

Овечкин Г.В., Овечкин П.В., Денисова М.А.
**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДЕРА В СИСТЕМАХ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С МНОГОПОЗИЦИОННЫМИ
СИСТЕМАМИ МОДУЛЯЦИИ**

(г. Рязань, Рязанская государственная радиотехническая академия)

При проектировании современных систем телекоммуникаций одной из важнейших является задача обеспечения высокой достоверности передачи данных. К наиболее эффективным методам решения данной задачи следует отнести применение корректирующих кодов, в разработке которых теория помехоустойчивого кодирования в последние десятилетия имеет очень значительные успехи. Среди существующих методов коррекции ошибок можно выделить многопороговые декодеры (МПД) [1..3], поскольку они характеризуются очень малой сложностью практической реализации как при программном, так и при аппаратном исполнении. Принцип работы данного метода заключается в применении нескольких итераций декодирования информационных символов, каждая из которых является небольшой модификацией простейшего порогового декодера Мессе [4]. МПД обладают важнейшим строго доказанным свойством – сходимостью к решению оптимального декодера, сохраняя линейную от длины кода сложность реализации.

В большинстве последних публикаций по данному методу представлены результаты его исследования в каналах передачи данных с двоичной фазовой модуляцией. В таких условиях при сопоставимой эффективности МПД оказывается существенно (на два-три порядка) проще для реализации, чем другие методы коррекции ошибок [5]. Здесь рассмотрим эффективность МПД в каналах связи с многопозиционными системами модуляции и проведем ее сравнение с эффективностью основных алгоритмов декодирования помехоустойчивых кодов.

На рис. 1 представлена зависимость вероятности ошибки на бит P_b на выходе многопорогового декодера от отношения сигнал-шум E_b/N_0 в канале связи с квадратурной амплитудной модуляцией при 1, 4 и 6 бит/символ [6]. При этом выполнялось от 10 до 15 итераций декодирования блочного самоортогонального кода (СОК) с кодовой скоростью $R=4/5$, кодовым расстоянием $d=9$ и длиной L порядка 16000. Представленные результаты получены для случая использования «мягкого» модема, когда осуществляется оценка надежности принятых из канала символов. На данном графике для двоичной фазовой модуляции также представлены характеристики декодера Витерби для кода с длиной кодирующего регистра $K=7$ и кодовой скоростью $R=4/5$ и характеристики каскадного кода с $R\approx 4/5$, состоящего из кода Рида-Соломона и сверточного кода с $K=7$, декодируемого с помощью алгоритма Витерби. Как видно, декодер Витерби и существенно более сложная каскадная схема уступают многопороговому декодеру при данной кодовой скорости. Для сравнения на

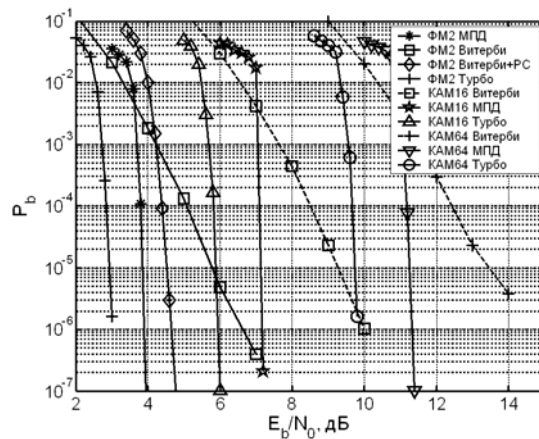


Рис. 1. Эффективность МПД в канале с КАМ, мягкие решения

данном графике показаны характеристики декодера турбо кода с длиной перемежителя 16000 и кодовой скоростью $R=4/5$. Из сравнения эффективности декодера турбо кодов и многопорогового декодера видно, что последний уступает по эффективности всего порядка 1 дБ, однако при этом сложность его практической реализации остается на два и более порядков меньше, что допускает применение многопороговых декодеров в высокоскоростных системах передачи данных, в которых накладываются значительные ограничения на расширение используемой полосы частот.

Литература

1. Золотарев В.В. Многопороговые декодеры для систем связи с предельно малой энергетикой сигнала // Цифровая обработка сигналов, 2004, №1. С. 24–28.
2. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Эффективные алгоритмы помехоустойчивого кодирования для цифровых систем связи // Электросвязь, 2003, № 9. С. 34–37.
3. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы. Справочник. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. 126 с.
4. Месси Дж. Пороговое декодирование // Пер. с англ. Ю.Л. Сагаловича под ред. Э.Л. Блоха. М.: Мир, 1966. 208 с.
5. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Сложность реализации эффективных методов декодирования помехоустойчивых кодов // 6-я межд. конф. и выст. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М.: 2004. Том 1. С. 220–221.
6. Проakis Дж. Цифровая связь / Пер с англ. под ред. Кловского Д.Д. М.: Радио и связь, 2000. 797 с.