

Санкт-Петербургский Политехнический Университет
Институт Компьютерных Наук и Технологий
Кафедра Компьютерных Систем и Программных Технологий

Отчёт по лабораторной работе №1
на тему
Визуализация сигналов во временной и частотной области

Работу выполнил
Студент группы 33501/3
Степанов Е. О.
Преподаватель
Богач Н. В.

Санкт-Петербург
2018

1. Цель работы

Познакомиться со средствами генерации сигналов и визуализации их спектров.

2. Постановка задачи

В командном окне MATLAB и в среде Simulink промоделировать чистый синусоидальный сигнал, а также синусоидальный сигнал с шумом. Получить их спектры.

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.

Шум — беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры.

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:

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

4. Ход работы

Строим синусоидальный сигнал в командном окне Matlab и его спектр:

```
mPi = 2.5;
f = 11;
f0 = 5;
t1=1;
t=0:1:100
s = 7*cos(2*mPi*f*t+f0)
plot(t, s);
dots = 1024;
fft(s,dots);
plot(abs(fft(s, dots)))
```

Результат работы программы - на рис.1 и 2

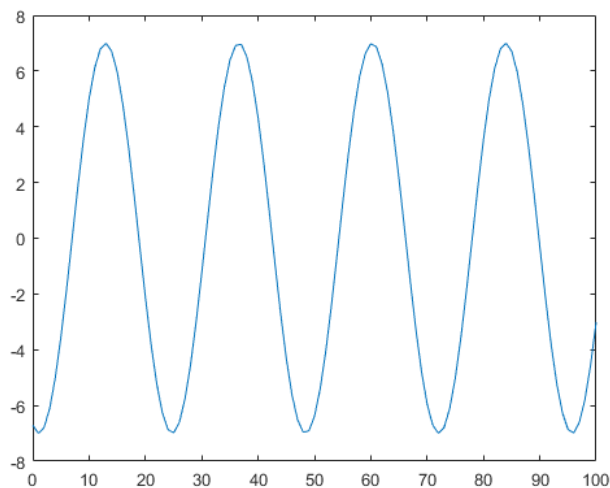


Рис. 1: Синусоидальный сигнал.

Прямоугольный сигнал:

```
mPi = 1.5;
f = 25;
f0 = 5;
t1=1;
t=0:1:100
s = 5*cos(2*mPi*f*t+f0)
noise=rand(size(t));
s1=s+2*noise;
plot(t, s1);
dots = 1024;
fft(s,dots);
plot(abs(fft(s1, dots)))
```

Результат работы программы - на рис.3 и 4

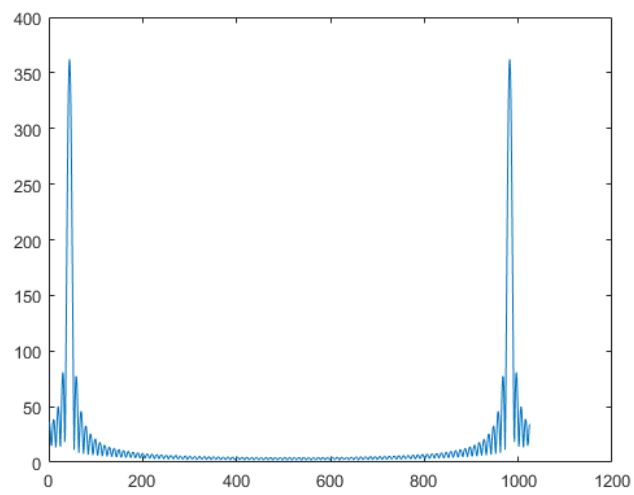


Рис. 2: Спектр синусоидального сигнала.

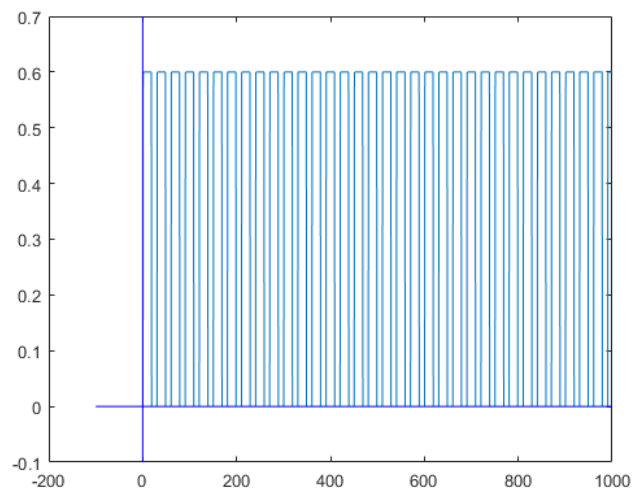


Рис. 3: Прямоугольный сигнал.

