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

Телекоммункационные технологии

Отчет по лабораторной работе №1
Сигналы телекоммуникационных систем

Работу выполнил:
Соболь В.О.
Группа: 33501/4
Преподаватель:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы

Познакомиться со средствами генерации и визуализации сигналов.

2. Программа работы

В коммандном окне MATLAB и в среде Simulink промоделировать сигналы из Главы 3, сс. 150-170 (А.Б. Сергиенко Цифровая обработка сигналов).

3. Теоретическая информация

Основной задачей цифровой обработки сигналов является переход от аналогового сигнала, который является непрерывной функцией времени, к дискретному сигналу. Для этого задаются частотой дискретизации, на её основе формируют временной ряд и считают значения сигнала в дискретные моменты времени (отсчёты).

При анализе сигналов часто используют спектр сигнала. Для получения спектра сигнал, который является функцией времени, переводят в функцию частоты. Для этого используется преобразование Фурье.

4. Ход выполнения работы

4.1. Визуализация дискретного сигнала

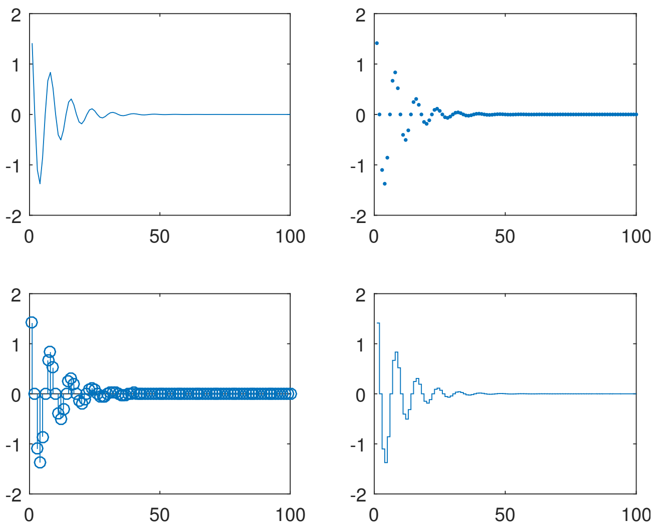

Рисунок 4.1. Различные виды представления дискретного сигнала

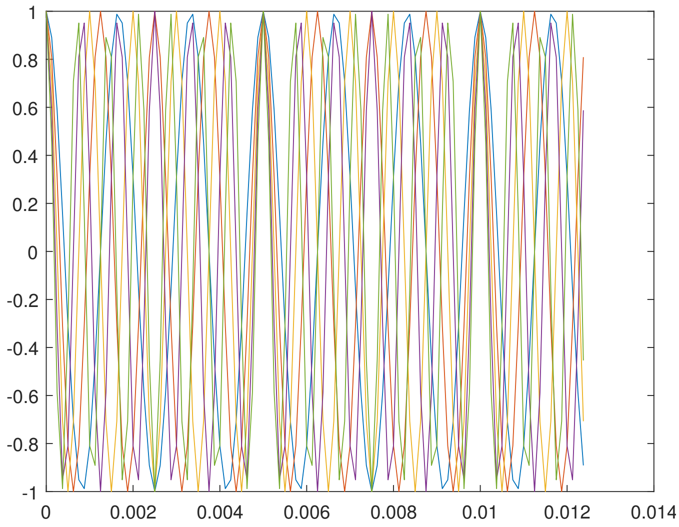

Рисунок 4.2. Многоканальный сигнал

4.2. Генерация кусочных зависимостей

Моделирование отсчётов сигнала, который описывается разными функциями для разных промежутков времени.

