

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет  
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Телекоммуникационные технологии  
Лабораторная работа №3  
Линейная фильтрация

Выполнил:  
студент гр.33501/4  
Курякин Д. А.  
Проверила:  
Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2018

# 1 Цель

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 Теоретическое обоснование

Фильтр в электронике – устройство для выделения желательных компонентов спектра электрического сигнала и/или подавления нежелательных.

Фильтры бывают:

- Аналоговые используются с аналоговыми или непрерывными сигналами.
- Цифровые используются с дискретными сигналами.
- Пассивные – электронный фильтр, состоящий только из пассивных компонентов, таких как, к примеру, конденсаторы и резисторы. Пассивные фильтры не требуют никакого источника энергии для своего функционирования.
- Активные – это один из видов аналоговых электронных фильтров, в котором присутствует один или несколько активных компонентов, к примеру, транзистор или операционный усилитель.
- Линейные – динамическая система, применяющая некий линейный оператор ко входному сигналу для выделения или подавления определённых частот сигнала и других функций по обработке входного сигнала.
- Нелинейные – устройство для обработки сигналов, выход которого не является линейным оператором от входного сигнала.
- Рекурсивный фильтр (БИХ-фильтр) – линейный электронный фильтр, использующий один или более своих выходов в качестве входа, то есть образующий обратную связь. Такие фильтры могут быть как аналоговыми, так и цифровыми.

- Нерекурсивный фильтр (КИХ-фильтр) - один из видов линейных цифровых фильтров, характерной особенностью которого является ограниченность по времени его импульсной характеристики (с какого-то момента времени она становится точно равной нулю). Такой фильтр называют ещё нерекурсивным из-за отсутствия обратной связи.

Среди множества рекурсивных фильтров отдельно выделяют следующие фильтры

- Фильтры Чебышёва – один из типов линейных аналоговых или цифровых фильтров, отличительной особенностью которого является более крутой спад амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) и существенные пульсации амплитудно-частотной характеристики на частотах полос пропускания (фильтр Чебышёва I рода) и подавления (фильтр Чебышёва II рода), чем у фильтров других типов.
- Фильтры Бесселя – в электронике и обработке сигналов один из наиболее распространённых типов линейных фильтров, отличительной особенностью которого является максимально гладкая групповая задержка (линейная фазо-частотная характеристика). Фильтры Бесселя чаще всего используют для аудио-кроссоверов. Их групповая задержка практически не изменяется по частотам полосы пропускания, вследствие чего форма фильтруемого сигнала на выходе такого фильтра в полосе пропускания сохраняется практически неизменной.
- Фильтры Баттерворта – один из типов электронных фильтров. Фильтры этого класса отличаются от других методом проектирования. Фильтр Баттерворта проектируется так, чтобы его амплитудно-частотная характеристика была максимально гладкой на частотах полосы пропускания.
- Эллиптические фильтры – электронный фильтр, характерной особенностью которого являются пульсации амплитудно-частотной характеристики как в полосе пропускания, так и полосе подавления. Величина пульсаций в каждой из полос независима друг от друга. Другой отличительной особенностью такого фильтра является очень крутой спад амплитудной характеристики, поэтому с помощью этого фильтра можно достигать более эффективного разделения частот, чем с помощью других линейных фильтров. Если пульсации в полосе подавления равны нулю, то эллиптический фильтр становится фильтром Чебышёва I рода. Если пульсации равны нулю в полосе пропускания, то фильтр становится фильтром Чебышёва II рода. Если же пульсации

отсутствуют на всей амплитудной характеристике, то фильтр становится фильтром Баттерворта.

По тому, какие частоты фильтром пропускаются (задерживаются), фильтры подразделяются на

- фильтры нижних частот - электронный или любой другой фильтр, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и подавляющий частоты сигнала выше этой частоты.;
- фильтры верхних частот - электронный или любой другой фильтр, пропускающий высокие частоты входного сигнала, при этом подавляя частоты сигнала ниже частоты среза.;
- полосно-пропускающие фильтры - фильтр, который пропускает частоты, находящиеся в некоторой полосе частот. Полосовой фильтр — линейная система и может быть представлен в виде последовательности, состоящей из фильтра нижних частот и фильтра верхних частот.;
- полосно-задерживающие фильтры - электронный или любой другой фильтр, не пропускающий колебания некоторой определённой полосы частот, и пропускающий колебания с частотами, выходящими за пределы этой полосы.;
- фазовые фильтры - электронный или любой другой фильтр, пропускающий все частоты сигнала с равным усилением, однако изменяющий фазу сигнала..

