

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ПРОГРАММНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Отчет
по лабораторной работе №1
на тему
"Сигналы телекоммуникационных систем"

ВЫПОЛНИЛ:
Кыльчик И.В.
группа: 33501/1
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. Теоретическая часть

Simulink - интерактивный инструмент для моделирования, имитации и анализа динамических систем. Он дает возможность строить графические блок-диаграммы, имитировать динамические системы, исследовать работоспособность систем и совершенствовать проекты. Simulink полностью интегрирован с MATLAB, обеспечивая немедленным доступом к широкому спектру инструментов анализа и проектирования. Эти преимущества делают Simulink наиболее популярным инструментом для проектирования систем управления и коммуникации, цифровой обработки и других приложений моделирования.

Сигнал (в теории информации и связи) — носитель информации, используемый для передачи сообщений в системе связи. Сигнал может генерироваться, но его приём не обязателен, в отличие от сообщения, которое рассчитано на принятие принимающей стороной, иначе оно не является сообщением. Сигналом может быть любой физический процесс, параметры которого изменяются (или находятся) 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.

Спектр сигнала — в радиотехнике это результат разложения сигнала на более простые в базисе ортогональных функций. Чаще всего в качестве базисных функций используют синусоидальные функции. Это объясняется рядом причин:

- функции $\cos(wt)$, $\sin(wt)$ являются простыми и определены при всех значениях t , являются ортогональными и составляют полный набор при кратном уменьшении периода;
- гармоническое колебание является единственной функцией времени, сохраняющей свою форму при прохождении колебания через линейную систему с постоянными параметрами, могут только изменяться амплитуда и фаза;
- для гармонических функций имеется математический аппарат комплексного анализа;
- гармоническое колебание легко реализуемо на практике.

4. Ход работы

Строим синусоидальный сигнал в командном окне Matlab и его спектр.

```

1 - amp = 10;
2 - frequency = 500;
3 - Kdiscr = 8 % отношение частоты дискретизации к частоте несущей
4 - Fd = frequency*Kdiscr; % частота дискретизации
5 - Td = 1/Fd; % период дискретизации
6 - phase = 0;
7 - bias = 0;
8
9 - t = 0:Td:0.1;
10 - sinFunc = amp*sin(2*pi*frequency*t+phase) + bias;
11 - plot(t, sinFunc);
12
13 - N = length(t);
14 - fftL = 2^nextpow2(N);
15 - Y = abs(fft(sinFunc,fftL)); % Амплитуды преобразования Фурье сигнала
16 - Y = 2*Y./N; % Нормировка спектра по амплитуде
17 - Y(1) = Y(1)/2; % Нормировка постоянной составляющей в спектре
18 - F=0:Fd/fftL:Fd/2-1/fftL; % Массив частот вычисляемого спектра Фурье
19 - figure;
20 - plot(F, Y(1:length(F)));

```

Рис. 1: Код реализации синусоидального сигнала и его спектра.

Код представленный на рис. 1 реализует синусоидальный сигнал с частотой 500 Гц.

