

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Отчет по лабораторной работе № 6

на тему

Цифровая модуляция

Работу выполнила:

студентка гр.

33501/2 Акимова

М.А.

Преподаватель:

Богач Н.В.

2018

1. Цель работы

Изучить методы модуляции цифровых сигналов.

2. Постановка задачи

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

3. Теоретическая часть

Цифровая модуляция - это процесс преобразования цифровых символов в сигналы, совместимые с характеристиками канала. При низкочастотной модуляции (baseband modulation) эти сигналы обычно имеют вид импульсов заданной формы. В случае полосовой модуляции (bandpass modulation) импульсы заданной формы модулируют синусоиду, называемую несущей волной (carrier wave), или просто несущей (carrier); для радиопередачи на нужное расстояние несущая преобразуется в электромагнитное поле. В цифровой модуляции аналоговый несущий сигнал модулируется цифровым битовым потоком.

Цифровую модуляцию используют для передачи непрерывных сообщений дискретными методами. Ее сущность заключается в том, что передаваемый непрерывный сигнал дискретизируется во времени, квантуется по уровню и полученные после этих операций отсчеты, следующие в дискретные моменты времени, рассматриваются в системе счисления как числа, которые затем кодируются для преобразования их в кодовые комбинации электрических сигналов. Полученной последовательностью кодовых видеосигналов аналоговым или дискретным способом модулируют ВЧ сигналопереносчик. Следовательно, цифровая модуляция основана на трех необходимых преобразованиях полезных непрерывных сигналов: дискретизации, квантовании и кодировании. Четвертое преобразование - модуляцию - используют, как правило, при передаче сигналов в многоканальных системах.

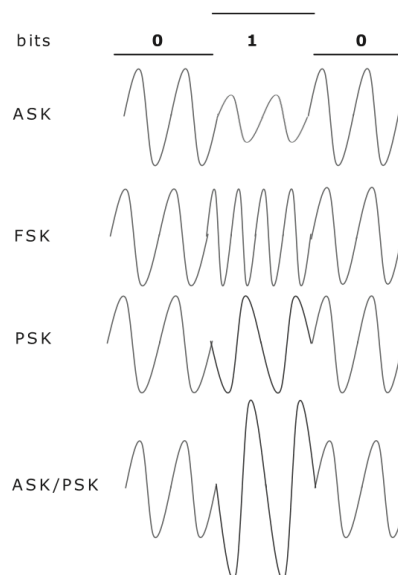
Существуют три фундаментальных типа цифровой модуляции и один гибридный:

ASK – Amplitude shift keying (Амплитудная двоичная модуляция).

FSK – Frequency shift keying (Частотная двоичная модуляция).

PSK – Phase shift keying (Фазовая двоичная модуляция).

ASK/PSK



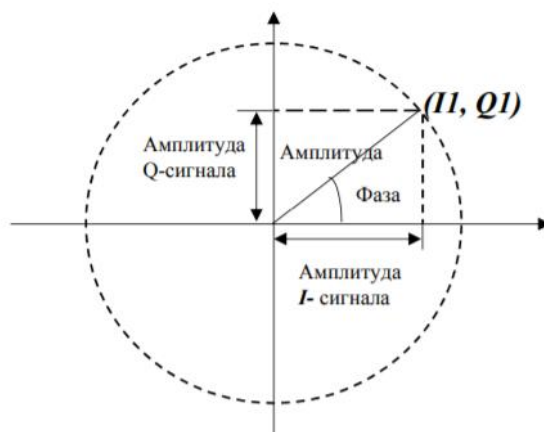
Сигнальное созвездие.

Известно, что модулированный сигнал с произвольным видом модуляции можно представить в виде:

$$u(t) = I(t) \cos(f_0 t) - Q(t) \sin(f_0 t),$$

где $I(t)$ и $Q(t)$ называются синфазной и квадратурной составляющими модулирующего сигнала соответственно. Низкочастотные сигналы $I(t)$ и $Q(t)$ формируются из исходного сообщения аппаратным или программным способом. Закон, по которому выполняется это преобразование, определяет вид модуляции сигнала.