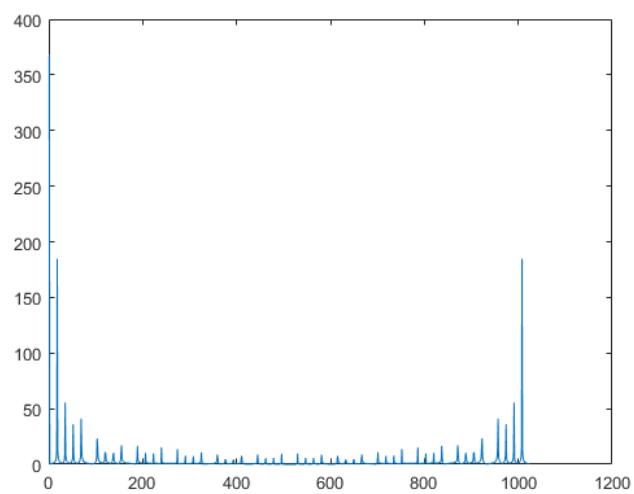


Рис. 4: Спектр прямоугольного сигнала.

Повторяем те же опыты на Simulink.

Рис. 5 - схема для синусоидального сигнала (рис. 6 - сам сигнал и его спектр).

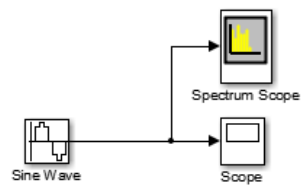


Рис. 5: Схема синусоидального сигнала.

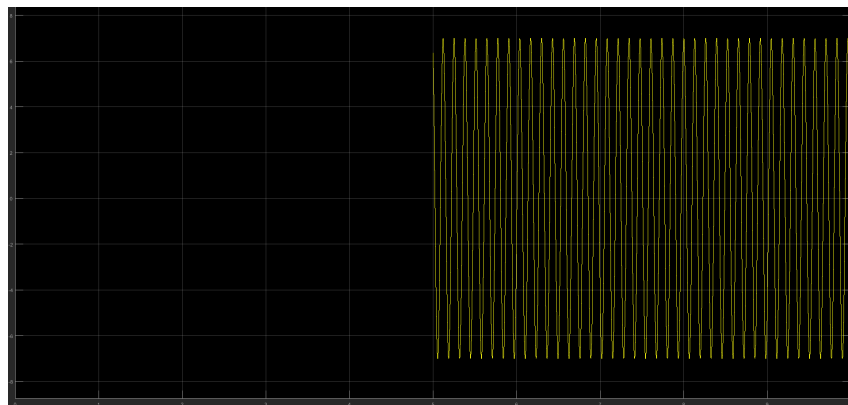


Рис. 6: Сам сигнал.

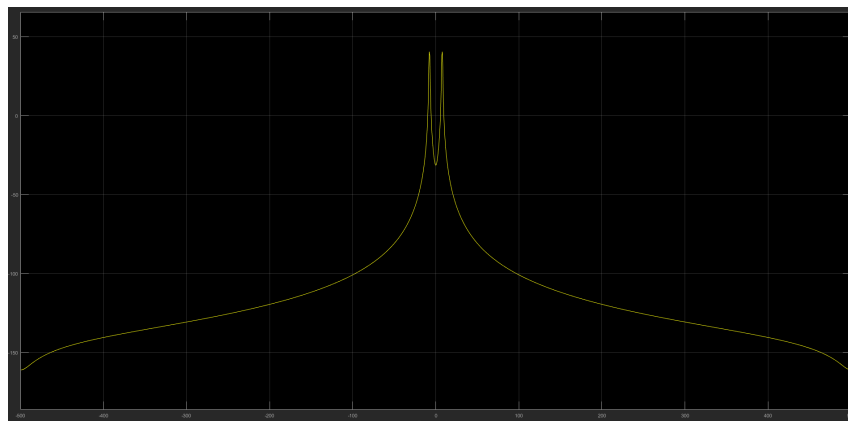


Рис. 7: Спектр сигнала.

Добавляем **Гауссовский** генератор шума. Схема - на рис. 7, на рис. 8 - результаты.

