

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчёт по лабораторной работе

Дисциплина: Телекоммуникационные технологии

Тема: Сигналы телекоммуникационных систем.
Преобразование Фурье. Корреляция

Выполнил студент гр. 33501/4
Преподаватель

Мальцев М.С.
Богач Н.В.

Санкт-Петербург
8 апреля 2018 г.

0 Содержание

1	Цель работы	2
2	Постановка задачи	2
3	Теоретический раздел	2
3.1	Сигналы	2
3.2	Преобразования Фурье	3
4	Ход работы	3
4.1	Моделирование синусоидального сигнала	3
4.1.1	Получение непрерывного сигнала	3
4.1.2	Получение дискретного сигнала	6
4.1.3	Получение спектра дискретного сигнала	7
4.2	Моделирование прямоугольного сигнала	9
4.2.1	Получение дискретного сигнала	9
4.2.2	Получение спектра дискретного сигнала	10
5	Выводы	12

1 Цель работы

Познакомиться со средствами генерации и визуализации простых сигналов. Получить представление о спектрах телекоммуникационных 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.
- Выполнить расчет преобразования Фурье. Перечислить свойства преобразования Фурье.
- С помощью функции корреляции найти позицию синхропосылки [101] в сигнале [0001010111000010]. Получить пакет данных, если известно, что его длина составляет 8 бит без учета синхропосылки. Вычислить корреляцию прямым методом, используя алгоритм быстрой корреляции, сравнить время работы обоих алгоритмов.
- Быстрая корреляция

3 Теоретический раздел

3.1 Сигналы

Сигнал – это физический процесс, который несёт некоторую информацию.

Классификация сигналов:

1. По физической природе носителя информации:

- электрические
- электромагнитные
- оптические
- акустические
- и другие

2. По способу задания сигнала:

- детерминированные (описываемые аналитической функцией)

- случайные (для их описания используется аппарат теории вероятностей)
3. непрерывные и дискретные
 4. периодические и непериодические
 5. бесконечные и конечные

3.2 Преобразования Фурье

Преобразования Фурье осуществляется с помощью ряда Фурье и с помощью интеграла Фурье, причём первый применяется когда функция периодическая, а второй когда она аperiodична.

Ряд Фурье – представление функции f с периодом τ в виде ряда:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{+\infty} A_k \cos\left(k \frac{2\pi}{\tau} x + \theta_k\right) \quad (3.1)$$

Интегралы Фурье имеют вид:

$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-it\omega} dt \quad (3.2)$$

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(j\omega) e^{-it\omega} d\omega \quad (3.3)$$

Этот метод может применяться только для абсолютно интегрируемых функций времени, удовлетворяющих неравенству:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)^2 dt < \infty \quad (3.4)$$

4 Ход работы

4.1 Моделирование синусоидального сигнала

4.1.1 Получение непрерывного сигнала

При открытии Simulink был выбран шаблон Simple Simulation.

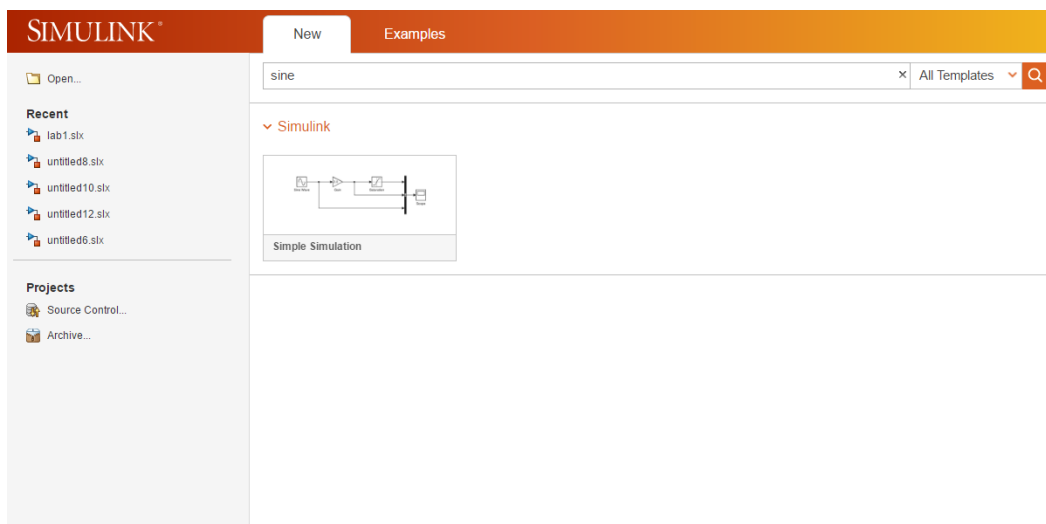


Рис. 4.1: Выбор шаблона в начальном окне Simulink.

