

*Золотарев В.В., Овечкин Г.В.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ\***

(г. Москва, Институт космических исследований РАН,  
г. Рязань, Рязанский государственный радиотехнический университет)

Огромное значение для развития информатики и телекоммуникаций имеют методы обеспечения высокодостоверного обмена цифровыми данными, среди которых важное место занимают методы помехоустойчивого кодирования. В настоящее время для ряда современных высокоскоростных систем связи основным методом кодирования могут быть признаны многопороговые методы декодирования (МПД) [1] помехоустойчивых кодов, характеризующиеся предельно возможными уровнями энергетического выигрыша и очень высоким быстродействием. Данные методы при декодировании требуют в 10 - 100 раз меньшее число операций по сравнению с другими сопоставимыми по эффективности методами, причем эти операции могут быть полностью распараллелены при аппаратной реализации. В результате реализованные на ПЛИС МПД смогут обеспечивать декодирование со скоростью до нескольких Гбит/с, что уже сейчас может позволить решить проблему эффективного кодирования в высокоскоростных каналах с большим уровнем шума.

В докладе будут обсуждаться полученные за последний год результаты в области разработки МПД. Для примера на рис. 1 представлены возможности предложенных алгоритмов и уже известных методов. График «1) МПД-Х» соответствует эффективности МПД декодера на ПЛИС Xilinx, кривые «5) МПД+КК1», «6) МПД+КК2» и «7) МПД+КК3» даны для применения МПД в простейших каскадных схемах. Здесь также представлены кривые эффективности для алгоритма Витерби (АВ) со стандартным кодом длины  $K=7$  (кривая «3) АВ,  $K=7$ ») и для каскадной схемы АВ с кодом Рида-Соломона (кривая «4) АВ+РС»), а также для турбо кода (кривая «9) Турбо»). Вертикаль  $C=1/2$  определяет пропускную способность гауссовского канала, к которой стремятся разработчики при улучшении характеристик декодирования при кодовой скорости  $R=1/2$ . Кривая «2) МПД-L» отражает характеристики МПД для длинного кода при использовании  $I=40$  итераций декодирования. Новый результат для МПД и канала неравномерной энергетикой – пунктир «8) МПД+НЭК» – соответствует возможности очень простого и значительного повышения эффективности декодирования кода при задержке принятия решения не более 400000 битов, при котором сохраняется хорошо известная достаточно большая скорость работы МПД как в программном, так и особенно в аппа-

ратном варианте. Из представленных графиков следует, что использование предложенных за последний год подходов позволило улучшить эффективность МПД примерно на 1 дБ.

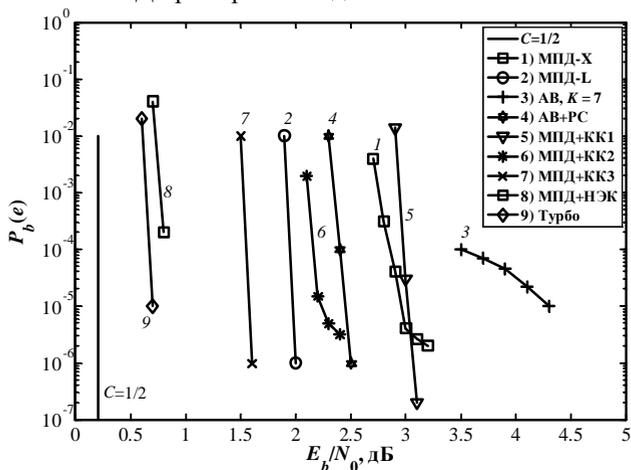


Рис. 1

Таким образом, с учетом уже достигнутой близости области эффективной работы МПД к пропускной способности канала связи, можно считать, что МПД имеет хорошие перспективы по дальнейшему приближению его характеристик к границе Шеннона. При этом значительное преимущество МПД перед другими алгоритмами по числу операций дает основание полагать, что МПД можно активно использовать при разработках современной аппаратуры передачи цифровых данных для космических и спутниковых каналов связи.

В докладе также будут обсуждаться последние достижения в области разработки не двоичных многопороговых декодеров, которые могут использоваться, например, для повышения надежности хранения сверхбольших объемов данных.

Большой объем дополнительной научной и учебно-методической информации об МПД можно найти на веб-сайте [2].

\* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 08-07-00078)

#### Библиографический список

1. Золотарев В.В. Теория и алгоритмы многопорогового декодирования // Под научной редакцией члена-корреспондента РАН Ю.Б. Зубарева. - М.: «Радио и связь», «Горячая линия – Телеком», 2006. 276 с.
2. Веб-сайт ИКИ РАН [www.mtdbest.iki.rssi.ru](http://www.mtdbest.iki.rssi.ru).