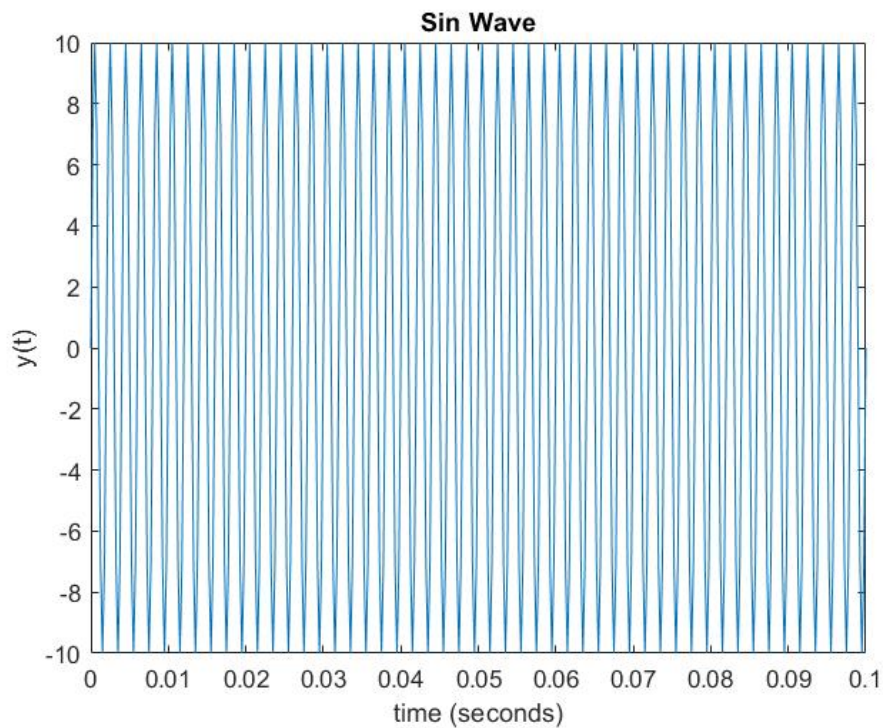


Рис. 2: Синусоидальный сигнал.

Спектр данного сигнала представлен на рис. 3

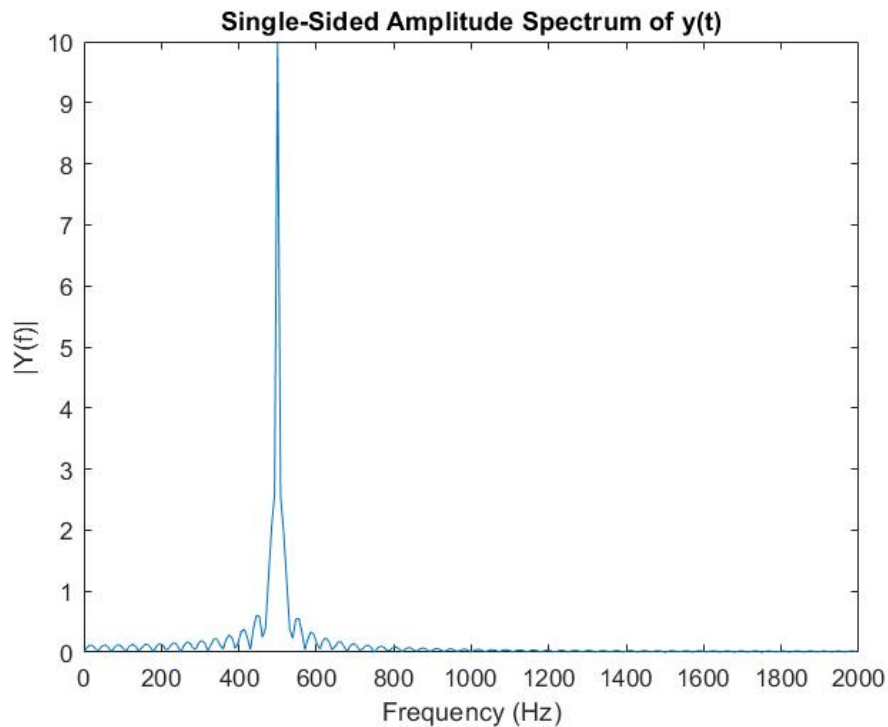


Рис. 3: Спектр синусоидального сигнал.

Из рис. 3 видно, что спектр определен правильно.
Теперь построим прямоугольный сигнал.

```

1 - Fs = 1000; % частота дискретизации
2 - T = 1/Fs; % период дескриптезации
3 - freq = 50;
4 - L = 1000; % длительность всего сигнала (мс)
5 - t = (0:L-1)*T; % вектор времени
6 - A = 10; % амплитуда
7
8 - y = A*(sin(2*pi*freq*t) > 0.6); % прям. сигнал
9 %0.6 - 60% задержка
10 - plot(Fs*t(1:100),y(1:100));
11 - xlabel('time (milliseconds)')
12
13 - fftL = 2^nextpow2(L); % Next power of 2 from length of y
14 - Y = abs(fft(y,fftL)); % Амплитуды преобразования Фурье сигнала
15 - Y = 2*Y./L; % Нормировка спектра по амплитуде
16 - Y(1) = Y(1)/2; % Нормировка постоянной составляющей в спектре
17 - F=0:Fs/fftL:Fs/2-1/fftL; % Массив частот вычисляемого спектра Фурье
18 %// Plot single-sided amplitude spectrum.
19 - figure;
20 - plot(F, Y(1:length(F)))
21 - title('Single-Sided Amplitude Spectrum of y(t)')
22 - xlabel('Frequency (Hz)')
23 - ylabel('|Y(f)|')

