

Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет
Институт Информационных Технологий и Управления
Кафедра Компьютерных Систем и Програмных Технологий

Отчёт по лабораторной работе №6
на тему
Цифровая модуляция

Работу выполнила
Студентка группы 33501/1
Романов Н.В.
Преподаватель
Богач Н.В.

Санкт-Петербург, 2018 год

1 Цель работы

Изучение методов модуляции цифровых сигналов.

2 Постановка задачи

1. Получить сигналы BPSK, PSK, OQPSK, genQAM, MSK модуляторов.
2. Построить их сигнальные созвездия.
3. Провести сравнение изученных методов модуляции цифровых сигналов.

3 Теоретическая часть

Числа при передаче информации в цифровой форме с периодом T поступают от источника информации и называются символами (symbol), а частота передачи символов – символьной скоростью (symbol rate) $fT = 1/T$. В практике передачи данных распространена двоичная (binary) последовательность символов, где числа передаются значениями 0 и 1.

Цифровая модуляция и демодуляция включают в себя две стадии. При модуляции цифровое сообщение сначала преобразуется в аналоговый модулирующий сигнал с помощью функции modmap, а затем осуществляется аналоговая модуляция. При демодуляции сначала получается аналоговый демодулированный сигнал, а затем он преобразуется в цифровое сообщение с помощью функции demodmap.

Аналоговый несущий сигнал модулируется цифровым битовым потоком. Существуют три фундаментальных типа цифровой модуляции (или шифтинга) и один гибридный:

1. ASK – Amplitude shift keying (Амплитудная двоичная модуляция).
2. FSK – Frequency shift keying (Частотная двоичная модуляция).
3. PSK – Phase shift keying (Фазовая двоичная модуляция).
4. ASK/PSK.

Одна из частных реализаций схемы ASK/PSK, которая называется QAM - Quadrature Amplitude Modulation (квадратурная амплитудная модуляция (КАМ)). При КАМ изменяется как фаза, так и амплитуда несущего сигнала. Это позволяет увеличить число кодируемых в единицу времени бит и при этом повысить помехоустойчивость их передачи по каналу связи. В настоящее время число кодируемых информационных бит на одном интервале может достигать 8-9, а число состояний в сигнальном пространстве, соответственно, от 256 до 512.

Фазовый шифтинг представляет «0» как сигнал без сдвига, а «1» как сигнал со сдвигом. BPSK : используется единственный сдвиг фазы между «0» и «1» — 180 градусов, половина периода. Существуют также QPSK: QPSK использует 4 различных сдвига фазы (по четверти периода) и может кодировать 2 бита в символе.

4 Ход работы

Реализуем различные типы модуляции в Matlab:

```
%BPSK
h = modem.pskmod('M', 4);
g = modem.pskdemod('M', 4);
msg = randi([0 3],10,1)
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1, 10, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal)

%PSK
h = modem.pskmod('M', 8);
g = modem.pskdemod('M', 8);
msg = randi([0 7],10,1)
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1, 10, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal)

%QPSK
h = modem.oqpskmod;
g = modem.oqpskdemod;
msg = randi([0 99],1,4)
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1, 200, 100) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal)

%genQAM
M = 10;
h = modem.genqammod('Constellation', exp(j*2*pi*[0:M-1]/M));
g = modem.genqamdemod('Constellation', exp(j*2*pi*[0:M-1]/M));
msg = randi([0 9],100,1);
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1,100, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal);

%MSK
h = modem.mskmod('SamplesPerSymbol', 10);
g = modem.mskdemod('SamplesPerSymbol', 10);
msg = randi([0 1],10,1);
modSignal = modulate(h, msg);
errSignal = (randerr(1, 100, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g, modSignal);
scatterplot(modSignal);
```

