

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"

выполнила:
Шевченко А.С.
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: сигналы и спектры

Сигнал - это носитель какой-либо информации. Основным видом сигналов являются электрические сигналы, однако сигналом может быть любой физический процесс, параметры которого изменяются в соответствии с передаваемым сообщением. Сигнал описывают математической моделью, а именно функцией одной или более независимых переменных. В общем случае в роли независимой переменной выступает время.

В математической реализации сигналов время может быть как непрерывным, так и дискретным. В первом случае сигнал называют **аналоговым**, во втором - **дискретным**. Помимо независимой переменной, дискретной или непрерывной может быть величина (уровень) сигнала. Сигналы, у которых дискретна как переменная, так и уровень, называются **цифровыми**.

Спектр сигнала называют функцию, показывающую зависимость интенсивности различных гармоник в составе этого сигнала от частоты этих гармоник. Спектр периодического сигнала - это зависимость коэффициентов **ряда Фурье** от частот гармоник, которым эти коэффициенты соответствуют. Для непериодического сигнала, спектр - это **преобразование Фурье** сигнала.

Спектр $\Phi(f)$ в общем случае представляет собой комплексную функцию: $\Phi(f) = |\Phi(f)|e^{i\phi(f)}$, где модуль этой функции $|\Phi(f)|$ называется спектром амплитуд, а зависимость $\phi(f)$ - спектром фаз.

В текущей лабораторной работе мы смоделируем синусоидальный и прямоугольный сигналы с помощью средств среды Matlab и построим их амплитудные спектры.

4. Ход работы

Создадим новый скрипт-файл в Matlab и напомним код, при выполнении которого будет генерироваться синусоидальный сигнал. Также нам необходимо получить спектр сигнала - для этого воспользуемся функцией Быстрого Преобразования Фурье $fft()$, а затем полученный результат возьмем по модулю, чтобы получить амплитудный спектр.

```
1 - N = 1024; %otscheti
2 - F0 = 50; %chastota
3 - Fs = 1500; %chastota discretizatsii
4 - A = 1; % amplituda
5 - T = 0.1; %dлитel'nost signala
6 - t = 0:1/Fs:T;
7 - df = Fs/N;
8
9 - y = A*sin(2*pi*F0*t);
10
11 - figure;
12 - plot(t, y)
13 - xlabel('t');
14 - ylabel('y(t)');
15 - title('Sine Signal');
16 - ylim([-A-1 A+1]),grid
17
18 - f = 0:df:F0/2 - df; %massiv chastot spectra
19 - X = abs(fft(y, N)); %amplitudi preobrazovania furie
20 - figure;
21 - plot(f, X(1:length(f))), grid
22 - title('Amplitude Spectrum of Sine Signal');
23 - xlabel('Frequency (Hz)')
24 - ylabel('|Y(f)|')
25
```

Рис. 1: Код для генерирования синусоидального сигнала и вычисления его спектра

Приведенный выше скрипт моделирует синусоидальный сигнал амплитудой равной 1 В, частотой 50 Гц и длительностью 0.1 секунды (Рис. 2), а затем вычисляет его амплитудный спектр (Рис. 3).