Была сгенерирована схема представленная на рисунке 4.2.

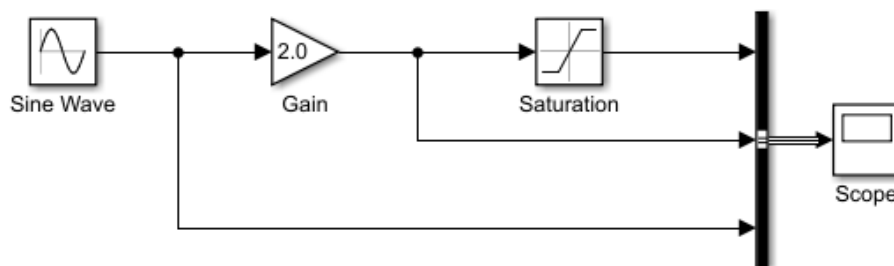


Рис. 4.2: Схема автоматически сгенерированная Simulink.

Краткое описание назначения элементов:

- **Sine Wave** задаёт синусоидальный сигнал с амплитудой 1 и частотой 1 rad/sec
- **Gain** усиливает входной сигнал в 2 раза
- **Saturation** устанавливает ограничивающие пределы верхний на 0.5 и нижний на -0.5

Таким образом, при симуляции мы должны увидеть на графике 3 сигнала:

1. синусоидальный сигнал с амплитудой 1
2. синусоидальный сигнал с амплитудой 2

3. сигнал трапецевидной формы с амплитудой 0.5

Причём, для всех сигналов должен быть одинаковый период, равный ~ 6.28 секунды.

При запуске симуляции получили результаты продемонстрированные на рисунке 4.3.

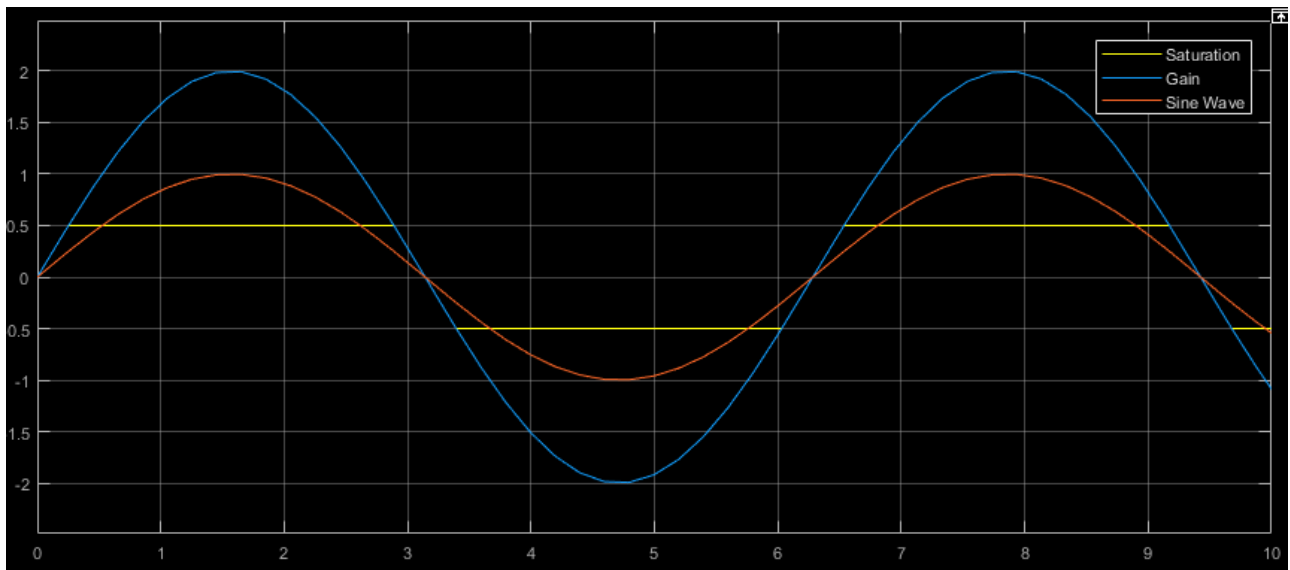


Рис. 4.3: Результат симуляция непрерывного сигнала. Окно Score.

