

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:**

Вотчицев К. В.

Группа: 33501/3

**Преподаватель:**

Богач Н. В.

Санкт-Петербург  
2018

# 1 Цель работы

Познакомиться со средствами генерации и визуализации простых сигналов.

# 2 Постановка задачи

В командном окне MATLAB и в среде Simulink промоделировать синусоидальный и прямоугольный сигналы с различными параметрами. Получить их спектры. Вывести на график.

# 3 Теоретический раздел

Сигнал — носитель информации, используемый для передачи сообщений в системе связи. Сигналом может быть любой физический процесс, параметры которого изменяются (или находятся) в соответствии с передаваемым сообщением. Сигнал, детерминированный или случайный, описывают математической моделью, функцией, характеризующей изменение параметров сигнала. Математическая модель представления сигнала, как функции времени, является основополагающей концепцией теоретической радиотехники, оказавшейся плодотворной как для анализа, так и для синтеза радиотехнических устройств и систем.

Спектр сигнала — результат разложения сигнала на более простые в базисе ортогональных функций. В радиотехнике в качестве базисных используют синусоидальные функции. Разложение сигнала обычно проводят с помощью преобразования Фурье.

Всякая периодическая функция  $y(t)$ , удовлетворяющая условиям Дирихле, может быть представлена в виде ряда Фурье:

$$y(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k e^{j2\pi kft}$$

где  $f = \frac{1}{T}$ ,  $T$  — период функции  $y(t)$ ,  $C_k$  — постоянные коэффициенты. Условия Дирихле означают, что функция должна быть ограниченной, кусочно-непрерывной и иметь на протяжении периода конечное число экстремумов.

В качестве базовых функций использованы комплексные гармонические функции вида  $e^{j2\pi kft}$ , где  $k$  — целочисленный параметр. Наряду с комплексными гармониками в качестве базисных могут использоваться вещественные гармонические функции  $\sin(2\pi kft)$  и  $\cos(2\pi kft)$ . Более того, в общем ряду Фурье возможно использование любых базовых ортогональных функций.

Значения коэффициентов  $C_k$  ряда Фурье находятся по формуле:

$$C_k = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} y(t) e^{-j2\pi kft} dt$$

# 4 Ход работы

## 4.1 Моделирование в Matlab

В командном окне Matlab промоделируем синусоидальные сигналы с разными параметрами и найдем их спектры.

Листинг 1: Генерация синусоидального сигнала

```
1 close all;
2 clear all;
3 clc;
4
5 f = 10;
6 phase = 0;
7 a = 5;
8
9 t = 0:0.005:0.5;
10 s = a*cos(2*pi*f*t+phase);
11 figure;
12 subplot(1,2,1);
13
```

```

14 plot(t,s);
15 axis([0 0.5 -10 10]);
16 subplot(1,2,2);
17 plot(abs(fft(s,1024)));