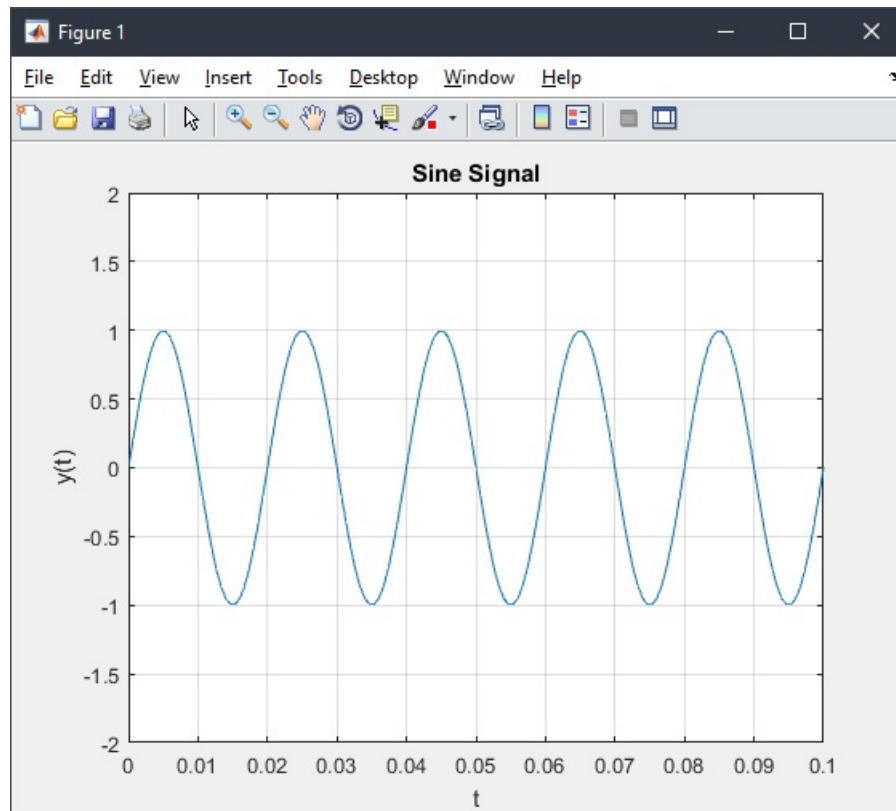


Рис. 2: Синусоидальный сигнал частотой 50 Гц, амплитудой 1 В и длительностью 0.1 секунды

Спектр такого сигнала изображен на рисунке ниже. Самый большой пик - на частоте 50 Гц, то есть на частоте нашего исходного сигнала.

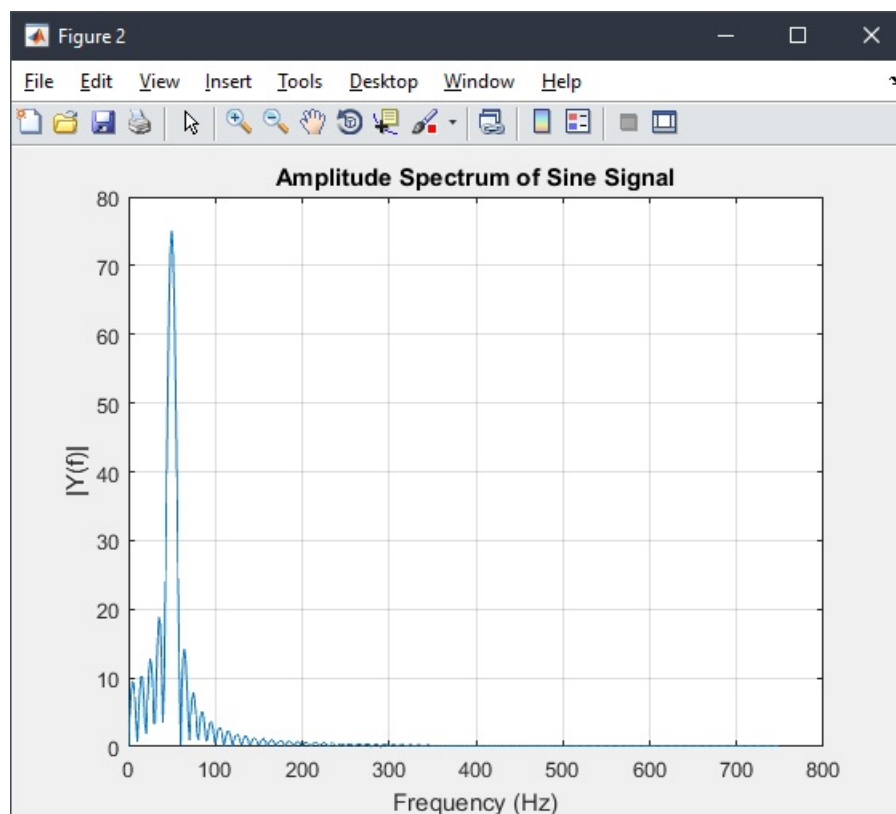


Рис. 3: Амплитудный спектр синусоидального сигнала

Изменим частоту сигнала на 500 Гц (Рис. 4). Подстроив также частоту дискретизации и количество отсчетов, мы увидим аналогичный предыдущему спектр сигнала (Рис. 5) с пиком на частоте 500 Гц.