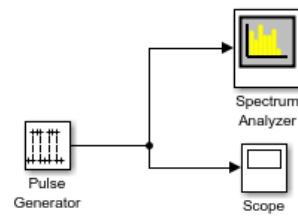


Рис. 8: Схема с Гауссовским шумом.

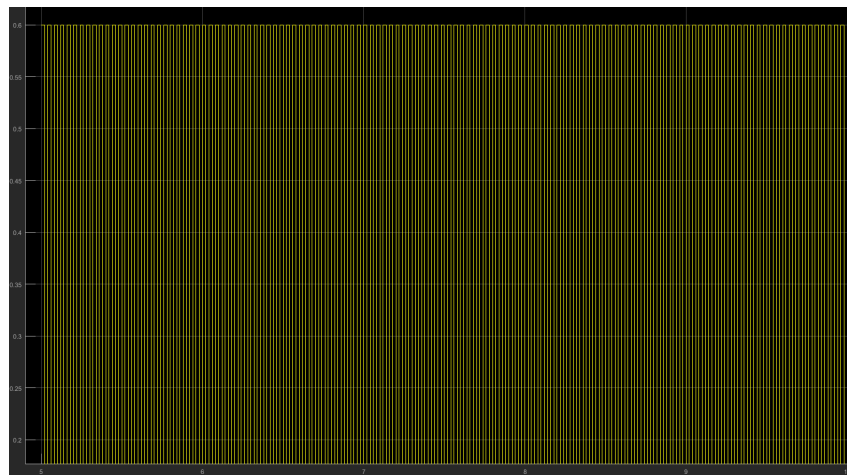


Рис. 9: Прямоугольный сигнал.



Рис. 10: Его спектр.

5. Корреляция.

Корреляция – это математический аппарат, который позволяет определить меру схожести двух сигналов. Пусть $x(t)$ и $y(t)$ – два сигнала с конечной энергией, тогда для них корреляция определяется как

$$r(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) y(t + \tau) d\tau.$$

Параметр τ определяет смещение одного сигнала относительно другого. Введение смещения позволяет определить корреляцию сигналов независимо от возможных временных задержек.

Для дискретных и конечных сигналов корреляция имеет вид

$$r(\tau) = \sum_{i=n}^{N-1} x(n) y(n + \tau) d\tau,$$

где N – число отсчетов, а τ целое.

Расчет корреляции можно ускорить, используя теорему о корреляции, которая обычно формулируется следующим образом:

$$r = F_D^{-1}[F_D(x(n))F_D(y(n))].$$

Здесь F_D обозначает дискретное преобразование Фурье, а F_D^{-1} – преобразование Фурье. Вектор r содержит результаты круговой корреляции, номер компоненты соответствует смещению.

Если число элементов обрабатываемых последовательностей достаточно велико, данный метод позволяет получить результат за меньшее время, чем непосредственный расчет корреляции.

5. синхросылки в сигнале с помощью корреляции. Получение пакета данных.

Корреляция часто применяется для поиска заданной последовательности в потоке данных. Ниже рассмотрен пример поиска синхросылки [101] в сигнале [0001010111000010] и получение следующего за ней пакета информации объемом 8 бит.

Корреляция максимальна при трех различных смещениях. В качестве синхросылки принимается последовательность с минимальным смещением, таким образом полученный пакет имеет вид [01110000].

Корреляция синхросылки [101] последовательностями [101] и [111], одинакова. Это может привести к ложному срабатыванию, данную проблему можно решить если использовать в качестве синхросылки последовательность единиц.

6. Вывод

Сигналы используются для передачи информации. Они бывают дискретные и непрерывные, периодические и непериодические, конечные и бесконечные. Дискретный сигнал имеет периодический спектр, периодический сигнал имеет дискретный спектр, а сигнал, который ограничен во времени имеет бесконечный спектр. В ходе работы была проведено моделирование различных непрерывных и дискретных сигналов, для дискретных был получен спектр сигнала. Сигналы были смоделированы при помощи средств среды Simulink.

Корреляционный анализ дает возможность установить в сигналах наличие связи. Методы корреляции применяются при анализе случайных процессов для выявления неслучайных составляющих и оценки неслучайных параметров этих процессов. Преобразования Фурье в телекоммуникационных технологиях применяются для обработки изображений и звука, для модуляции и демодуляции данных при фильтрации сигналов и передаче по различным каналам связи.