

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
Фильчакова М.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, M-FSK модуляторов.
2. Построить их сигнальные созвездия.
3. Провести сравнение изученных методов модуляции цифровых сигналов.

3 Теоретическая часть

Перенос спектра сигналов из низкочастотной области на заданную частоту, т.е. в выделенную для их передачи область высоких частот выполняется операцией модуляции.

Цифровая модуляция — процесс преобразования последовательности кодовых символов в последовательность элементов сигнала. Существуют следующие типы манипуляций: амплитудная манипуляция, угловая манипуляция, фазовая манипуляция, квадратурная амплитудная манипуляция.

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.

Каждому из возможных символов устанавливается определенный набор параметров несущего колебания, которые поддерживаются постоянными на интервале T до прихода следующего символа. Это означает преобразование последовательности чисел в ступенчатый сигнал, который используется в качестве модулирующего сигнала. Соответственно, параметры несущего колебания, на которые переносится сигнал, меняются скачкообразно. Такой способ модуляции несущей обычно называется манипуляцией (keying).

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`.

Амплитудно-манипулированные сигналы простейшего типа представляют собой последовательности импульсов, разделенные паузами. Форма огибающей радиоимпульсов в общем случае может быть произвольной, паузы могут отличаться по длительности от радиоимпульсов.

Угловая манипуляция использует частотные методы, в которых каждому возможному значению передаваемого символа сопоставляется значение частоты гармонической несущей. При этом в точках сопряжения интервалов посылок могут происходить скачки напряжения, с соответствующим усложнением спектра модулированного сигнала.

При квадратурной амплитудной модуляции (КАМ) изменяется как фаза, так и амплитуда несущего сигнала. Это позволяет увеличить количество кодируемых в единицу времени бит и при этом повысить помехоустойчивость их передачи по каналу связи.

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)
```

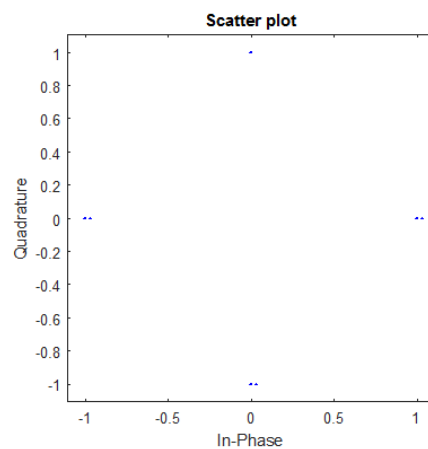


Рис. 1: Сигнальное созвездие BPSK

```

%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)

```

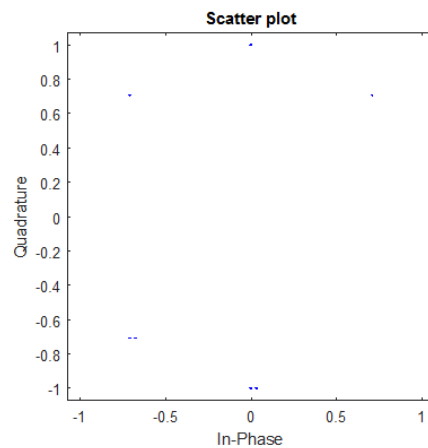


Рис. 2: Сигнальное созвездие PSK

```

%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)

```

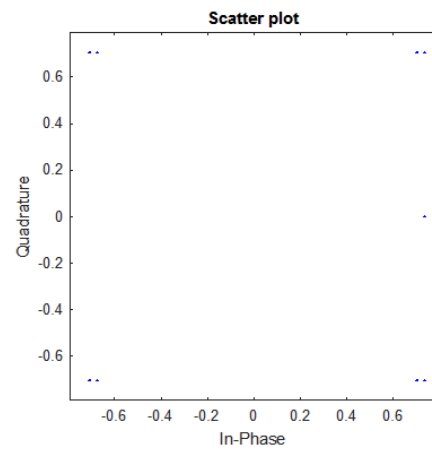


Рис. 3: Сигнальное созвездие OQPSK

```

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

```

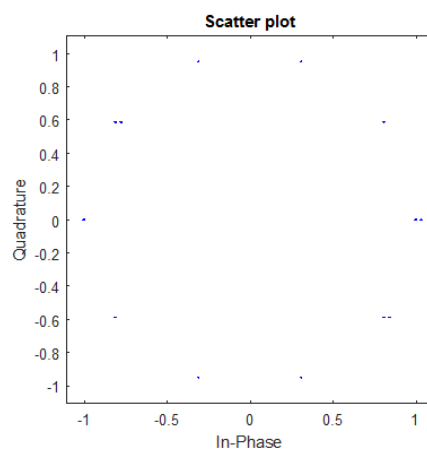


Рис. 4: Сигнальное созвездие genQAM

```

%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);

```

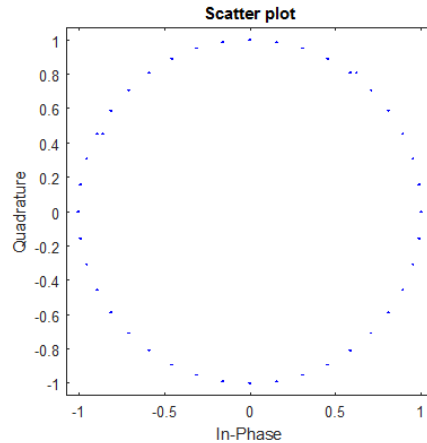


Рис. 5: Сигнальное созвездие MSK

5 Вывод

При равном числе точек в сигнальном созвездии спектр сигналов КАМ идентичен спектру сигналов ФМ. Однако помехоустойчивость систем ФМ и КАМ различна. При одинаковом числе точек сигналы системы КАМ имеют лучшую помехозащищенность, чем сигналы системы ФМ. Основная причина этого состоит в том, что расстояние между сигнальными точками в системе ФМ меньше расстояния между сигнальными точками в системе КАМ. 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.