В простейшем случае m равно 2. Например, при амплитудной манипуляции значение амплитуды несущей, соответствующее логической "1" будет равно U_0 , логическому "0" будет соответствовать нулевая амплитуда (отсутствие сигнала). Соответственно число возможных значений квадратурных компонент $I(t)$ и $Q(t)$ для формирования $b(t)$ ограничено тем же числом значений. Множество возможных значений квадратурных компонент принято отображать на декартовой плоскости (Рис. 4), где по оси абсцисс отложены значения синфазной составляющей $I(t)$, а по оси ординат – квадратурной $Q(t)$. Такую диаграмму называют *сигнальным созвездием*.



4. Ход работы

Реализуем различные типы модуляции в Matlab:

```
clear all
close all
format compact
%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 = randint(10,1,8);
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1,10, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal);
%QPSK
h = modem.qpskmod;
g = modem.qpskdemod;
msg = randint(100,1,4);
modSignal = modulate(h,msg);
errSignal = (randerr(1,200, 100) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal);
%Водопадные кривые PSK для разных значений M
figure;
hold on
plot_color = ['r' 'b' 'g' 'c' 'k' 'm'];
for i = 0:5
    A = [];
    B = [];
    for j = -50:0.1:50
        signal = randi([0, 2^i-1], 1000, 1);
        sig_mod = pskmod(signal, 2^i);
        sig_noise = awgn(sig_mod, j);
        sig_demod = pskdemod(sig_noise, 2^i);
        [num_err, rat_err] = symerr(signal, sig_demod);
        A = [A, j];
        B = [B, rat_err]
    end
    plot (A,B, plot_color(i+1));
end
%genQAM
M = 11;
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 = randint(11,1,7);
modSignal = modulate(h,msg);
2
errSignal = (randerr(1,11, 3) ./ 30)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g,modSignal);
scatterplot(modSignal);
%MSK
h = modem.mskmod('SamplesPerSymbol', 11);
g = modem.mskdemod('SamplesPerSymbol', 11);
msg = randint(11,1,2);
modSignal = modulate(h, msg);
errSignal = (randerr(1,121, 3) ./ 15)';
modSignal = modSignal + errSignal;
demodSignal = demodulate(g, modSignal);
scatterplot(modSignal);
```

