

# МУЛЬТИПЛЕКСИРОВАНИЕ С ОРТОГОНАЛЬНЫМ ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ В МОБИЛЬНОЙ РАДИОСИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ И ВИДЕО- ИНФОРМАЦИИ

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

Леонов Е. Д.

Семашко П. Г. – д-р. техн. наук, профессор

В мобильных радиосистемах передачи телеметрической и видео- информации одним из возможных методов передачи сообщений является мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM). До недавнего времени распространение технологии OFDM сдерживалось сложностью её аппаратной реализации. Однако с развитием цифровой микросхемотехники данный метод является одним из основных [1].

В докладе приводится OFDM метод передачи сообщений, позволяющий обеспечить высокую эффективность при передаче телеметрической и видео- информации с летательного аппарата (ЛА) на землю при наличии аддитивных и мультипликативных помех.

OFDM является цифровой схемой модуляции, которая использует большое количество близко расположенных ортогональных поднесущих. Каждая поднесущая модулируется по обычной схеме модуляции, например, квадратурная фазовая модуляция (QPSK) на низкой символьной скорости, сохраняя общую скорость передачи данных, как и у обычных схем модуляции одной несущей в той же полосе пропускания.

На рисунках 1 и 2 приведены структурная схема QPSK модулятора и фазовая огибающая QPSK сигнала:

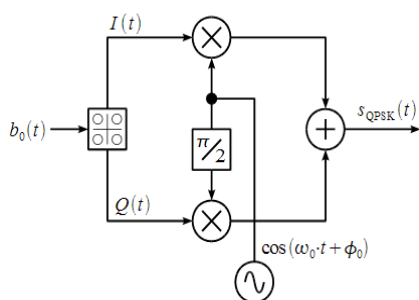


Рис. 1 – Структурная схема формирования QPSK модулятора



Рис. 2 – Фазовая огибающая QPSK модулятора

При QPSK используется созвездие из четырёх точек, размещённых на равных расстояниях на окружности. Используя 4 фазы, в QPSK на символ приходится два бита, как показано на рисунке 2.

Анализ показывает, что скорость может быть увеличена в два раза относительно BPSK при той же полосе сигнала, либо оставить скорость прежней, но уменьшить полосу вдвое. Также QPSK можно считать квадратурной модуляцией (QAM-4), иногда её проще рассматривать в виде двух независимых модулированных несущих, сдвинутых на  $90^\circ$ . При таком подходе чётные (нечётные) биты используются для модуляции синфазной составляющей  $I$ , а нечётные (чётные) — квадратурной составляющей несущей  $Q$  [2].

Основным преимуществом OFDM по сравнению со схемой с одной несущей является её способность противостоять сложным условиям в канале. Например, бороться с затуханием в области ВЧ в длинных медных проводниках, узкополосными помехами и частотно-избирательным затуханием, вызванным многолучевым характером распространения, без использования сложных фильтров-эквалайзеров. Низкая символьная скорость делает возможным использование защитного интервала между символами, что позволяет справляться с временным рассеянием и устранять межсимвольную интерференцию (МСИ).

OFDM метод передачи сообщений с использованием квадратурной модуляции QAM является наиболее эффективным, так как использование OFDM позволяет использовать алгоритм БПФ, который обладает быстрыми вычислительными свойствами.

Список использованных источников:

1. Бабков, В. Ю., Цикин И. А. Сотовые системы мобильной радиосвязи / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин — 2-е изд. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013. — 432 с
2. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко // М.: "Связь", 2002. — 468 с.