Проанализировав результаты симуляции, на соответствие ожиданиям, можно сделать вывод, что она выполнена правильно.

4.1.2 Получение дискретного сигнала

Не изменяя общую структуру, представленную на рисунке 4.2, изменим для элемента **Sine Wave** параметр *Sine type* с *Time based* на *Sample based*, таким образом мы сделаем сигнал дискретным. Установим *Samples per period* на 20π , *Sample time* на 0.1.

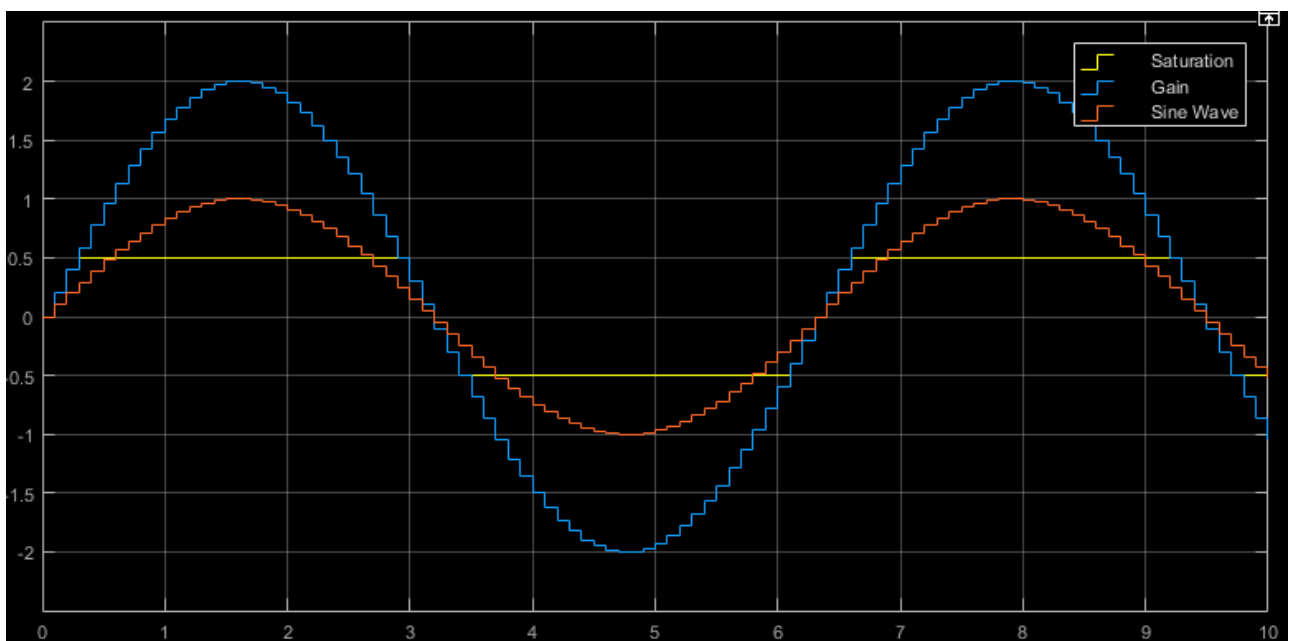


Рис. 4.4: Результат симуляция дискретного сигнала. Окно Score.

На рисунке 4.4 видно, что непрерывный сигнал стал дискретным, что соответствует нашим ожиданиям.

4.1.3 Получение спектра дискретного сигнала

Для дискретного сигнала получим его спектр. Для этого установим *Sample time* на 0.01 и *Simulation stop time* на 20.



Рис. 4.5: Схема для исследования спектра дискретного синусоидального сигнала.

При запуске симуляции был получен результат, продемонстрированный на рисунке 4.6.