```

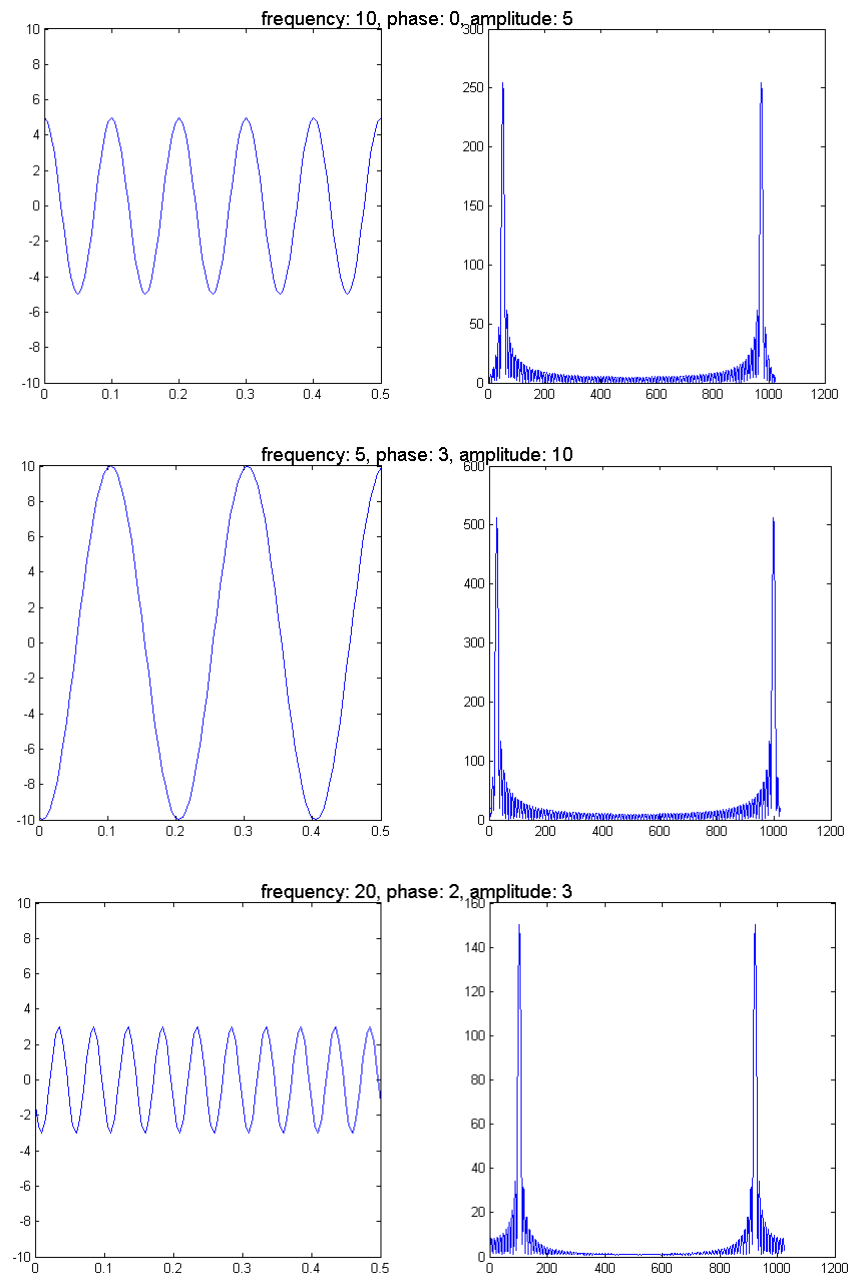


Рис.1 Синусоидальные сигналы и их спектры

Сгенерируем прямоугольные сигналы и найдем их спектры.

Листинг 2: Генерация прямоугольного сигнала

```
1 close all;
2 clear all;
3 clc;
4
5 f = 5;
6 phase = 3;
7 a = 0.3;
8
9 t = 0:0.001:0.5;
10 s = a*square(2*pi*f*t+phase);
11 figure;
12 subtitle(sprintf('frequency: %d, phase: %d, amplitude: %f', f, phase, a));
13 subplot(1,2,1);
14 plot(t,s);
15 axis([0 0.5 -1 1]);
16 subplot(1,2,2);
17 plot(abs(fft(s,1024)));
```

