

ГУАП

КАФЕДРА № 44

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Старший преподаватель

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Е. К. Григорьев

инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ

по курсу: МОДЕЛИРОВАНИЕ

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

4143

подпись, дата

Д. В. Пономарев

инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2024

Цель работы: Изучить методы расчёта цифровых фильтров, фильтрации сигналов, построения графиков частотных характеристик и задержек с помощью пакета компьютерного моделирования MATLAB.

Листинг кода:

```
close all
clear all
clc
A=5;
Fd=2^10;
f1=200;
f2=500;
t=0:1/Fd:5;

signal1=A*cos(2*pi*f1*t);
signal2=A*cos(2*pi*f2*t);

figure()
plot(t,signal1,'LineWidth',2);
grid on
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('График тестового сигнала сигнала 1')

figure()
plot(t,signal2,'LineWidth',2);
grid on
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('График тестового сигнала сигнала 2')

signal=signal1+signal2;
figure()
plot(t,signal,'LineWidth',2);
grid on
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Смесь сигналов')

%Пульсации в полосе пропускания
Ripple=1;
%Пульсации в полосе задерживания
Attenuation=2;
%Аналоговый ФНЧ прототип 8 порядка
n=8;
Wl=400*2*pi;
[z,p,k]=ellipap(n,Ripple,Attenuation);
sos = zp2sos(z,p,k);

%переход к передаточной функции
[b,a]=zp2tf(z,p,k);
figure()
freqs(b,a,1024);
title(sprintf('n = %d Elliptic Lowpass Filter',n));
%частота среза

% Преобразование граничной частоты в радианы
Wn = 400 * 2 * pi;

% Преобразование в фильтр высоких частот
```

```

[bt_high, at_high] = lp2hp(b, a, Wn);

% Получение нулей и полюсов
[z_new, p_new, k_new] = tf2zp(bt_high, at_high);
%билинейное z-преобразование
[zd,pd,kd]=bilinear(z_new,p_new,k_new,Fd);

%приведение к каскадной реализации
sos=zp2sos(zd,pd,kd);
figure()
freqz(sos,1024,1512)
title(sprintf('n = %d Elliptic Highpass Filter',n))

[b,a]=zp2tf(zd,pd,kd);
y=filter(b,a,signal);

figure()
plot(t,signal)
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Сигнал на входе фильтра')
grid on

figure()
plot(t,y)
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Сигнал на выходе фильтра')
grid on

figure()
plot(t,signal,'b')
hold on
plot(t,y,'r')
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Сигнал в полосе пропускания(с) и на выходе фильтра(к)')
hold off

figure()
phasedelay(b,a,1024,'whole');
figure()
grpdelay(b,a,1024);

%гауссовский шум
M=0;
sigma=1;
N=length(signal);
noise=normrnd(M,sigma,[1 N]);
n_signal=signal+noise;
n_y=filter(b,a,n_signal);

figure()
plot(t,n_signal)
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Зашумлённый сигнал на входе фильтра')
grid on

figure()
plot(t,n_y)
xlabel('x')
ylabel('y(x)')

```

```

title('Зашумлённый сигнал на выходе фильтра')
grid on

figure()
plot(t,signal1,'b')
hold on
plot(t,n_y,'r')
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Сигнал в полосе пропускания (с) и зашумлённый сигнал на выходе фильтра (к)')
grid on
hold off

% полосовой фильтр
fc1=100;
fc2=500;
n=8;
[z,p,k]=ellipap(n,Ripple,Attenuation);
%переход к передаточной функции
[b,a]=zp2tf(z,p,k);
W0=sqrt(fc1*fc2)*2*pi;
Bw=(fc2-fc1)*2*pi;
[b1,a1]=lp2bp(b,a,W0,Bw);
[z_new,p_new,k_new]=tf2zp(b1,a1);
%билинейное z-преобразование
[zd,pd,kd]=bilinear(z_new,p_new,k_new,Fd);
%приведение к каскадной реализации
sos=zp2sos(zd,pd,kd);
[b,a]=zp2tf(zd,pd,kd);
n_y_bp=filter(b,a,n_signal);

figure()
plot(t,n_y_bp)
xlabel('x')
ylabel('y(x)')
title('Зашумлённый сигнал на выходе полосового фильтра')
grid on

```

передаточную функцию полученного в п. 2 фильтра b/a

Графики сигналов в полосе пропускания и подавления фильтра показаны на рисунках 1-2.