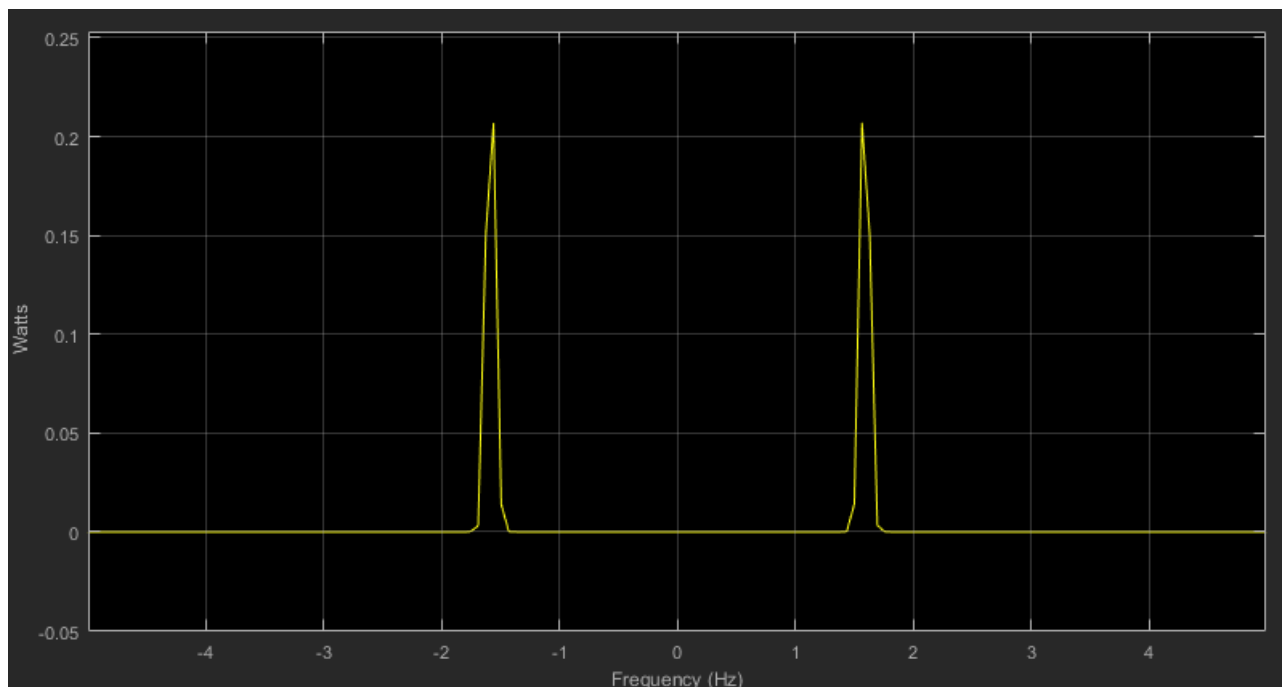


Рис. 4.6: Спектр синусоидального дискретного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

Изменим амплитуду входного сигнала с 1 до 5 и промодулируем снова.

