

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:**  
Федосеев Н.Ю.  
Группа: 33501/3  
**Преподаватель:**  
Богач Н.В.

Санкт-Петербург  
2018

## 1. Цель работы

Познакомиться со средствами генерации сигналов 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. Теоретическая часть

**Simulink** — это интерактивная система для анализа линейных и нелинейных динамических систем. Эта графическая система настроенная на использование “мыши”. Она позволяет вам моделировать систему простым перетаскиванием блоков в рабочую область и последующей установкой их параметров. Simulink может работать с линейными, нелинейными, непрерывными, дискретными, многомерными системами.

**Сигнал** (в теории информации и связи) — материальный носитель информации, используемый для передачи сообщений в системе связи. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен, в отличие от сообщения, которое должно быть принято принимающей стороной, иначе оно не является сообщением. Сигналом может быть любой физический процесс, параметры которого изменяются в соответствии с передаваемым сообщением. Сигнал, детерминированный или случайный, описывают математической моделью, 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. В радиотехнике альтернативой сигналу, который несёт полезную информацию, является шум — обычно случайная функция времени, взаимодействующая (например, путём сложения) с сигналом и искажающая его. Основной задачей теоретической радиотехники является извлечение полезной информации из сигнала с обязательным учётом шума.

**Спектр сигнала** — в радиотехнике это результат разложения сигнала на более простые в базе ортогональных функций. В качестве разложения обычно используются преобразование Фурье. В радиотехнике в качестве базисных функций используют синусоидальные функции. Это объясняется рядом причин:

- Функции  $\sin$  и  $\cos$  являются простыми.
- Для гармонических функций имеется математический аппарат комплексного анализа.
- Гармоническое колебание легко реализуемо на практике.

Всякая периодическая функция  $y(t)$ , удовлетворяющая условиям Дирихле (если ф-ция  $f(x)$  задана на сегменте  $[-\pi; \pi]$  и является на нём кусочно непрерывной, монотонной и ограниченной, то её тригонометрический ряд Фурье сходится во всех точках этого сегмента), может быть представлена в виде ряда Фурье:

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

где  $f = \frac{1}{T}; T$  — период функции  $y(t)$ ;  $C_k$  — постоянные коэффициенты. В качестве базовых функций использованы комплексные гармонические функции вида  $e^{j2\pi f t}$ , где  $k$  — целочисленный параметр. Значения коэффициентов  $C_k$  можно определить по формуле:

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

Ряд Фурье справедлив для периодических сигналов. Для непериодических сигналов используется интеграл Фурье:

$$\phi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[ \int_{-\infty}^{\infty} \phi(t) e^{-j2\pi f t} dt \right] e^{j2\pi f t} df$$

#### 4. Ход работы

Строим синусоидальный сигнал в командном окне Matlab и его спектр:

```
%Синусоидальный сигнал  
mPi = 2.5;  
f = 10;%Частота  
f0 = 7;%Сдвиг (фаза)  
t = 0:eps:etl;  
s = 7 * sin(2 * mPi * f * t + f0);%Амплитуда 7  
figure;  
plot(t, s);  
%Спектр  
dots = 1024;  
fft(s,dots);  
figure;  
plot(abs(fft(s,dots)));
```

Результат работы программы - на рисунках

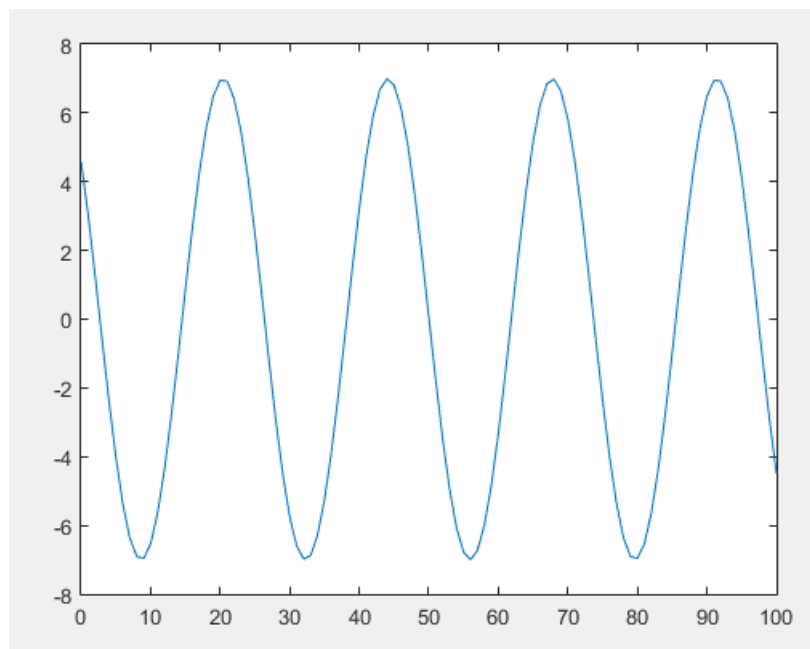


Рис. 1: Синусоидальный сигнал (частота 10, амплитуда 7).

