



АНАЛИЗ КВАДРАТУРНОЙ ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИИ (QPSK)

¹Короткова Лариса Александровна

ст. пр. Ташкентский Государственный Технический Университет,
кафедра «Радиотехнические устройства и системы»,

²Хасанов Миркомил Мирхидоят угли

ст. пр. Ташкентский Государственный Технический Университет,
кафедра «Радиотехнические устройства и системы»,

³Худойбергатов Шавкат Каримович

ст. пр. Ташкентский Государственный Технический Университет,
кафедра «Радиотехнические устройства и системы»,

⁴Жабборов Алибек Ботиркул угли

ст. пр. Ташкентский Государственный Технический Университет,
кафедра «Радиотехнические устройства и системы».

ARTICLE INFO

Received: 14th January 2023

Accepted: 23th January 2023

Online: 24th January 2023

KEY WORDS

Последовательностью
кодовых видеосигналов,
квадратурная фазовая
модуляция,
высокочастотный сигнал,
логический
нуль.

ABSTRACT

Эта статья посвящена квадратурной фазовой модуляции, ее реализации и практическому применению в высокочастотных сигналах.

Цифровые виды модуляции используются для передачи кодированных сообщений дискретными методами. Сущность цифровой модуляции заключается в том, что передаваемый непрерывный сигнал дискретизируется во времени, квантуется по уровню и полученные отчеты, следующие в дискретные моменты времени, преобразуются в кодовые комбинации. Полученной последовательностью кодовых видеосигналов модулируется высокочастотный сигнал-переносчик.[1]

В квадратурной фазовой модуляции используются четыре значения фазы несущего колебания. Например, четыре (0, 90, 180 и 270°). В этом случае говорят о так называемой квадратурной (четырёхпозиционной) фазовой модуляции (Quadrature Phase Shift Key, QPSK). Чтобы понять происхождение этого термина, рассмотрим общий вид сигнала, модулированного по фазе.

С учетом простейших тригонометрических соотношений данную формулу несложно привести к виду:

$$S(t) = A \sin(2\pi ft) \cos\varphi(t) + A \cos(2\pi ft) \sin\varphi(t). \quad (1)$$

Из полученного выражения видно, что исходный сигнал можно представить в виде суммы двух гармонических составляющих, смещенных друг относительно друга по фазе на 90°. В передатчике, производящем модуляцию, одна из этих составляющих синфазна сигналу генератора, а вторая находится в квадратуре по отношению к этому



сигналу (отсюда — квадратурная модуляция). Синфазная составляющая обозначается как I (In Phase), а квадратурная — как Q (Quadrature). Исходный сигнал несложно преобразовать:

$$\begin{aligned} S(t) &= A \sin(2\pi ft + \varphi) = \\ &= \frac{A}{\sqrt{2}} \sin(2\pi ft + \frac{\pi}{4})(\cos \varphi + \sin \varphi) - \\ &\quad - \frac{A}{\sqrt{2}} \cos(2\pi ft + \frac{\pi}{4})(\cos \varphi - \sin \varphi) \end{aligned}$$

Если ввести обозначения $d_i = \cos \varphi + \sin \varphi$; $d_q = \cos \varphi - \sin \varphi$, то получим следующий вид сигнала:

$$\begin{aligned} S_{QPSK}(t) &= \frac{A}{\sqrt{2}} d_i \sin(2\pi ft + \frac{\pi}{4}) - \\ &\quad - \frac{A}{\sqrt{2}} d_q \cos(2\pi ft + \frac{\pi}{4}) \\ I &= \frac{A}{\sqrt{2}} d_i \sin(2\pi ft + \frac{\pi}{4}) \\ Q &= \frac{A}{\sqrt{2}} d_q \cos(2\pi ft + \frac{\pi}{4}) \end{aligned}$$

Кодирующие сигналы d_i и d_q могут принимать значения +1 и -1; учитывая, что $d_i = \cos \varphi + \sin \varphi$; $d_q = \cos \varphi - \sin \varphi$, получим соотношение между сдвигом фазы и кодирующими сигналами, приведенное в таблице 1:

Таблица 1.

Фаза сигнала	d_i	d_q
0°	+1	+1
90°	+1	-1
180°	-1	-1
270°	-1	+1

При реализации квадратурной фазовой модуляции входной поток бит преобразуется в кодирующую последовательность $\{d_k\}$ так, что логическому нулю соответствует кодирующий бит +1, а логической единице — кодирующий бит -1. После этого кодирующий поток разделяется на четные и нечетные биты. Четные биты поступают в I-канал, а нечетные — в Q-канал. [2]

Причем длительность каждого управляющего импульса d_i и d_q в два раза больше длительности исходного импульса d_k . Управляющие биты d_i модулируют по фазе сигнал $\sin(2\pi ft + \pi / 4)$, а биты d_q модулируют ортогональный сигнал (смещенный по фазе на 90°), то есть $\cos(2\pi ft + \pi / 4)$.

После этого оба сигнала складываются и образуется модулированный сигнал (рис.1). [3]

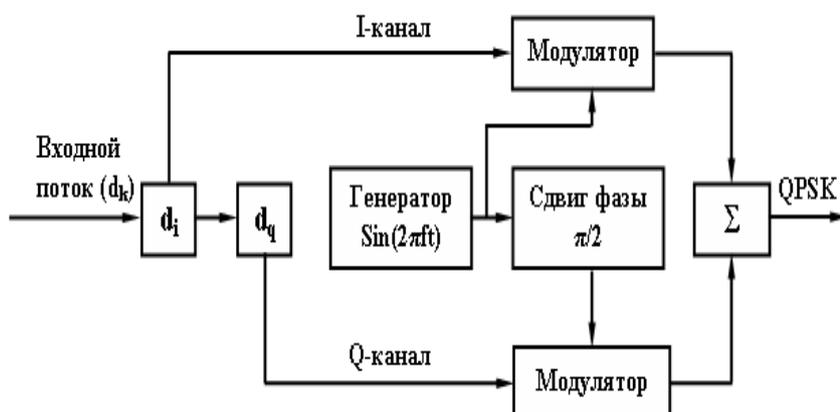


Рис.1. Структурная схема квадратурной фазовой модуляции.

References:

1. К. Феер. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра.: Пер. с англ. /Под ред. В.И. Журавлева. -М.: «Радио и связь», 2000.
2. Дж. Прокис. Цифровая связь.: Пер с англ. /Под ред. Д.Д. Кловского.-М.: «Радио и связь», 2000.
3. Gronemeyer S. A., McBride A. L., MSK and Offset QPSK modulation, "IEEE Trans. on Commun.", 1976, v. COM-24, № 8, p. 809.