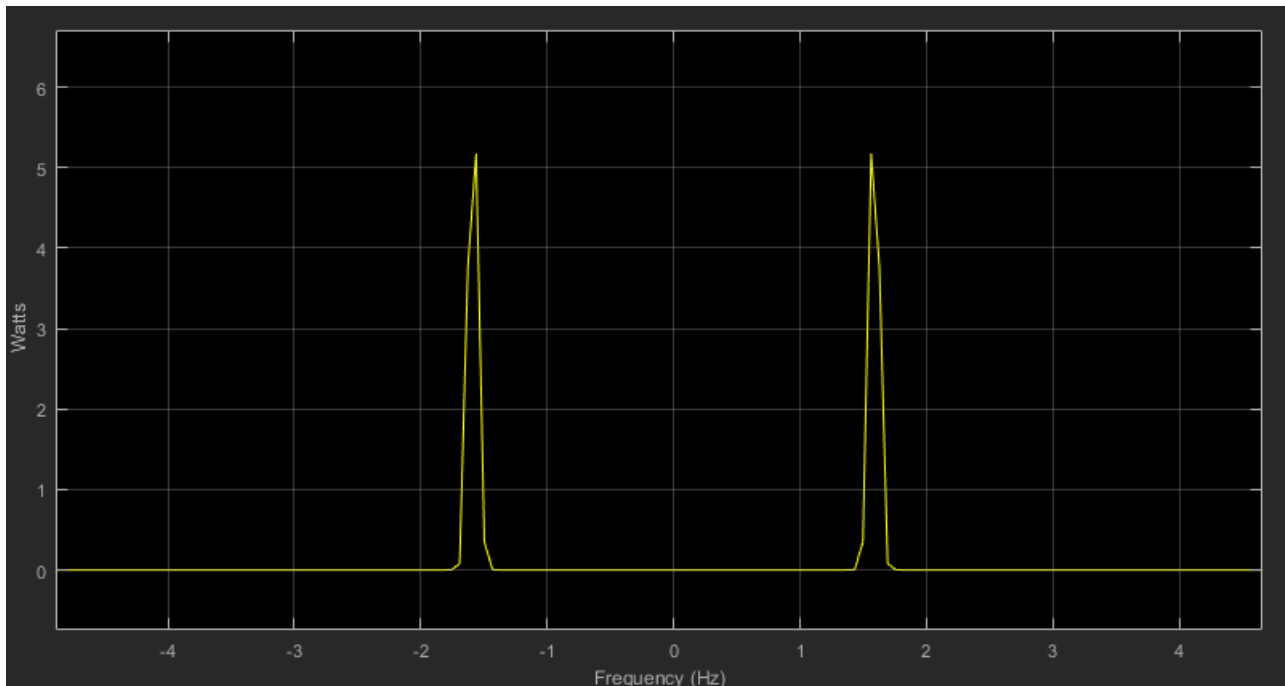


Рис. 4.7: Спектр синусоидального дискретного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

Изменим *Samples per period* с 20π до 40π

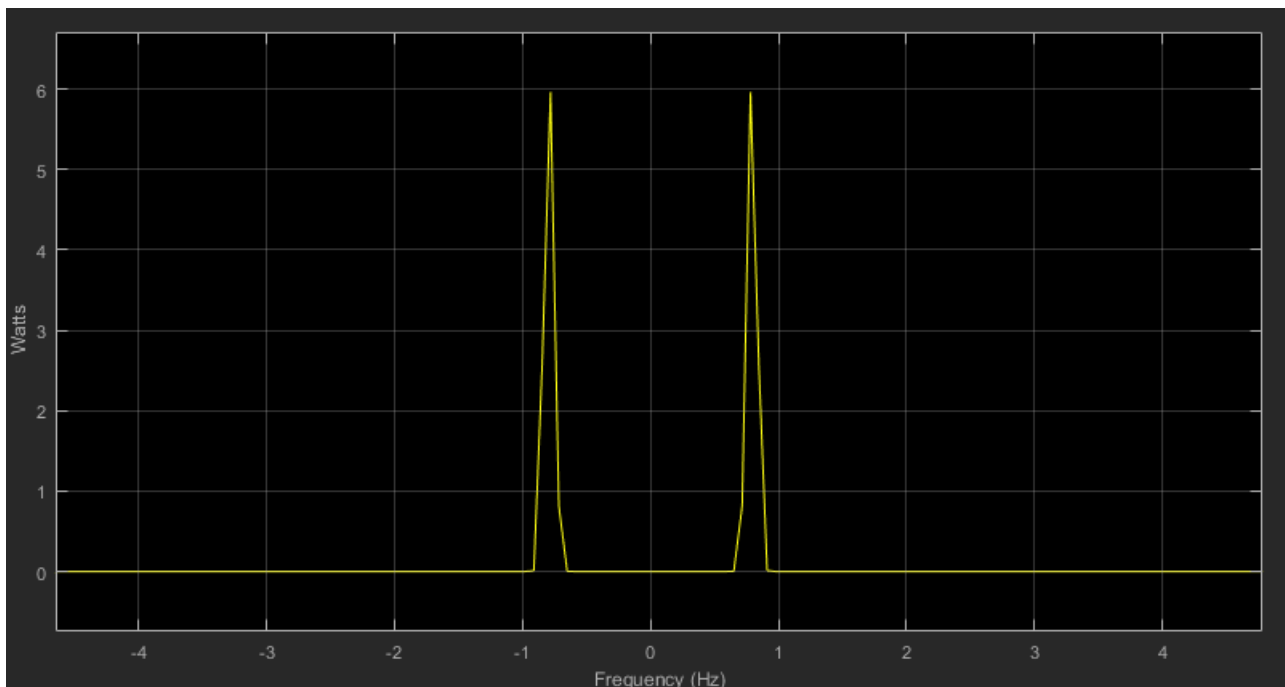


Рис. 4.8: Спектр синусоидального дискретного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

По полученным результатам варьирования параметров задания сигнала можно сделать вывод о том, что моделирование было проведено верно. На

рисунках 4.6, 4.7, 4.8 продемонстрировано, что при изменении амплитуды сигнала изменяется амплитуда спектра, причём нелинейно, а при изменении периода обратно пропорционально изменяется частота спектра.

4.2 Моделирование прямоугольного сигнала

4.2.1 Получение дискретного сигнала

Для исследования прямоугольного дискретного сигнала была введена схема представленная на рисунке 4.9. *Simulation stop time* установлен на 20.

