

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

Отчёт по лабораторной работе №6
на тему
Цифровая модуляция

Работу выполнил
Студент группы 33501/1
Иванов А.А.
Преподаватель
Богач Н.В.

Санкт-Петербург, 2018 год

1 Цель работы

Изучение методов модуляции цифровых сигналов.

2 Постановка задачи

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

3 Теоретическая часть

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)). Это метод объединения двух АМ-сигналов в одном канале. Он позволяет удвоить эффективную пропускную способность. В QAM используется две несущих с одинаковой частотой но с разницей в фазе на четверть периода (отсюда и возникает слово квадратура). Частотная модуляция представляет логическую единицу интервалом с большей частотой, чем ноль. 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 (01, 11, 00, 10).

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)
```

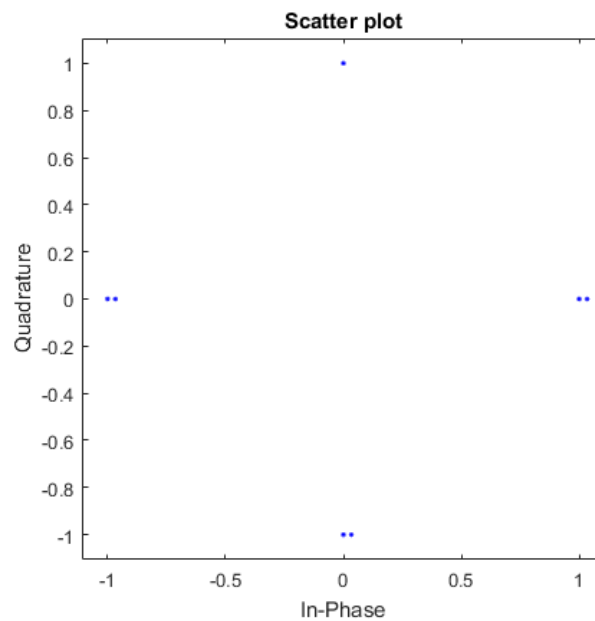


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

```

%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)

```

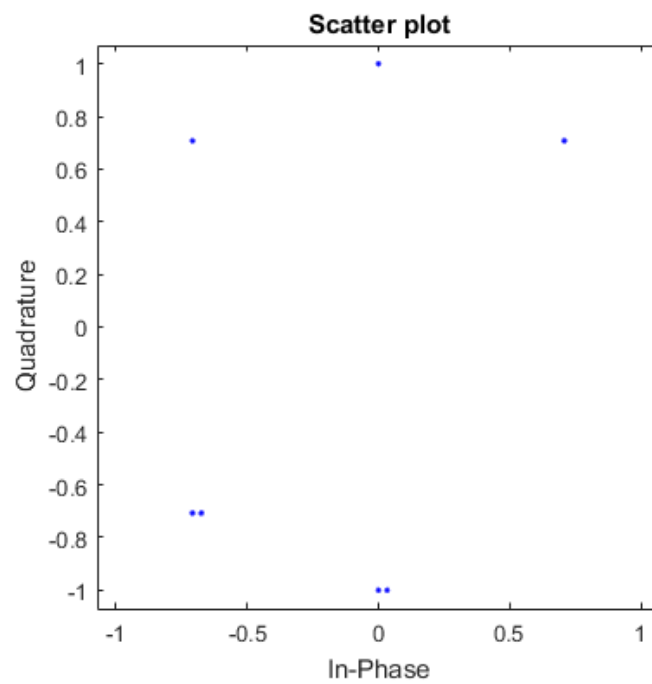


Рис. 2: Сигнальное созвездие PSK

```

%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)

```

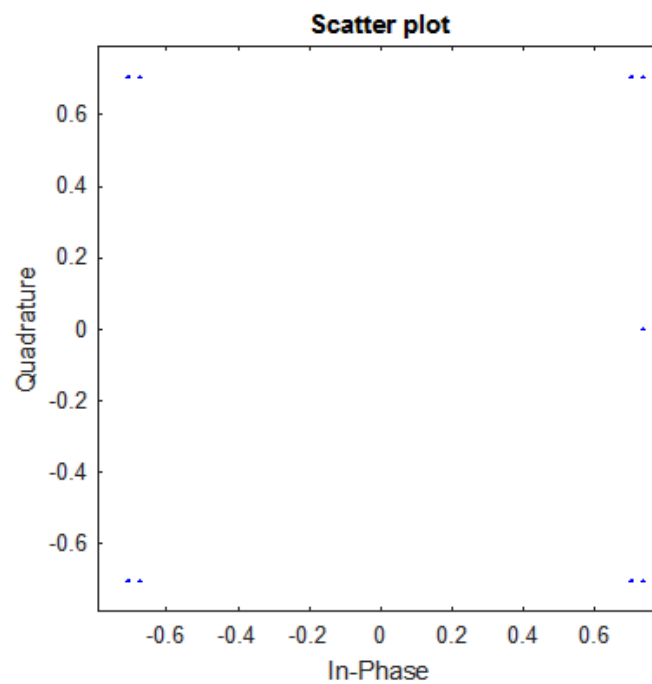


Рис. 3: Сигнальное созвездие OQPSK

