

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий  
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

Лабораторная работа №6  
по теме  
"Цифровая модуляция"

Выполнил студент группы 33501/3  
\_\_\_\_\_ Ромащенко Д. Ю

Руководитель  
\_\_\_\_\_ Богач Н. В

Санкт-Петербург  
2018

# 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)
```

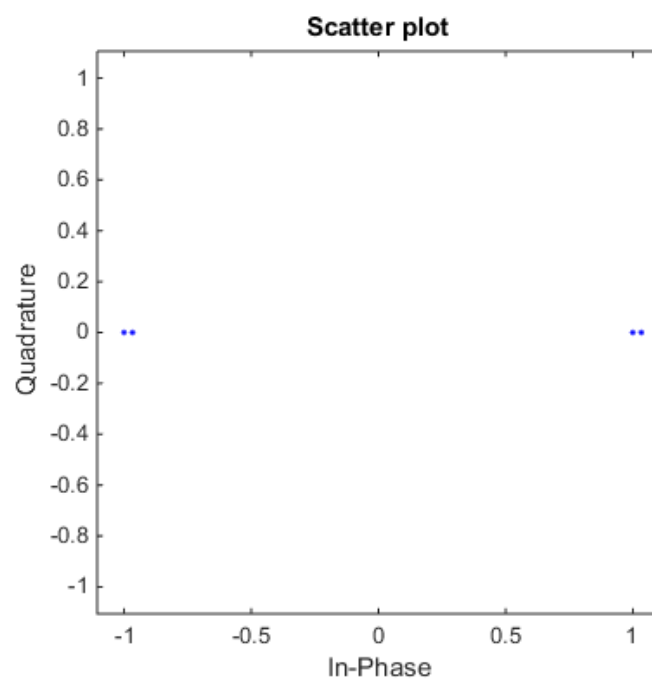


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

```

%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)

```

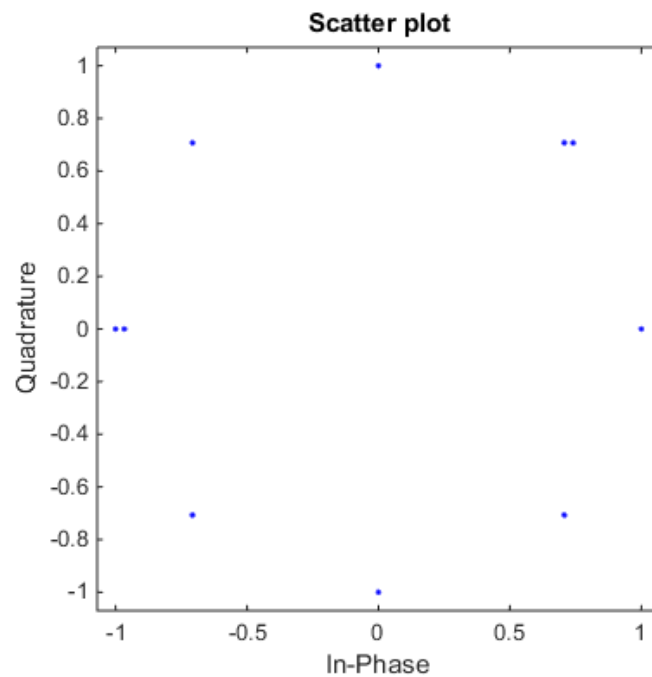


Рис. 2: Сигнальное созвездие PSK

```

%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)

```

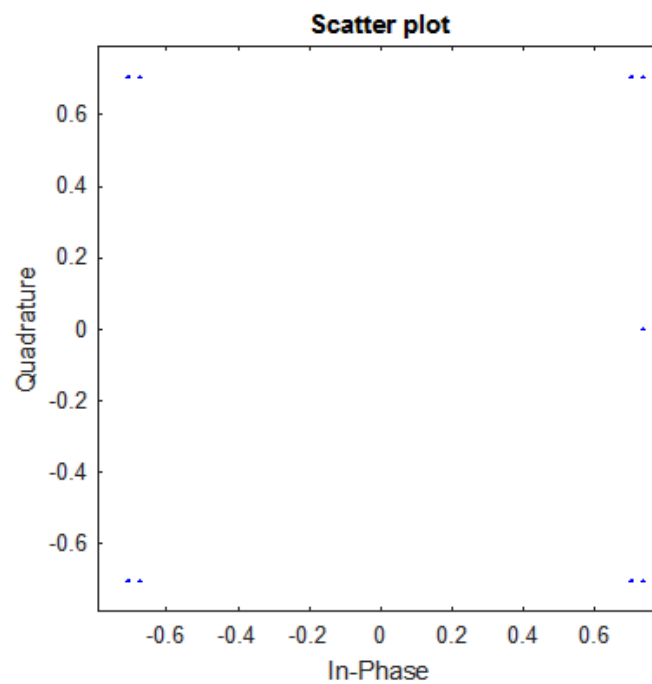


Рис. 3: Сигнальное созвездие OQPSK