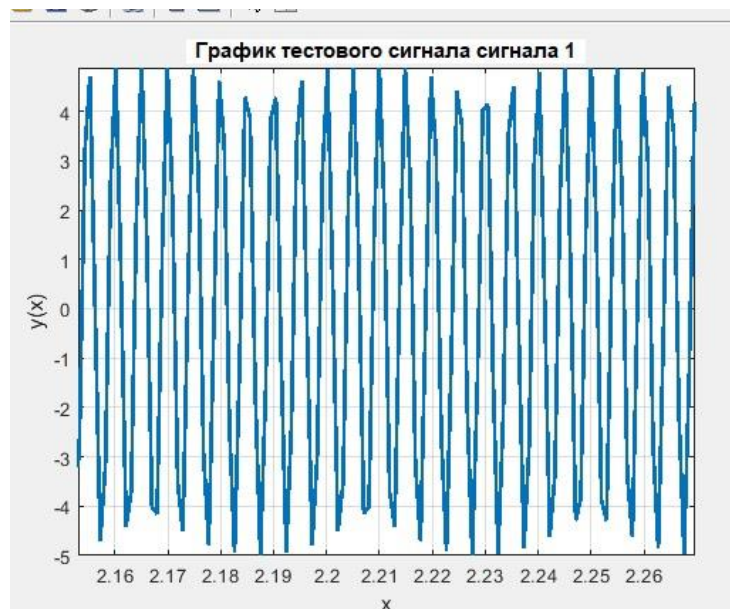


Рисунок 1 – Сигнал в полосе пропускания фильтра

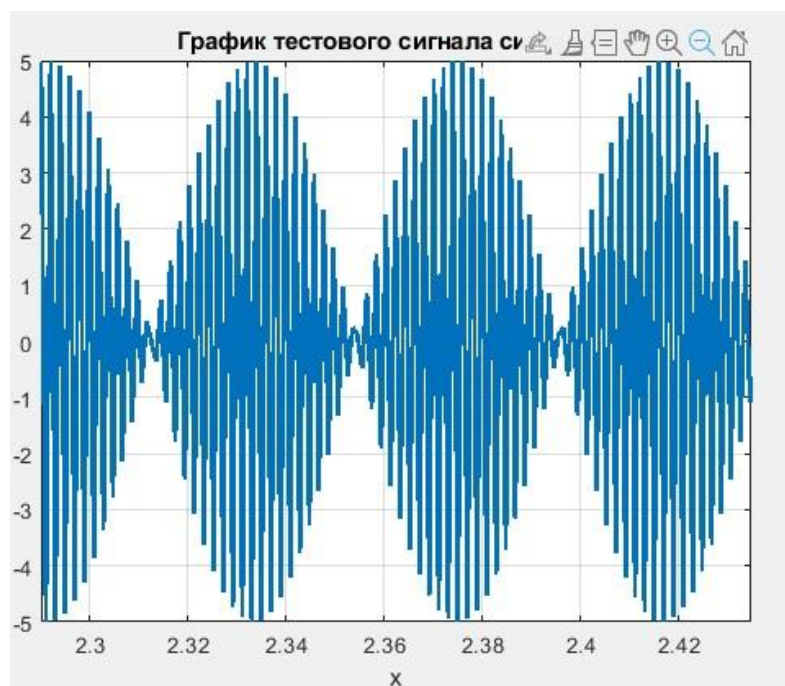


Рисунок 2 – Сигнал в полосе подавления фильтра

График тестового сигнала показан на рисунке 3.

