

## ВОСЬМИПОЗИЦИОННАЯ ФАЗОВАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ СООБЩЕНИЯ

Модуляция (манипуляция) сигнала – процесс изменения одного или нескольких параметров модулируемого несущего сигнала при помощи модулирующего сигнала. Передаваемая информация заложена в модулирующем сигнале, а роль переносчика информации выполняет высокочастотное колебание, называемое несущим. Модуляция осуществляется для передачи данных с помощью электромагнитного излучения. Обычно, модификации подвергается синусоидальный сигнал (несущая).

Фазовая модуляция (*PSK*) – передаваемый сигнал управляет фазой несущего высокочастотного колебания. По характеристикам *PSK* близка к частотной модуляции. Если модулирующий сигнал синусоидальный, то спектр и форма сигналов в случае частотной модуляции и *PSK* полностью совпадают. Была разработана в начале развития программы исследования дальнего космоса. Имеет вид (здесь фазовый член может принимать  $M$  дискретных значений):

$$S_i(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos[w_0 t + \phi_i(t)], 0 \leq t \leq T, i = 1, \dots, M. \quad (1)$$

При фазовой манипуляции каждому цифровому символу сопоставляется своя начальная фаза несущего сигнала при неизменной амплитуде. Данный вид манипуляции наиболее сложен в реализации, но и наиболее помехоустойчив по сравнению с двумя другими видами манипуляции (амплитудной и частотной).

На рисунке 1 приведён график двоичной бинарной последовательности нулей и единиц и, соответствующий ему, график фазоманипулированного сигнала. Низкому уровню бинарного сигнала сопоставляется начальная фаза 180 градусов, высокому уровню – фаза 0 градусов несущего сигнала синусоидального типа.

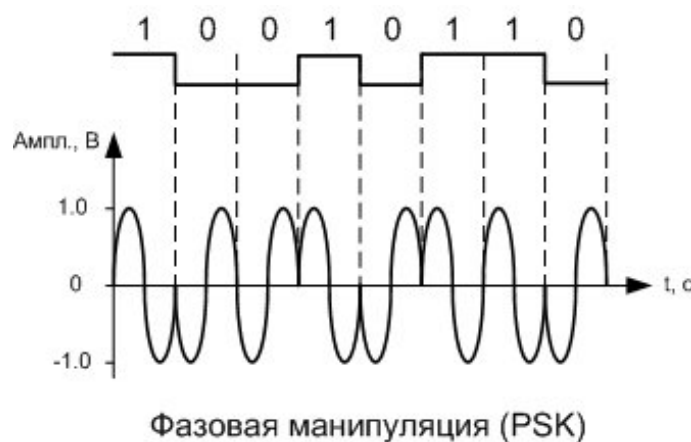


Рисунок 1 – Графики бинарной последовательности и фазоманипулированного сигнала

8-*PSK*-манипуляция является частным случаем *PSK*-манипуляции. В этом виде фазовой манипуляции существуют восемь значений фазы несущего

колебания. Так как  $2^3 = 8$ , то каждым модулированным символом одновременно передаётся 3 бита, причём расстояние между символами составляет 45 градусов. Расположение точек созвездия выбрано таким образом, чтобы соседние фазовые состояния символа отличались друг от друга не менее, чем на один бит (рисунок 2).

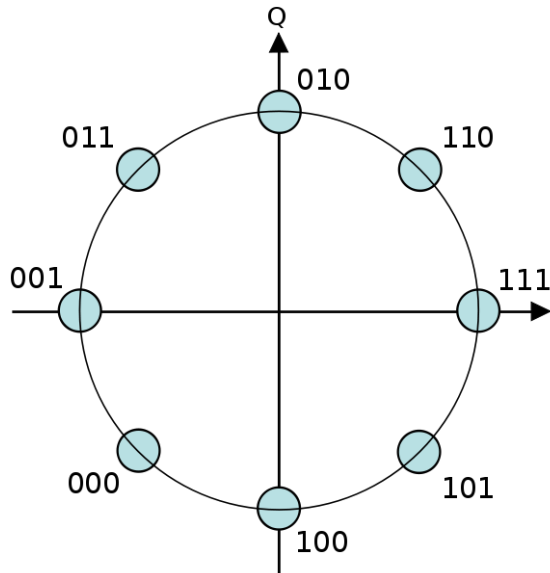


Рисунок 2 – Пример сигнального созвездия для 8-PSK-манипуляции

Несмотря на достаточно высокую скорость передачи данных, данный вид манипуляции больше подвержен воздействию шумов, вследствие чего вероятность неправильного декодирования на приёмной стороне возрастает. В общем случае, чем больше точек в созвездии, тем выше вероятность неправильного декодирования. Данное явление проиллюстрировано на рисунке 3.

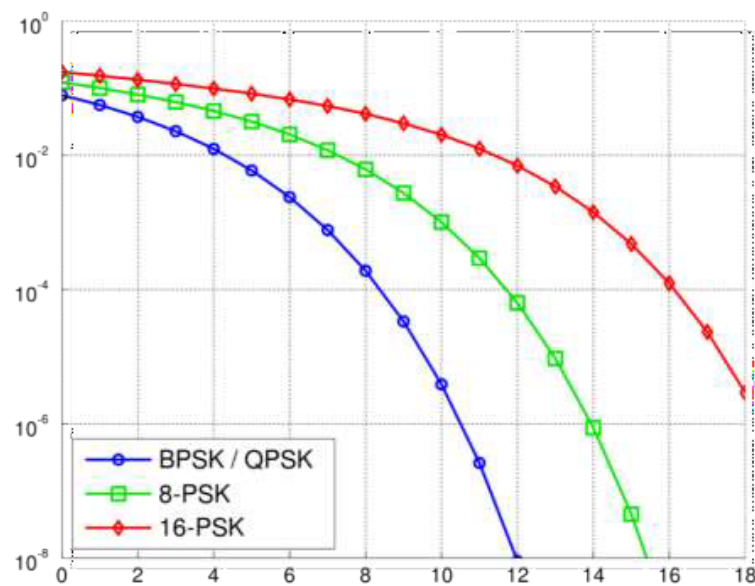


Рисунок 3 – Зависимость битовой ошибки от отношения сигнал/шум для BPSK/QPSK, 8-PSK и 16-PSK-манипуляций

Такая зависимость обусловлена уменьшением разницы фаз между точками, то есть чем она меньше, тем выше вероятность ошибки.