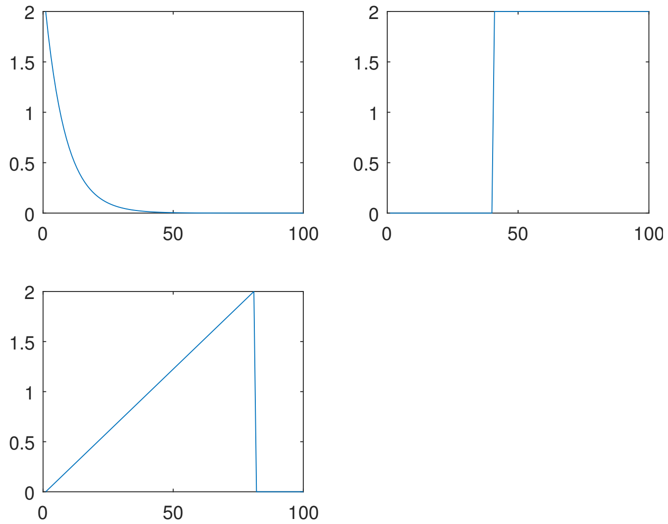

Рисунок 4.3. Одиночные импульсы

4.2.1. Прямоугольный импульс

$$y = \begin{cases} 1, & \text{если } -\frac{width}{2} \le t < \frac{width}{2} \\ 0, & \text{если } t < -\frac{width}{2}, t \ge \frac{width}{2} \end{cases} \tag{1}$$

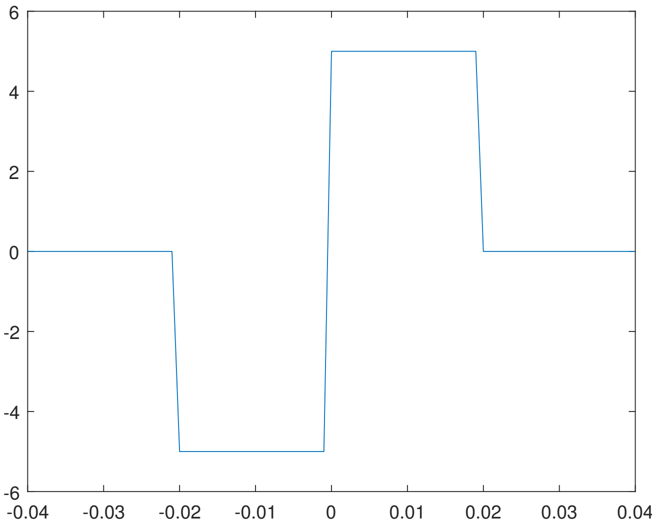

Рисунок 4.4. Прямоугольный импульс

4.2.2. Треугольный импульс

$$y = \begin{cases} \frac{2t+width}{width(skew+1)}, & -\frac{width}{2} \leq t < \frac{width*skew}{2} \\ \frac{2t-width}{width(skew-1)}, & \frac{width*skew}{2} \leq t < \frac{width}{2} \\ 0, & |t| > \frac{width}{2} \end{cases} \quad (2)$$

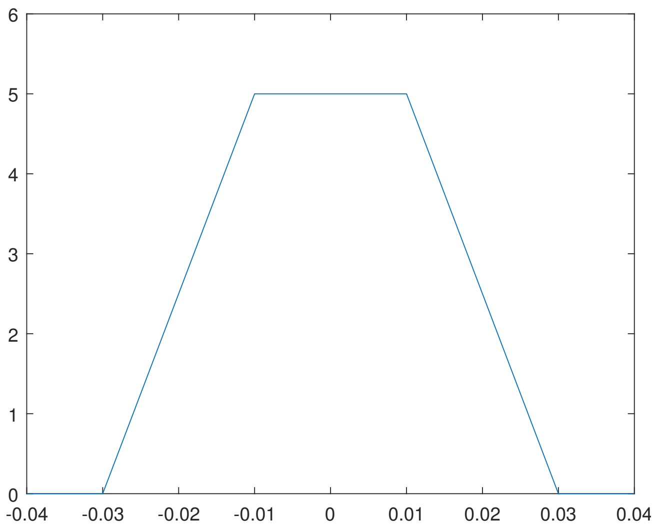

Рисунок 4.5. Треугольный импульс

4.2.3. Импульс с ограниченной полосой частот

Сигнал имеет прямоугольный, то есть ограниченный по частоте спектр.