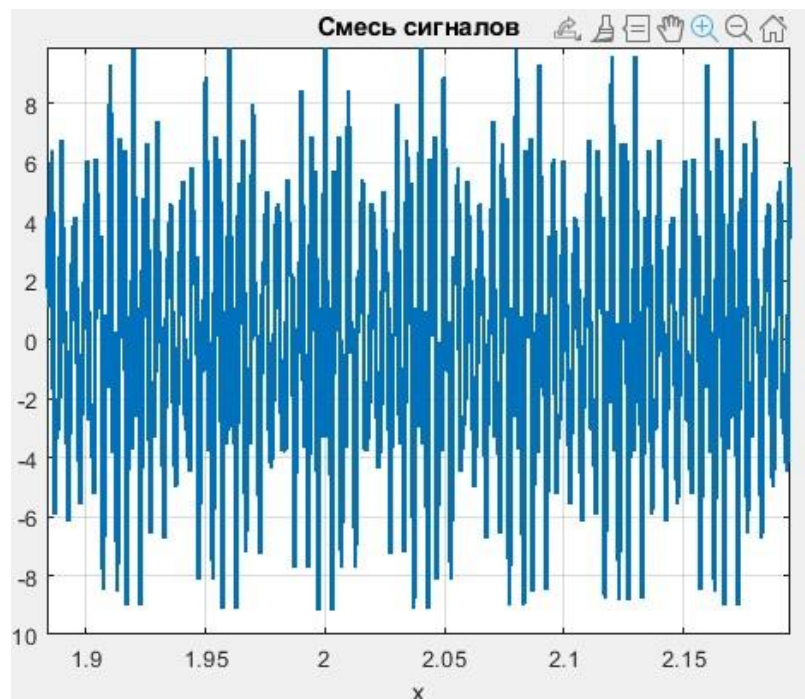


Рисунок 3 – График тестового сигнала

Передаточная функция полученного аналогового ФНЧ прототипа фильтра.

Графики частотных характеристик прототипа фильтра показаны на рисунке 4.

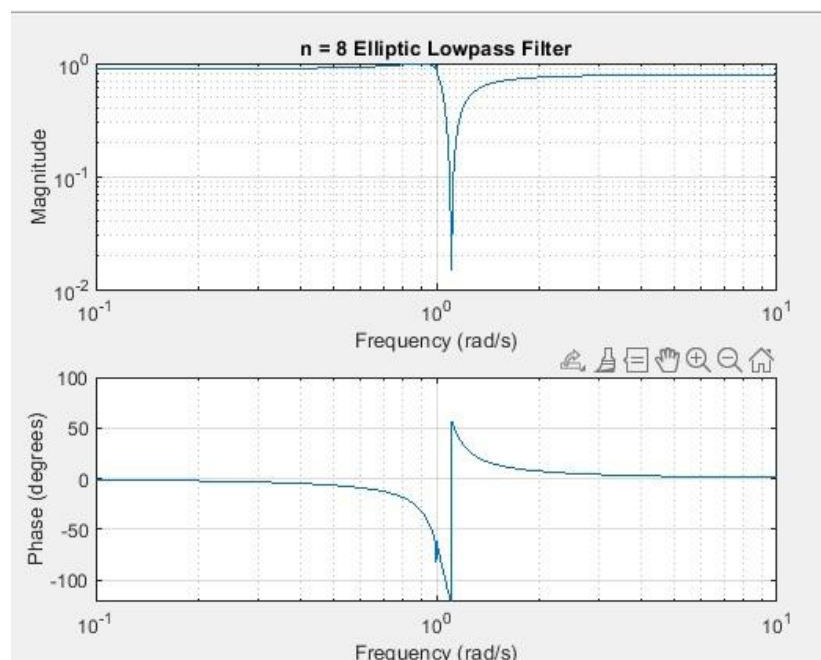


Рисунок 4 – Частотные характеристики прототипа фильтра

Частотные характеристики полученного цифрового фильтра показаны на рисунке 5.