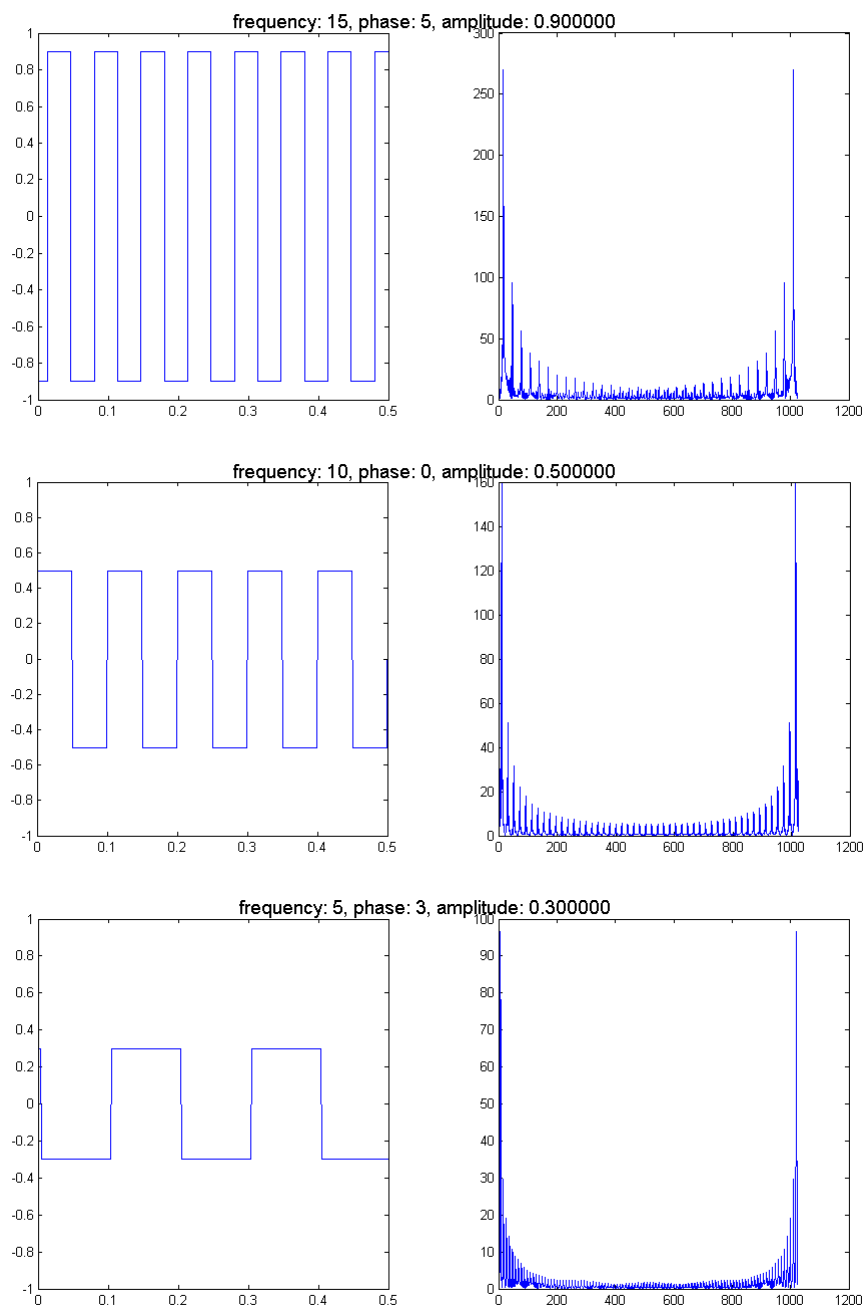


Рис.2 Прямоугольные сигналы и их спектры

## 4.2 Моделирование в Simulink

В среде Simulink промоделируем синусоидальный сигнал.

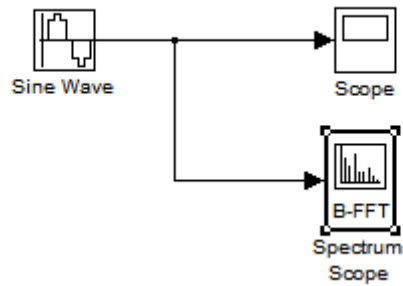


Рис. 3 Схема для исследования синусоидального сигнала

Исследуем сигнал с частотой 10 рад/с.