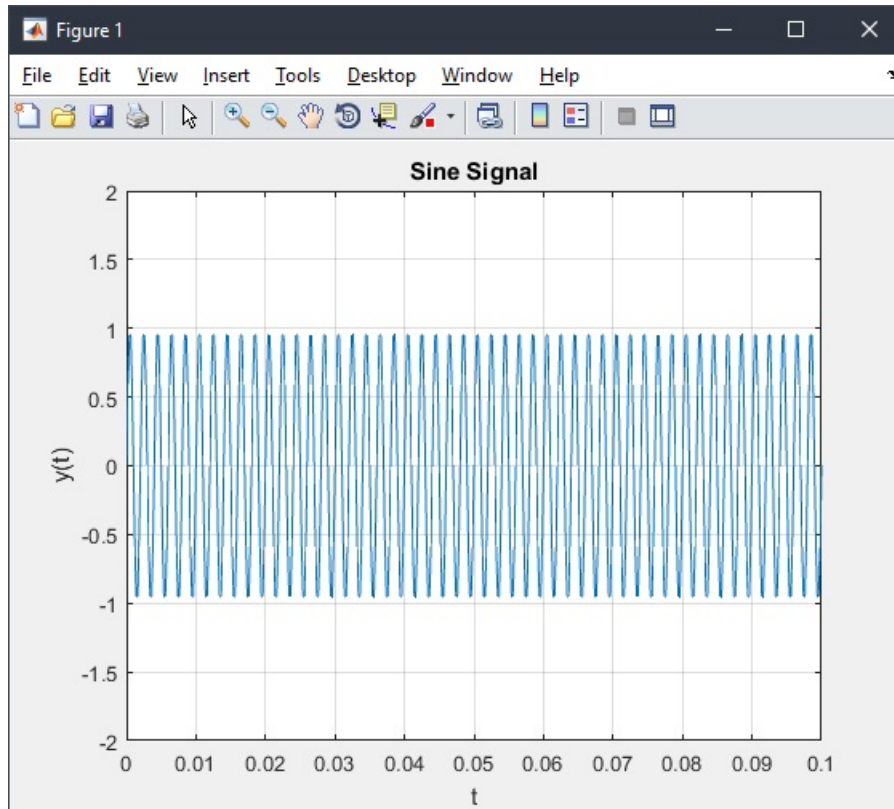


Рис. 4: Синусоидальный сигнал частотой 500 Гц, амплитудой 1 В и длительностью 0.1 секунды