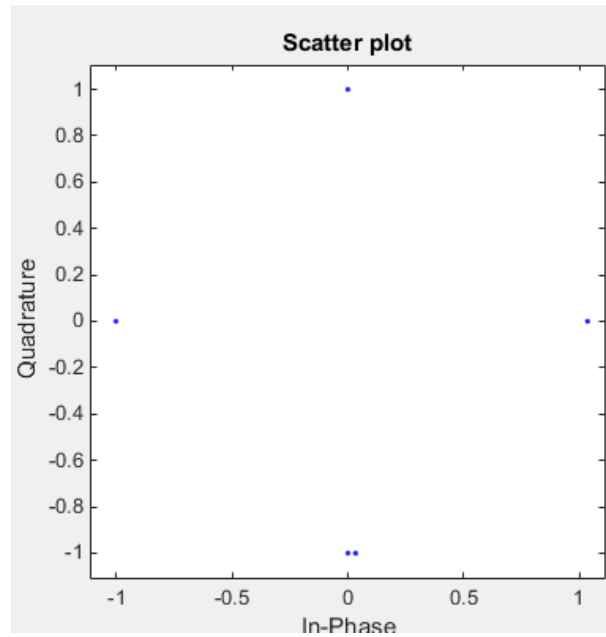


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

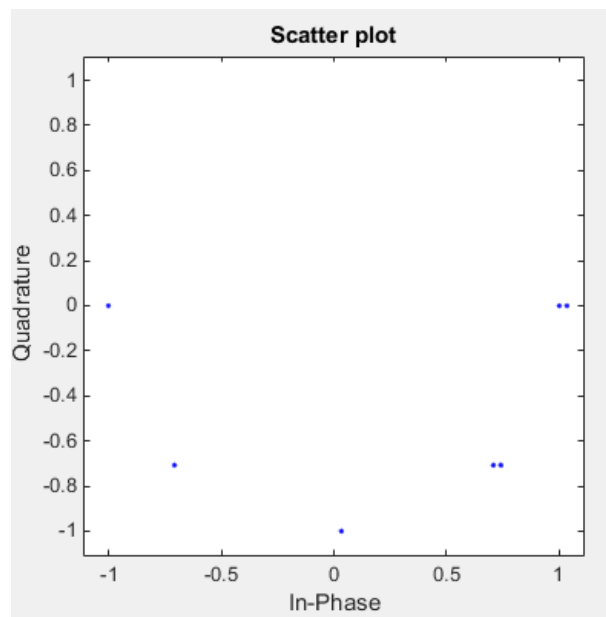


Рис. 2: Сигнальное созвездие PSK

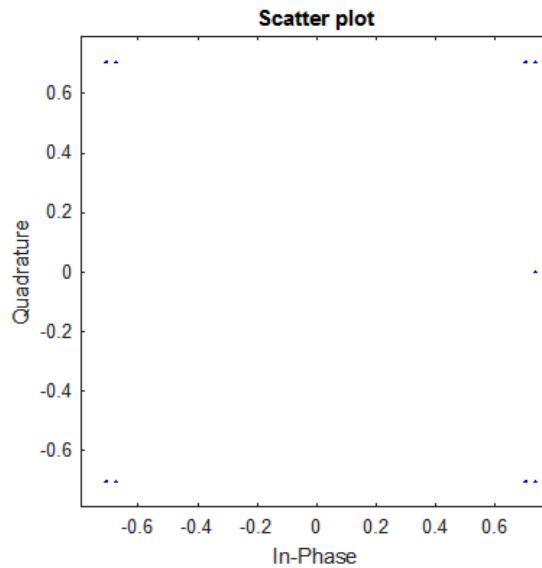


Рис. 3: Сигнальное созвездие OQPSK

5 Вывод

В ходе данной лабораторной работы нами были использованы различные виды модуляций, применимым к цифровым сигналам. Далее отмечены особенности некоторых из них.

Квадратурная амплитудная манипуляция (QAM) — манипуляция, при которой изменяется как фаза, так и амплитуда сигнала, что позволяет увеличить количество информации, передаваемой одним состоянием сигнала. Квадратурная модуляция применяется для передачи сигналов цветности в телевизионном стандарте PAL и NTSC, в стереофоническом радиовещании, в системах программно-определяемого радио (ПОР, SDR).

Фазовая манипуляция (PSK) — один из видов фазовой модуляции, при которой фаза несущего колебания меняется скачкообразно в зависимости от информационного сообщения. При реализации PSK может возникнуть проблема поворота созвездия, например, в непрерывной передаче без синхронизации. Для решения подобной проблемы может быть использовано кодирование, основанное не на положении фазы, а на её изменении.