## 4   Ход работы

Сгенерируем гармонический сигнал

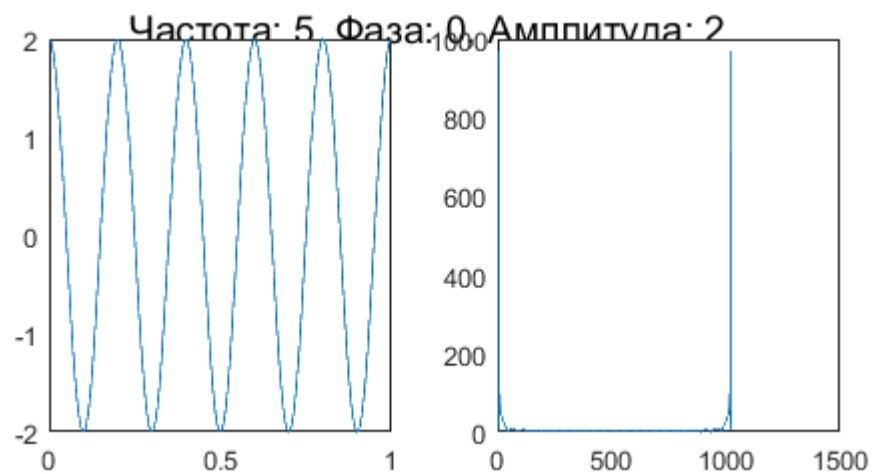


Рис.1 Сигнал  
Добавим к нему шум

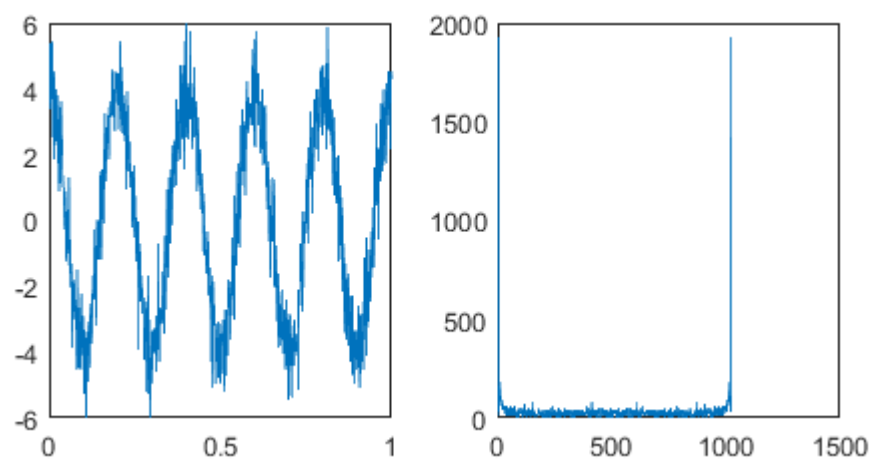


Рис.3 Зашумленный сигнал  
Выполним фильтрацию сигнала

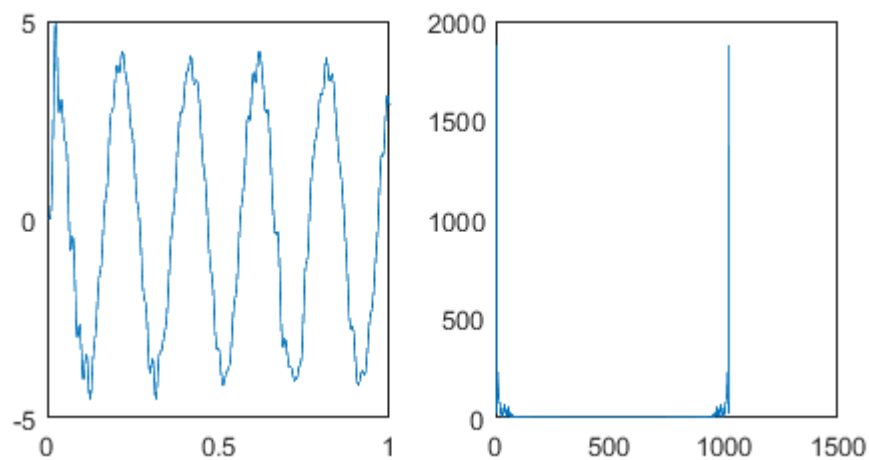