```

%genQAM
M = 10;
h = modem.genqammod('Constellation', exp(j*2*pi*[0:M-1]/M));
g = modem.genqamdmod('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);

```

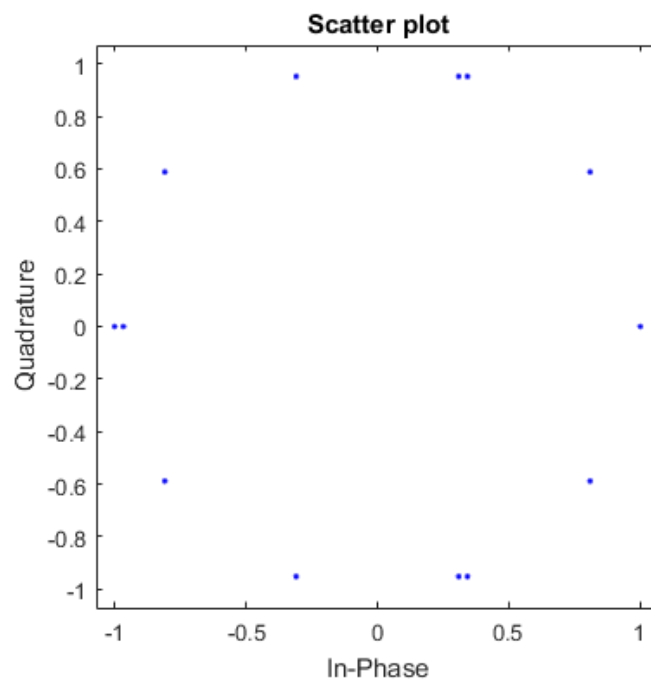


Рис. 4: Сигнальное созвездие genQAM

```

%MSK
h = modem.mskmod('SamplesPerSymbol', 10);
g = modem.msksdemod('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);

```

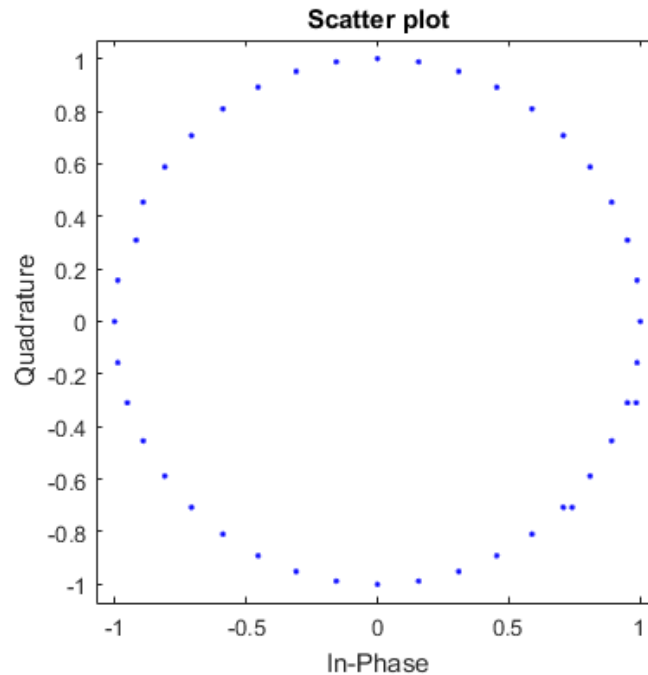


Рис. 5: Сигнальное созвездие MSK

5 Вывод

Цифровая модуляция — процесс преобразования последовательности кодовых символов в последовательность элементов сигнала. Существуют следующие типы манипуляций: частотная манипуляция, фазовая манипуляция, амплитудная манипуляция, квадратурная амплитудная манипуляция. Квадратурная амплитудная манипуляция (QAM) — манипуляция, при которой изменяется как фаза, так и амплитуда сигнала, что позволяет увеличить количество информации, передаваемой одним состоянием сигнала.

Фазовая манипуляция (PSK) — один из видов фазовой модуляции, при которой фаза несущего колебания меняется скачкообразно в зависимости от информационного сообщения.

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 значение 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.