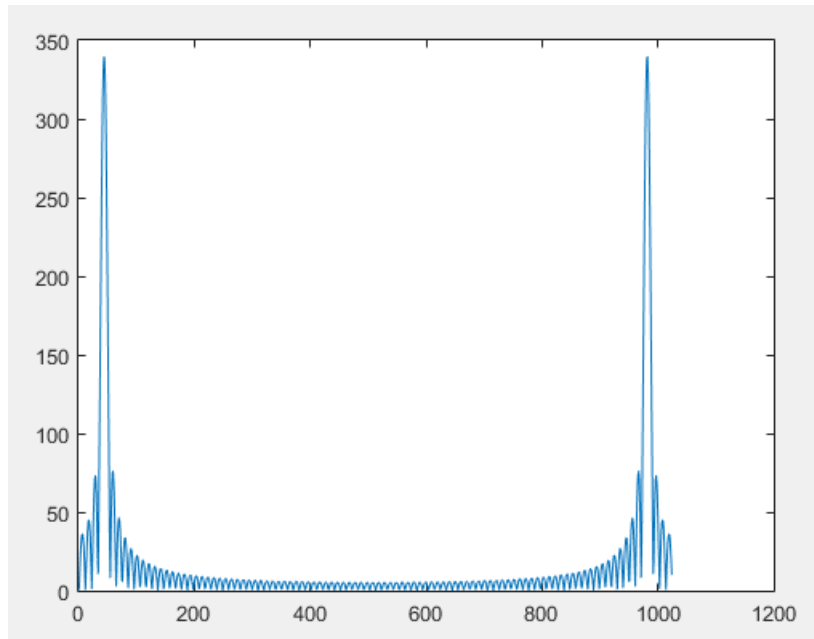


Рис. 2: Спектр синусоидального сигнала (частота 10, амплитуда 7).

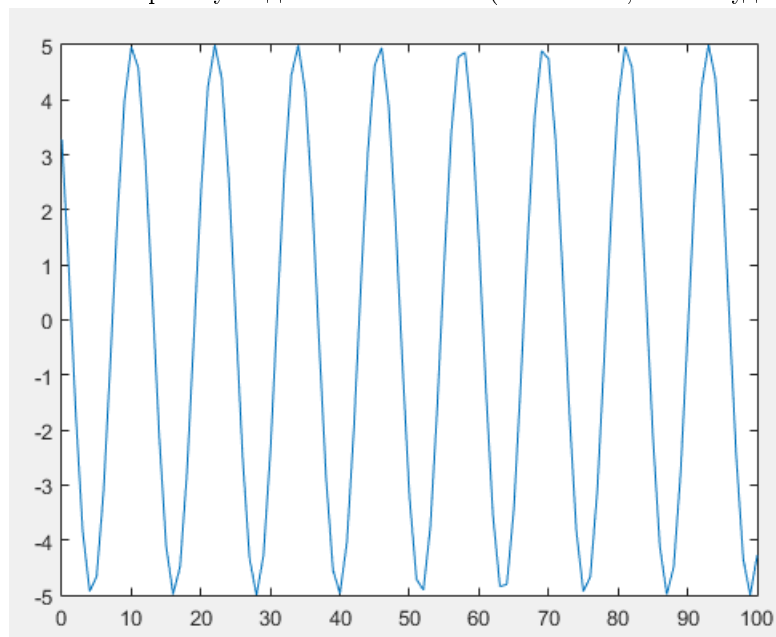


Рис. 3: Синусоидальный сигнал (частота 20, амплитуда 5).