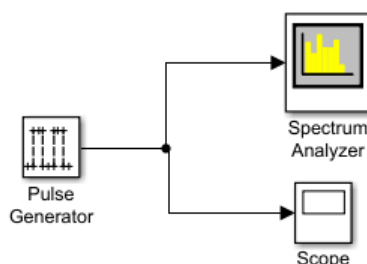


Рис. 4.9: Схема для исследования прямоугольного дискретного сигнала

Для **Pulse Generator** были заданы параметры представленные на рисунке 4.10

Parameters	
Pulse type:	Sample based
Time (t):	Use simulation time
Amplitude:	
	1
Period (number of samples):	
	100
Pulse width (number of samples):	
	50
Phase delay (number of samples):	
	0
Sample time:	
	0.01

Рис. 4.10: Окно Block Parameters: Pulse Generator. Раздел Parameters.

После моделирования в окне Scope были получены результаты, продемонстрированные на рисунке 4.11.

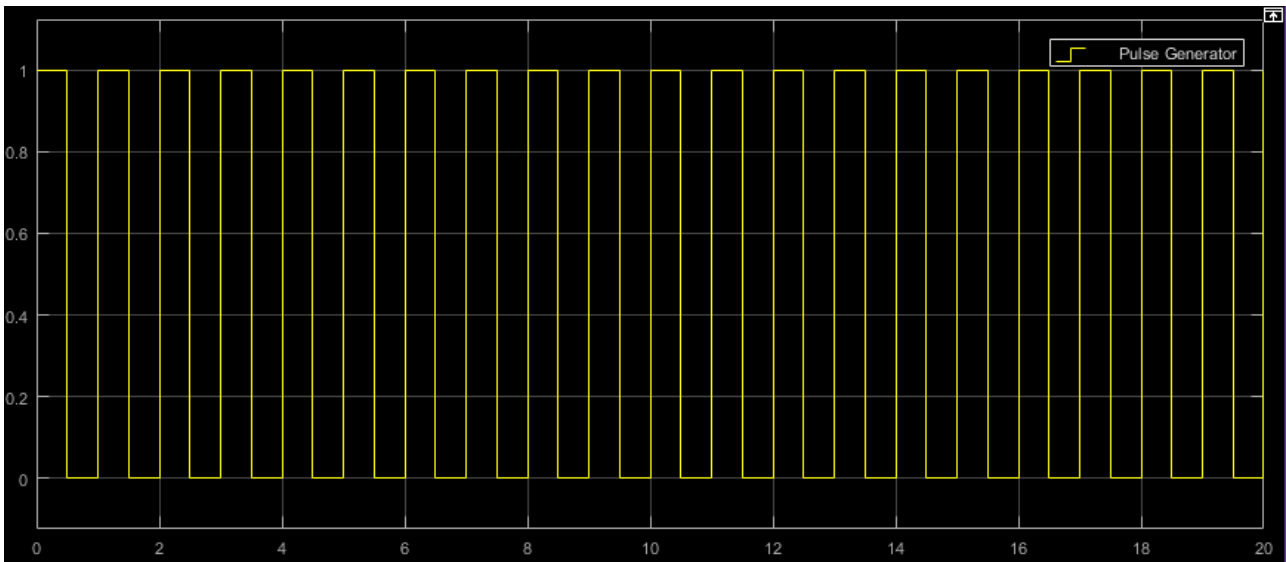


Рис. 4.11: Результаты симуляции дискретного прямоугольного сигнала. Окно Scope.

По результатам симуляции, визуально можно определить, что поставленная задача, смоделировать прямоугольный сигнал, выполнена.

4.2.2 Получение спектра дискретного сигнала

Для получения спектра дискретного сигнала воспользуемся схемой приведённой на рисунке 4.9.

Результаты проведённой симуляции приведены на рисунке 4.12.

