

Тема 4.5.2. за 2010 год, отдел 71.

Разработка методов декодирования двоичных и символьных кодов с неравной защитой символов для систем спутниковой и космической связи. Исследование новых методов ускорения работы процедур декодирования на специализированном аппаратно-программном стенде.

Проанализированы свойства кодов с неравной защитой символов и найдены условия, при которых они обеспечивают необходимую достоверность многопорогового декодирования (МПД) в космических и спутниковых каналах при достаточно малой сложности реализации. При этом оказывается возможным эффективное декодирование при более высоком уровне шума.

Рассмотрены также способы декодирования этих кодов в каскадных схемах как для двоичного, так и недвоичного случая. Найдены такие схемы, позволяющие при менее чем полуторакратном росте сложности увеличить достоверность декодирования на 3 – 5 порядков.

Предложены конкретные высокоскоростные схемы МПД декодирования для перспективных систем цифрового телевидения, характеризующиеся повышенным быстродействием, которые могут быть использованы также для цифровых спутниковых трактов передачи данных и в других каналах, в которых, например, группирование ошибок из-за разных причин может быть весьма значительным.

Характеристики МПД декодирования получены как путём компьютерного моделирования алгоритмов, так и на программно-аппаратном стенде-макете, который позволяет повысить скорость набора статистики на 2 - 4 порядка по сравнению с программными версиями декодеров.

Уникальность характеристик, обеспечиваемых МПД алгоритмами, в частности, для символьных кодов, позволяет говорить об их абсолютном преимуществе над кодами Рида-Соломона, до сих пор повсеместно применяемыми для защиты информации от ошибок. Это определяется уровнем теоретических изысканий по символьным кодам, проводимым в ИКИ РАН, аналогов которым в мире нет, и прикладных достижений, которые можно охарактеризовать как открытия в области алгоритмов цифровой обработки. МПД алгоритмы этого типа на 2 – 4 десятичных порядка проще по сравнению с конкурирующими алгоритмами. Это – уникальная ситуация в истории обработки данных. Абсолютные приоритеты российских исследований в этой сфере алгоритмов цифровой обработки неоспоримы. Видимо, они сохранятся в ближайшие 10-15 лет. Именно поэтому и экономическая эффективность использования разработанных кодов и методов их декодирования будет очень высокой, поскольку они значительно, иногда многократно увеличивают к.п.д.

очень дорогих высокоскоростных цифровых каналов связи или повышают скорость и на много порядков увеличивают достоверность записи принятых данных на носителях информации сверхбольшой ёмкости..

Публикации отдела 71 за 2010 год

1. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Эффективное многопороговое декодирование недвоичных кодов // Радиотехника и электроника. 2010. Том 55, №3, С. 324–329.

2. Кузнецов Н.А., Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Недвоичные многопороговые декодеры и другие методы коррекции ошибок в символьной информации // Радиотехника, №6, вып. 141, 2010. С. 4–9.

3. Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры для систем передачи и хранения больших объемов данных // Задачи системного анализа, управления и обработки информации : межвузовский сборник научных трудов. Вып. 3 – М. : МГУП, 2010. С. 100–105.

4. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Высокоскоростной многопороговый декодер для систем передачи больших объемов данных // Научно-технический сборник «Техника средств связи», серия «Техника телевидения», юбилейный выпуск, МНИТИ, 2010. С. 41–43.

5. Овечкин Г.В. Применение min-sum алгоритма для декодирования блочных самоортогональных кодов // Межвуз. сб. науч. тр. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем» – Москва, Горячая линия – Телеком, 2010. С. 99–105.

6. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Высокоскоростной многопороговый декодер для систем передачи больших объемов данных // 12-я межд. конф. и выст. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М.: 2010. С. 10–13. Пленарный доклад.

7. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Эффективное многопороговое декодирование недвоичных самоортогональных кодов // 12-я межд. конф. и выст. «Цифровая обработка сигналов и ее применение». М.: 2010. С. 21–24.

8. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Исследование недвоичных многопороговых декодеров в каналах связи с пакетирующимися ошибками // 65 Научная сессия, посвященная Дню радио: Тезисы докладов. М.: РНТОРЭС, 2010. С. 376–378.

9. Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В., Овечкин П.В. Недвоичное многопороговое декодирование для перспективных систем цифрового телевидения // Материалы 5-й международной научно-технической конференции "Современные телевизионные технологии. Состояние и направления развития". МНИТИ, 2010. С. 33–34.