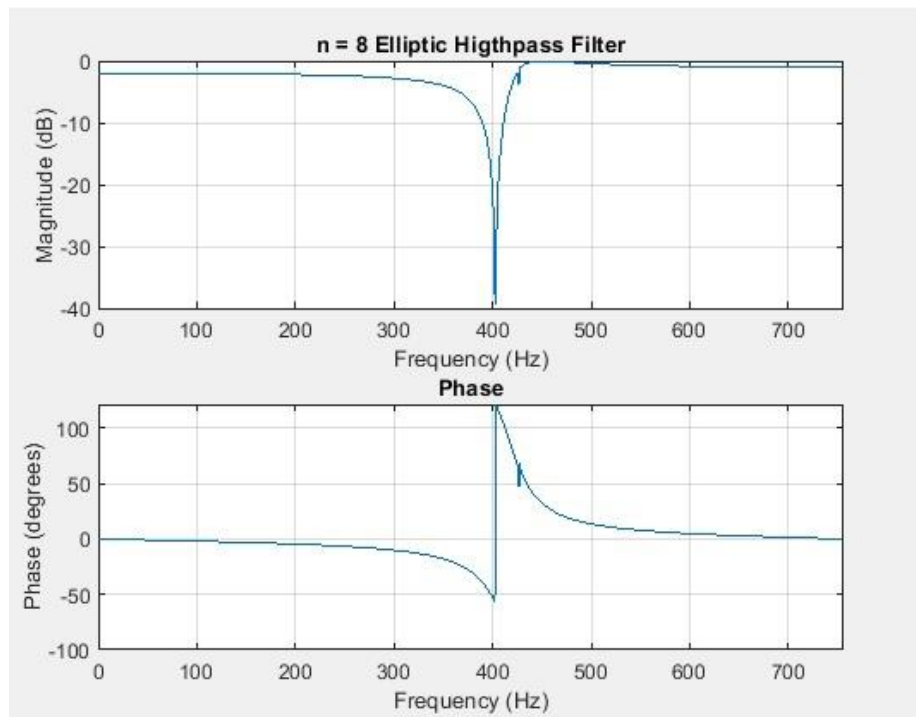


Рисунок 5 – Частотные характеристики эллиптического фильтра

Графики сигналов на входе и выходе фильтра показаны на рисунках 6-7.