```

Рис. 4: Код реализации синусоидального сигнала и его спектра.

Данный код реализует прямоугольный сигнал с частотой 50 Гц.

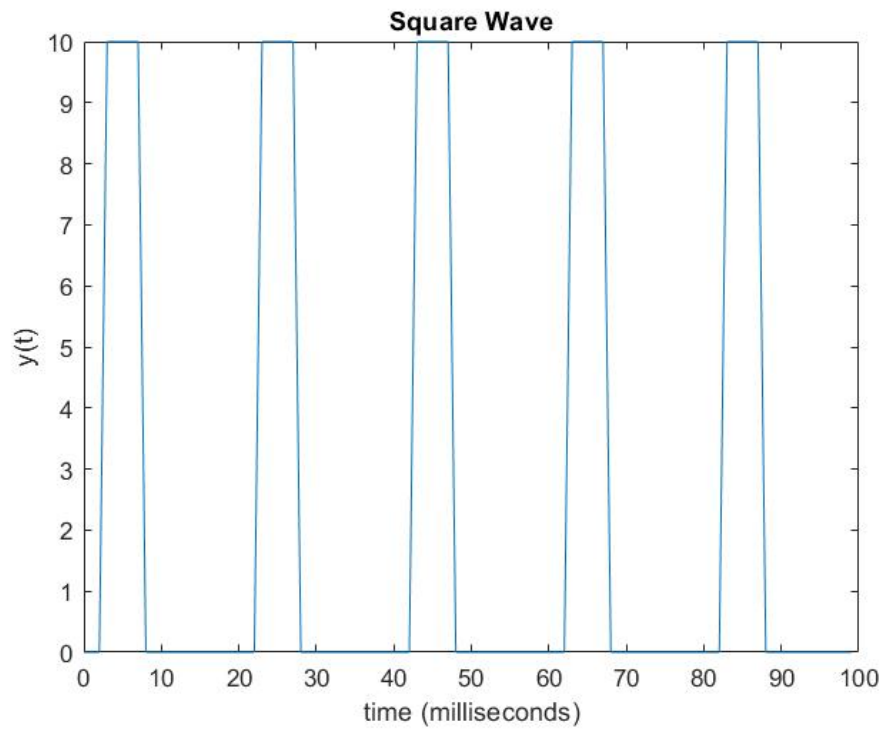


Рис. 5: Прямоугольный сигнал.