10. Зубарев Ю.Б., Золотарёв В.В. Применение многопороговых алгоритмов декодирования для перспективных систем цифрового телевидения // Материалы 5-й международной научно-технической конференции "Современные телевизионные технологии. Состояние и направления развития". МНИТИ, 2010. С. 19–20.

11. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В. Применение многопорогового декодирования для повышения достоверности передачи данных // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 16-й Межд. науч.-техн. конф. Рязань: РГРТУ, 2010. С. 3–5.

12. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Назиров Р.Р., Овечкин П.В., Чулков И.В. Эффективное недвоичное многопороговое декодирование помехоустойчивых кодов для систем дистанционного зондирования земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник статей, ИКИ РАН, 2010. В печати.

(В 2009 г. по теме МПД алгоритмов у научного коллектива было 18 публикаций и получен патент на изобретение)

На 2011 год формулировка темы: отдел 71

«Разработка схемы и исследование характеристик МПД алгоритма для цифровых потоков на скоростях до 5 Гбит/с. Исследование методов повышения эффективности кодов и МТД алгоритмов для каналов спутниковой и космической связи при высоком уровне шума»

**В список завершённых разработок ИКИ РАН,
готовых для практического использования
(или лучших достижений – но этого добиться слишком нереально)**

В ИКИ РАН завершён важный этап исследований и разработки уникальных алгоритмов многопорогового декодирования (МПД) для сверхвысокоскоростной записи и особо надёжного хранения цифровых символьных потоков цифровых данных. Это направление исследований относится к открытиям в области теории помехоустойчивого кодирования и развивается только в нашей стране в ИКИ РАН. Созданные коллективом разработчиков коды и МПД алгоритмы их декодирования за время развития с 1985 г. этой тематики далеко опередили возможности единственно используемых в зарубежных разработках известных с 1960 г. кодов Рида-Соломона (РС), которые в реальных приложениях могут быть только весьма короткими и, следовательно, довольно малоэффективными. Создан целый ряд программных версий систем кодирования, разработаны проекты аппаратных макетов этих систем. Они представлены на специализированных веб-ресурсах ИКИ РАН: www.mtdbest.iki.rssi.ru и www.mtdbest.ru.

Завершение очередного этапа исследований новых символьных кодов и МПД алгоритма их декодирования в ИКИ РАН, получение патента на один из способов быстрой коррекции ошибок в таких символьных данных, а также самые последние методы ещё большего ускорения работы алгоритма, по которым недавно была защищена кандидатская диссертация, позволяют считать эти **уникальные исследования и разработки готовыми к непосредственному использованию** в самых разнообразных цифровых системах со сверхбольшим объёмом обрабатываемых данных. Символьные декодеры работают на 2 – 4 порядка быстрее их конкурентов для кодов РС при одновременно достигаемой на 3 – 5 большей достоверности записи и хранения даже на малонадёжных носителях информации. Такая разница в эффективности и быстродействии конкурирующих алгоритмов совершенно уникальна в истории развития методов обработки данных. Для целого ряда реальных параметров кодирования символьные коды вообще не имеют конкурентов, например, если шум канала велик или надёжность хранения данных особенно мала и декодеры других типов абсолютно неэффективны.

Символьные декодеры целесообразно применять для записи, обработки, хранения и контроля целостности информации в сверхбольших базах данных дистанционного зондирования Земли, в ведомственных БД особо большой ёмкости и в системах связи, работающих в условиях очень высокого шума канала.

Созданные алгоритмы обладают большой адаптивностью к условиям их применения и могут обеспечить простейшими средствами любую необходимую достоверность декодирования как при аппаратной, так и при программной реализации. Это позволяет утверждать, что завершённое исследование **полностью решило проблему простой и очень быстрой записи для хранения цифровых данных с произвольно большой достоверностью** на всё ближайшее обозримое будущее техники обработки цифровой информации. По данной тематике только за последние два года опубликовано более 30 работ, а также получен патент на изобретение с приоритетом от 21.06.2007, выданный в 2009 году на способ декодирования помехоустойчивого кода.

Исследования по данной тематике поддерживаются грантом РФФИ № 08-07-00078.

Руководитель темы

д.т.н., проф., лауреат премии Правительства РФ по науке и технике

Золотарёв В.В.

Тел. +7-(495)-333-45-45, +7-916-518-86-28,

zolotasd@yandex.ru ,

www.mtdbest.iki.rssi.ru , www.mtdbest.ru .