Рис.5 Сигнал после фильтрации  
Создадим схему в Simulink

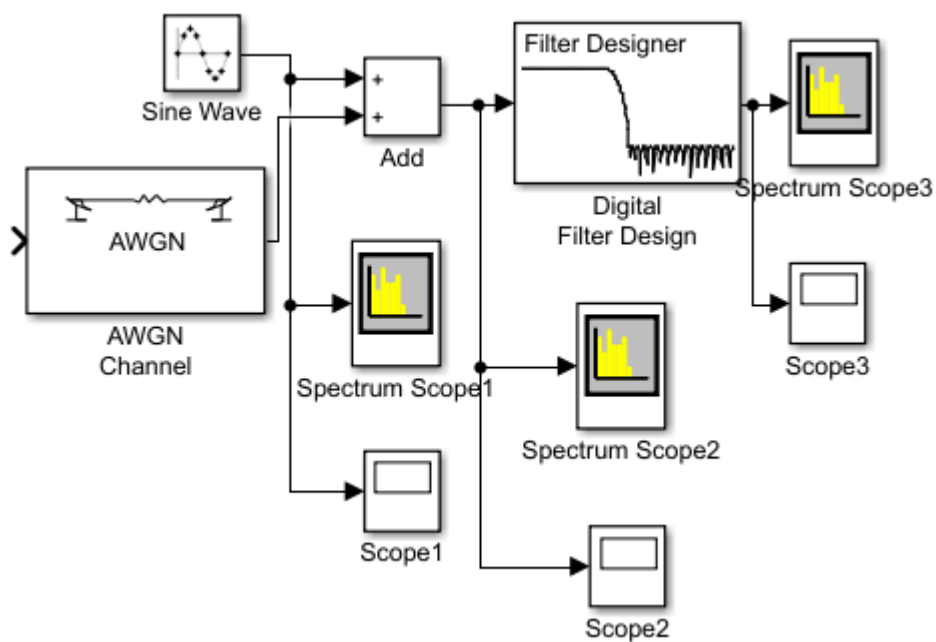


Рис.7 Схема  
Сгенерируем гармонический сигнал в Simulink

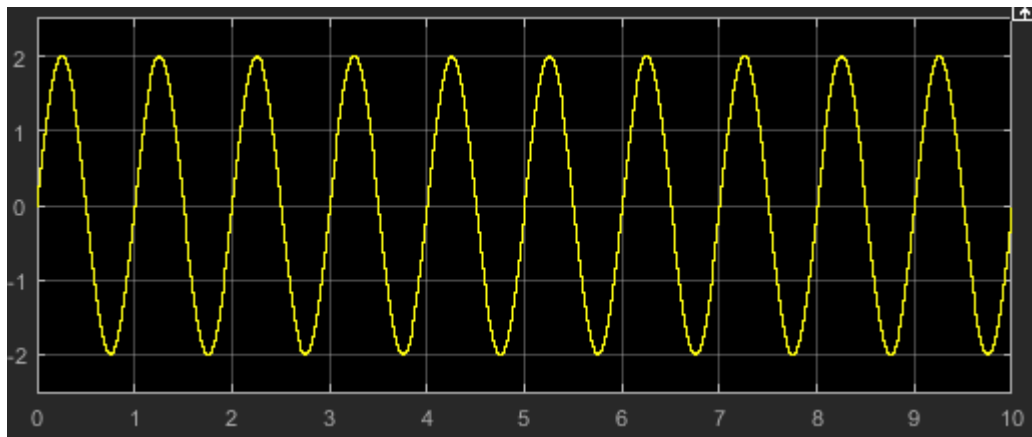


Рис.8 Сигнал

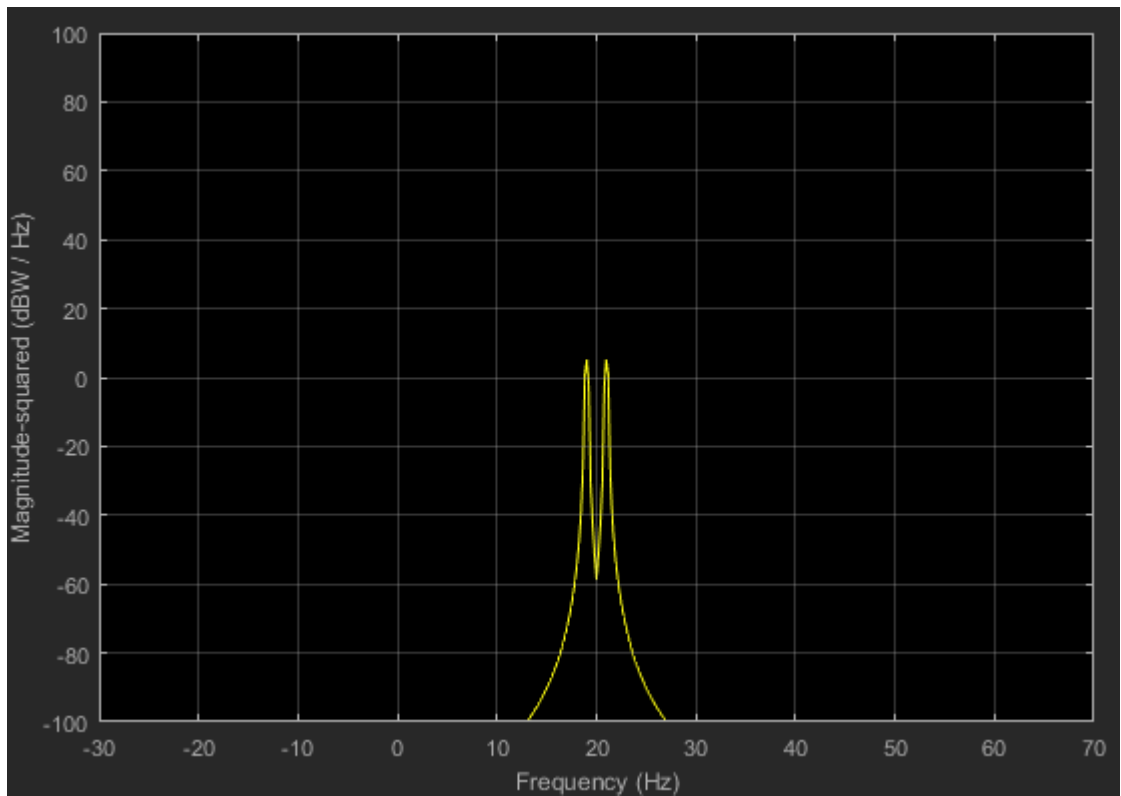