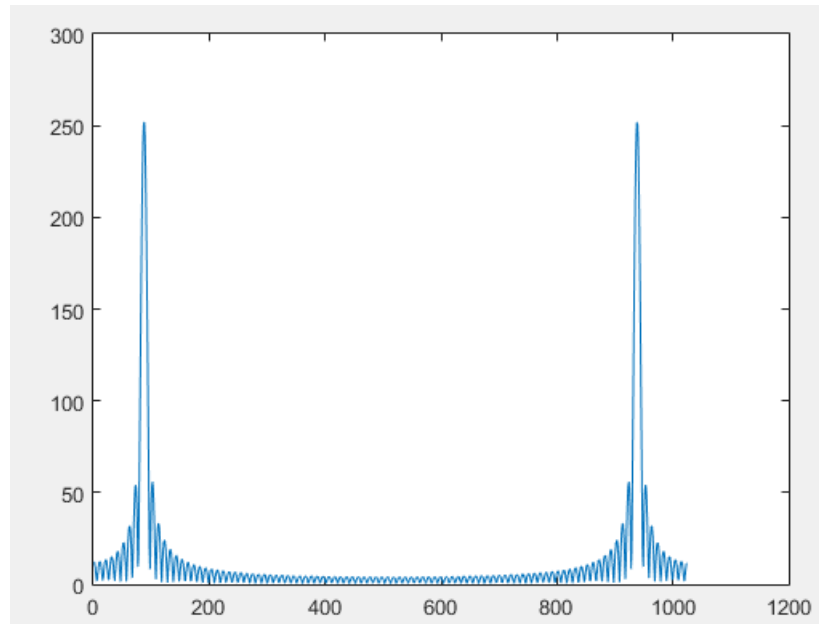


Рис. 4: Спектр синусоидального сигнала (частота 20, амплитуда 5).

Строим прямоугольный сигнал в командном окне Matlab и его спектр:

```
% Прямоугольный сигнал
tao = 20;% Длина импульса
Fs = 40;% Частота повторения импульса
A = .6;% Амплитуда
fi = pi/4;% Сдвиг (фаза)
eps = 0.5;% Погрешность
etl = 1e3;% Конец отсчета

t = 0:eps:etl;
d = (0:Fs:etl) + tao/2 + fi;
% "+ fi это сдвиг по фазе
% "+ tao/2 это сдвиг самого импульса, т.к. rectpuls
% считается от середины (центрирован)
x = A.*pulstran(t, d, @rectpuls, tao);
figure;
plot(t, x);
line(zeros(2,1), [-.1 .7], 'Color', 'r') % Oy
line([-etl*.1 t], zeros(numel(t)+1), 'Color', 'r')% Ox

% Спектр fft(x,dots);
figure;
plot(abs(fft(x,dots)));
```

Результат работы программы - на рисунках

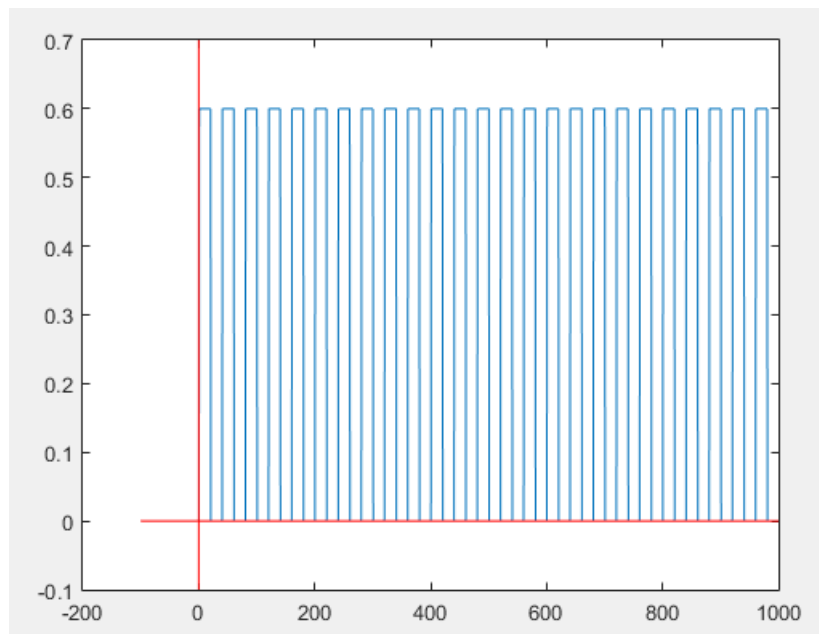


Рис. 5: Прямоугольный сигнал (длина 20, частота 40, амплитуда 0.6).

