

# РЕЦЕНЗИЯ

## на монографию В. Золотарёва

### "Теория и алгоритмы многопорогового декодирования"



Проблема новых методов помехоустойчивого кодирования цифровой связи — одна из наиболее актуальных, поэтому монография д.т.н. В. Золотарёва "Теория и алгоритмы многопорогового декодирования" привлекла внимание специалистов. Книга вышла в конце 2006 г. в издательствах "Радио и связь" и "Горячая линия". Работу по весьма редкой для нашей страны проблеме цифровой связи по каналам с низкой энергетикой сигнала положительно оценил академик РАН В.К. Левин.

В последнее время появление таких серьезных отечественных монографий стало довольно редким событием. Тем более интересны изложенные в книге необычные методы коррекции ошибок с очень небольшой сложностью реализации, названные многопороговыми декодерами (МПД). Хотя проблема сложности алгоритмов декодирования формально предопределяет содержание значительной части публикаций по корректирующим кодам, представленная монография относится к исследованиям, в которых затраты на реализацию процедур декодирования целенаправленно минимизируются при сохранении высокой эффективности работы алгоритмов в условиях большого уровня шума канала. Реальная ориентация работ по МПД-алгоритмам на упрощение реализации декодеров, пригодных и для мобильной связи, определяет и содержание статей автора, опубликованных в 2005 — 2007 гг. в журнале "Мобильные системы".

В первых теоретических разделах книги показано, что при каждом изменении декодируемых символов происходит приближение решения МПД к решению экспоненциально сложного оптимального декодера, в то время как алгоритмы МПД почти столь же просты, как и обычные мажоритарные процедуры. Для МПД-декодеров можно строить коды с особо малым размножением ошибок, т.е.

уровнем их группирования, которые и позволяют получить особенно высокие энергетические характеристики кодирования.

В последующих главах монографии рассмотрены характеристики МПД-декодирования в каналах с большим уровнем шума. Представлен обширный материал по моделированию МПД-алгоритмов, возможности программных версий декодеров, используемых в специальных телевизионных системах, а также параметры высокоскоростных МПД-декодеров на ПЛИС Xilinx и Altera.

Особо хочется отметить результаты по двоичным алгоритмам МПД. Как известно, длины кодов Рида — Соломона ограничены. А для МПД можно создавать двоичные коды произвольной большой длины при очень простой процедуре коррекции ошибок. Достоверность такого МПД-декодирования может быть на много порядков выше, чем при использовании кодов РС. Для некоторых кодовых параметров очень простые двоичные символьные МПД эффективно работают при таких уровнях шума в канале, которые в принципе недоступны для кодов РС сколь угодно большой длины. Эти результаты, как и ряд свойств МПД-алгоритмов, являются уникальными и не могут быть получены на основе других методов.

Научный редактор книги член корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор Ю.Б. Зубарев во вступительной статье отмечает успешность внедрения аппаратуры кодирования в организациях, на протяжении длительного времени применяющих МПД-декодеры в своих разработках.

Адаптивность параметров алгоритмов МПД к конкретным требованиям систем связи позволяет реализовать эти декодеры в различных кодовых конструкциях. Среди наиболее простых и эффективных методов с использованием МПД можно указать каскадирова-

ние с кодами контроля по четности, параллельное каскадирование, каналы с неравномерной энергетикой, сжатие данных и восстановление символов после передачи данных по стирающим каналам.

Эти и другие методы существенно расширяют возможности проектировщиков систем цифровой связи, предоставляя им средства для реализации новых методов обработки или для решения главной проблемы декодирования с предельно малой сложностью и большой энергетической эффективностью. В ряде случаев методы МПД оказываются примерно на два десятичных порядка более быстрыми, чем другие алгоритмы с близкой энергетической эффективностью. Это позволило программно реализовать даже процедуру МПД-декодирования в высокоскоростном канале для цифровой специальной телевизионной системы.

Свойства и возможности мажоритарных алгоритмов наглядно демонстрируются на конкретных примерах. Важнейшие особенности МПД-декодеров показываются с различных позиций, что весьма поможет специалистам при анализе характеристик мажоритарных алгоритмов.

Для понимания изложенных в книге новых МПД-методов полезным оказывается ее взаимодействие с Интернет-ресурсом ИКИ РАН по адресу [www.mtdbest.iki.rssi.ru](http://www.mtdbest.iki.rssi.ru).

Большая работа В. Золотарёва в области помехоустойчивого кодирования и выход книги отмечены премией Правительства России в области науки и техники. Хотелось бы надеяться, что предложенные в книге простые и эффективные методы помехоустойчивого кодирования найдут свое место в различных системах связи самого широкого назначения.

**С.В. Аверин,**  
главный инженер  
ООО "Объединенные  
радиоэлектронные технологии"