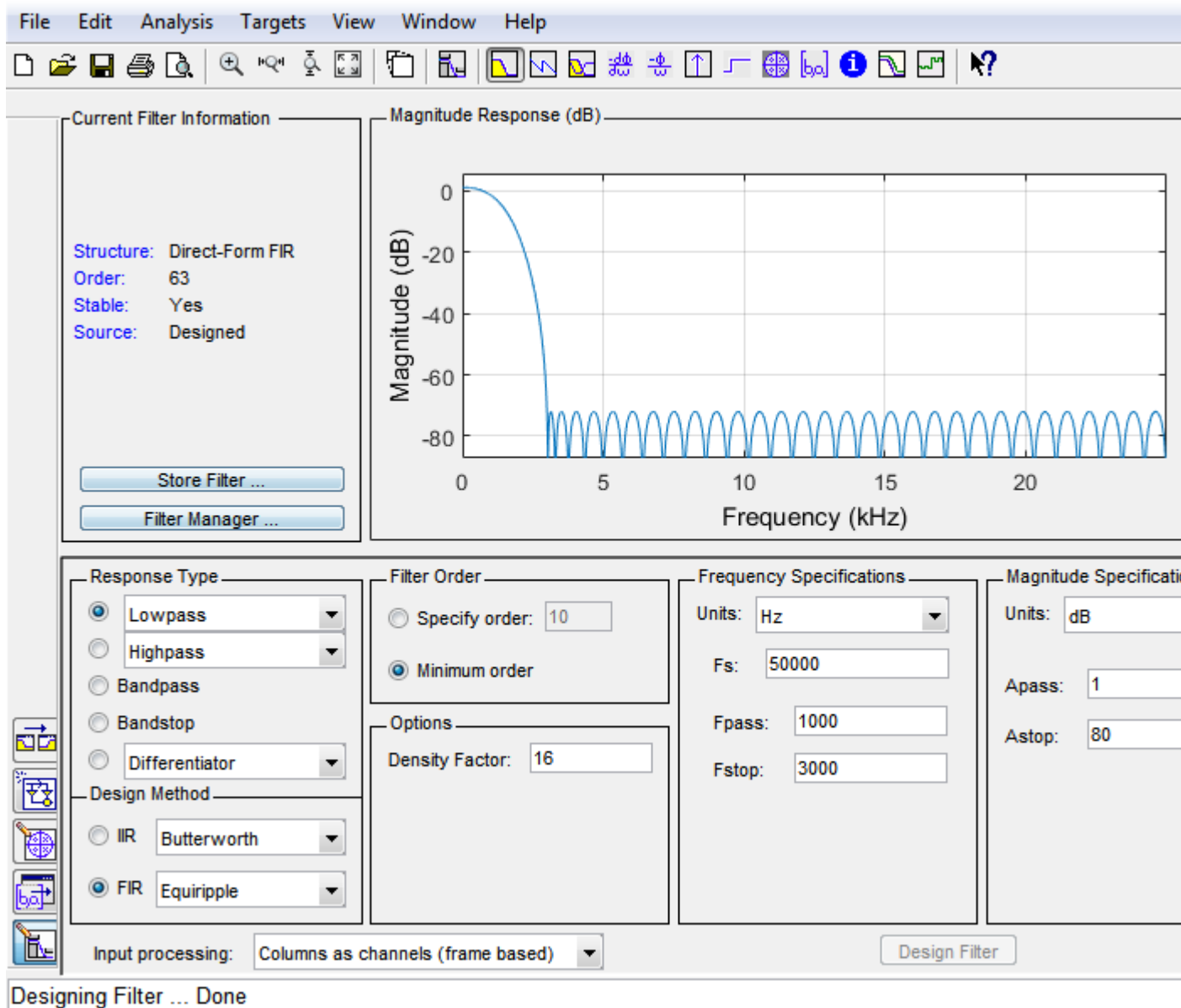


Рис. 2.6: Input signal with noise' spectre

Пропустим зашумленный сигнал через фильтр:



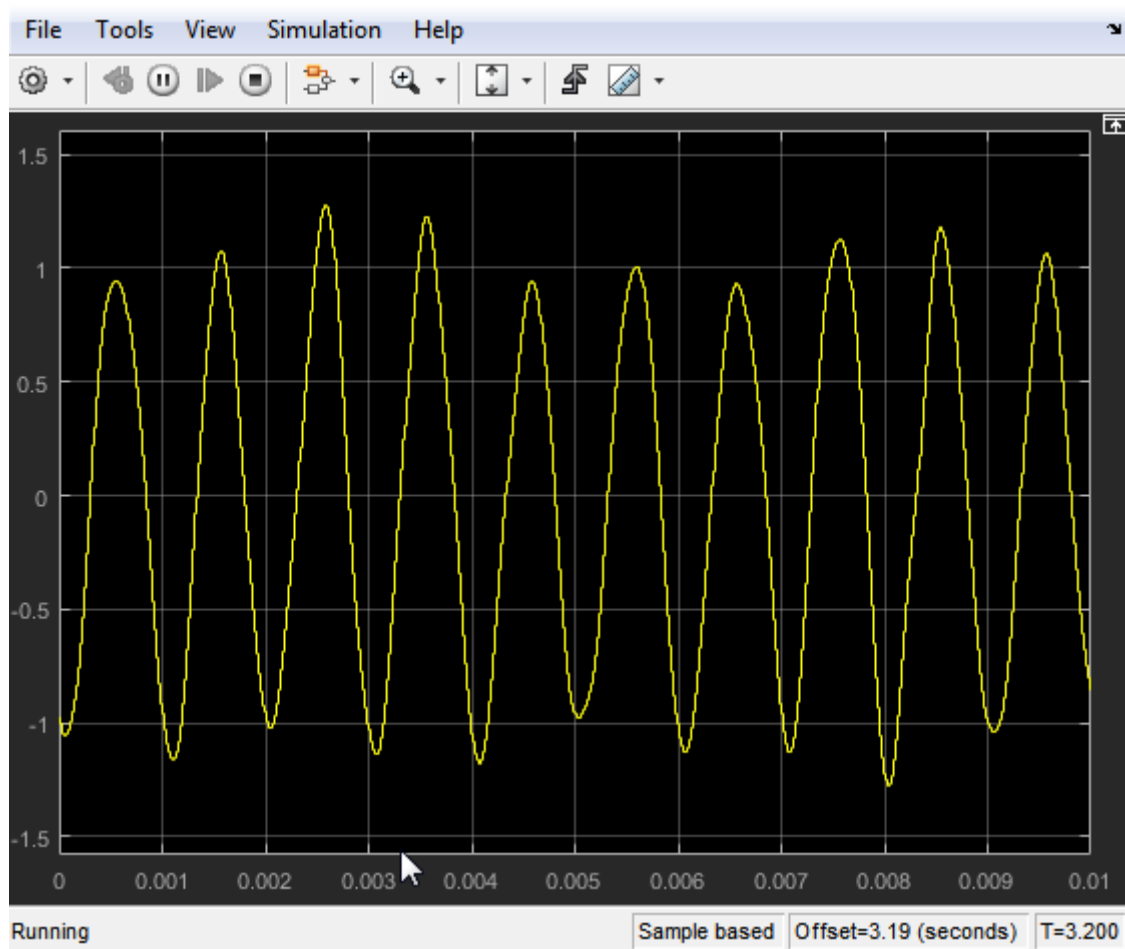


Рис. 2.7: Restored signal

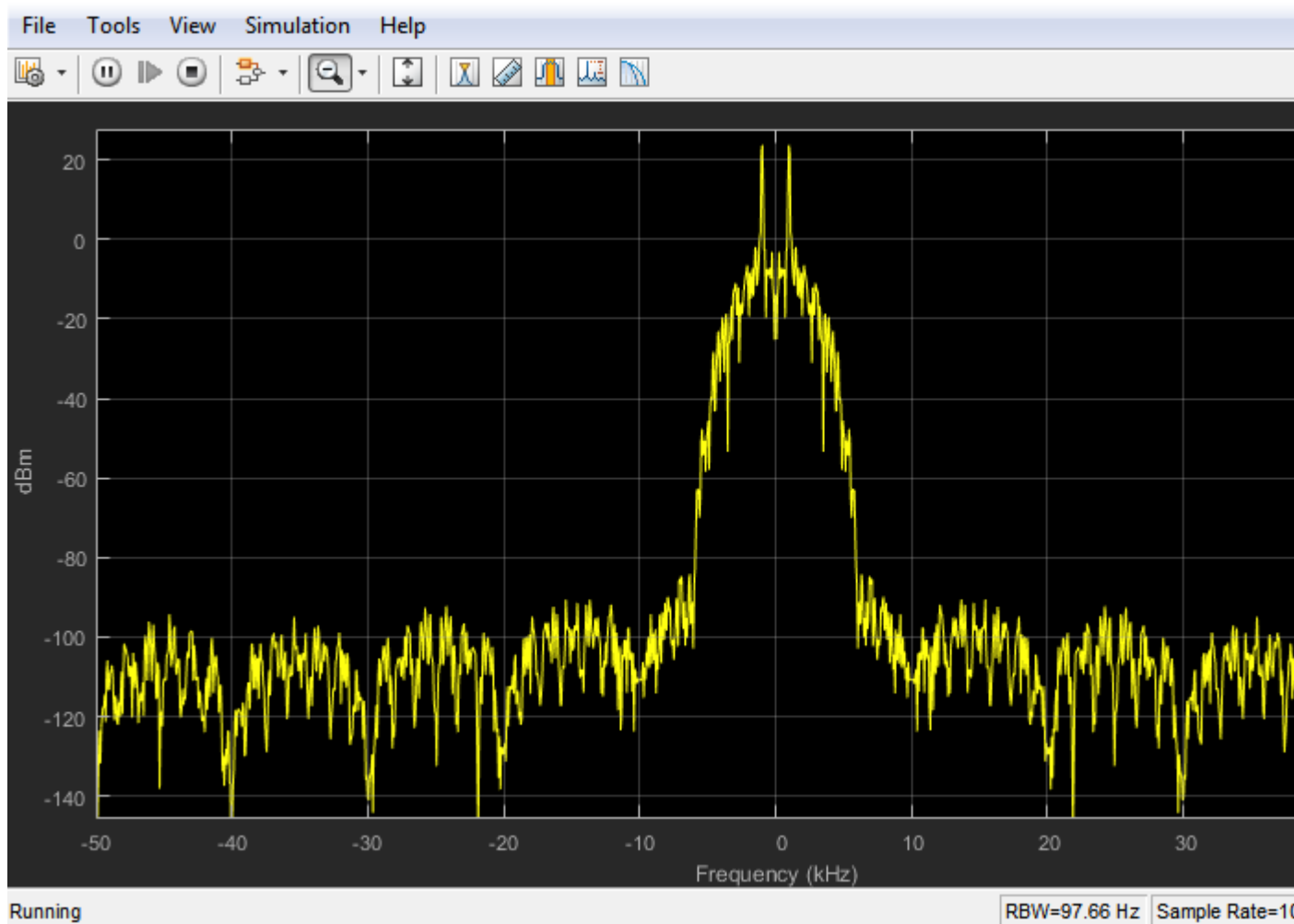


Рис. 2.8: Restored signal' spectre

Видим небольшие искажения, но в целом сигнал восстановлен от помех.

### 3 Выводы.

В данной работе мы воспроизвели синусоидальный сигнал, на который наложили белый шум (помеху). Спектр сигнала также оказался зашумленным. Для восстановления сигнала мы воспользовались фильтром Digital Filter, и подобрав прафильную конфигурацию сумели добиться хороших результатов в восстановлении исходного сигнала после помех (белого шума). Однако высокочастотные помехи по прежнему остаются в восстановленном сигнале, что сигнализирует о главной проблеме линейного фильтра.