Рис.9 Спектр сигнала  
Добавим к нему шум

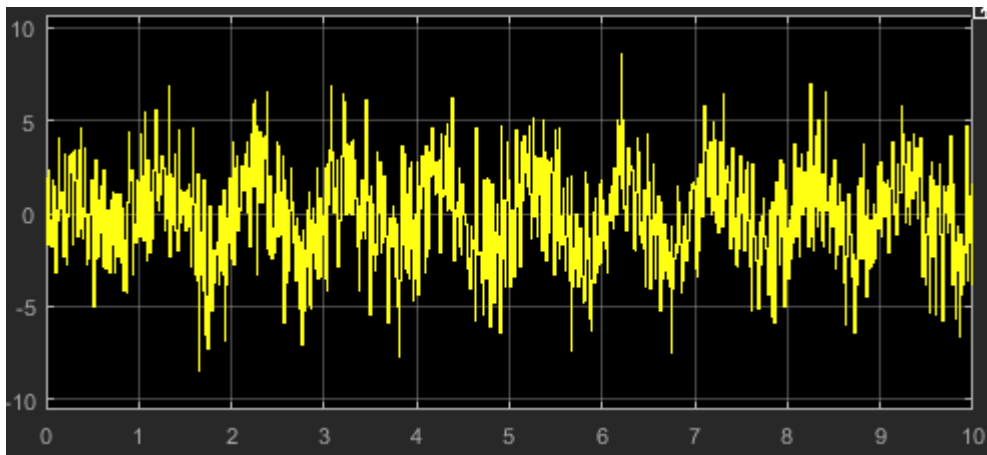


Рис.10 Зашумленный сигнал

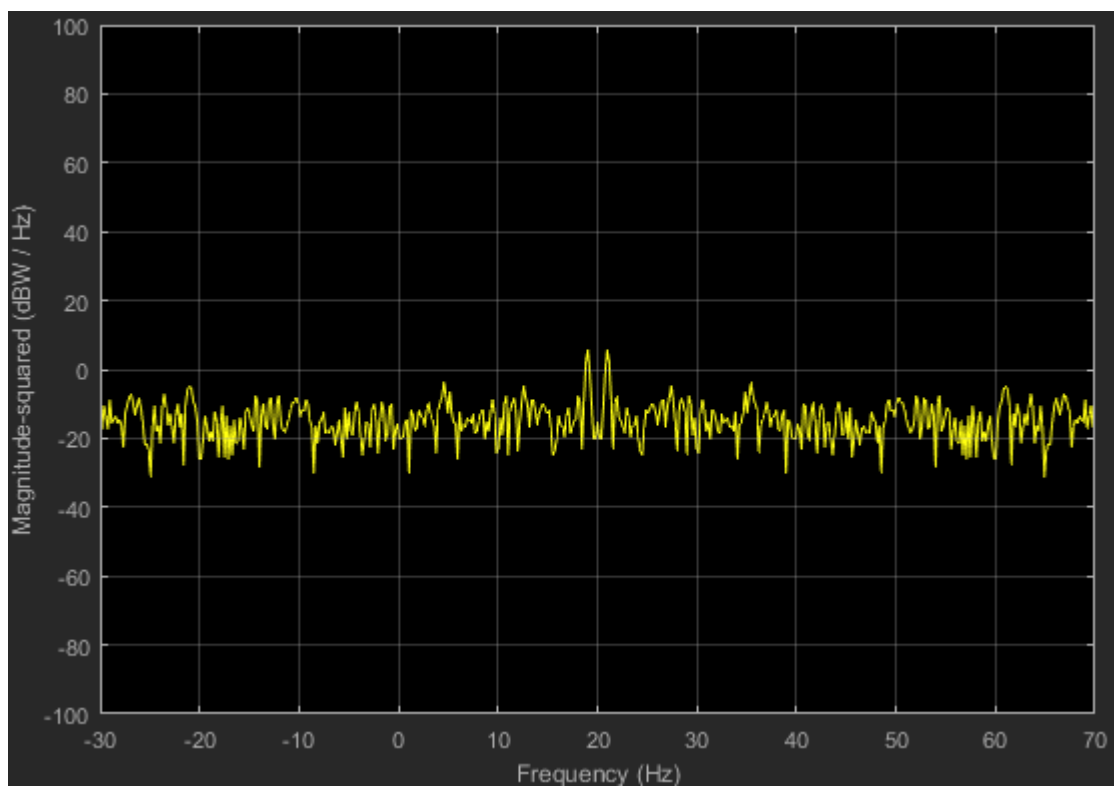


Рис.11 Спектр зашумленного сигнала  
Выполним фильтрацию сигнала



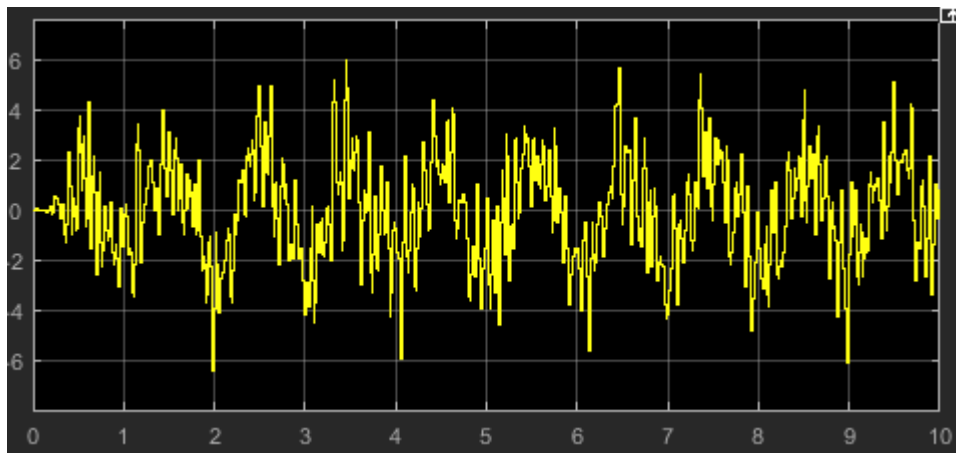