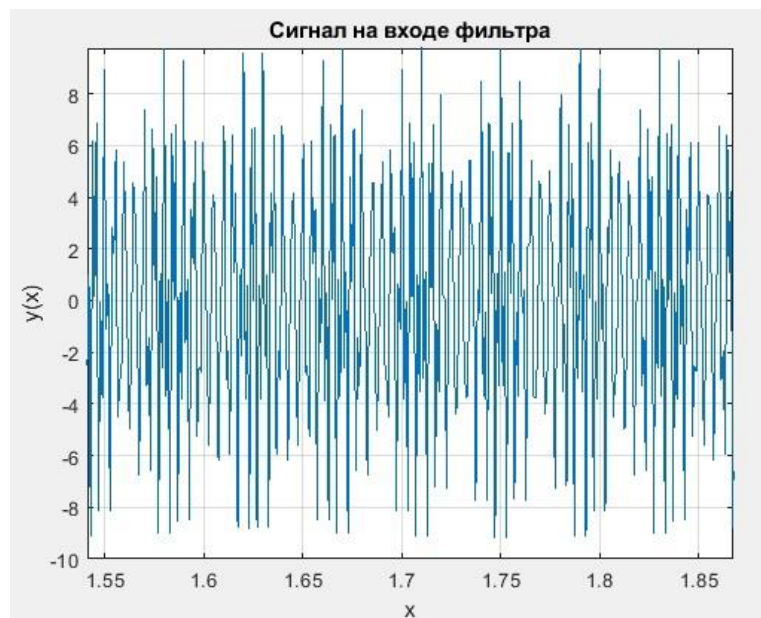


Рисунок 6 – Сигнал на входе фильтра

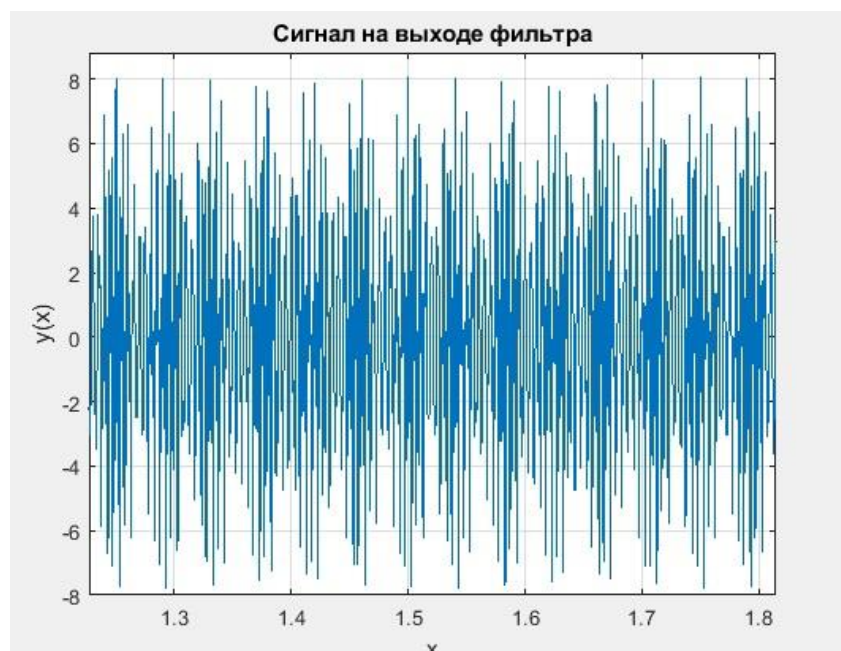


Рисунок 7 – Сигнал на выходе фильтра

График сигнала, лежащего в полосе пропускания фильтра, и сигнала на выходе фильтра показан на рисунке 8.

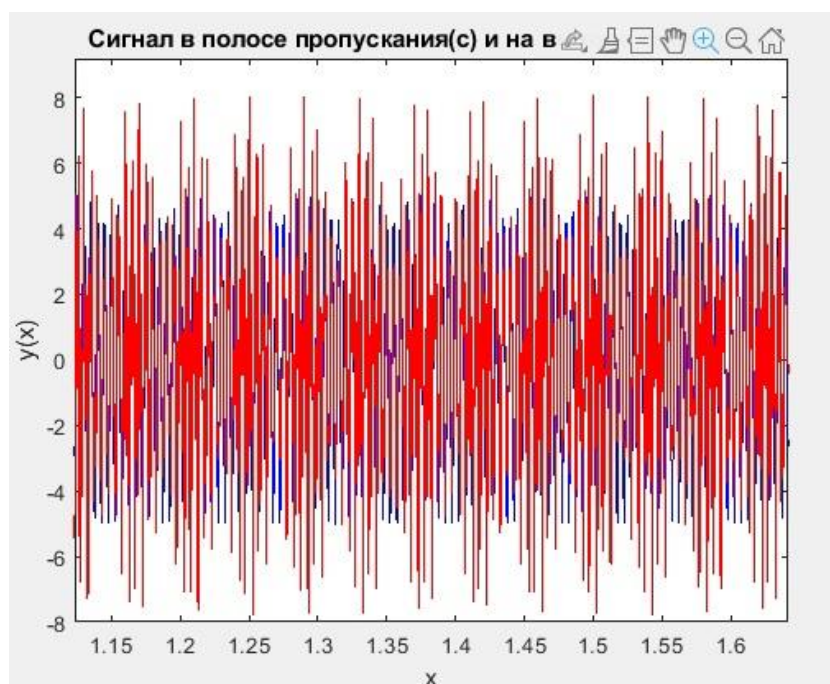


Рисунок 8 – График сигнала в полосе пропускания и на выходе фильтра

Графики групповой и фазовой задержки цифрового фильтра показаны на рисунках 9-10.