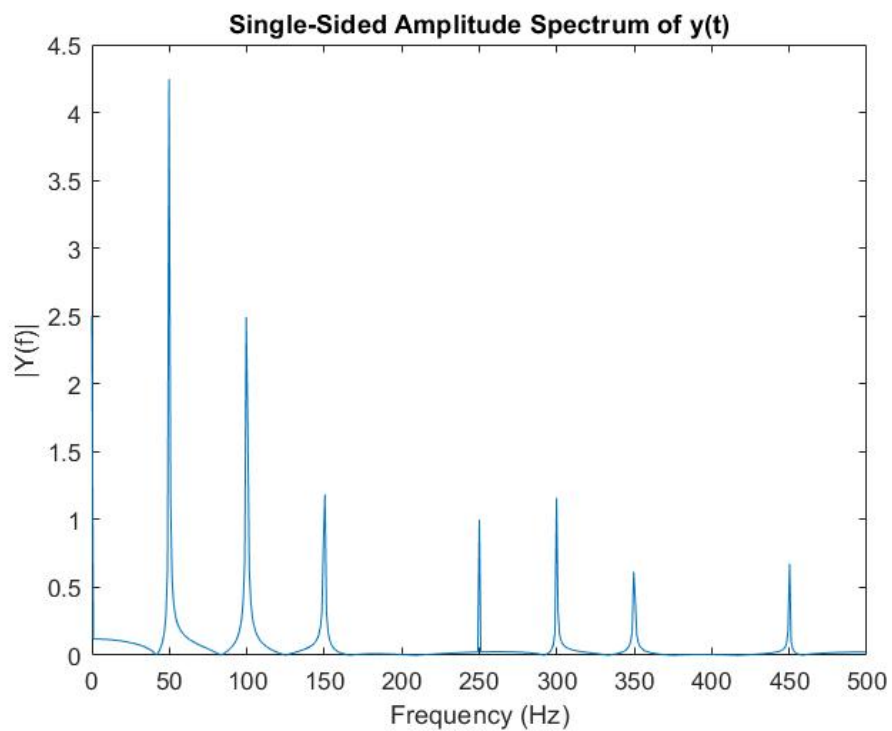


Рис. 6: Спектр прямоугольного сигнала.

На рис. 6 виден спектр данного сигнала.

Теперь промоделируем тоже самое в Simulink. Для наглядности будем использовать другие характеристики сигналов.

На рис. 7 представлена блок-схема генерации синусоидального сигнала и получение его спектра.

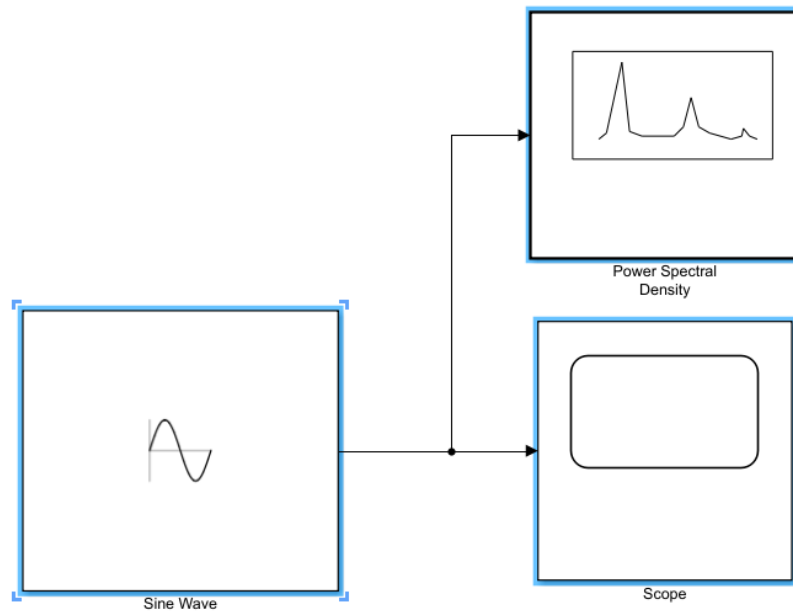


Рис. 7: Блок-схема генерации синусоидального сигнала в Simulink.

Характеристики синусоидального сигнала видны на рис. 8.