Двоичная фазовая манипуляция — самая простая форма фазовой манипуляции. Работа схемы двоичной ФМн заключается в смещении фазы несущего колебания на одно из двух значений, нуль или π (180°). Двоичную фазовую манипуляцию можно также рассматривать как частный случай квадратурной манипуляции (QAM-2).

При квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) используется созвездие из четырёх точек, размещённых на равных расстояниях на окружности. Используя 4 фазы, в QPSK на символ приходится два бита. Анализ показывает, что скорость может быть увеличена в два раза относительно BPSK при той же полосе сигнала, либо оставить скорость прежней, но уменьшить полосу вдвое.

Частотная манипуляция с минимальным сдвигом (MSK) представляет собой способ модуляции, при котором не происходит скачков фазы и изменение частоты происходит в моменты пересечения несущей нулевого уровня. MSK уникальна потому, что значения частот соответствующих логическим «0» и «1» отличаются на величину равную половине скорости передачи данных. Другими словами, индекс модуляции равен 0,5.

Уровень модуляции определяет количество состояний несущей, используемых для передачи информации. Чем выше этот уровень, тем большими скоростными возможностями и меньшей помехоустойчивостью модуляция обладает. Число бит, передаваемых одним состоянием, определяется как $\log N$, где N — уровень модуляции. Таким образом, чем выше уровень модуляции, тем больше данных мы можем передать (или потерять) за единицу времени.

Наиболее помехоустойчивыми являются те модуляторы, которые имеют наименьшее число уровней модуляции, т.е. MSK и BPSK

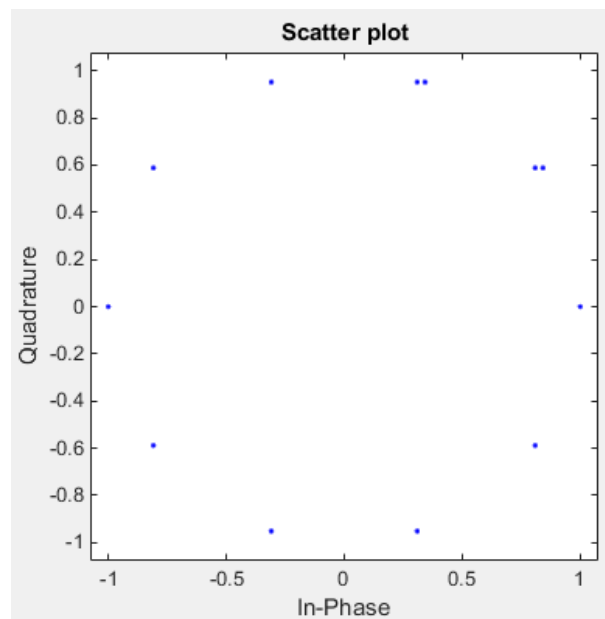


Рис. 4: Сигнальное созвездие genQAM

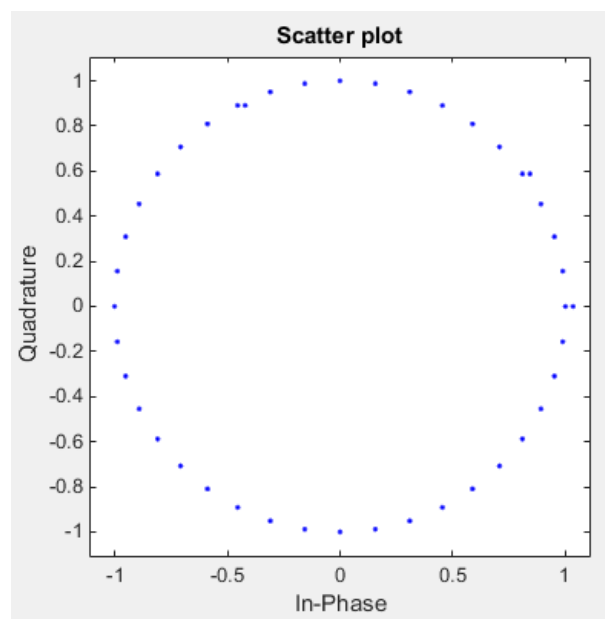


Рис. 5: Сигнальное созвездие MSK