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

Телекоммуникационные технологии

Отчет по лабораторной работе №1
Сигналы телекоммуникационных систем

Работу выполнил:
Ерниязов Т.Е.
Группа: 33501/3
Преподаватель:
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
2017

Содержание

1. Цель работы

Познакомиться со средствами генерации и визуализации простых сигналов.

2. Программа работы

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

3. Теоретическая информация

Сигнал - это зависимость одной величины от другой.

Классификация сигналов:

Различают детерминированные и случайные сигналы. Детерминированный сигнал полностью известен - его значение в любой момент времени можно определить точно. Случайный сигнал в любой момент времени представляет собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью.

Другой класс сигналов - сигналы с интегрируемым квадратом (с ограниченной энергией). Для таких сигналов s(t) выполняется соотношение $\int_{-\infty}^{\infty} s(t)dt$

Еще один признак классификации - периодичность. Для периодичных сигналов $s(t) = s(t + nT)$ для любого t.

Также выделяются сигналы конечной длительности - отличные от нуля на ограниченном промежутке времени.

Для генерации одиночных импульсов в MATLAB используются функции:

- rectpuls — прямоугольный импульс
- tripuls — треугольный импульс
- sinc — импульс $sin(\pi t)/(\pi t)$
- gauspuls — радиоимпульс с гауссовой огибающей
- pulstran — последовательность из конечного числа импульсов произвольной формы

  Следующие функции позволяют формировать периодические последовательности импульсов: square — прямоугольные; sawtooth — треугольные; diric — функция Дирихле.

  Функция Дирихле имеет следующий вид: $diric(x) = \frac{sin(nx/2)}{nsin(x/2)}$

  Функция chirp предназначена для генерации колебаний с единичной амплитудой, мгновенная частота которых меняется по заданному закону.

4. Ход выполнения работы

4.1. Расчет временных функций

Визуализация затухающих колебаний с частотой дискретизации 8Кгц:

Листинг 1: Расчет временных функций

```
Fs = 8e3;
t = 0:1/Fs:1;
t = t';
T = 50;
A = 2;
f0 = 1e3;
T = 1/f0;
phi = pi/4;
s1 = A * cos(2*pi*f0*t+phi);
alpha = 1e3;
s2 = exp(-alpha*t).*s1;
subplot(2,2,1):plot(t(1:100), s2(1:100))
subplot(2,2,2):plot(t(1:100), s2(1:100), '.')
subplot(2,2,3):stem(t(1:100), s2(1:100))
subplot(2,2,4):stairs(t(1:100), s2(1:100))
f = [600 800 1000 1200 1400];
s3 = cos(2*pi*t*f);
figure;
subplot(1, 1, 1)
plot(t(1:100), s3(1:100,:))
```

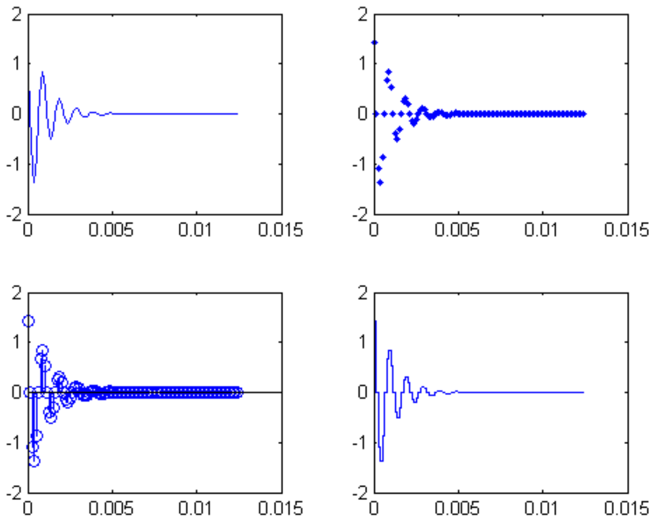

Рисунок 4.1. Расчет временных функций

4.2. Генерация одиночных импульсов:

В пакете Signal Processing имеется ряд специальных функций, генерирующих одиночные сигналы.