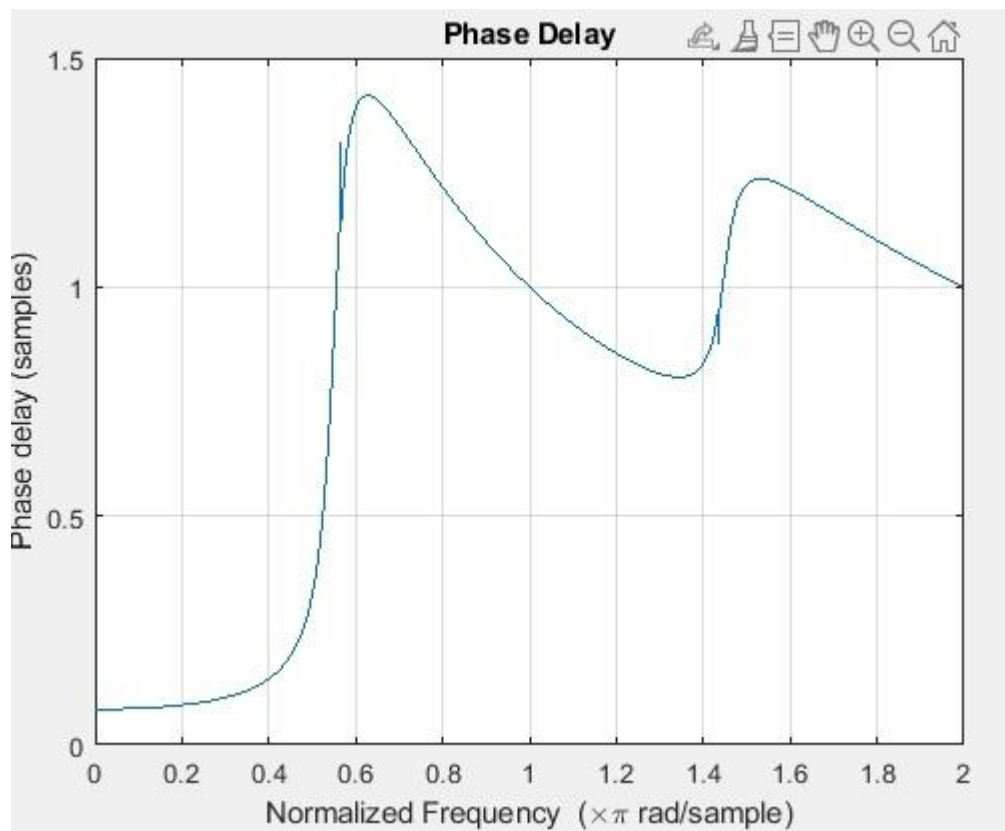


Рисунок 9 – График групповой задержки фильтра

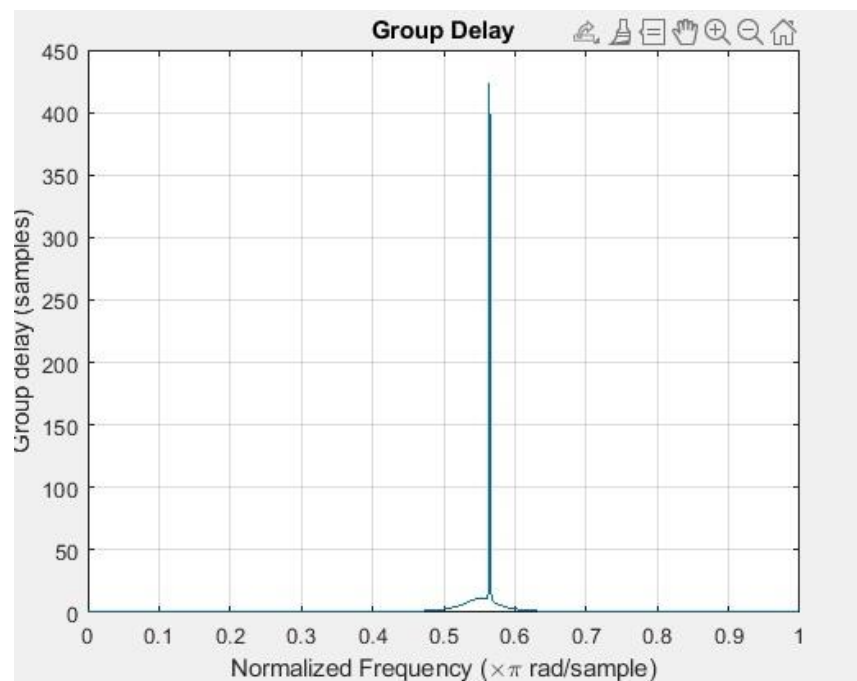


Рисунок 10 – График фазовой задержки фильтра

Графики зашумлённого сигнала на входе и выходе фильтра показаны на рисунках 11-12.