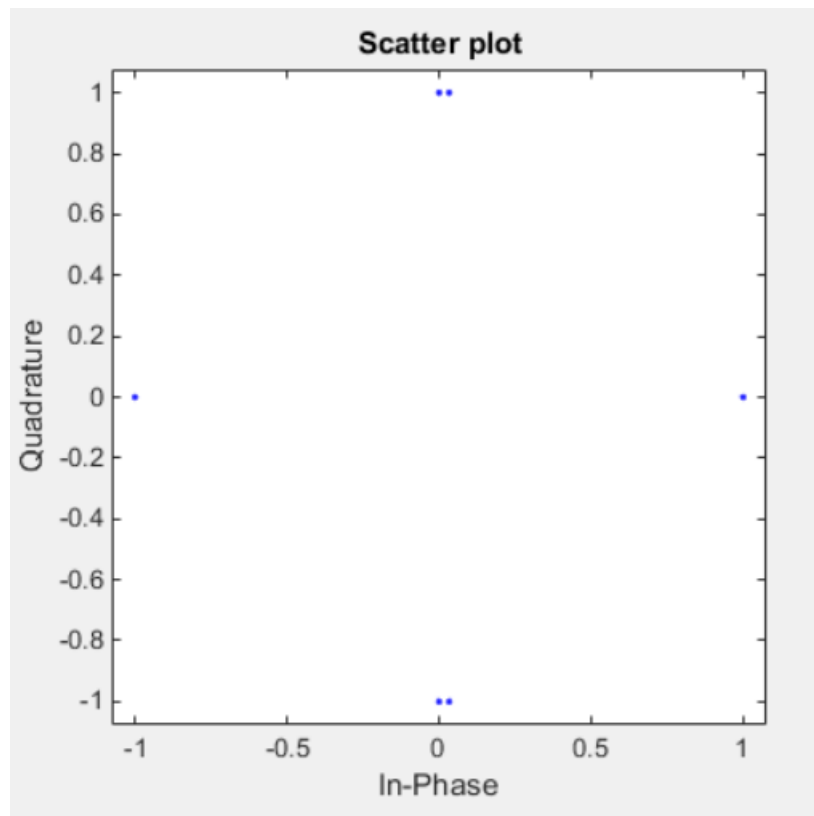


Рис.1 Сигнальное созвездие BPSK

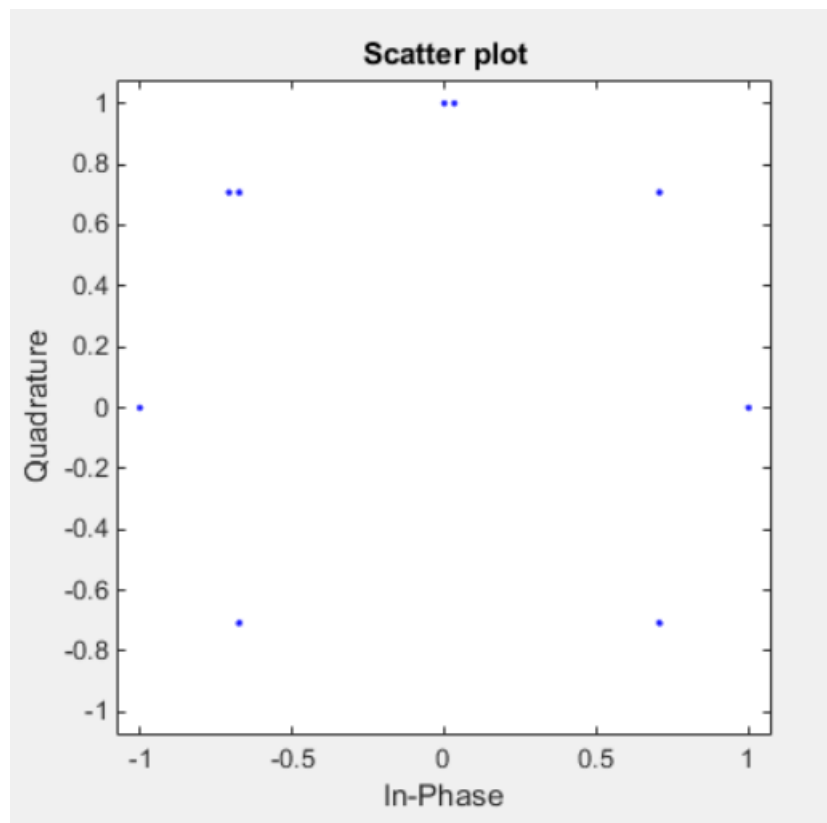


Рис.2 Сигнальное созвездие PSK

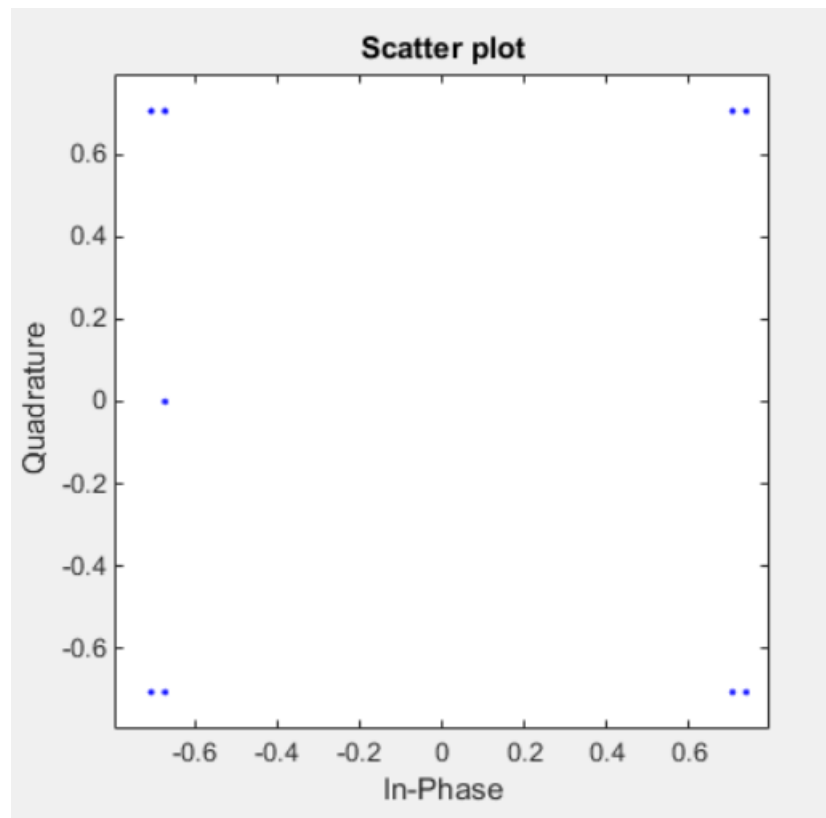


Рис.3 Сигнальное созвездие OQPSK

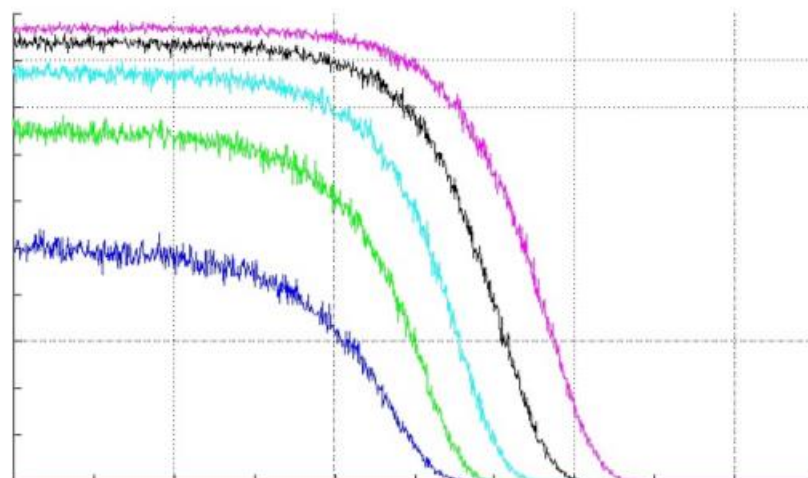


Рис.4 Водопадные кривые

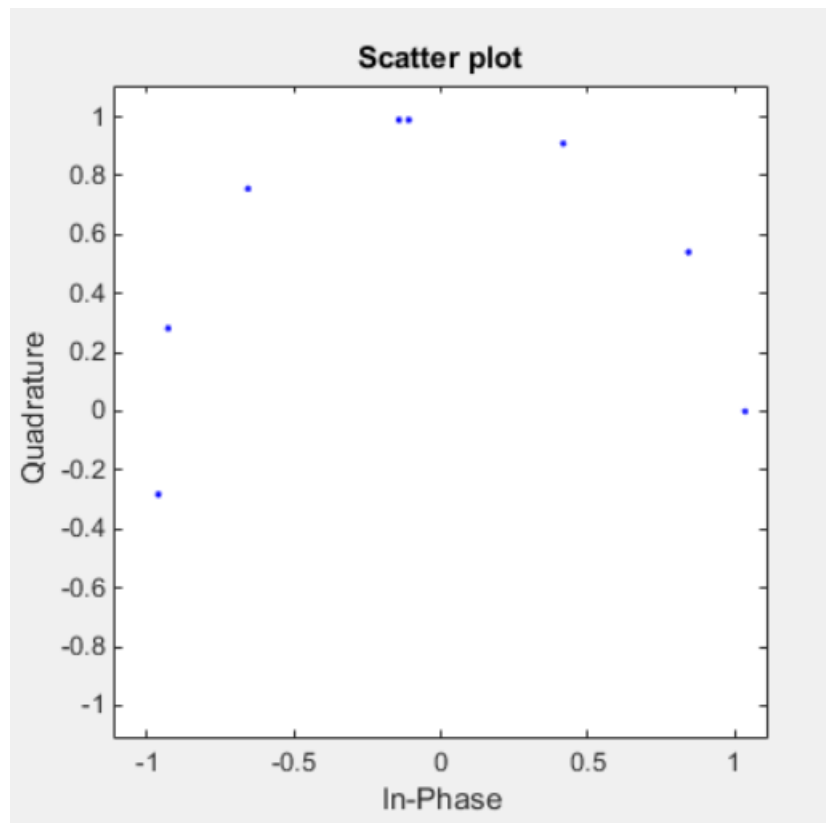


Рис.5 Сигнальное созвездие genQAM

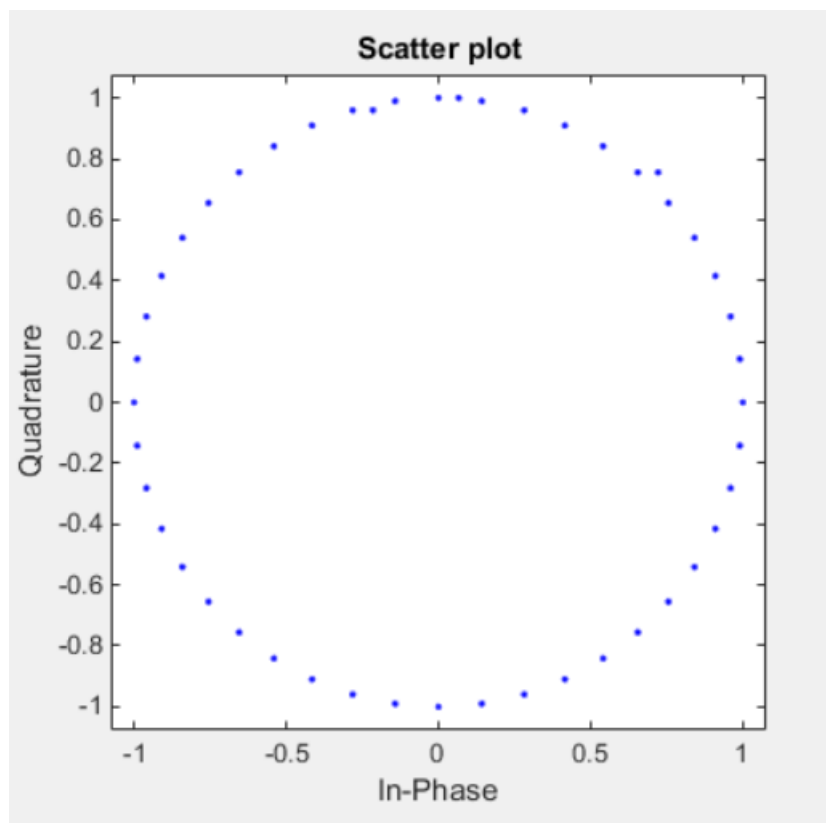


Рис.6 Сигнальное созвездие MSK

5. Выводы:

В ходе работы были получены навыки цифровой модуляции.

Можно сделать следующие выводы:

Наиболее помехоустойчивы MSK и BPSK модуляторы, так как это те модуляторы, у которых наименьшее число уровней модуляции (кол-во состояний несущей и скорость передачи).

Скорость передачи КАМ-сигналов в отличие от АМ-сигнала в два раза выше, поскольку один и тот же физический канал используется для передачи двух сигналов.

При равном числе точек в сигнальном созвездии спектр сигналов КАМ идентичен спектру сигналов ФМ, однако их помехоустойчивость различна. Это обусловлено тем, что расстояние между сигнальными точками в ФМ меньше расстояние между сигнальными точками в КАМ.

Недостатками АМ и КАМ являются скачки фазы и/или амплитуды на границах тактовых интервалов, приводящие к расширению спектра; непостоянство амплитуды модулированного сигнала.