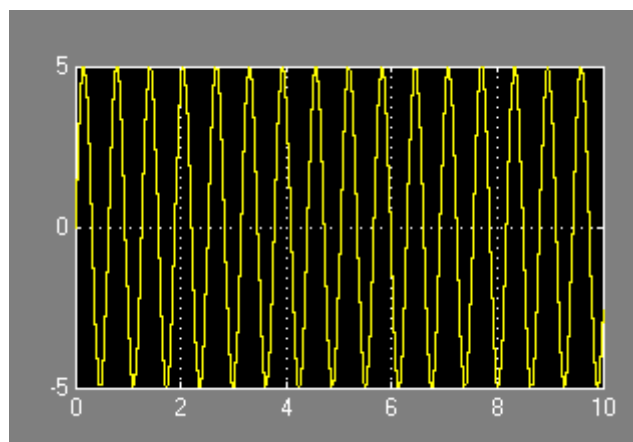


Рис. 4 Сигнал с частотой 10 рад/с

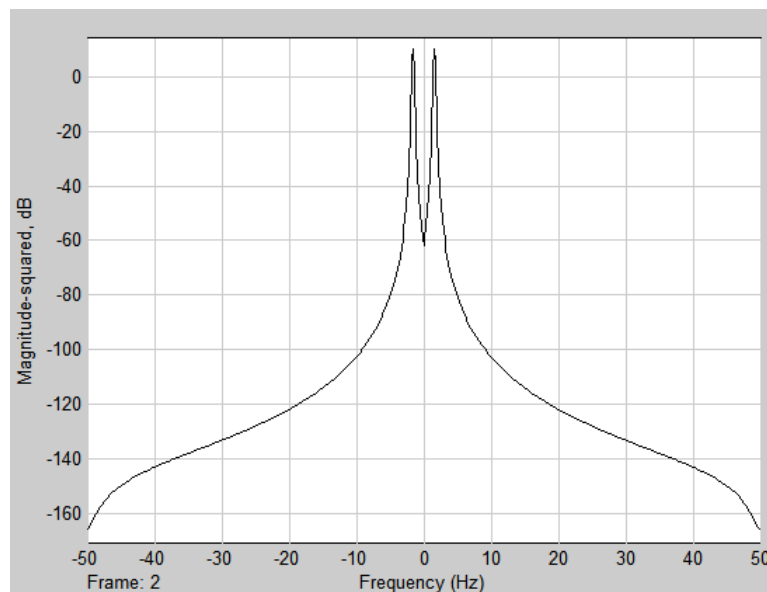


Рис.5 Спектр сигнала

Изменим частоту сигнала на 2 рад/с.