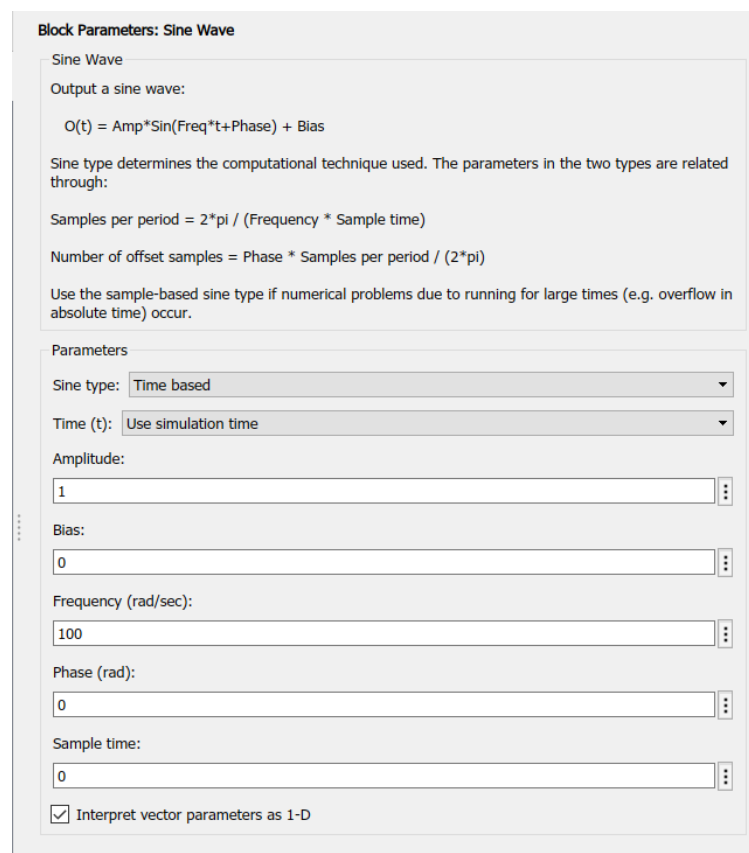


Рис. 8: Характеристики синусоидального сигнала в Simulink.

Полученный сигнал и его спектр представлены на рис. 9.

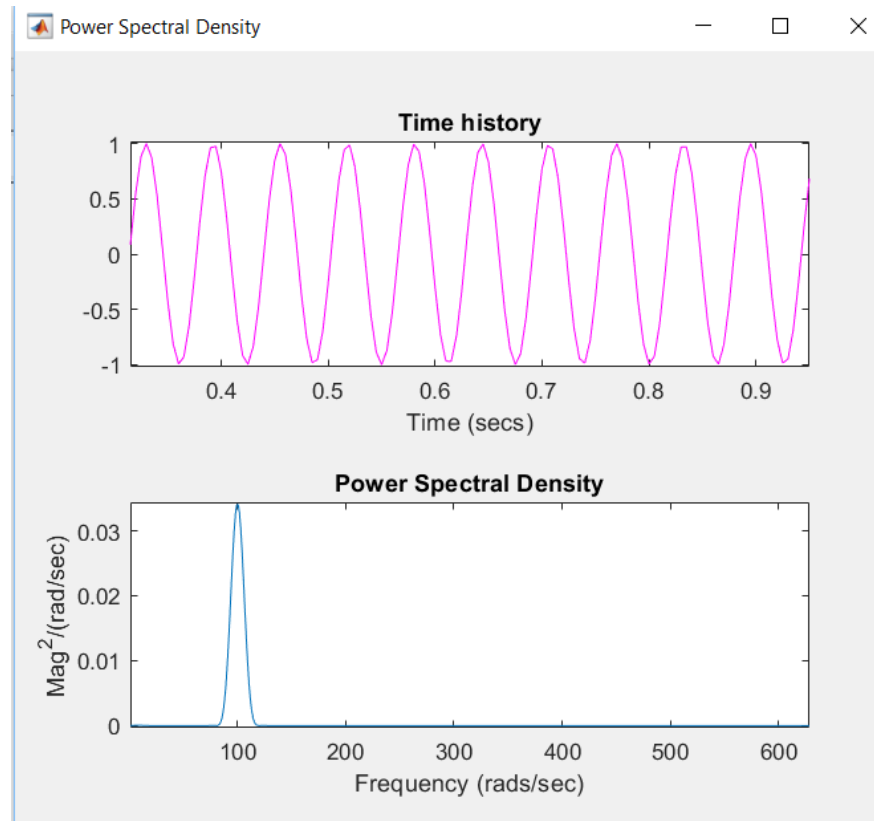


Рис. 9: Спектр синусоидального сигнала полученного в Simulink.

Теперь смоделируем прямоугольный сигнал.

