

Золотарев В.В., Овечкин Г.В.

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МНОГОПороГОВЫХ ДЕКОДЕРОВ

(г. Москва, Научно-исследовательский институт радио,
г. Рязань, Рязанская государственная радиотехническая академия)

Развитие методов цифровой передачи и обработки данных в значительной степени определяется возможностями систем обеспечения высокой достоверности передаваемой информации. Наиболее эффективным средством повышения достоверности цифровой информации является применение помехоустойчивого кодирования. Обзор наиболее перспективных методов кодирования по критерию «эффективность-производительность» [1] показал, что наибольшее предпочтение в высокоскоростных каналах спутниковой связи заслуживают многопороговые декодеры (МПД) [2]. Ниже описаны возможности этих методов коррекции ошибок, разработанных в виде аппаратных средств ФГУП НИИР при тесном сотрудничестве с другими организациями и ведущими специалистами в области систем кодирования [3,4].

Чипсет одного из разработанных с НИИРадио вариантов реализации МПД сверточного кода на ПЛИС Xilinx типа Spartan-II показан на рис. 1. Этот МПД является развитием серии декодеров сверточных кодов на базе МПД и может считаться представителем их пятого поколения.

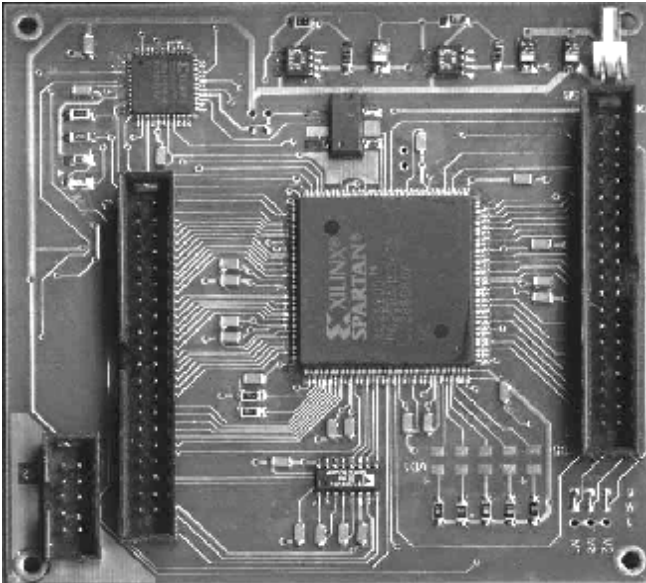


Рис. 1. ПЛИС МПД сверточного кода

Характеристики ПЛИС сверточного МПД при кодовой скорости $R=1/2$ представлены на рис. 2 кривой «МПД эксперимент». В нем полностью реализованы все возможности алгоритмов этого класса по распараллеливанию операций декодирования на аппаратном уровне. Поэтому производительность декодера ограничивается только скоростью движения данных по его регистрам сдвига, которые относятся к самым быстрым элементам схемотехники ПЛИС. Этим и определяется очень высокая производительность МПД на ПЛИС, которая составляет в различных реализованных вариантах этого декодера от 160 до 480 Мбит/с и может быть еще существенно увеличена. Заметим, что данные характеристики хорошо согласуются с расчетными (кривая «МПД моделирование»), полученными путем статистического моделирования на ЭВМ.

Как следует из вида графиков, представленных на рис. 2, очень простой сверточный МПД с быстродействием порядка 200 Мбит/с и с задержкой около 10000 битов оказывается на 1,5 дБ лучше стандартного алгоритма Витерби (АВ) с длиной кодового регистра $K=7$, характеристики которого представлены кривой «АВ». Напомним, что улучшение энергетического выигрыша кодирования (ЭВК) даже на 0,1 дБ считается очень серьезным достижением.

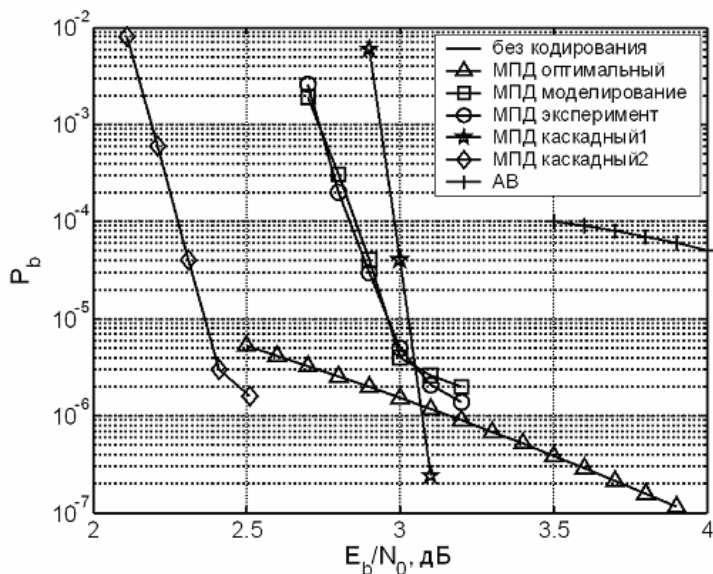


Рис. 2. Характеристики МПД

Поэтому такая большая разница в ЭВК между АВ и МПД при фактически неограниченной производительности последнего позволяет утверждать, что создание в НИИР современных версий алгоритмов МПД на

новой элементной базе является важнейшим научным и технологическим достижением в области методов помехоустойчивого кодирования.

Хорошо известно, что наиболее эффективными по критерию ЭВК являются разнообразные каскадные схемы кодирования. На рис. 2 кривыми «МПД каскадный1» и «МПД каскадный2» показаны возможности каскадных схем с МПД, использующих в качестве внешнего кода код контроля на четность.

Общая кодовая скорость этих каскадных схем остается близкой к $R \sim 1/2$, а задержка декодирования составляет порядка 10000 битов для первого кода и 40000 битов – для второго. В данных вариантах реализации каскадных схем производительность декодера превышает 150 Мбит/с и также может быть значительно увеличена. Подчеркнем, что каскадирование в МПД с кодом контроля по четности, для чего в схему кодирования добавляется всего один полусумматор, оказывается во много раз проще, чем в каскадной схеме АВ с кодами Рида-Соломона, и эффективнее как по ЭВК, так и по кодовой скорости.

Литература

1. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Эффективные алгоритмы помехоустойчивого кодирования для цифровых систем связи // Электросвязь, 2003. №9. С. 34–37.

2. Самойленко С.И., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И. Вычислительные сети. М: «Наука», 1981. 278 с.

3. Зубарев Ю.Б., Золотарев В.В. Новые технологии обеспечения высококачественной связи по радиоканалам с большим шумом на основе многопороговых декодеров – Пленарный доклад. Труды НТОРЭС им. А.С.Попова, Выпуск VI-1, 6-я Международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М: 2004. Т. 1. С. 3–8.

4. Золотарев В.В. Энергетическая эффективность новейших методов помехоустойчивого кодирования // Современные и перспективные разработки и технологии в космическом приборостроении. Сборник докладов выездного семинара ИКИ РАН. Таруса, 2004 г. С. 312–318.