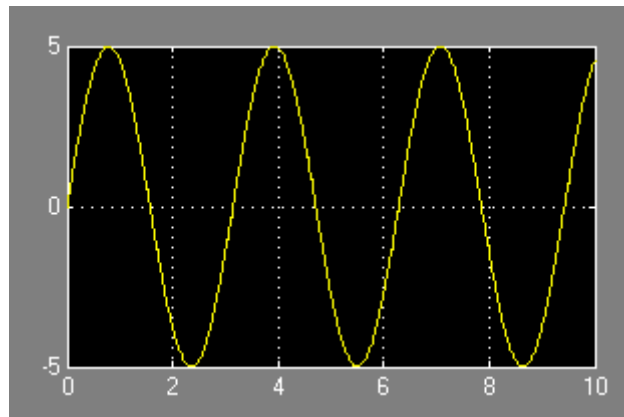


Рис. 6 Сигнал с частотой 2 рад/с

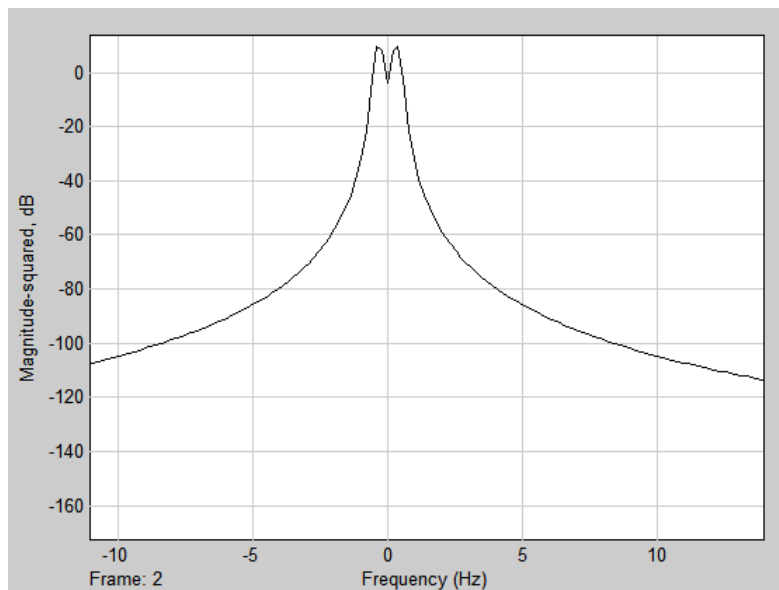


Рис.5 Спектр сигнала

Создадим схему для исследования прямоугольных сигналов.

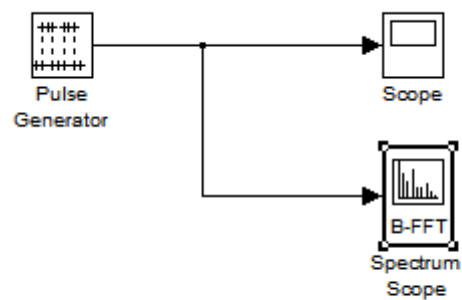


Рис. 7 Схема для исследования прямоугольного сигнала

Исследуем сигнал с частотой 5 Гц.

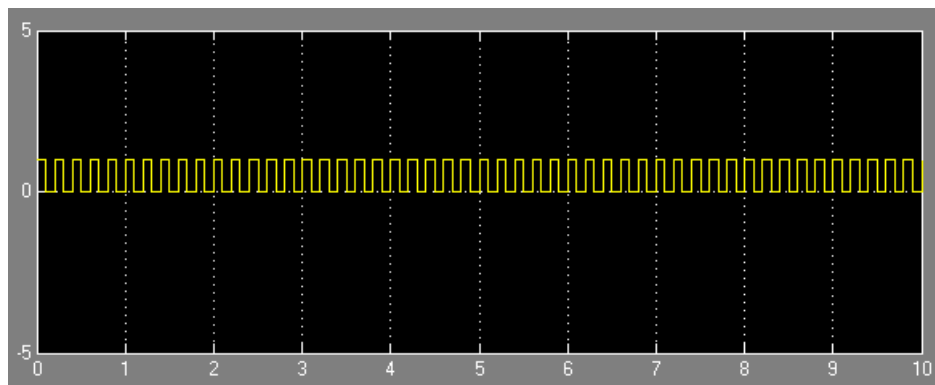


Рис. 8 Прямоугольный сигнал с частотой 5 Гц

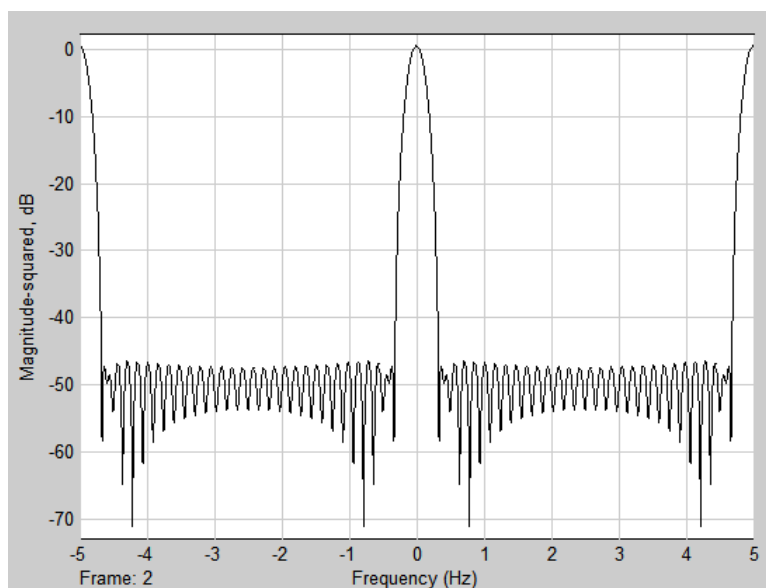


Рис. 9 Спектр сигнала

Уменьшим частоту сигнала в 2 раза.