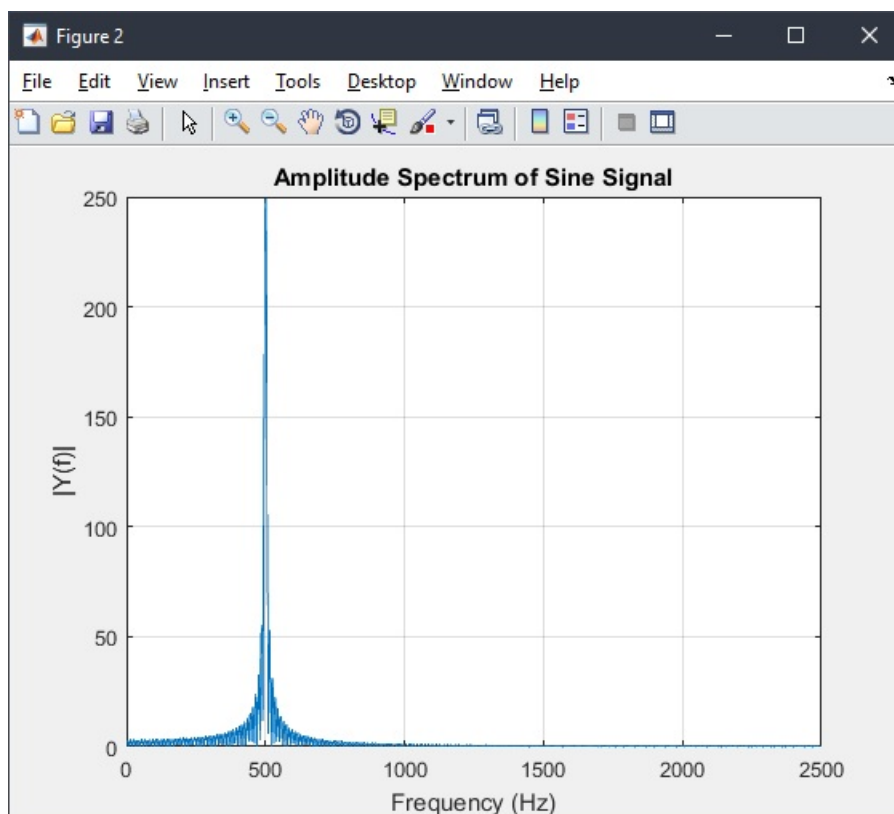


Рис. 5: Амплитудный спектр синусоидального сигнала

Теперь смоделируем синусоидальный сигнал в среде Simulink. Для генерации сигнала используем блок Signal Generator, чтобы увидеть сам сигнал, понадобится блок Scope, а для получения спектра необходим

блок Power Spectral Density (Рис. 6).

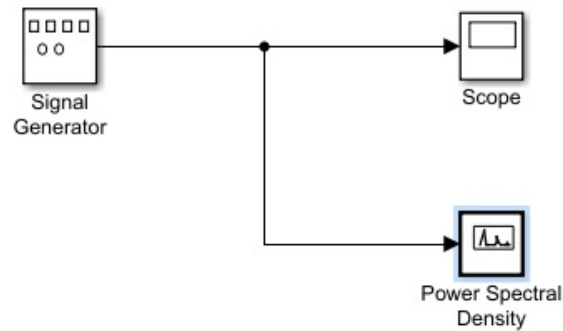


Рис. 6: Схема моделирования синусоидального сигнала в среде Simulink

Параметры синусоидального сигнала следующие: амплитуда - 1 В, частота 50 Гц, длительность - 1 секунда. Запустив моделирование, сразу получим исходный сигнал (верхний график) и его амплитудный спектр (нижний график). Стоит отметить, что на данных диаграммах частота отображена в рад/с (Рис. 7).



Рис. 7: Результаты моделирования синусоидального сигнала в Simulink

Теперь приступим к моделированию прямоугольного сигнала по тому же алгоритму, какому мы следовали генерируя синусоиду - сначала напишем код в Matlab, а затем повторим опыт в Simulink.

Скрипт в Matlabe для прямоугольного сигнала имеет аналогичное содержание, что и для синусоидального (Рис. 8). Сначала мы задаем параметры - амплитуда 1 В, частота 50 Гц, длительность 0.1 секунды - моделируем сигнал с помощью функции `square()` (Рис. 9), а затем используем `fft()` для получения спектра (Рис. 10).

```

1 N = 1024; %otscheti
2 F0 = 50; %chastota
3 Fs = 1500; %chastota discretizatsii
4 A = 1; % amplituda
5 T = 0.1; %dlitelnost signala
6 t = 0:1/Fs:T;
7 df = Fs/N;
8
9 y = A*(square(2*pi*t*F0));
10 plot(t, y)
11 xlabel('t (ms)');
12 ylabel('y(t)');
13 title('Square Signal');
14 ylim([-A-1 A+1]),grid
15
16 f = 0:df:Fs/2 - df; %massiv chastot spectra
17 X = abs(fft(y, N)); %amplitudi preobrazovania furie
18 figure;
19 plot(f, X(1:length(f))), grid
20 title('Amplitude Spectrum of Square Signal');
21 xlabel('Frequency (Hz)');
22 ylabel('|Y(f)|')
23