$$y = \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \quad (3)$$

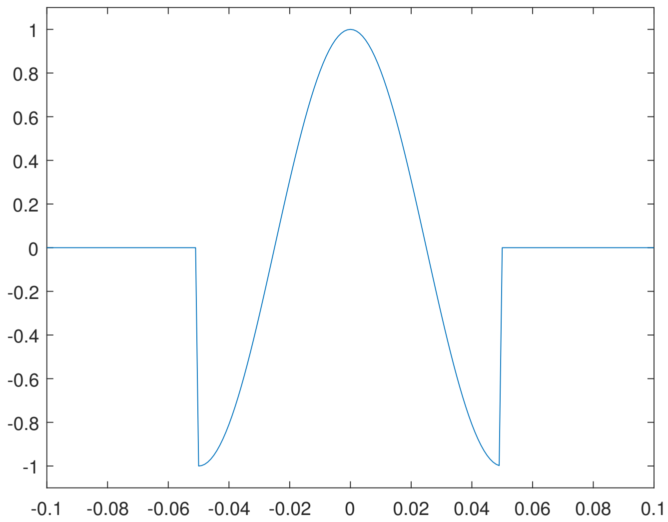

Рисунок 4.6. Ограниченный по частоте импульс

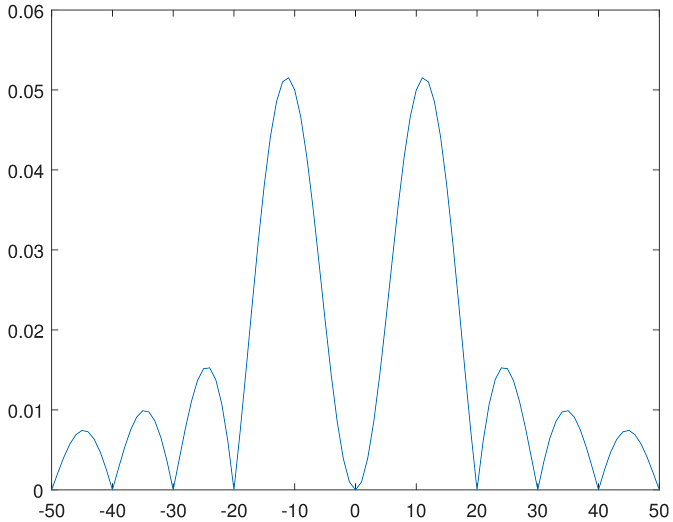

Рисунок 4.7. Амплитудный спектр сигнала

4.2.4. Импульс Гаусса

$$y = \exp(-\alpha t^2)\cos(2\pi f t) \tag{4}$$

$$\alpha = -\frac{5(2\pi f * bw)^2}{bwr * \log 10} \tag{5}$$

В этих формулах: t - значение времени, f - несущая частота, bw - относительная ширина спектра, bwr - уровень в децибелах, покоторому производится измерение ширины спектра.