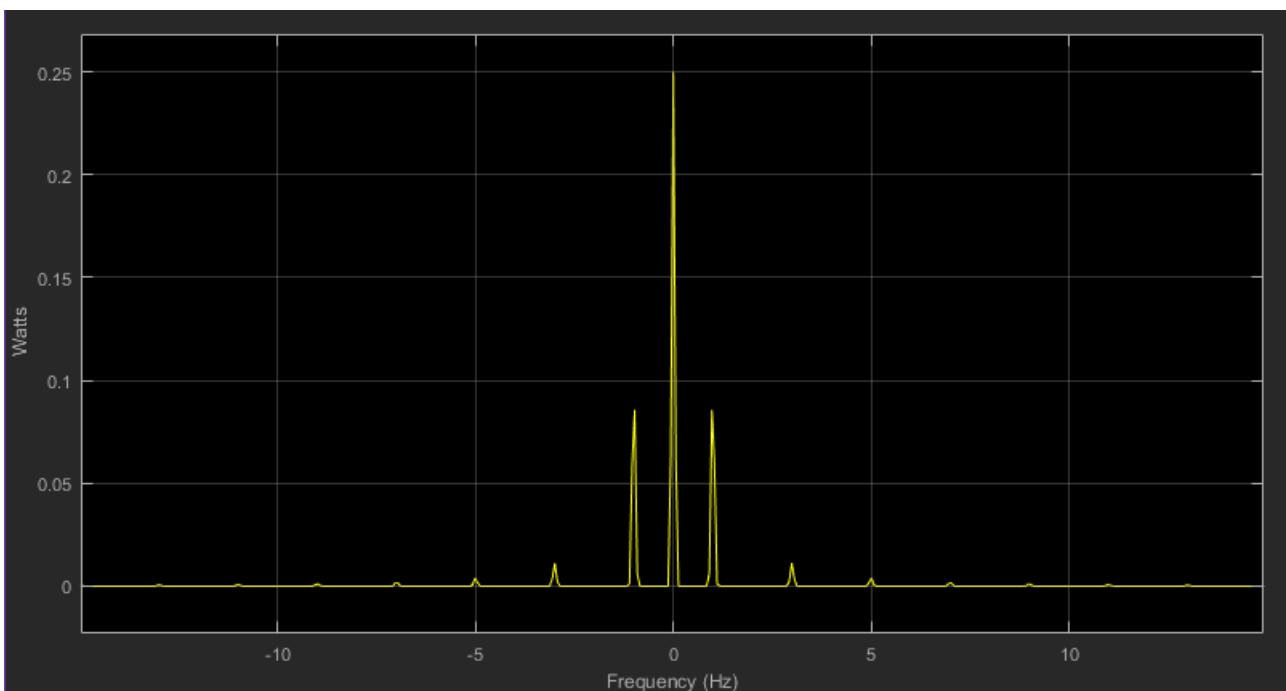


Рис. 4.12: Полученный спектр для дискретного прямоугольного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

Будем изменять параметры сигнала и следить за изменением спектра.
Изменим период сигнала со 100 до 75.

