

Что такое модуляция сигнала ?

Радиоволны приобретают способность переносить информацию в том случае, если они определённым образом модулируются. Необходимо также, чтобы модуляция синусоидального несущего сигнала соответствовала требуемой последовательности информационных битов. Существует три основных типа модуляции:

- амплитудная,
- частотная и
- фазовая.

В стандарте IEEE 802.11 для передачи сигналов используют различные виды фазовой модуляции.

1. собственно фазовая (Phase Shift Key, PSK) для передачи используют сигналы одной и той же частоты и амплитуды, но смещённые относительно друг друга по фазе. Недостаток фазовой модуляции: при декодировании сигнала приёмник должен определять абсолютное значение фазы сигнала. Следовательно, необходима синхронизация передатчика с приёмником.
 - двоичная фазовая модуляция (**Binary Phase Shift Key, BPSK**) Изменение фазы может принимать всего два значения,
 - квадратурная фазовая модуляция (**Quadrature Phase Shift Key, QPSK**) Изменение фазы может иметь более двух значений, например четыре - 0, 90, 180 и 270°.
 - квадратурная амплитудная модуляция **QAM (Called Quadrature Amplitude Modulation)**. Информация кодируется за счёт изменения фазы сигнала и амплитуды. Используется в протоколе 802.11a
 - **16-QAM** (16 состояний сигнала - 4 бита в одном символе) на скоростях 24 и 36 Мбит/с
 - **64-QAM** (64 состояния сигнала - 6 битов в одном символе) на скоростях 48 и 54 Мбит/с.
2. относительная фазовая модуляция. Кодирование информации происходит за счёт сдвига фазы по отношению к предыдущему состоянию сигнала. Приёмник должен улавливать не абсолютное значение фазы, а изменение этой фазы.

При передаче данных на скорости 1 Мбит/с применяется двоичная относительная фазовая модуляция (DBPSK). При этом единичный бит передается 11-чиповой последовательностью Баркера, а нулевой бит - инверсной последовательностью Баркера. Соответственно, относительная фазовая модуляция применяется именно к отдельным чипам последовательности.

Учитывая, что ширина спектра прямоугольного импульса обратно пропорциональна его длительности (а точнее, $2/T$), нетрудно посчитать, что при информационной скорости 1 Мбит/с скорость следования отдельных чипов последовательности Баркера составит 11×10^6 чип/с, а ширина спектра такого сигнала - 22 МГц, так как длительность одного чипа составляет 1/11 мкс.

Информационная скорость 1 Мбит/с является обязательной в стандарте IEEE 802.11 (Basic Access Rate), но опционально возможна передача и на скорости 2 Мбит/с (Enhanced Access Rate). Для передачи данных на такой скорости тоже используется относительная фазовая модуляция, но уже квадратурная (DQPSK), что позволяет в два раза повысить информационную скорость передачи. При этом ширина самого спектра остаётся прежней, - 22 МГц.

Рис. 1. Двоичная фазовая модуляция BPSK.

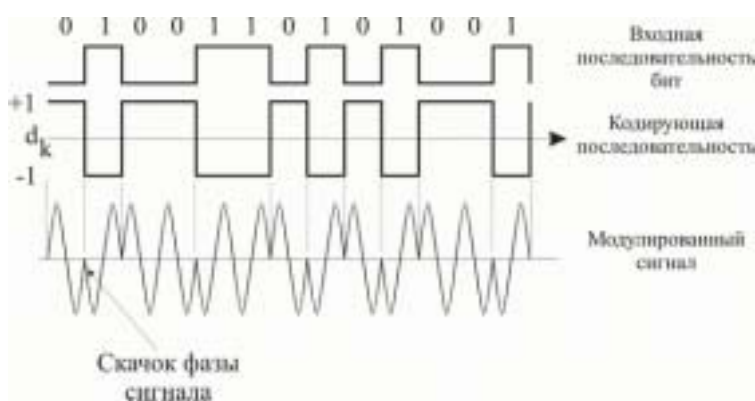


Рис. 2. Квадратурная фазовая модуляция QPSK.

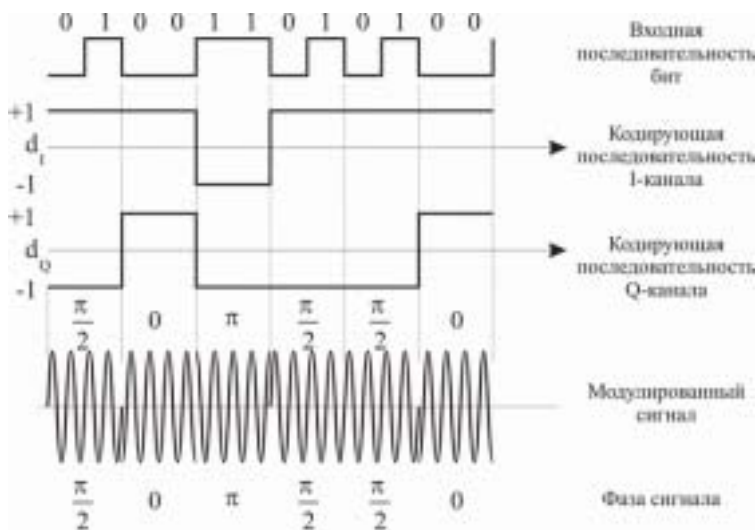


Таблица 1. Скорости передачи и тип модуляции в стандарте IEEE 802.11b

Скорость передачи, Мбит/с	Кодовая последовательность	Тип модуляции	Символьная скорость, 10 ⁶ символов в секунду	Количество бит на символ
1	11-чиповая (Баркера)	DBPSK	1	1
2	11-чиповая (Баркера)	DQPSK	1	2
5,5	8-чиповая (ССК)	DQPSK	1,375	4
11	8-чиповая (ССК)	DQPSK	1,375	8