Прямоугольный импульс

Листинг 2: Прямоугольный импульс

```
width = 1;
y = rectpuls(t, width)
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);
plot(t,s)
ylim([-6 6])
```

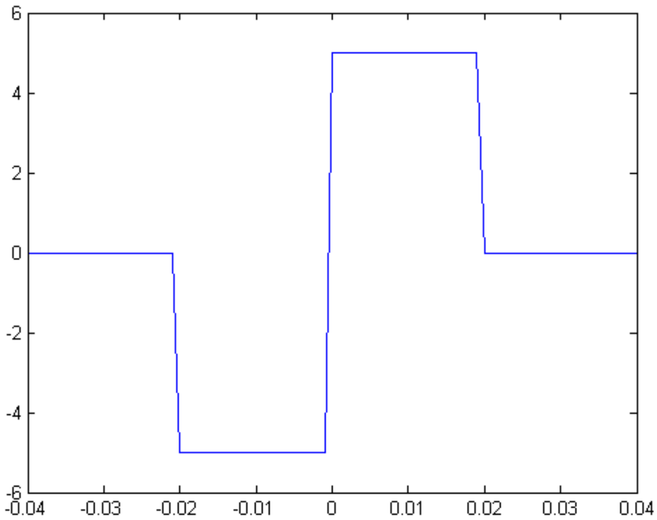

Рисунок 4.2. Прямоугольный импульс

Треугольный импульс

Листинг 3: Треугольный импульс

```
skew = 0;
y = tripuls(t,width, skew)
Fs = 1e3;
t = -50e-3:1/Fs:50e-3;
A = 10;
T1 = 1e-3;
T2 = 60e-3;
s = A*(T2*tripuls(t,T2) - T1*tripuls(t, T1))/(T2-T1);
plot(t,s)
```

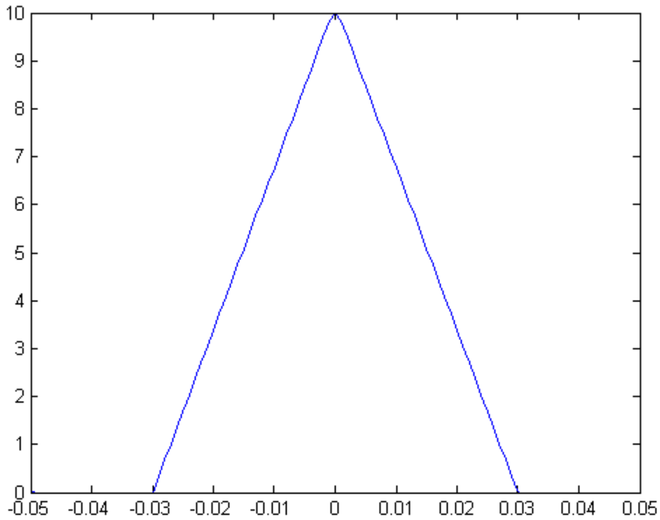

Рисунок 4.3. Треугольный импульс

Импульс с ограниченной полосой частот

Листинг 4: Функция sinc

```
Fs = 1e3;
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));
plot(t,s)
```