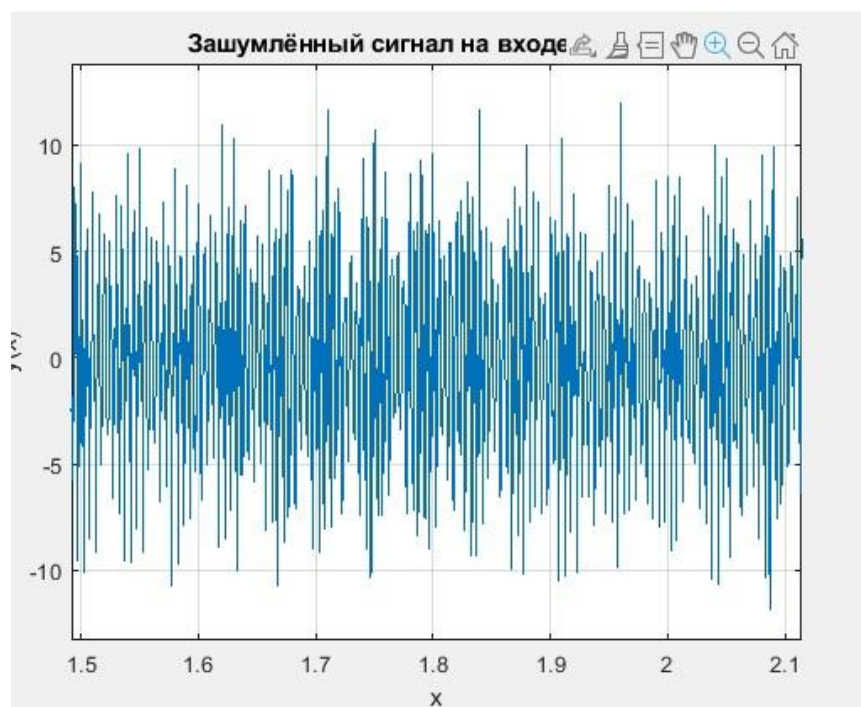


Рисунок 11 – Зашумлённый сигнал на входе фильтра

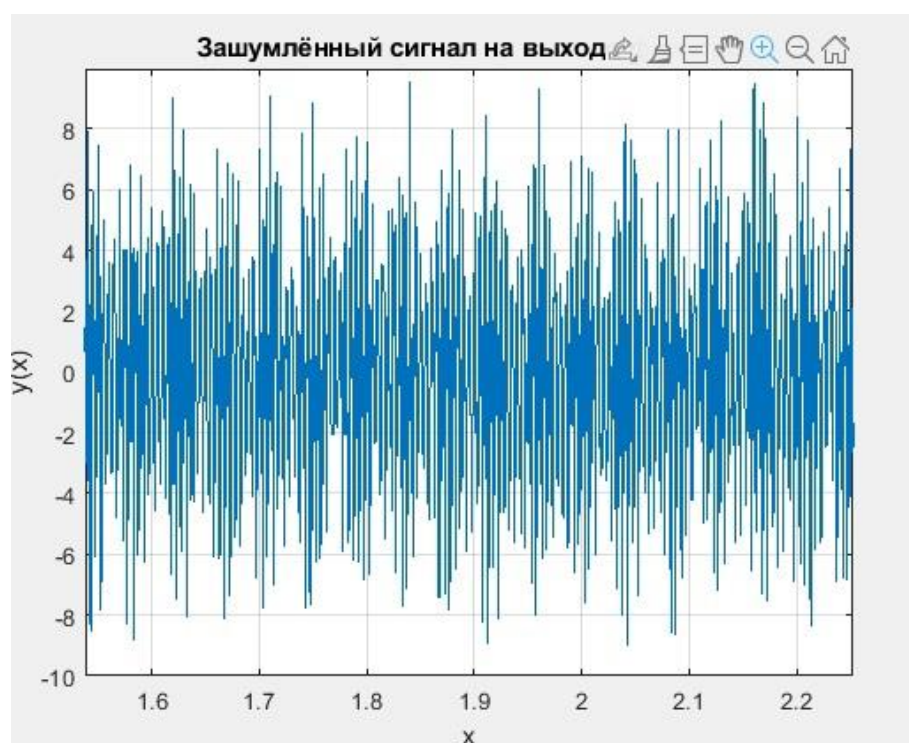


Рисунок 12 – Зашумлённый сигнал на выходе фильтра

График сигнала, лежащего в полосе пропускания фильтра, и зашумлённого сигнала на выходе фильтра показан на рисунке 13.

