# Лабораторная работа №7

Иващенко О.В. МСУ201

июнь 2021 г.

В данной работе демонстрируется фильтрация сигнала ФНЧ с «окном Пантелеева». В качестве сигнала возьмём двухтональный сигнал с шумом, для чего пропустим «белый шум» через ФВЧ Баттерворта 2-го порядка с частотой среза 4 кГц:

 

Рис 1. Получение исходного сигнала

В итоге получим сигнал со следующим спектром:



Рис 2. Спектр изучаемого сигнала

 

Рис 3. Импульсная и частотная характеристики фильтра Пантелеева

## Способ 1

Как известно, импульсная и частотная характеристики фильтров связаны преобразованием Фурье. Выполнив поэлементное произведение АЧХ фильтра на спектр исходного сигнала, получим «отфильтрованный сигнал»:

 

Рис 4. Спектр и осциллограмма сигнала после прохождения ФНЧ Пантелеева.

## Способ 2

Как известно, результат прохождения сигнала *x(t)* через *линейный* фильтр с импульсной характеристикой *h(t)* можновычислить через их свёртку:

В MATLAB эта операция выполняется функцией *conv*.

Результат получится тем же:



Рис 5. Результат фильтрации свёрткой

Далее приводится исходный код программы на MATLAB.

% Фильтрация сигнала «фильтром Пантелеева». Иващенко О.В., июнь 2021 г.

clc;

clear;

clf('reset');

N=1024;

Fd = 10000; % частота дискретизации 10 кГц

Td = 1/Fd; % период дискретизации, c

ff = Fd\*[-N/2+1:N/2]/N;

% соберём фильтр верхних частот с частотой среза 4 кГц

N2 = N/2 - 1;

w0 = 2\*pi\*4000;

w = 2\*pi\*Fd\*[0:N2]/N2;

H = j\*w ./ (j\*w+w0);

H = H .\* H;

H = [H flip(H)]; % ФВЧ 2-го порядка

f = 2\*randn([1,N]); % чистый шум

F = fft(f) .\* H; % отфильтруем шум

plot(abs(F)); % спектр шума

plot(f)

legend({'Белый шум'},'Location','northwest')

plot(ff, abs(fftshift(H)))

legend({'АЧХ чильтра'},'Location','northwest')

t=[0:N-1];

f = real(ifft(F)) + 0.3\*sin(2\*pi\*t/20) + sin(2\*2\*pi\*(t+20)/20);

plot(f(1:100)) % исходный сигнал

legend({'Исходный сигнал '},'Location','northwest')

F = fft(f); % спектр сигнала с шумом

plot(ff, abs(fftshift(F)));

legend({'Спектр сигнала с шумом'},'Location','northwest')

% способ 1. через импульсную характеристику фильтра

W0 = 2\*pi\*2000; % частота среза фильтра 2 кГц

td = Td \* [-N/2+1:N/2];

W0 = W0/ sqrt(2);

h = W0 \* exp(-W0 \* abs(td)) .\* (cos(W0 \* td) + sin(W0 \* abs(td))) / 2;

h = h / Fd;

plot(h(4\*N/10:6\*N/10))

legend({'Импльсная характеристика'},'Location','southwest')

H = fft(h);

plot(ff, abs(fftshift(H)))

legend({'АЧХ чильтра'},'Location','northwest')

% фильтрация фильтром Пантелеева сигнала с шумом

F2 = F .\* H;

plot(ff, abs(fftshift(F2)))

legend({'Спектр отфильтрованного сигнала'},'Location','northwest')

f2 = fftshift(ifft(F2));

plot(f2(1:300))

% способ 2. через свёртку

hc = nonzeros(h)';

f\_ma = conv(f, hc); % свёртка сигнала с импульсной хар-кой

plot(f\_ma(N/2:4\*N/3));