

НЕКОГЕРЕНТНЫЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ШУМОПОДОБНОГО СИГНАЛА В СОВМЕЩЁННОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В. В. ДУБРОВСКИЙ

Отличительными особенностями предлагаемого алгоритма являются: отсутствие цепей фазовой автоподстройки частоты (ФАП) опорного гармонического колебания и схемы слежения за задержкой (ССЗ) псевдослучайной последовательности (ПСП); квадратурная обработка смеси сигнала и шума; ориентация на цифровые методы выделения информации. В качестве полезного сигнала выступает узкополосный процесс, у которого амплитуда определяется тремя мультипликативными составляющими: постоянным числом a_0 – в реальных каналах связи оно может медленно изменяться; бинарной информационной последовательностью (ИП) $X(t)$, принимающей значения ± 1 ; ПСП $g(t)$, значения которой также принадлежат множеству ± 1 . В течение длительности элемента ИП T должно укладываться целое число элементов ПСП τ_s . Очевидно, что для повышения энергетической и структурной скрытности, необходимо, чтобы $T/\tau_s \gg 1$. Полная фаза процесса состоит из трёх слагаемых: линейно нарастающего со скоростью ω ; медленно меняющегося по сравнению с τ_s (обозначим его $\varphi(t)$) и пропорционального интегралу от некоторого аналогового сообщения, что определяет частотную модуляцию; константы, отображающей случайную равномерно распределённую начальную фазу.

Основной замысел и новизна предлагаемого алгоритма обработки состоит в преломлении теории совместной фильтрации на квадратурную обработку. Это позволяет синтезировать эффективные алгоритмы *некогерентной* обработки, приближающиеся по помехоустойчивости к квазикогерентным. Применение обратной связи по решению позволяет осуществить демодуляцию сложного совмещённого сигнала на фоне как аддитивных, так и мультипликативных помех. В таком сигнале информация закладывается и в амплитуде, и в фазе (частоте), что существенно повышает эффективность использования канала связи. Отметим важные аспекты работы схемы. Входная смесь при перемножении на опорные гармонические колебания, сдвинутые по фазе на $\pi/2$, расщепляются на два ортогональных процесса. Всю схему можно условно разделить на две части. Первая выделяет тактовую частоту, подаваемую на формирователь ПСП, и осуществляет свёртку смеси и шумоподобного сигнала. Выделение тактовой частоты осуществляется перемножением сигнала на самого себя, задержанного на $\tau_s/2$, т. е. применён автокорреляционный приём, что избавляет от необходимости использования ССЗ. Вторая часть осуществляет собственно демодуляцию совмещённого сигнала. Особенность выделения дискретной информации состоит в том, что в каждом квадратурном канале при использовании обратной связи по дискретному параметру $X(t)$

формируются с заданной точностью значения \cos и \sin от начальной фазы. После их перемножения на свою квадратуру и последующего суммирования удаётся избавиться от влияния начальной фазы, таким образом, она не сказывается на качестве различения. Отметим, однако, что проблему обратной работы алгоритм не решает. Схема частотного демодулятора является принципиально новой и упрощённо принцип её работы описывается так: в схеме сформировано значение $\sin[\varphi(t)]$; на малом интервале изменения $\varphi(t)$ значение синуса равно его аргументу; осуществив дифференцирование процесса $\sin[\varphi(t)]$, получаем аналоговый информационный процесс.

Предложенный алгоритм отличается помехоустойчивостью и гибкостью в реализации по отношению к параметрам передаваемого сигнала и канала связи. При наличии априорных сведений, например, о помехах целесообразно адаптировать схему для конкретных условий. Важно, что после разложения на квадратурные компоненты алгоритм допускает полностью цифровую обработку. Так как начальная фаза может медленно меняться, то опорный генератор не управляется схемой ФАП, что исключает присутствие аномальных ошибок демодуляции. Эффективность алгоритма подтверждена численным моделированием.