

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДЕМОДУЛЯЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ ЗАДАНЫХ КОМПЛЕКСНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ

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

Жуковский Я.В.

Козел В.М. – канд. техн. наук, доц.

На сегодняшний день существует множество различных видов модуляции. Обсуждать важность этой операции неразумно, ведь без нее была бы невозможна передача информации. И раз уж сигнал отправлен, то его нужно принять, а в дальнейшем и демодулировать. Именно о принципах демодуляции и пойдет речь.

Основной целью работы являлось изучение алгоритмов демодуляции радиосигналов заданных комплексной огибающей, и создания на их основе “универсального” демодулятора, способного детектировать сигналы с BPSK, QPSK и 8-PSK.

Перед тем как переходить непосредственно к описанию алгоритма, необходимо разъяснить, почему он способен детектировать сразу несколько видов манипуляций. Это легко понять, взглянув на сигнальные созвездия, изображенные на рисунке 1.

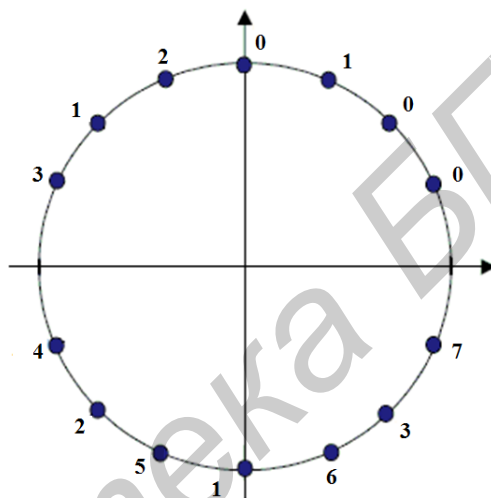


Рис. 1 Сигнальные созвездия 8-PSK, QPSK и BPSK.

На рисунке изображены сигнальные созвездия 8-PSK, QPSK и BPSK. Не сложно заметить, что ни одно созвездие не накладывается на другое. Именно это позволяет реализовывать в одной схеме сразу несколько видов детектирования. При фазовой манипуляции идет проверка попадания точки в область, лежащую между определенными углами, что дает возможность реализовывать огромное количество детекторов одновременно, каждый раз уменьшая эту область. Конечно, при этом возникает проблема – падение помехоустойчивости. С каждым новым добавлением будет все сложнее выделить необходимую точку. Поняв принцип “универсальности” можно переходить к самому алгоритму.

Еще раз посмотрим на рисунок 1 и обратим внимание на цифры, соответствующие каждой точке на созвездиях. Эти цифры – уровни сигнала. В процессе детектирования необходимо определять точки, в которых на данный момент находится сигнал, и принимать значение, соответствующее им. Поиск нужной точки происходит в несколько этапов.

Первый этап. Над принимаемым сигналом и сигналом, соответствующим координате точки на сигнальном созвездии, необходимо провести преобразование:

$$P(\bar{X}|\lambda_k) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi \frac{N_0}{2\Delta t}}} \right)^{M+1} \exp \left\{ -\frac{1}{N_0} \sum_{i=0}^M (\bar{x}_i - \bar{s}_i^k)(\bar{x}_i - \bar{s}_i^k)^* \Delta t \right\}. \quad (1)$$

Но следует помнить, что при фазовой манипуляции амплитуда не играет роли, поэтому формулу можно привести к упрощенному виду:

$$P(\bar{X}|\lambda_k) = \text{Re}(x_i \cdot s_i^*). \quad (2)$$

Второй этап заключается в накоплении полученных в первом этапе результатов. Оно начинается в начале информационного символа и заканчивается в его конце (для поиска этих моментов необходима синхронизация).

Третий этап. После преобразований и накоплений остается только определить, какой из сигналов максимален на проверяемом отрезке времени. Найдя его, вновь обращаемся к рисунку 1 и смотрим, какой уровень сигнала отправлять на выход.

Графическое представление алгоритма изображено на рисунке 2.