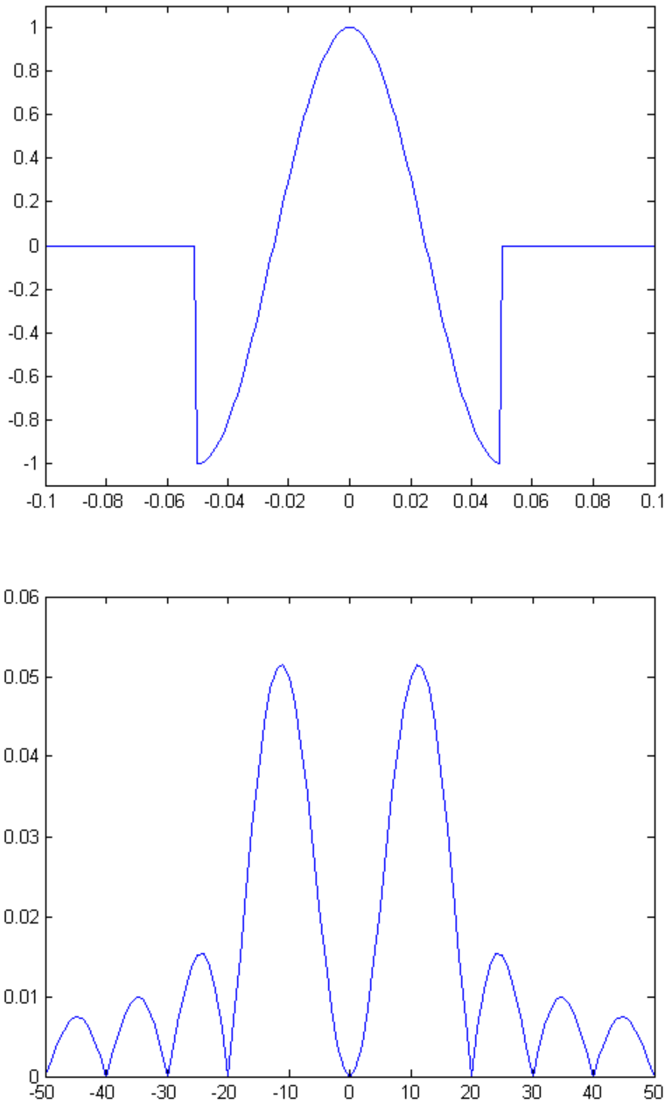

Рисунок 4.4. Короткий радиоимпульс и его амплитудный спектр, постронный с помощью sinc

Гауссов радиоимпульс

Листинг 5: Гауссов радиоимпульс

```
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);
sp_dB = 20*log10(abs(sp));
f = (0:Nfft-1)/Nfft*Fs;
plot(t,s)
```

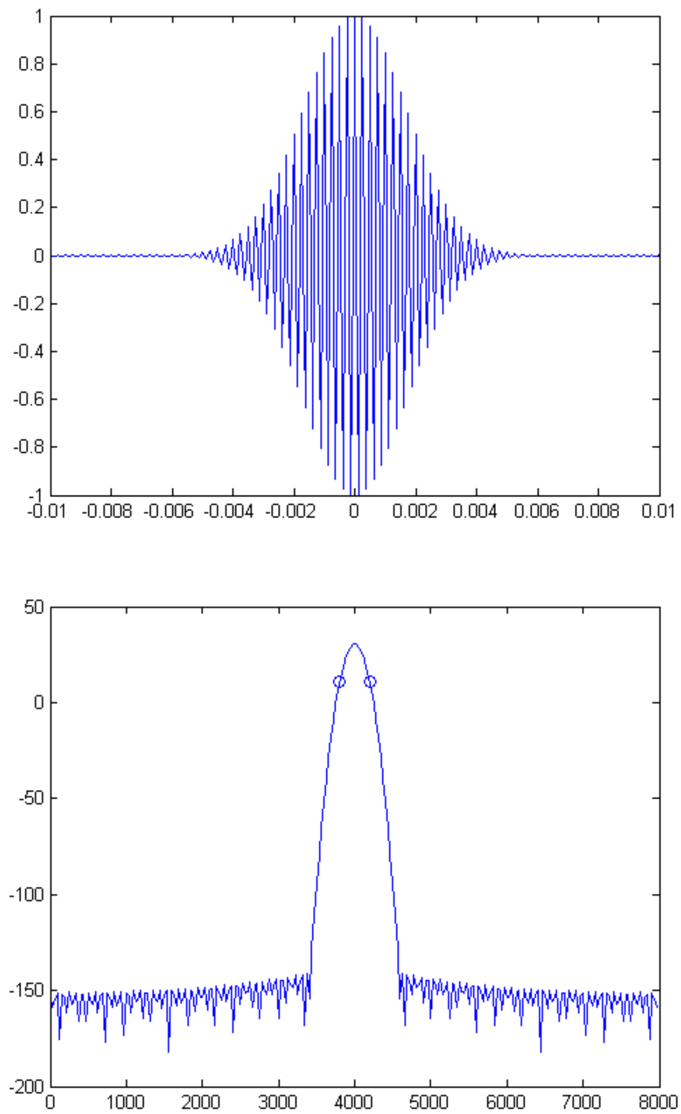

Рисунок 4.5. Гауссов радиоимпульс и его амплитудный спектр

4.3. Генерация последовательности импульсов:

Функция pulstran. служит для генерации конечной последовательности импульсов одинаковой формы с произвольно задаваемыми задержками и уровнями. Импульсы могут задаваться как именем функции, так и уже рассчитанным вектором отсчетов. Сформируем последовательность из пяти симметричных треугольных импульсов, интервалы между ко- торыми линейно увеличиваются, а амплитуды экспоненциально уменьшаются. Частота дискретизации 1 кГц, а длительность - 20 мс.