Рис.12 Сигнал после фильтрации

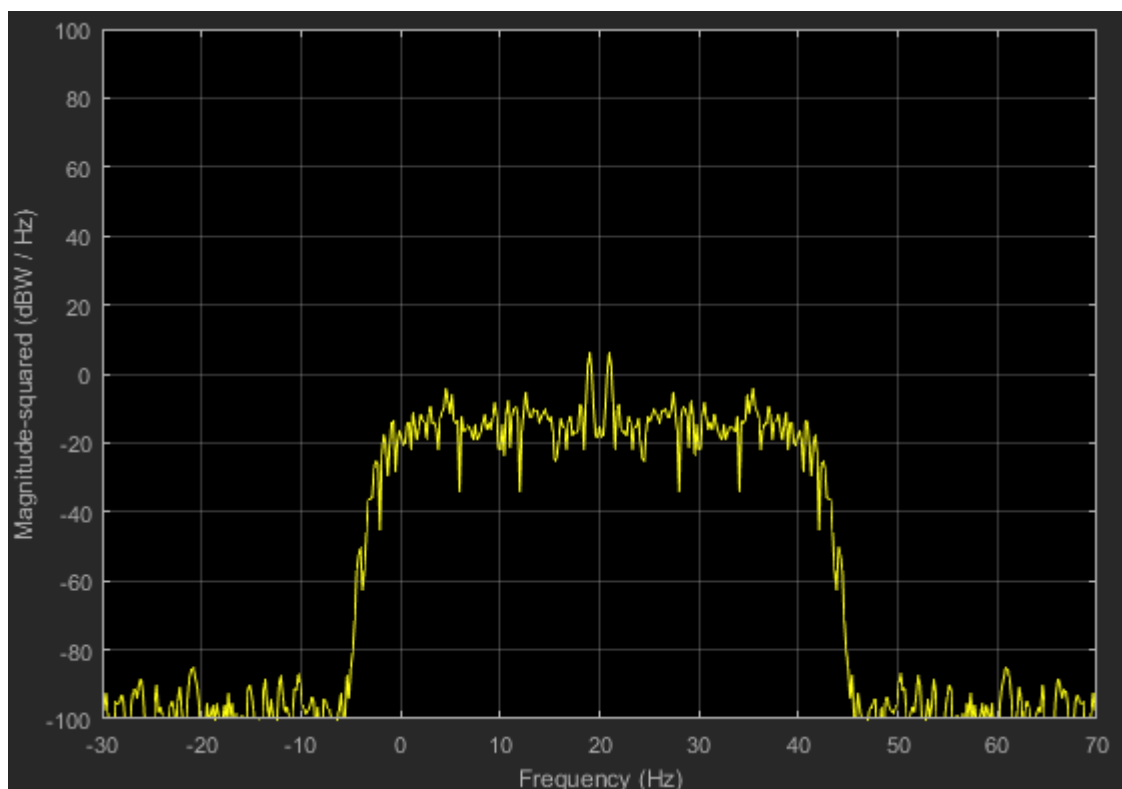


Рис.13 Спектр сигнала после фильтрации

## 5 Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы мы познакомились с ФНЧ и применили его на тестовый сигнал с шумом. Был создан сигнал,

зашумлен и отфильтрован как в Matlab, так и в Simulink. Видно, что действительно ФНЧ отфильтровал сигнал, но он не полностью совпадает с исходным. Это объясняется тем, что часть шума имеет низкие частоты, которые фильтр не может подавить и именно этот шум искажает наш сигнал.