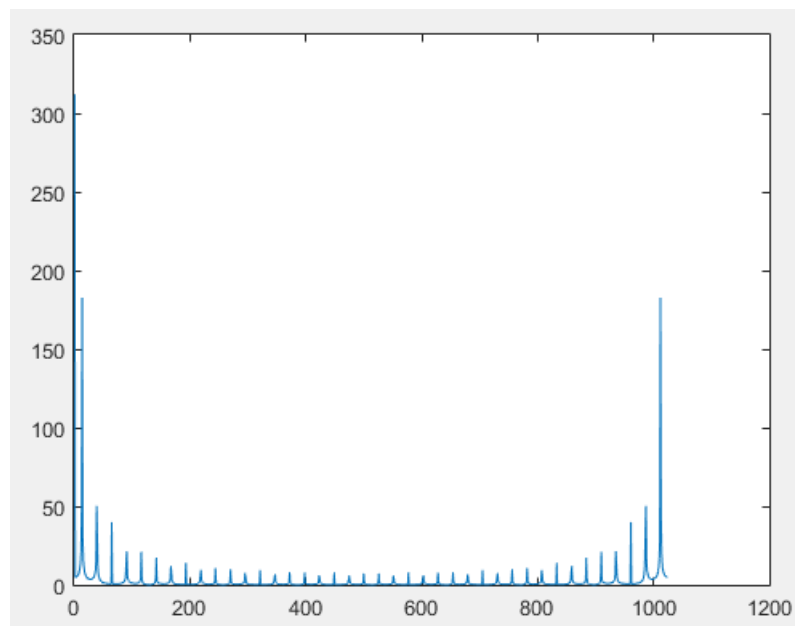


Рис. 6: Спектр прямоугольного (длина 20, частота 40, амплитуда 0.6).

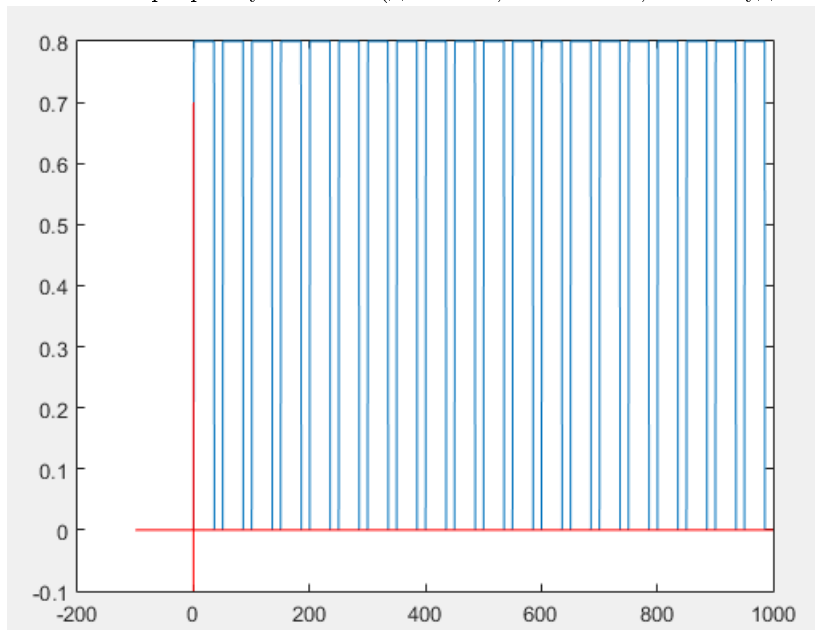


Рис. 7: Прямоугольный сигнал (длина 35, частота 50, амплитуда 0.8).

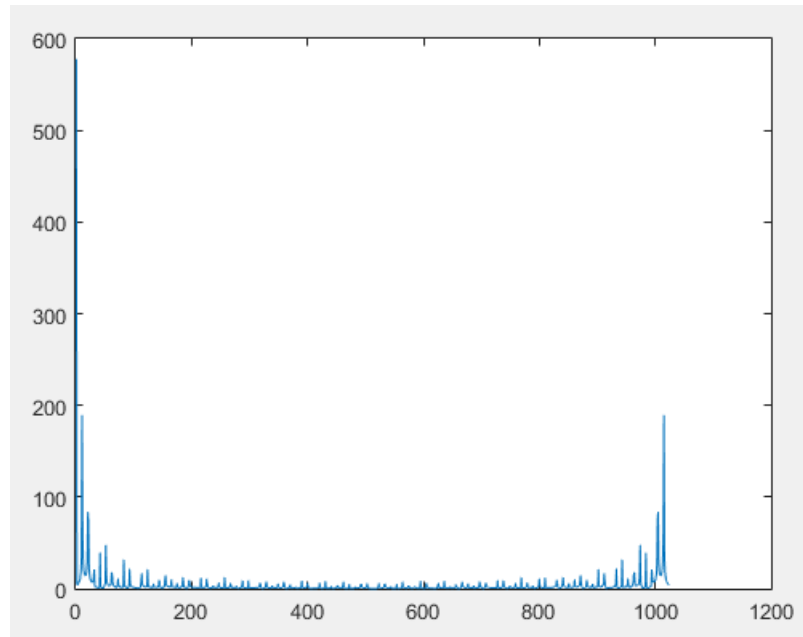


Рис. 8: Спектр прямоугольного (длина 35, частота 50, амплитуда 0.8).



