

## ДЕМОДУЛЯТОР ЧМН СИГНАЛОВ С НЕПРЕРЫВНОЙ ФАЗОЙ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ВИТЕРБИ

Стешенко В.Б., Бумагин А.В., Петров А.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Вопросы демодуляции и выделения тактовой синхронизации частотно манипулированных сигналов с непрерывной фазой (ЧМНФ) в условиях низкого отношения сигнал/шум в настоящее время имеют высокую актуальность и широко исследуются.

Основные проблемы, связанные с демодуляцией ЧМНФ-сигналов в условиях малых отношений сигнал/шум, обусловлены сглаживанием фазовых переходов при модуляции, благодаря чему достигается высокая эффективность использования канала передачи.

Вследствие выраженных корреляционных свойств между реализациями при символьных переходах ЧМНФ-сигналов, классические алгоритмы демодуляции, основанные на оптимальной фильтрации и использующие свойство ортогональности процессов, соответствующих различным информационным символам, в данном случае теряют эффективность, особенно при малых отношениях сигнал/шум.

Целью работы является разработка и анализ алгоритма демодуляции ЧМНФ сигналов, эффективно работающего при малых соотношениях сигнал/шум.

В ходе работы было проведено исследование применения алгоритма декодирования Витерби для демодуляции ЧМНФ сигналов. Так как сигналы ЧМНФ обладают памятью и представление фазовой траектории ЧМНФ сигнала возможно с помощью решетчатой структуры, процесс демодуляции ЧМНФ сигнала является аналогом процесса декодирования сверточных кодов с помощью алгоритма Витерби.

Рассматриваемый алгоритм основан на методе максимального правдоподобия и используется для детектирования последовательности символов путем поиска минимума евклидова расстояния траекторий (путей) на решетке, которая соответствует памяти переданного сигнала. Подавление несущей необходимо для выделения из принимаемого ЧМНФ-сигнала фазового компонента, содержащего информацию о межсимвольных переходах. Процесс подавления несущей также наиболее целесообразно совместить с выделением квадратурных компонент  $I(t), Q(t)$ .

Предложена структурная схема демодулятора максимального правдоподобия ЧМНФ сигнала и проведены экспериментальные исследования алгоритма. Моделирование и расчет рабочих характеристик демодулятора ЧМНФ на основе алгоритма Витерби проводились при помощи пакетов SystemView и Visual Studio.NET 2003. По результатам моделирования построена кривая помехоустойчивости данного демодулятора в сравнении с некогерентным демодулятором, на основе квадратурного демодулятора. Требуемый уровень достоверности оценки вероятности битовой ошибки обеспечивается начиная с ОСШ=1 дБ.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что при заданном уровне вероятности битовой ошибки, демодулятор на основе алгоритма Витерби по сравнению с некогерентным квадратурным демодулятором дает выигрыш в отношении сигнал/шум не менее 2.5 дБ, что полностью согласуется с теоретическими предположениями.