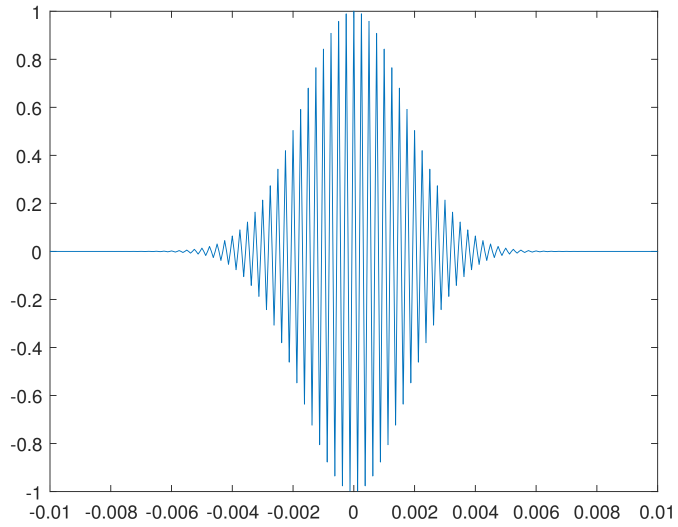

Рисунок 4.8. Импульс Гаусса

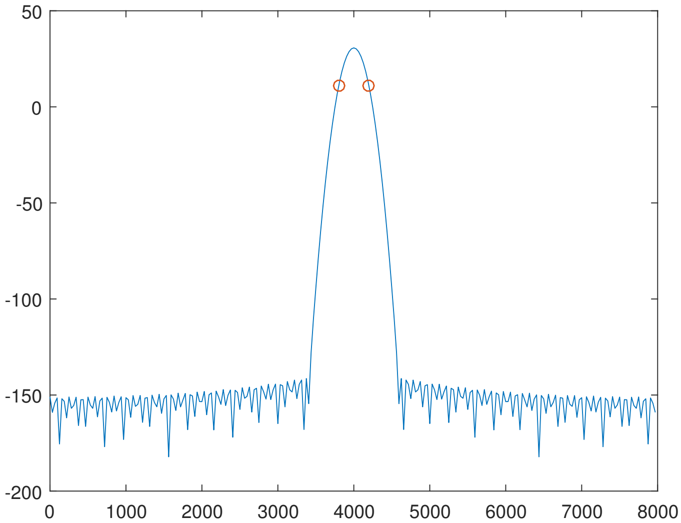

Рисунок 4.9. Амплитудный спектр сигнала

4.3. Генерация последовательности импульсов

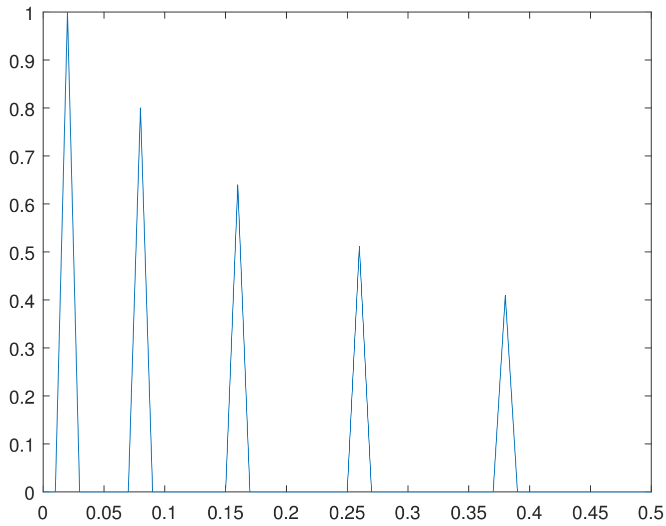

Рисунок 4.10. Последовательность треугольных импульсов

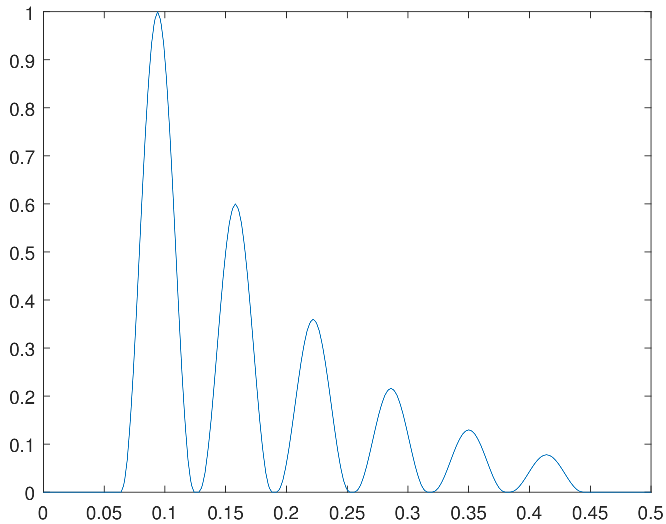

Рисунок 4.11. Последовательность синусоидальных импульсов

4.3.1. Последовательность прямоугольных импульсов