```

%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);

```

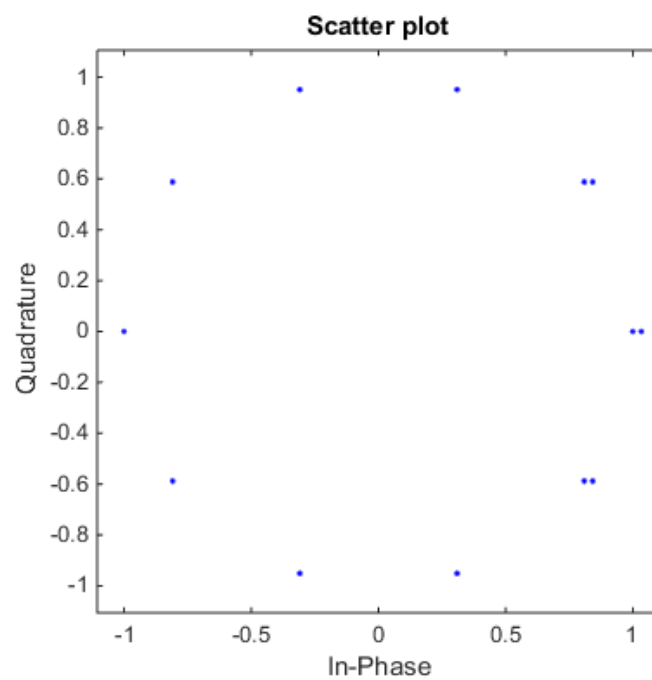


Рис. 4: Сигнальное созвездие genQAM

```

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

```

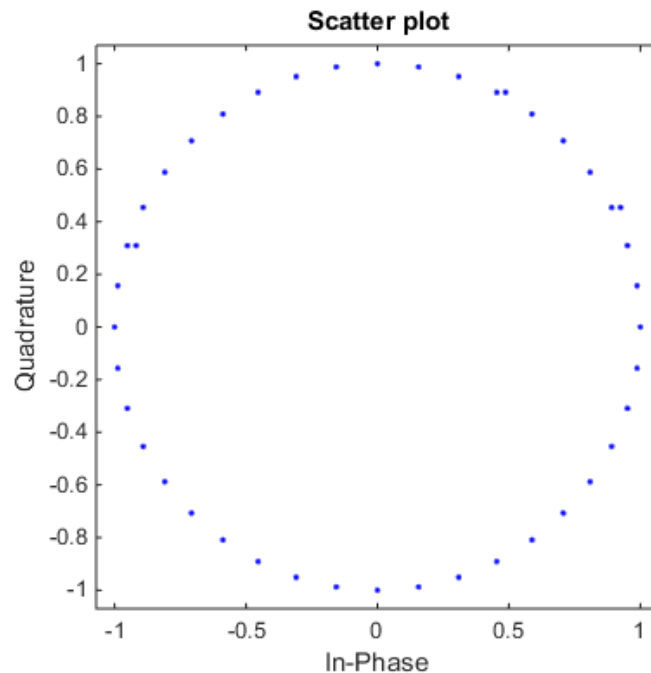


Рис. 5: Сигнальное созвездие MSK

## 5 Вывод

В данной работе мы изучили различные виды фазовой, частотной и амплитудной модуляции цифровых сигналов. В фазовой модуляции PSK фаза несущего колебания имеет фиксированные позиции с одинаковым шагом, соответствующие цифровой посылке. С этим видом модуляции возникают проблемы синхронизации из-за трудности однозначной интерпретации поворота созвездия. Квадратурная амплитудная модуляция характеризуется изменением и фазы, и амплитуды, из-за чего растёт информационная плотность. Модуляция с минимальным сдвигом является примером частотной манипуляции, в ней нет фазовых ступеней, а частота изменяется в момент пересечения несущей нулевого уровня. Бинарный PSK хоть и имеет низкую плотность информации ввиду всего двух ступеней фаз, но обладает большой помехоустойчивостью благодаря большой дистанции между этими двумя состояниями.