```

Рис. 8: Код для генерирования прямоугольного сигнала и вычисления его спектра

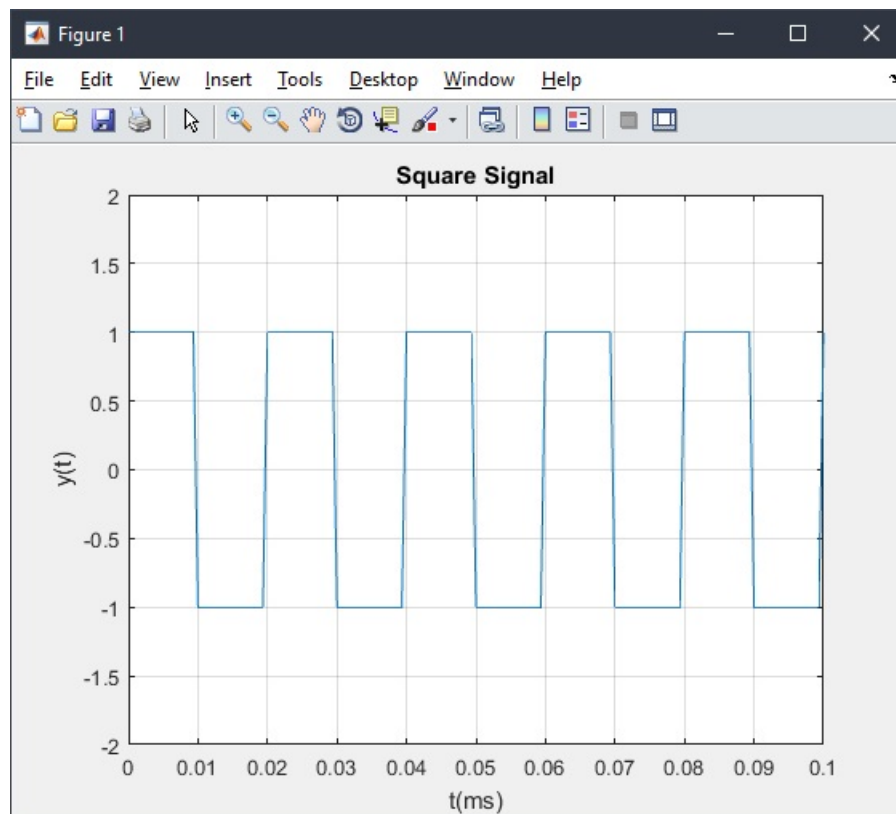


Рис. 9: Прямоугольный сигнал частотой 50 Гц, амплитудой 1 В и длительностью 0.1 секунды