Листинг 6: Последовательности импульсов

```
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);
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);
plot (t, y)
```

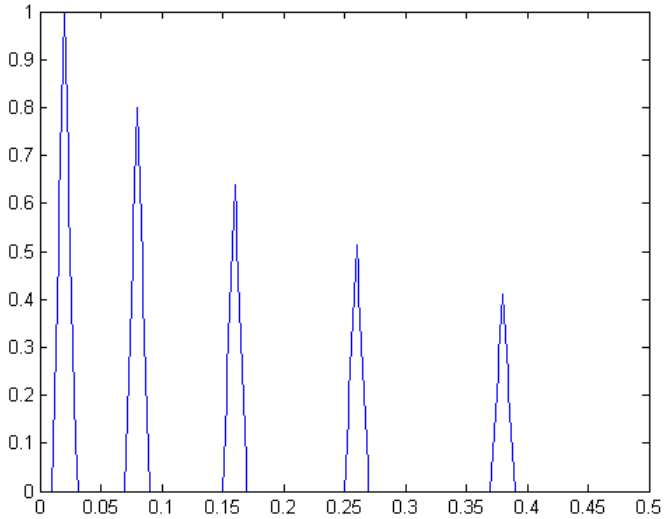

Рисунок 4.6. Последовательность треугольных импульсов

Сформируем последовательность из шести симметричных импульсов, имеющих форму одного периода функции sin^2.

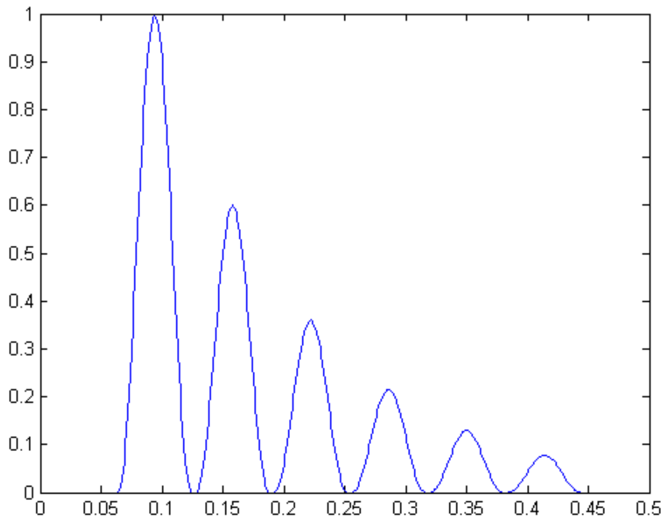

Рисунок 4.7. Последовательность импульсов sin^2

4.4. Функции для последовательности импульсов:

Для формирования периодических сигналов различной формы используются функции: square - последовательность прямоугольных импульсов. sawtooth - последовательность треугольных импульсов. diric - функция Дирихле.

Функция square

Листинг 7: Периодический прямоугольный сигнал

```
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;
plot(t,s)
ylim([0 5])
```

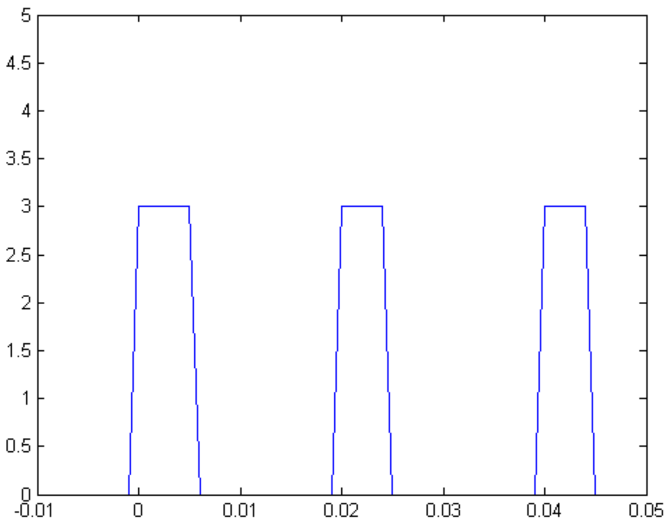

Рисунок 4.8. Периодический прямоугольный сигнал

Функция sawtooth

Листинг 8: Периодический треугольный сигнал

```
t = -25e-3:1/Fs:125e-3;
A = 5;
T = 50e-3;
t1 = 5e-3;
s = (sawtooth(2*pi*t/T, 1-t1/T)-1)*A/2;
plot(t,s)
% 10
```