Повторяем те же опыты на Simulink.

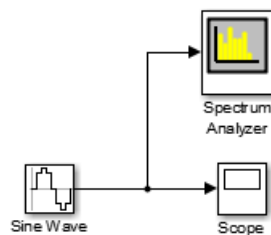


Рис 9: Схема для синусоидального сигнала.

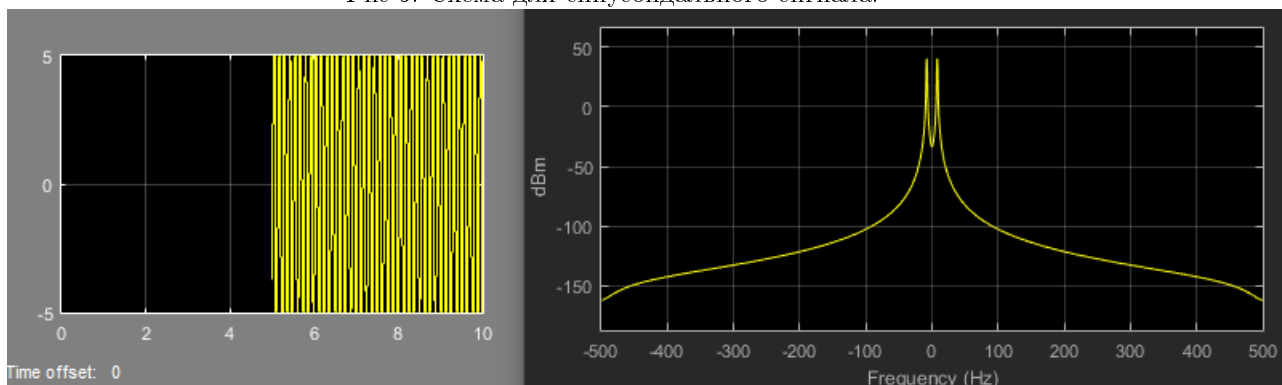


Рис 10: Сам сигнал и его спектр.

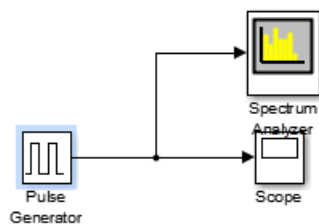


Рис 11: Схема для прямоугольного сигнала.

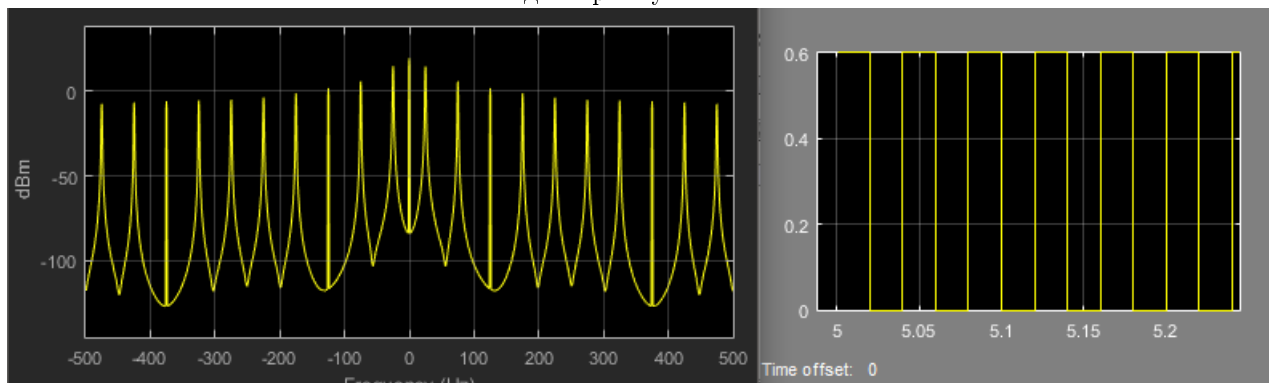


Рис 12: Сам сигнал и его спектр.

## Вывод

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).