

НЕОБХОДИМОСТЬ СИНХРОНИЗАЦИИ НЕСУЩЕГО КОЛЕБАНИЯ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ ПРИ ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ С ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИЕЙ

Зайцев И. А., магистрант гр.145201

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Козел В. М. – канд. тех. наук, доцент

Работа посвящена необходимости синхронизации несущего колебания в системах связи при приеме сигналов с фазовой манипуляцией.

Современные системы связи требуют большого расстояния связи, большой пропускной способности и хорошего качества передачи. Технология синхронизации в настоящее время не перестает быть актуальной исследовательской проблемой в системах связи.

Наибольшая энергетическая и спектральная эффективность передачи дискретной информации достигается при использовании методов фазовой манипуляции, таких как BPSK, QPSK, M-PSK и M-QAM.

Технология PSK широко используется в цифровых системах микроволновой связи, системах цифровой спутниковой связи широкополосного доступа, мобильной связи и системах кабельного телевидения. Прием сигналов, модулированных в соответствии с данными методами, осуществляется по когерентной схеме.

При когерентной фазовой демодуляции предполагается, что приемник может генерировать опорные сигналы, фаза которых идентична (с точностью до постоянного смещения) фазе элементов сигнального алфавита передатчика. Затем в процессе принятия решения относительно значения принятого символа опорные сигналы сравниваются с поступающими.

При генерации подобных опорных сигналов приемник должен быть синхронизирован с принимаемой несущей.

В реальных условиях частота и фаза несущего колебания не известна. Это обусловлено особенностями распространения радиоволн, нестабильностью частоты опорных генераторов, изменяющимся местоположением передающего и приемного устройств, эффектом Доплера и т.п.

Произведем моделирование системы связи с использованием фазовой манипуляции в Simulink (рисунок 1) для визуализации необходимости синхронизации.

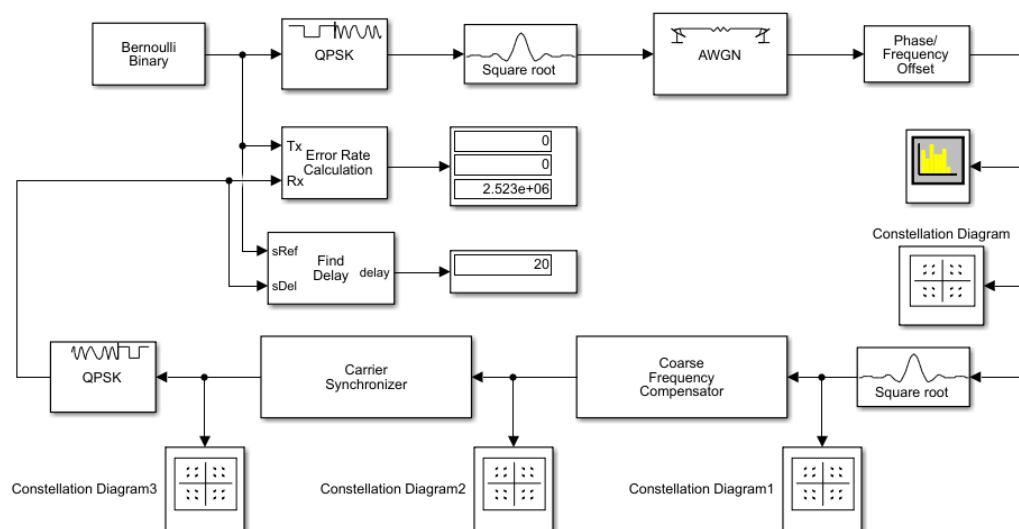


Рисунок 1 – Блок-схема системы связи

В системе связи будем использовать QPSK модуляцию.

Для симуляции канала связи между передатчиком и приемником используется блок «AWGN Channel» и так же для имитации искажения частоты и фазы в канале связи используется блок «Phase/Frequency Offset».

После прохождения фильтра на входе приемника блока «Square root» произведена коррекция амплитуды значений сигнального созвездия. Но с точки зрения частоты и фазы оно разрушено.

Блок «Coarse Frequency Compensator» позволяет компенсировать частотные искажения, внесенные блоком «Phase/Frequency Offset». Компенсация возможна благодаря грубой подстройке частоты, которая основана на спектральном анализе принятого сигнала. Алгоритм реализован при помощи такого же блока вращения фазы и частоты, при этом на вход блока подается значение частоты, на которое необходимо сместить сигнал. Для расчета этой частоты необходимо возвести входной комплексный сигнал в четвертую степень (так как в системе используется QPSK модуляция). Таким образом, из сигнала исключается модулированная составляющая и остается только тон частотного сдвига. Тон частотного сдвига можно детектировать при помощи преобразования Фурье.

После данного блока сигнальное созвездие имеет следующий вид.

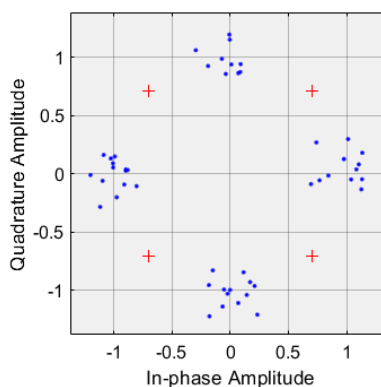


Рисунок 2 – Сигнальное созвездие после прохождения блока «Coarse Frequency Compensator» (Constellation Diagram2)

Блок «Carrier Synchronizer» представляет из себя контур фазовой автоподстройки частоты. В первую очередь он осуществляет детектирование ошибки фазы, а затем, после прохождения фильтра, выполняет формирование сигнала компенсации. На выходе данного блока формируется правильное сигнальное созвездие, которое изображен на рисунке 3.

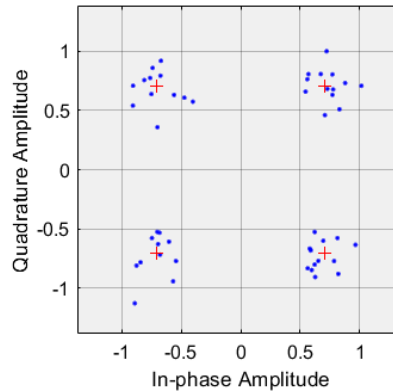


Рисунок 3 – Сигнальное созвездие после прохождения блока «Carrier Synchronizer» (Constellation Diagram3)

Моделирование показало, что полностью разрушенное, с точки зрения фазы и частоты, на выходе приемного фильтра сигнальное созвездие, после блока компенсации частотных искажений принимает вид вращающегося созвездия. После контура ФАПЧ система полностью компенсирует все внесенные каналом искажения.

Как видно из модели синхронизация по частоте и фазе является важнейшей составляющей для корректного восстановления сигнала на приемной стороне.

Список используемых источников:

1. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр. : Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Luise, M. and R. Regiannini. "Carrier recovery in all-digital modems for burst-mode transmissions." *IEEE Transactions on Communications*. Vol. 43, No. 2, 3, 4, Feb/Mar/April, 1995, pp. 1169-1178.