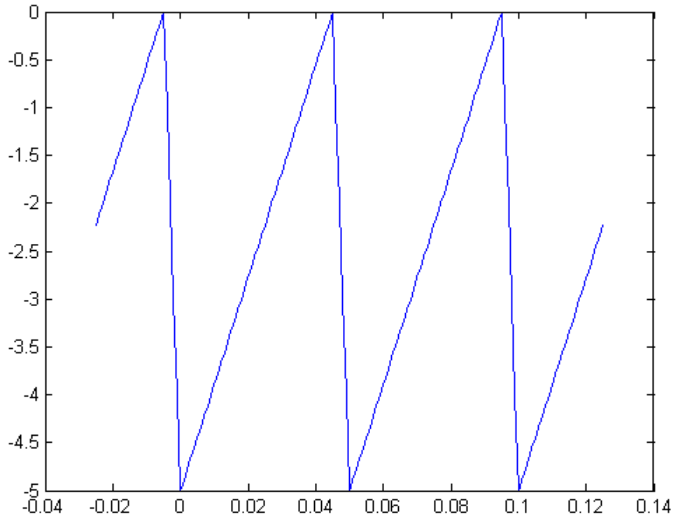

Рисунок 4.9. Периодический треугольный сигнал

Функция diric

Листинг 9: Функция Дирихле

```
plot(x,diric(x,7))
grid on
title('n = 7')
figure;
plot(x, diric(x,8))
grid on
title('n = 8')

% 11
```

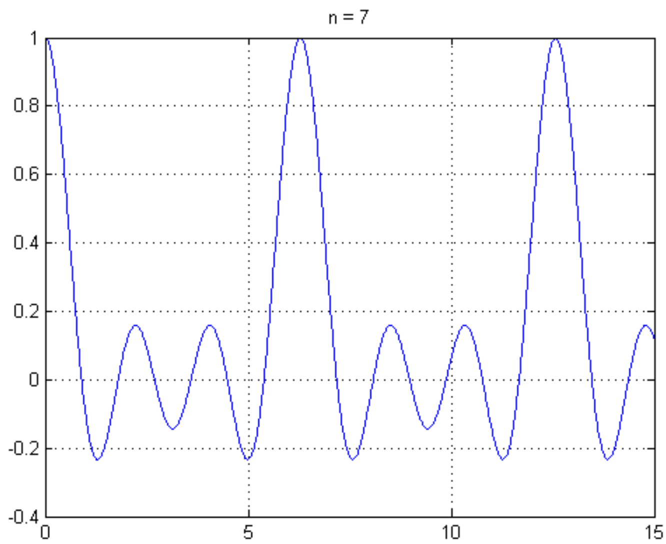

Рисунок 4.10. Функция Дирихле при n = 7

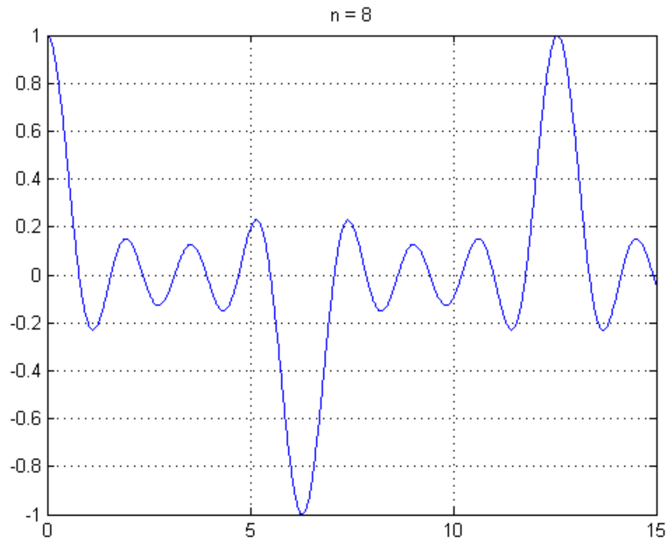

Рисунок 4.11. Функция Дирихле при n = 8

4.5. Генерация сигнала с меняющейся частотой:

Для генерации колебаний с единичной амплитудой с разными законами изменения мгновенной частоты используем функцию chirp.