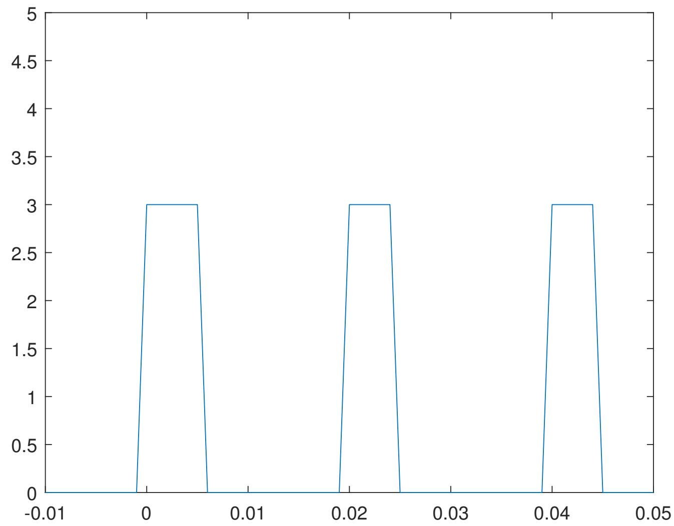

Рисунок 4.12. Последовательность прямоугольных импульсов

4.3.2. Последовательность треугольных импульсов

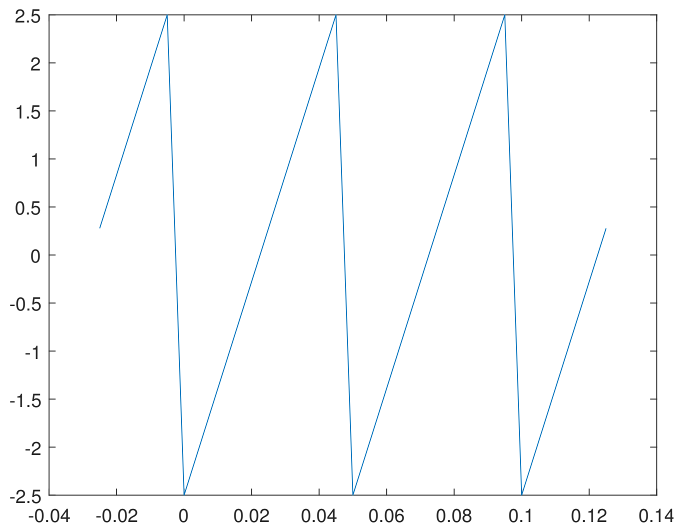

Рисунок 4.13. Последовательность треугольных импульсов

4.3.3. Функция Дирихле

$$diric(x) = \frac{\sin(nx/2)}{n\sin(x/2)} \tag{6}$$

В этой функции n - целое положительное число и определяет порядок.
Вид функции дирихле при нечётном порядке (n = 7)