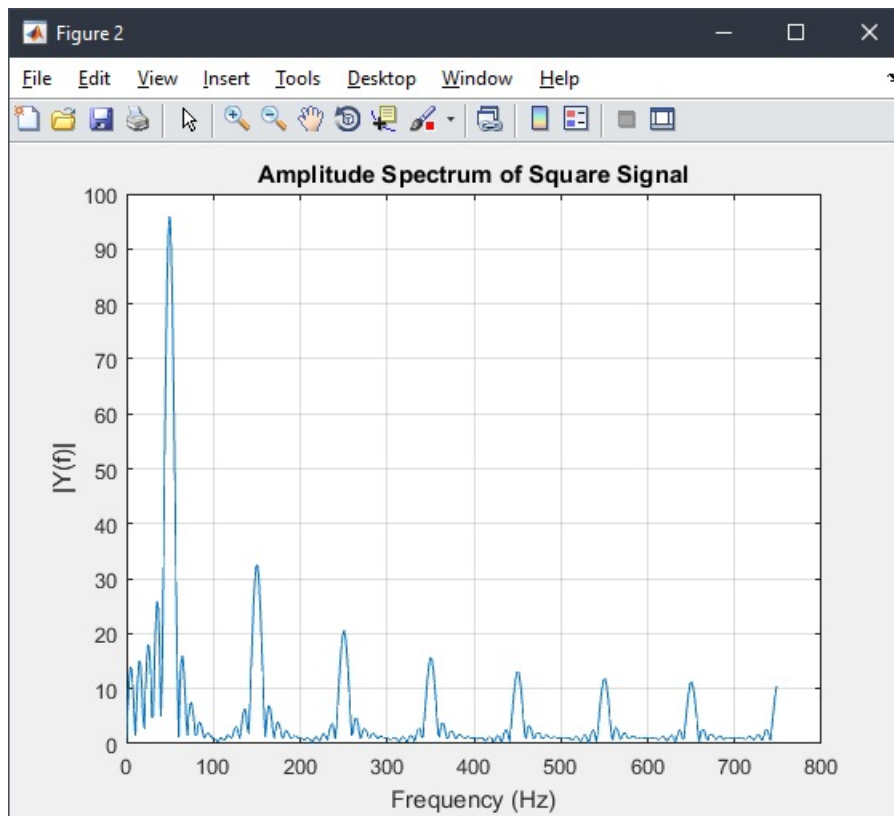


Рис. 10: Спектр прямоугольного сигнала

Изменим частоту на 500 Гц (Рис. 11) и снова построим спектр (Рис. 12):

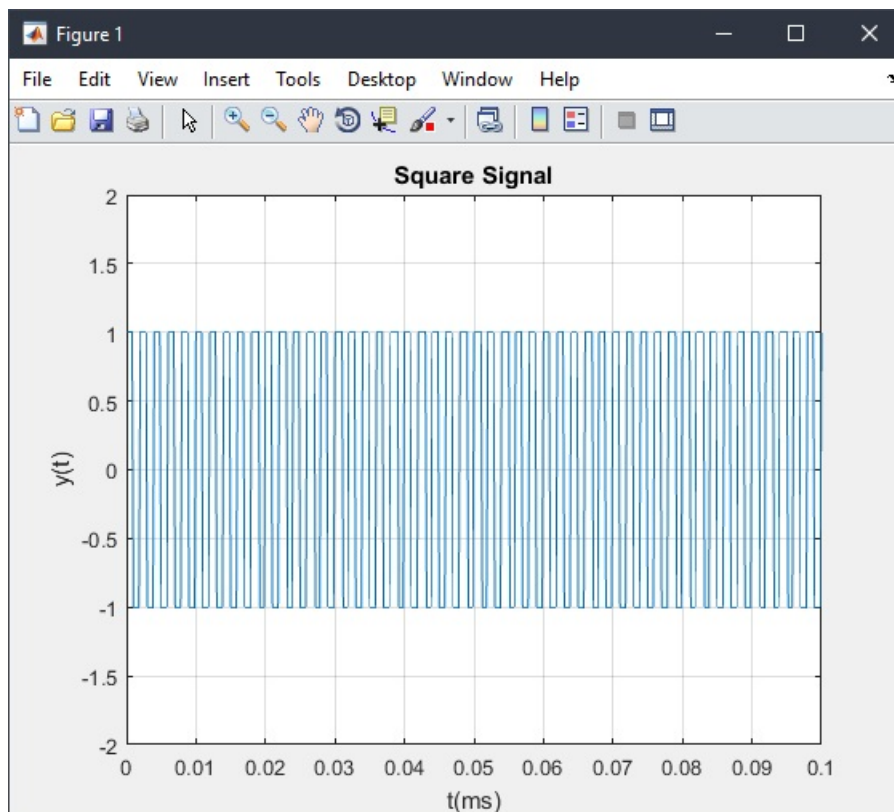


Рис. 11: Прямоугольный сигнал частотой 500 Гц, амплитудой 1 В и длительностью 0.1 секунды

