

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

# Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №3

Линейная фильтрация

**Работу**

**выполнил:**

Городничева Л.В.

Группа: 33501/3

**Преподаватель:**

Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2017

# Содержание

<b>1. Цель работы</b>	<b>2</b>
<b>2. Постановка задачи</b>	<b>2</b>
<b>3. Теоретическая информация о линейной фильтрации</b>	<b>2</b>
<b>4. Ход выполнения работы</b>	<b>3</b>
4.1. Генерация гармонического сигнала с шумом . . . . .	3
4.2. Фильтрация сигнала . . . . .	5
<b>5. Выводы</b>	<b>6</b>

# 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 информация о линейной фильтрации

Для формирования гармонического сигнала используем формулу:

$$s = A * \cos(2 * \pi * f * t) \quad (1)$$

Фильтр нижних частот (ФНЧ) - фильтр, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и подавляющий частоты сигнала выше этой частоты.

Динамические свойства линейной цепи полностью определяются одной из двух характеристик: частотной характеристикой и импульсной. Одна из них может быть найдена из другой по формулам преобразования Фурье:

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} G(f) * e^{(j*2*\pi*f*t)} df \quad (2)$$

$$G(f) = \int_0^{\infty} g(t) * e^{(-j*2*\pi*f*t)} dt \quad (3)$$

Преобразование сигнала линейной цепью можно рассматривать как в частотной области:

$$Y(f) = X(f)G(f) \quad (4)$$

, так и во временной.

Связи между входным и выходными сигналами во временной и в частотной областях схематически показаны на рис. 3.0.1.

Амплитудно-частотная характеристика  $G(\omega)$  фильтра Баттерворта n-ого порядка:

$$G^2(\omega) = \frac{G_0^2}{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^{2n}} \quad (5)$$

, где n - порядок фильтра,  $\omega$  - частота среза,  $G_0$  - коэффициент усиления на нулевой частоте.

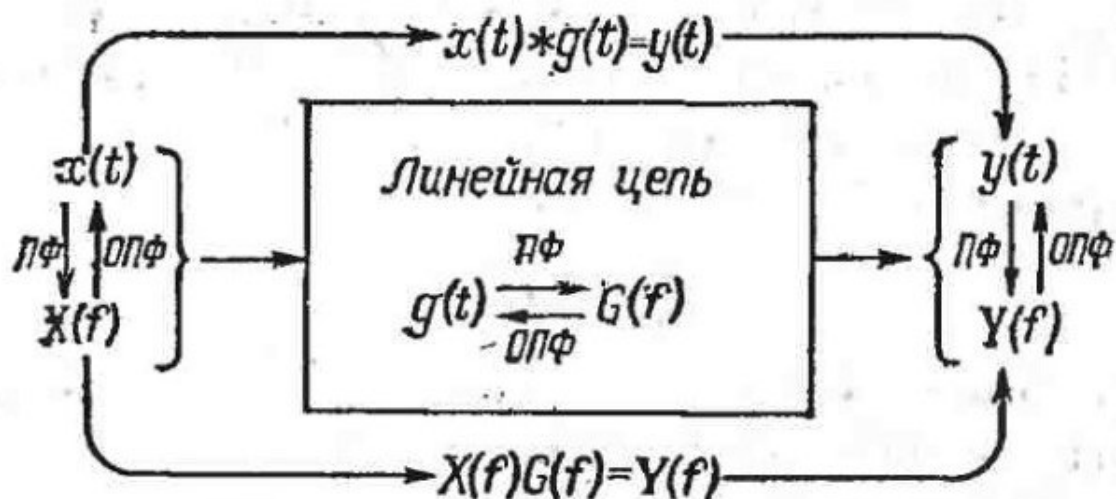


рис. 3.0.1. Преобразование сигнала линейной цепью

## 4. Ход выполнения работы

### 4.1. Генерация гармонического сигнала с шумом

Сгенерируем гармонический сигнал с частотой 42 Гц (рис. 4.1.1) и добавим в данный сигнал шум с частотой 100 Гц (рис. 4.1.2). Затем найдем спектр зашумленного сигнала (рис. 4.1.3). Код, выполняющий данные действия, представлен в листинге 1.