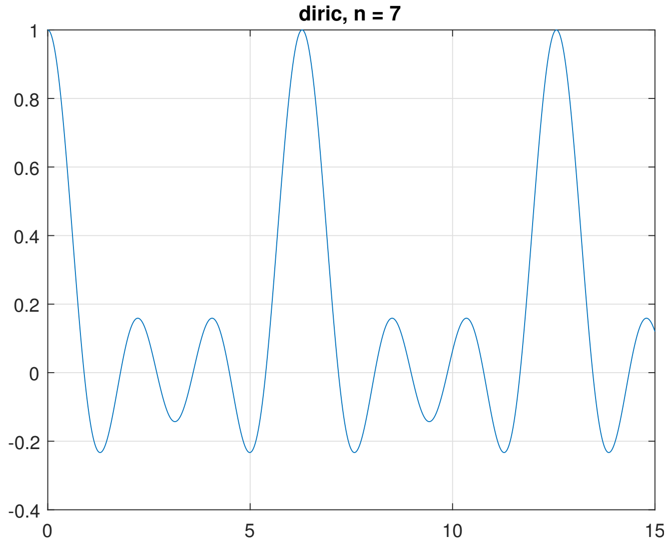

Рисунок 4.14. Функция Дирихле при n = 7

Вид функции дирихле при чётном порядке (n = 8)

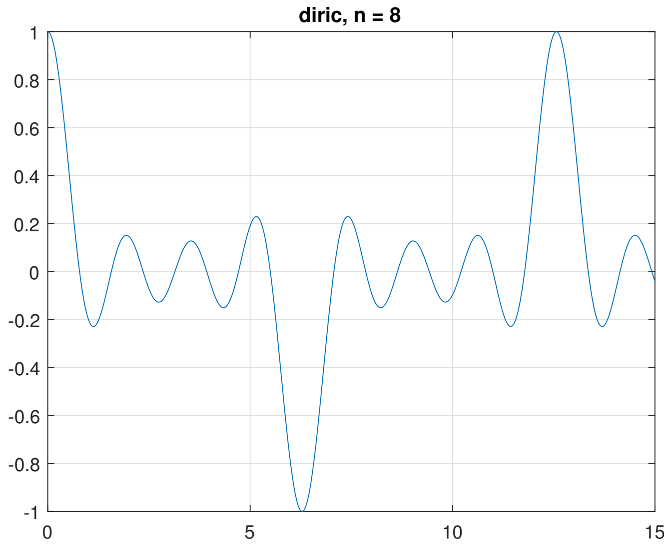

Рисунок 4.15. Функция Дирихле при n = 8

4.4. Сигнал с меняющейся частотой

Сигналы разделяются по типу зависимости мгновенной частоты от времени.