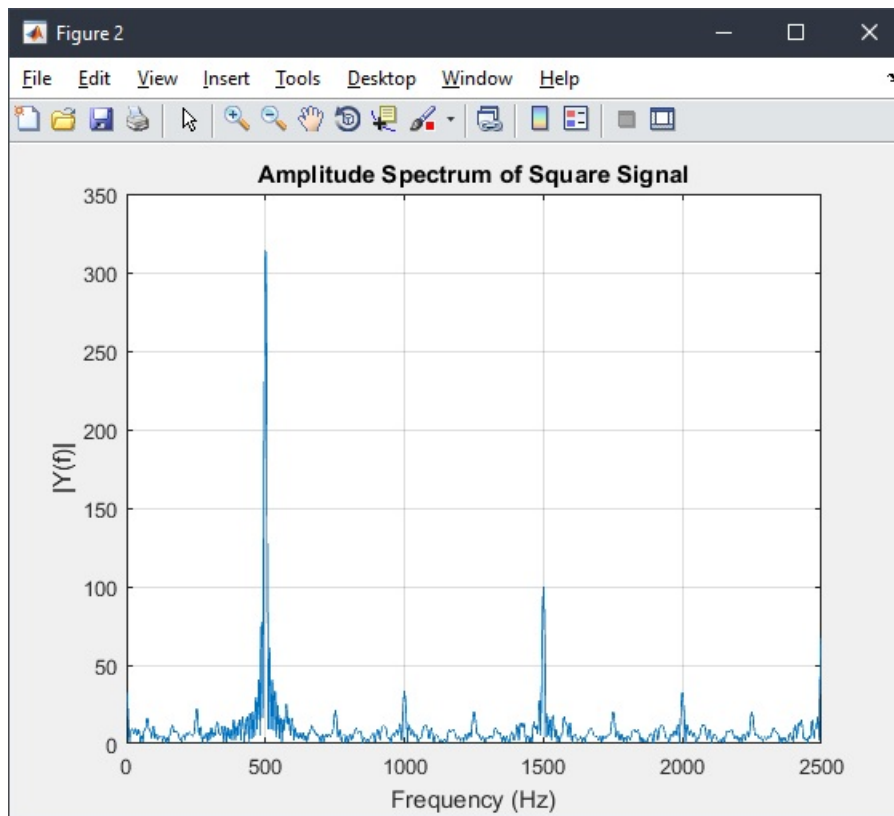


Рис. 12: Спектр прямоугольного сигнала

По полученным спектрам (особенно по первому) можно разглядеть функцию $\sin(x)/x$, которая как раз и является спектром прямоугольного сигнала.

Приступим к моделированию в Simulink. Схема моделирования для прямоугольного сигнала (Рис. 13) отличается от схемы для синусоидального сигнала только настройками блоков.

Зададим параметры - амплитуда по прежнему 1 В, период - 0.1 с, длительность 1 секунда.

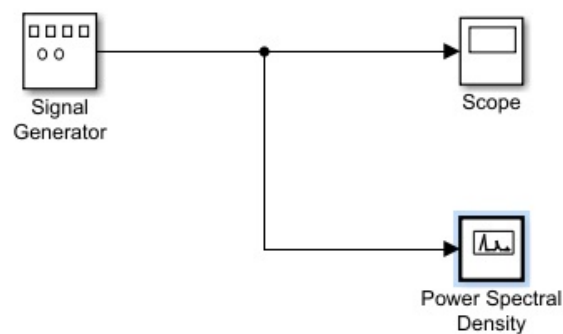


Рис. 13: Схема моделирования прямоугольного сигнала в среде Simulink

Запустив моделирование, получим следующие результаты: исходный сигнал (верхний график) и его амплитудный спектр (нижний график).



Рис. 14: Результаты моделирования прямоугольного сигнала в Simulink

5. Выводы

Таким образом, мы сгенерировали синусоидальный и прямоугольный сигналы в Matlab и Simulink, и получили их спектры.

Как уже было сказано в теоретическом вступлении, сигналы делятся на аналоговые, дискретные и цифровые. Однако классификация на этом не заканчивается. Также различают детерминированные и случайные сигналы.

Детерминированные сигналы - это сигналы, закон изменения во времени и все параметры которых известны. Такие сигналы, в свою очередь, делятся на периодические и непериодические.

К периодическим относятся сигналы, которые мы моделировали в этой работе.

К случайным сигналам относят такие функции времени, значения которых заранее не известны. Их поведение можно лишь предсказать с некоторой долей вероятности.