Листинг 1: Код в программе MatLab

```

1 Fn = 42;
2 Fd = Fn * 100;
3 Td = 1/Fd;
4 t = 0:Td:0.5;
5 signal = cos(2*pi*Fn.*t);
6
7 figure;
8 plot(t, signal);
9
10
11 Fn2 = 100;
12 signal = signal + cos(2*pi*Fn2.*t);
13 signal_f = fft(signal);
14
15 figure;
16 plot(t, signal);
17 figure;
18 plot(1./t, abs(signal_f));

```

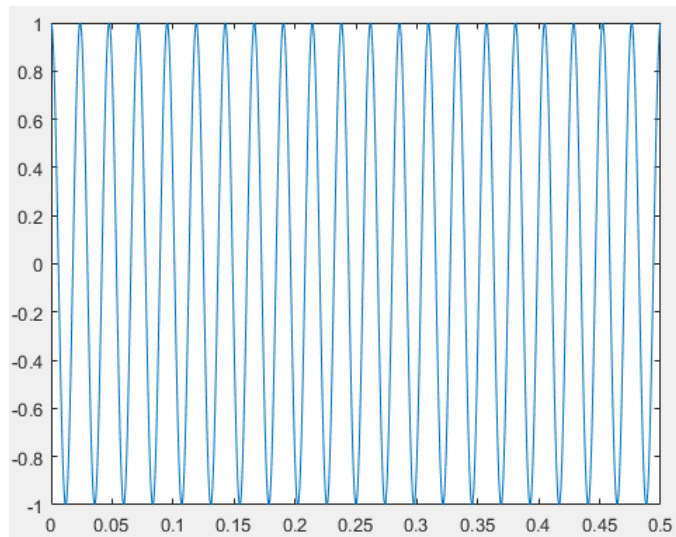


рис. 4.1.1. Исходный сигнал

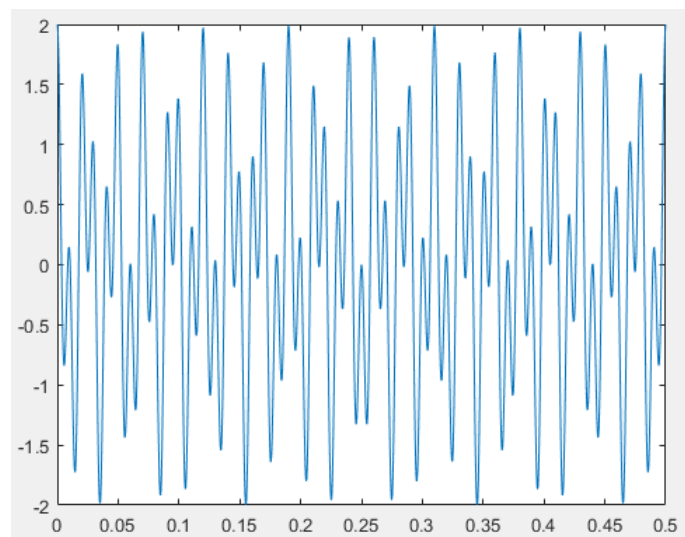


рис. 4.1.2. Зашумленный сигнал

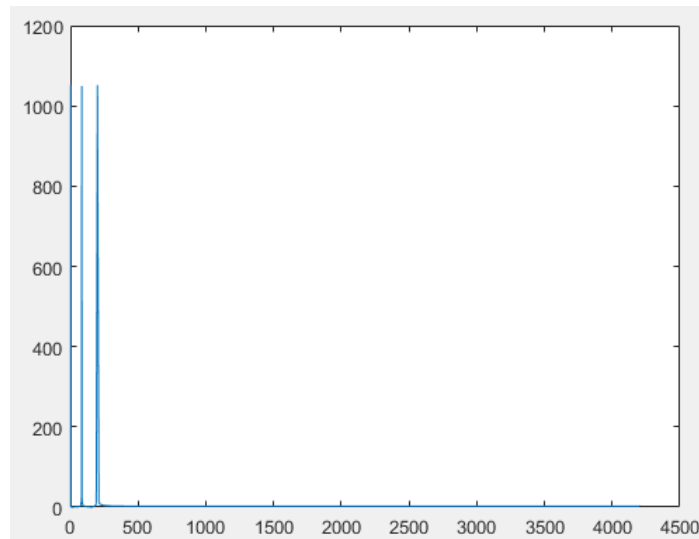


рис. 4.1.3. Спектр зашумленного сигнала

На спектре зашумленного сигнала (рис. 4.1.3) видно две гармоники.