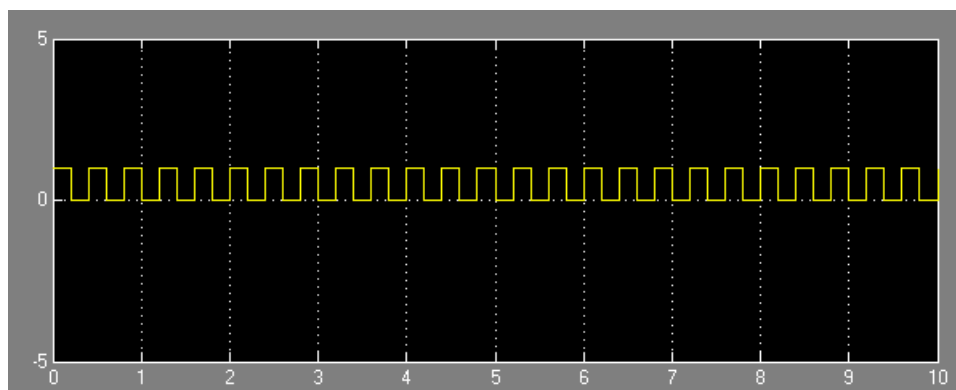


Рис. 10 Сигнал с частотой 2.5 Гц

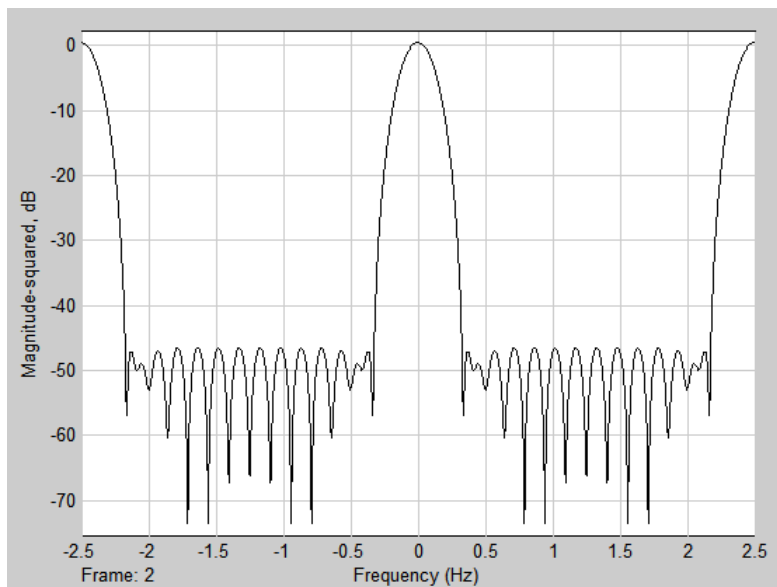


Рис.11 Спектр сигнала

## 5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы получены навыки использования средств генерации и визуализации простых сигналов в Matlab и Simulink.

Одним из признаков классификации сигналов является способ его задания. Существуют регулярные (детерминированные) и нерегулярные (случайные) сигналы. Детерминированные сигналы задаются аналитической функцией, а случайные принимают произвольные значения в каждый момент времени. Также сигналы классифицируют в зависимости от функций, которые описывают их параметры.

Выделяют следующие сигналы:

- аналоговые сигналы, описываемые непрерывной функцией;
- дискретные сигналы, описываемые функцией взятых в определенные моменты времени отсчетов;
- сигналы, квантованные по уровню;
- цифровые сигналы (дискретные и квантованные по уровню).