4.4.1. Линейная зависимость

$$f(t) = f_0 + \beta t \tag{7}$$

$$\beta = \frac{f_1 - f_0}{t_1} \tag{8}$$

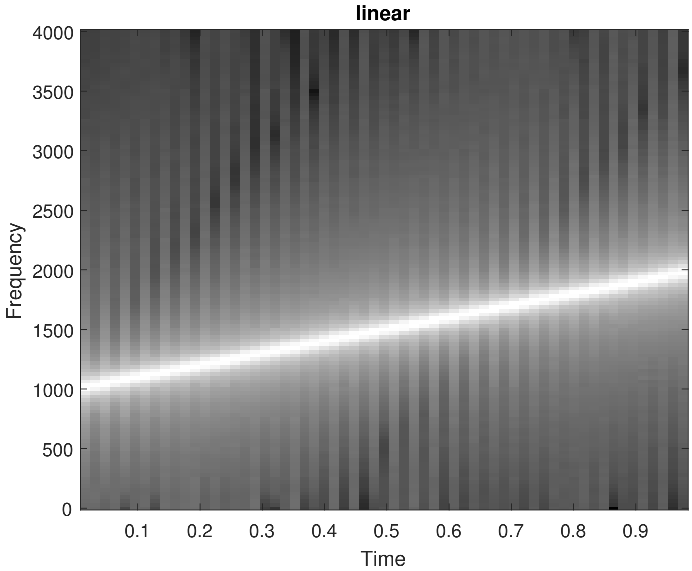

Рисунок 4.16. Спектр сигнала при линейной зависимости

4.4.2. Квадратичная зависимость

$$f(t) = f_0 + \beta t^2 \tag{9}$$

$$\beta = \frac{f_1 - f_0}{t_1^2} \tag{10}$$

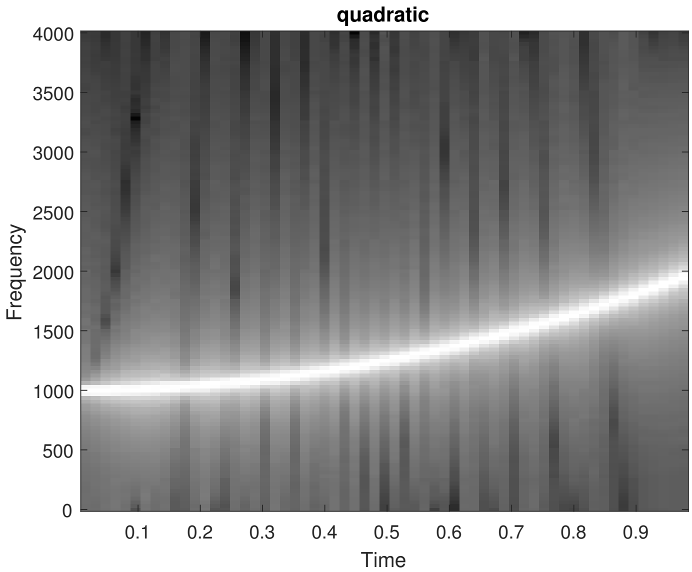

Рисунок 4.17. Спектр сигнала при квадратичной зависимости

4.4.3. Экспоненциальная зависимость

$$f(t) = f_0 + \exp(\beta t) \tag{11}$$

$$\beta = \frac{\ln(f_1 - f_0)}{t_1} \tag{12}$$

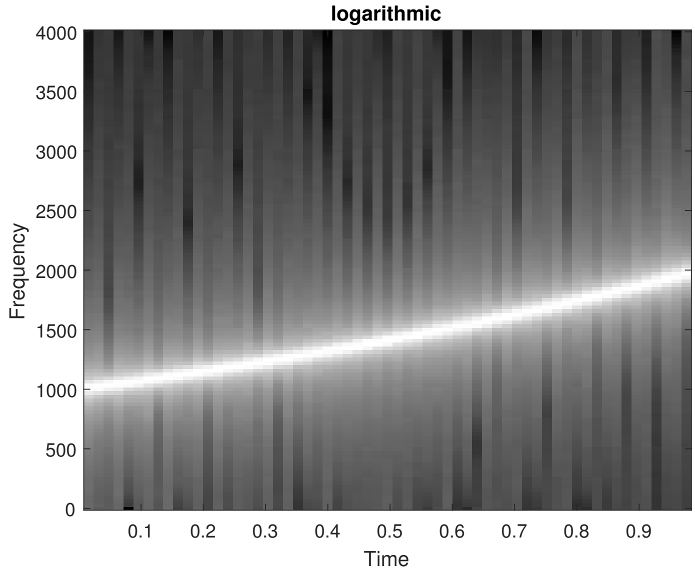

Рисунок 4.18. Спект сигнала при экспоненциальной зависимости

5. Вывод

В ходе работы были рассмотрены различные способы визуализации сигналов, способы получения спектра сигнала и методы генерации сигналов с разнообразными характеристиками. Так же были рассмотрены сигналы различного вида.

6. Приложение

6.1. Листинг

Листинг 1: lab1.m

```
close all;
clc;

Fs = 8e3;
t = 0:1/Fs:1;
t = t';

A = 2;
f0 = 1e3;
phi = pi/4;
s1 = A*cos(2*pi*f0*t+phi);
alpha = 1e3;
s2 = exp(-alpha*t).*s1;

figure();
subplot(2,2,1);
plot(s2(1:100));

subplot(2,2,2);
plot(s2(1:100),'.');

subplot(2,2,3);
stem(s2(1:100));

subplot(2,2,4);
stairs(s2(1:100));

figure();
plot(t(1:100),s2(1:100))



f = [600 800 1000 1200 1400];
s3 = cos(2*pi*t*f);

figure();
plot(t(1:100),s3(1:100,:))

T = 10e-3;
s_exp = zeros(size(t));
inds = (t >= 0);
s_exp(inds) = A*exp(-alpha*t(inds));

s_rect = zeros(size(t));
s_rect(abs(t) >= T/2) = A ;

s_asym = zeros(size(t));
inds = (t>=0)&(t<=T);
s_asym(inds) = A * t(inds)/T;

figure();
subplot(2,2,1);
plot(s_exp(1:100));