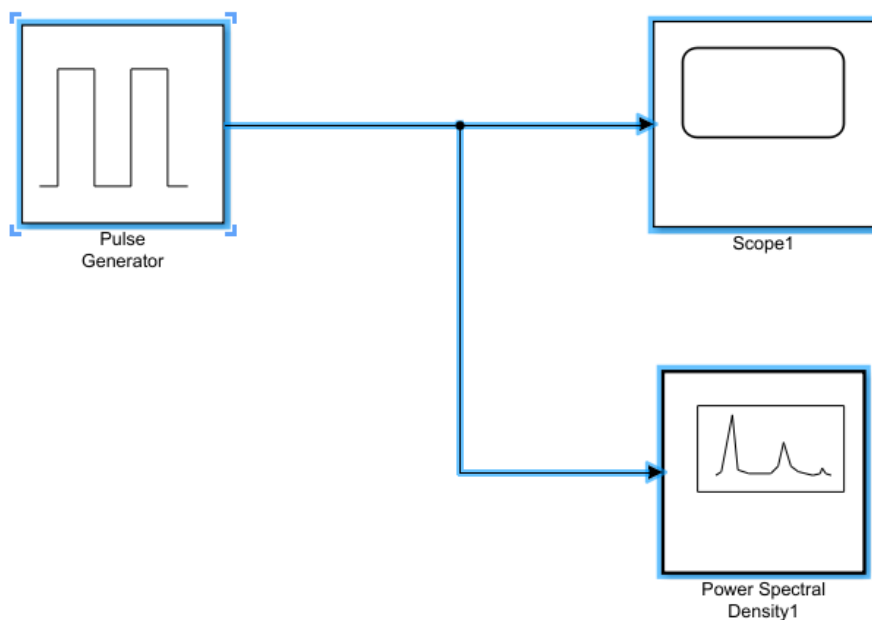


Рис. 10: Блок-схема генерации прямоугольного сигнала в Simulink.

Характеристики прямоугольного сигнала видны на рис. 11.

Block Parameters: Pulse Generator

Pulse Generator

Output pulses:

```

if (t >= PhaseDelay) && Pulse is on
    Y(t) = Amplitude
else
    Y(t) = 0
end

```

Pulse type determines the computational technique used.

Time-based is recommended for use with a variable step solver, while Sample-based is recommended for use with a fixed step solver or within a discrete portion of a model using a variable step solver.

Parameters

Pulse type: Time based

Time (t): Use simulation time

Amplitude: 1

Period (secs): 1/50

Pulse Width (% of period): 40

Phase delay (secs): 0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

Рис. 11: Характеристики прямоугольного сигнала в Simulink.

Полученный сигнал и его спектр представлены на рис. 12.



Рис. 12: Спектр синусоидального сигнала полученного в Simulink.

5. Вывод

В данной лабораторной работе мы изучили простейшие сигналы, научились пользоваться программным средством Simulink, а также научились определять спектр сигнала. Для определения спектра применялось преобразование Фурье - операция, сопоставляющая одной функции вещественной переменной другую функцию вещественной переменной. Эта новая функция описывает коэффициенты («амплитуды») при разло-

жении исходной функции на элементарные составляющие — гармонические колебания с разными частотами.

Исследуя сигналы можно классифицировать их по различным признакам:

1. По виду выделяют следующие:

- Аналоговые - естественные сигналы, описываются математическими функциями.
- Цифровые - являются искусственными, т.е. их можно получить только путем преобразования аналогового электрического сигнала. Процесс последовательного преобразования непрерывного аналогового сигнала называется дискретизацией. Дискретизация по времени обычно называется операцией выборки. А дискретизация по амплитуде сигнала - квантованием по уровню.
- Дискретные - это все тот же преобразованный аналоговый сигнал, только он необязательно квантован по уровню.

2. По длительности:

- Конечные
- Бесконечные

3. По информативности:

- Детерминированные - сигналы, значения которых заранее известны, т. к. они повторяются через определенный интервал времени — период.
- Случайные - сигналы, значение которых заранее неизвестно и может быть предсказано лишь с некоторой вероятностью.