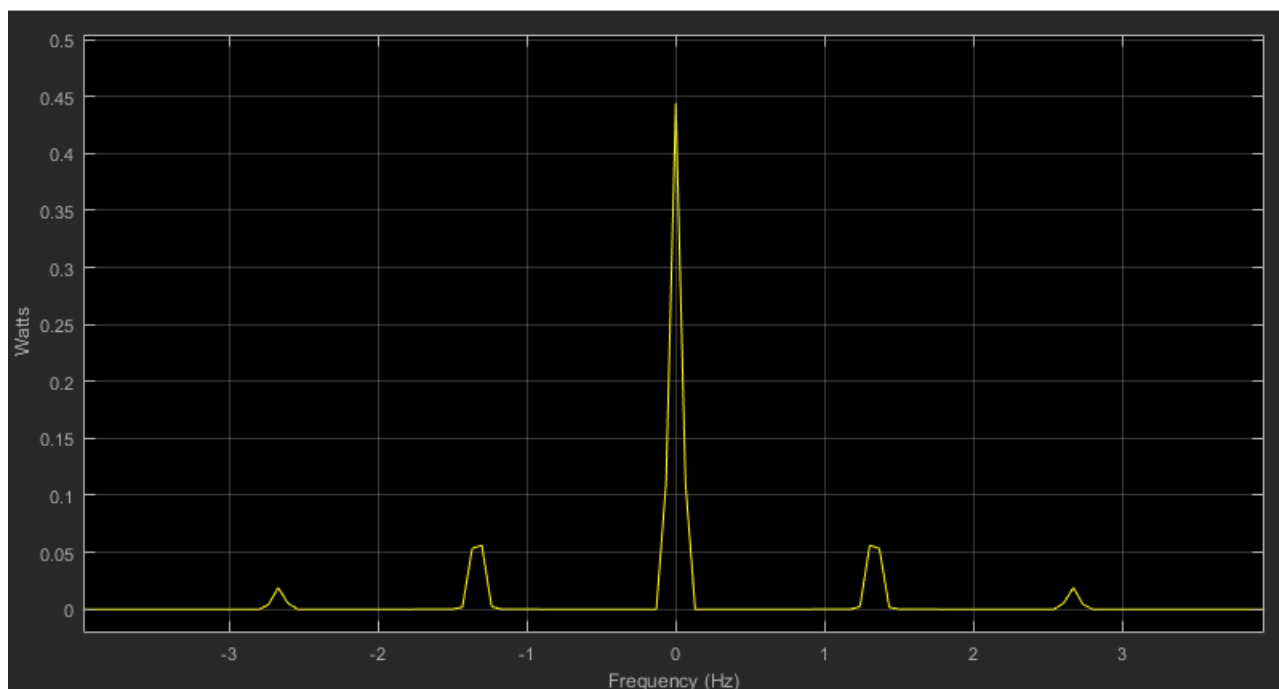


Рис. 4.13: Полученный спектр для дискретного прямоугольного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

Изменим длину импульса с 50 до 25.

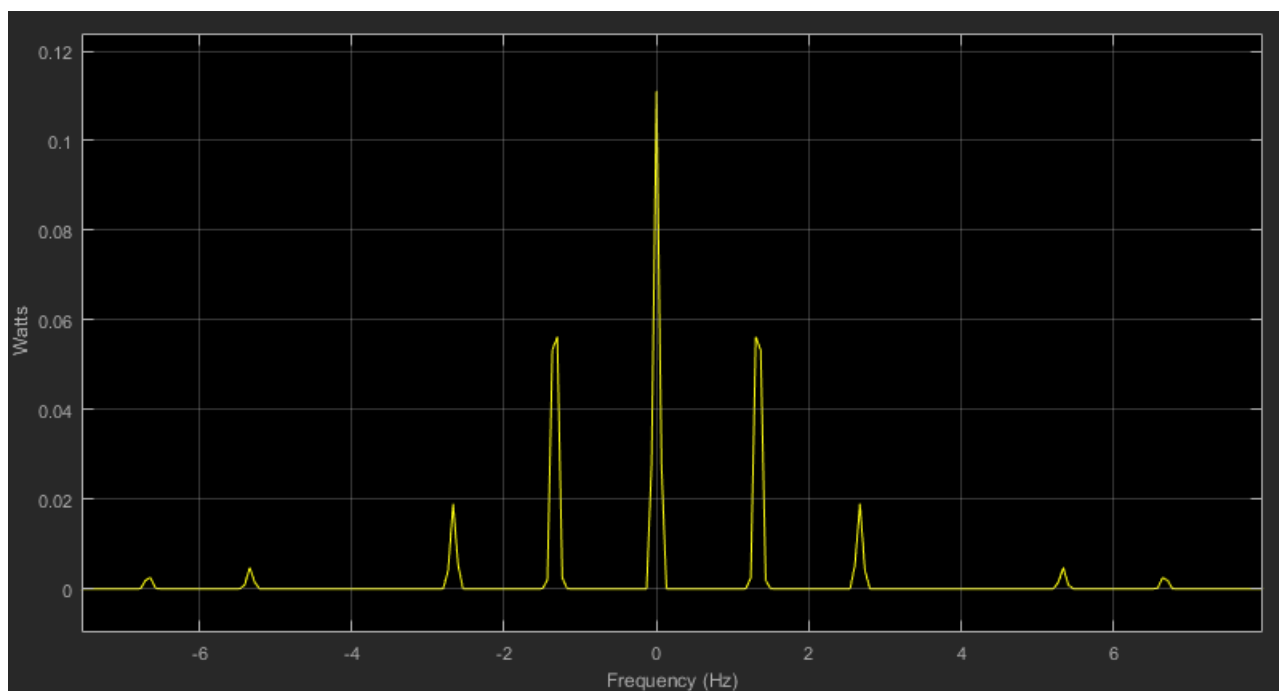


Рис. 4.14: Полученный спектр для дискретного прямоугольного сигнала. Окно Spectrum Analyzer.

Таким образом, были получены спектры различных дискретных прямоугольных сигналов.

5 Выводы

Сигналы используются для передачи информации. Сигналы различаются по природе носителя информации, по способу задания сигнала, по непрерывности, по периодичности и по конечности.

Они могут быть представлены как во временной, так и в частотной области. Переход от одного представления к другому можно осуществить с помощью преобразований Фурье. Преобразование применяют потому что при анализе сигналов для одних удобнее временное отображение, а для других частотное.

В ходе работы была проведено моделирование различных непрерывных и дискретных сигналов, для дискретных был получен спектр сигнала.