Листинг 10: Генерация сигнала с меняющейся частотой

```
t = 0:1/Fs:1;
t1 = 1;
f0 = 1e3;
f1 = 2e3;
s1 = chirp(t, f0, t1, f1, 'linear');
s2 = chirp(t, f0, t1, f1, 'quadratic');
s3 = chirp(t, f0, t1, f1, 'logarithmic');
specgram(s1, [], Fs)
title('linear')
colormap gray
figure
specgram(s2, [], Fs)
title('quadratic')
colormap gray
figure
specgram(s3, [], Fs)
title('logarithmic')
colormap gray
```

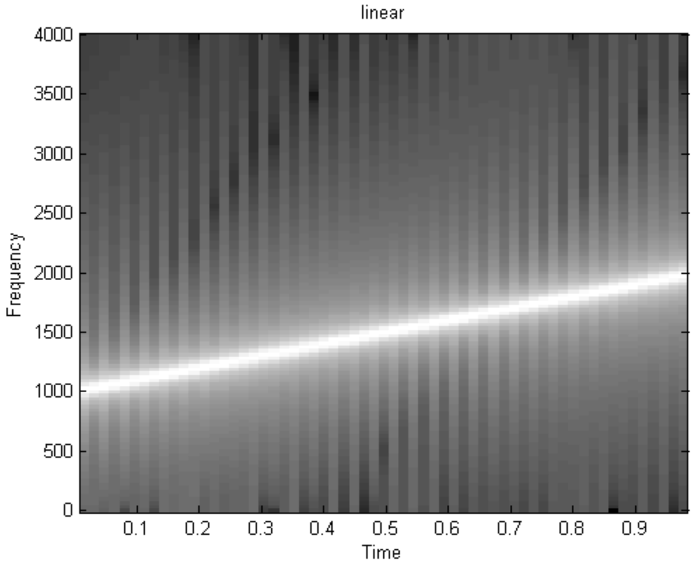

Рисунок 4.12. Линейный закон изменения мгновенной частоты

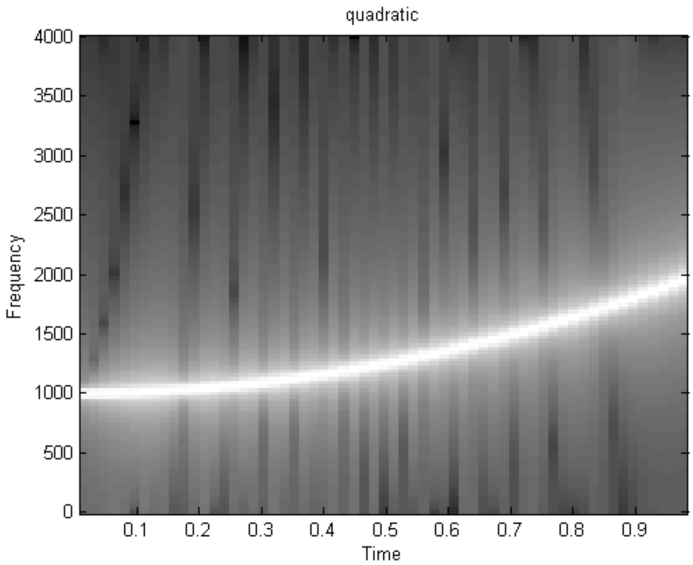

Рисунок 4.13. Квадратичный закон изменения мгновенной частоты

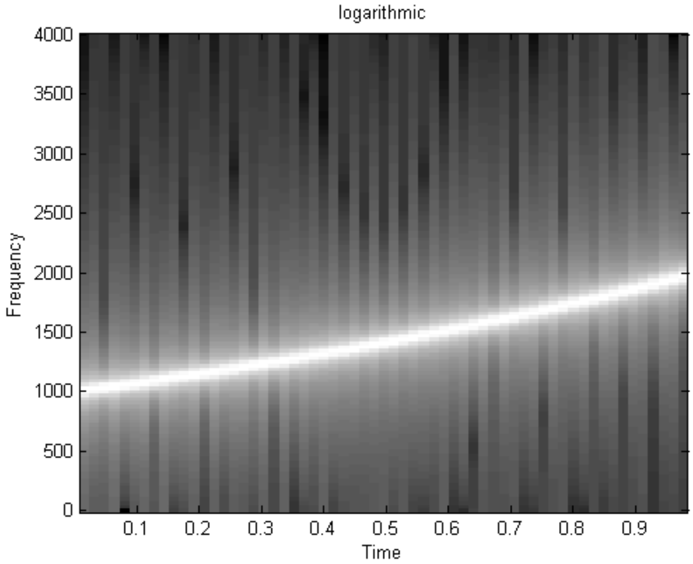

Рисунок 4.14. Экспоненциальный закон изменения мгновенной частоты

5. Выводы

В зависимости от того, известен ли сигнал, различают детерминированные и случайные сигналы. Другой класс сигналов - сигналы с интегрируемым квадратом (с ограниченной энергией) и с неограниченной энергией. Другие признаки классификации - периодичность и конечность.