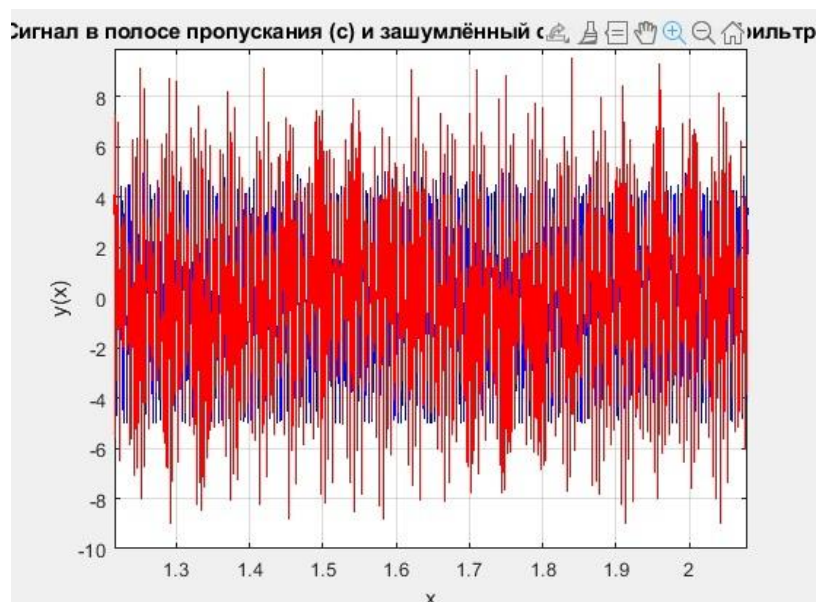


Рисунок 13 - График сигнала в полосе пропускания и на выходе фильтра

График сигнала на выходе полосового фильтра показан на рисунке 14.

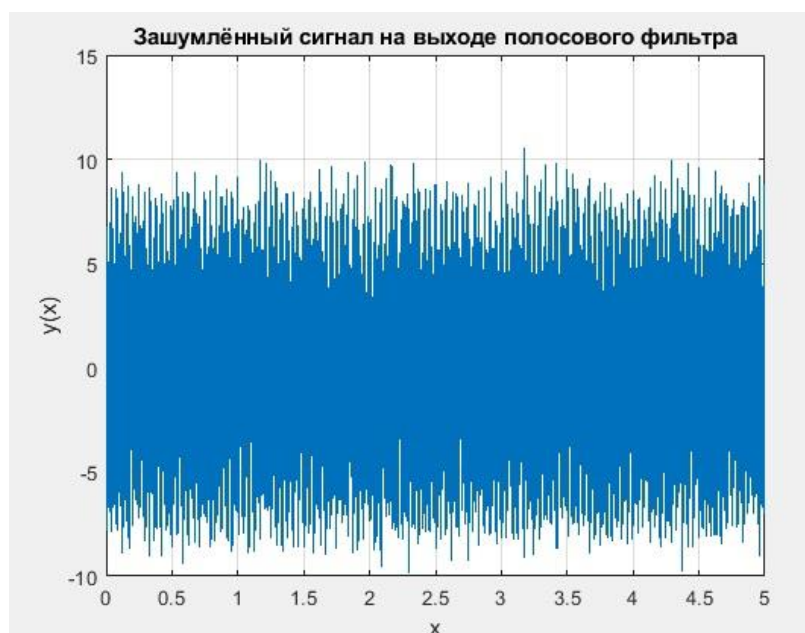


Рисунок 14 – Сигнал на выходе полосового фильтра

Выводы: были изучены методы расчёта цифровых фильтров, фильтрации сигналов, построения графиков частотных характеристик и задержек с помощью пакета компьютерного моделирования MATLAB.