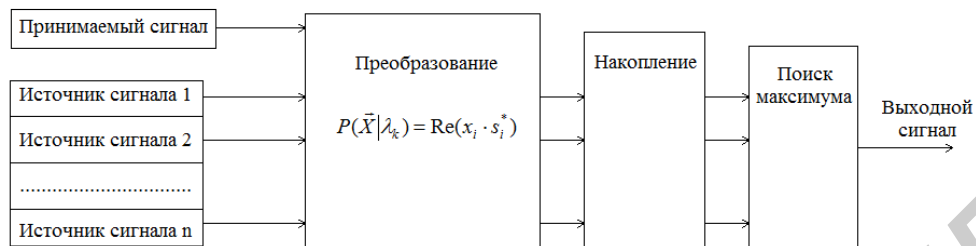


Рис. 2 Алгоритм демодуляции радиосигнала, заданного комплексной огибающей.

Так как работа подразумевает не только изучение, но и реализацию, идея “универсального” демодулятора была воплощена в систему, приведенную на рисунке 3.

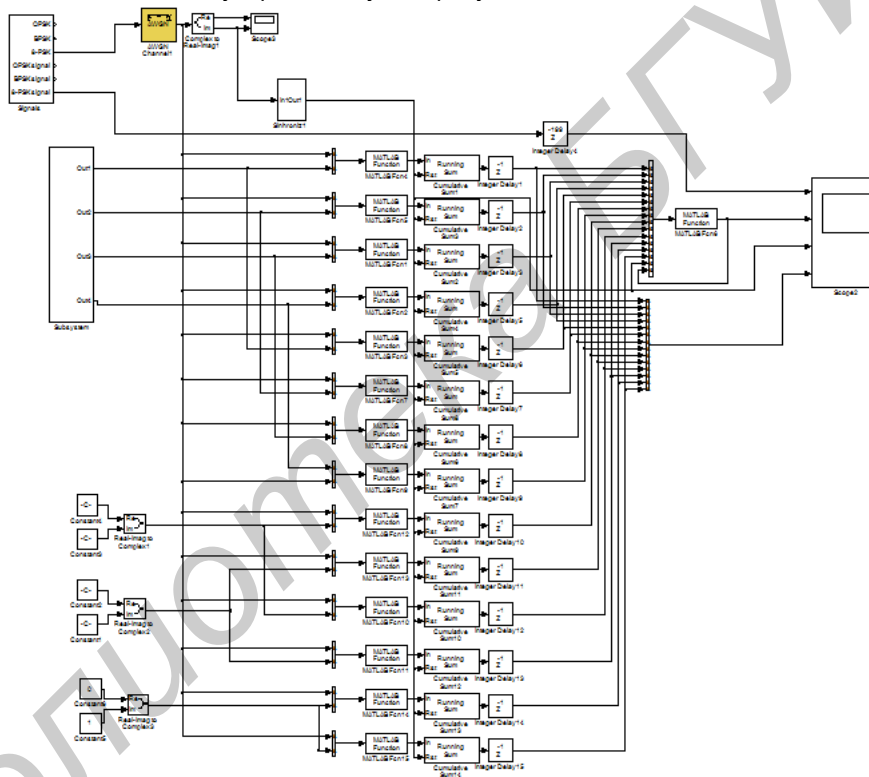


Рис. 3 Система с “универсальным” фазовым демодулятором.

Стоит заметить, что алгоритм обладает множеством плюсов: он прост в реализации, обладает высокой помехоустойчивостью и, конечно, способен дополняться, тем самым совершенствуясь. Все это делает его очень привлекательным для разработчиков принимающих устройств.

Список использованных источников:

- [1] Теоретические основы цифровой радиосвязи : учеб. пособие / И. Н. Листопад [и др.]. – Минск : БГУИР, 2012. – 329 с.
- [2] Шешко, В. Алгоритмы цифровой обработки сигналов: реализация на ПЛИС / В. Шешко // Электронные компоненты. – 2006. – №6. – С. 86 – 93.
- [3] Бывшев, М. Е. Оптимальный прием МФМ-сигналов на фоне БГШ с синхронизацией по информационным символам и начальной фазе несущего колебания / М. Е. Бывшев // Телекоммуникации. – 2006. – №12. – С. 36 – 42.