## 4.2. Фильтрация сигнала

Отфильтруем зашумленный сигнал с помощью фильтра Баттерворта 4-ого порядка. Код приведен в листинге 2. Результат фильтрации приведен на рис. 4.2.1. Затем получим спектр отфильтрованного сигнала (рис. 4.2.2).

Листинг 2: Код в программе MatLab

```

17 plot(1./t,abs(signal_f));
19
19 [b, a] = butter (4, Fn*2/Fd);
20 y_signal = filter (b, a, signal);
21 y_signal_f = fft(y_signal);
23
23 figure;
24 plot(t, y_signal);
25 figure;
26 plot(1./t, abs(y_signal_f));

```

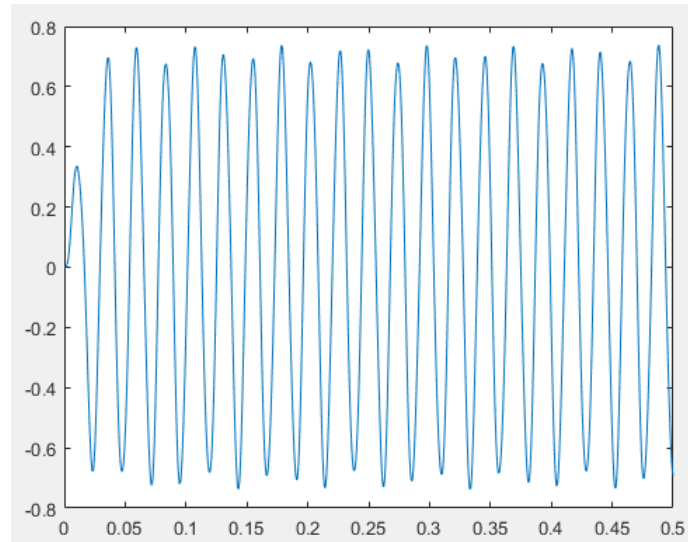


рис. 4.2.1. Сигнал после фильтрации

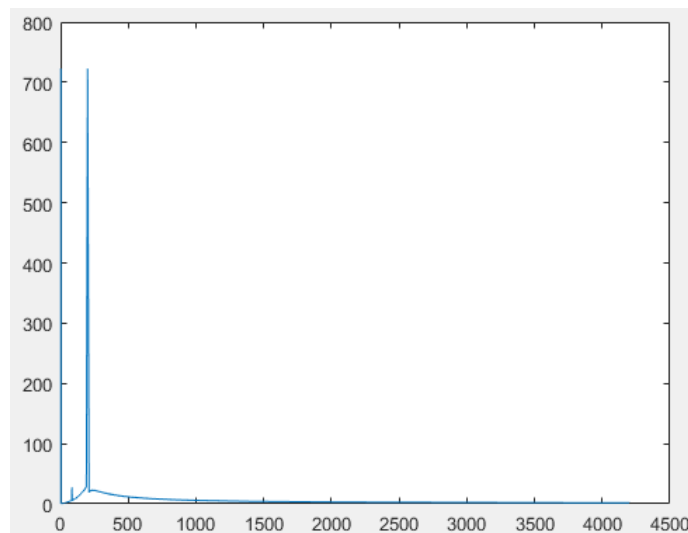


рис. 4.2.2. Спектр отфильтрованного сигнала

Видно, что в спектре осталась лишь одна гармоника. Это значит, что вторая гармоника была отфильтрована.

## 5. Выводы

В данной лабораторной работе было изучено воздействие фильтра нижних частот (ФНЧ) на тестовый сигнал с шумом.

Фильтр нижних частот оставляет частоты, которые ниже заданной частоты среза. В проделанном примере в спектре сигнала фильтр оставил гармонику, соответствующую нижней частоте, а более высокую гармонику шума убрал.

При прохождении сигнала через линейную цепь происходит свертка исходного сигнала с окном, которое получено путем аппроксимации желаемой АЧХ. Неполное удале-

ние шума линейным фильтром происходит по причине того, что аппроксимация АЧХ не убирает полностью сигнал после частоты среза, а лишь постепенно его ослабляет, соответственно часть шума остается.