```

```
subplot(2,2,2);
plot(s_rect(1:100));

subplot(2,2,3);
plot(s_asym(1:100));


Fs = 1e3;
t = -40e-3:1/Fs:40e-3;
T = 20e-3;
A=5;
s=-A*rectpuls(t+T/2,T)+A*rectpuls(t-T/2,T);

figure()
plot(t,s)
ylim([-6 6])

T2 = 60e-3;
s=A*(T2*tripuls(t,T2)-T*tripuls(t,T))/(T2-T);

figure()
plot(t,s)

t = -0.1:1/Fs:0.1;
f0 = 10;
T = 1/f0;
s = rectpuls(t,T).*cos(2*pi*f0*t);
f = -50:50;
sp = T/2*(sinc((f-f0)*T)+sinc((f+f0)*T));

figure()
plot(t,s)
ylim([-1.1,1.1])
figure()
plot(f,abs(sp))



Fs = 16e3;
t=-10e-3:1/Fs:10e-3;
Fc=4e3;
bw=0.1;
bwr = -20;
s=gauspuls(t,Fc,bw,bwr);
Nfft = 2^nextpow2(length(s));
sp = fft(s,Nfft);
spdb = 20*log10(abs(sp));
f = (0:Nfft-1)/Nfft*Fs;
spmaxdb = 20*log10(max(abs(sp)));
edges = Fc*[1-bw/2 1+bw/2];
figure()
plot(t,s)
figure()
plot(f(1:Nfft/2),spdb(1:Nfft/2))
hold on
plot(edges,spmaxdb([1 1])+bwr,'o')
hold off


fs = 1e3;
```

```
t = 0:1/fs:0.5;
tau = 20e-3;
d = [20 80 160 260 380]' * 1e-3;
d(:,2) = 0.8.^(0:4)';
y = pulstran(t,d,'tripuls',tau);
figure()
plot(t,y)


fs0 = 400;
tau = 60e-3;
t0 = 0:1/fs0:tau;
s0 = sin(pi*t0/tau).^2;

fs = 1e3;
t = 0:1/fs:0.5;
d = (1:6)'*64e-3;
d(:,2) = 0.6.^(0:5)';
y = pulstran(t,d,s0,fs0);
figure()
plot(t,y)


Fs = 1e3;
t=-10e-3:1/Fs:50e-3;
a=3;
f0=50;
tau=5e-3;
s = (square(2*pi*t*f0,f0*tau*100)+1)*a/2;
figure()
plot(t,s)
ylim([0 5])


t=-25e-3:1/Fs:125e-3;
a=5;
T = 50e-3;
t1 = 5e-3;
s = (sawtooth(2*pi*t/T,1-t1/T))*a/2;

figure()
plot(t,s)


x = 0:0.01:15;
figure()
plot(x,diric(x,7))
grid on
title('diric, n = 7')
figure()
plot(x,diric(x,8))
grid on
title('diric, n = 8')


fs = 8e3;
t = 0:1/fs:1;
f0=1e3;
t1 = 1;
f1 = 2e3;
```

```
s1 = chirp(t,f0,t1,f1,'linear');
s2 = chirp(t,f0,t1,f1,'quadratic');
s3 = chirp(t,f0,t1,f1,'logarithmic');

figure()
specgram(s1,[],fs)
title('linear')
colormap gray

figure()
specgram(s2,[],fs)
title('quadratic')
colormap gray

figure()
specgram(s3,[],fs)
title('logarithmic')
colormap gray
```