

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Волостных
Григорий Александрович

Неравномерная защита данных на основе сверточных кодов

по специальности 1-45 80 02 «Телекоммуникационные системы и
компьютерные сети»

Автореферат

Научный руководитель
к.т.н. доцент кафедры
систем и устройств
коммуникаций
Королев Алексей Иванович

Минск 2016

Актуальность темы. В настоящее время развитие систем передачи информации по радиоканалам имеет тенденцию, заключающуюся в непрерывном росте количества радиоизлучающих средств за счет развития современных систем передачи информации. Увеличивается разнообразие источников радиоизлучения, в том числе от промышленного оборудования и транспорта. Одновременно при этом должны сохраняться требования на качественные характеристики, что определяет важную научную и практическую проблему, заключающуюся в разработке новых методов и алгоритмов сверточной обработки сигналов для повышения помехоустойчивости систем передачи информации в условиях ухудшающейся помеховой обстановки. Эта проблема может быть разрешена за счет повышения характеристик путем модификации имеющихся алгоритмов сверточной обработки сигналов.

Широкое применение в системах передачи цифровой информации нашли сверточные коды. Они используются в системах мобильной и спутниковой связи, в модемах для телефонных линий связи и в других радиотехнических системах. Сверточные коды рассматривались в работах таких ученых, как Л.М. Финк, А.Г. Зюко, В.Л. Банкет, Э.Витерби, Дж. Кларк, Дж. К. Омура, Дж. Хеллер и др. Особенно эффективным считается алгоритм сверточного декодирования, впервые предложенный Э.Витерби. Однако в современных условиях эффективность многих методов сверточной обработки сигналов оказывается недостаточной. Эти методы разрабатывались для работы в условиях воздействия аппаратных шумов. При наличии внешних помех или замираний сигналов существующие методы сверточной обработки сигналов уже не обеспечивают необходимого качества передаваемой информации, а при некоторых условиях может возникнуть полный срыв связи. В то же время имеется возможность производить внутреннюю адаптацию некоторых методов сверточной обработки сигналов, повышающих помехоустойчивость, при различных условиях работы.

Большинство современных методов используют сжатие прогрессивных изображений. Поскольку битовый поток прогрессивного изображения подвергается значительному искажению в присутствии битовых ошибок, проблема эффективной передачи прогрессивного изображения по беспроводным каналам привлекает большое внимание исследователей. Основная научная проблематика в данном направлении заключается в исследовании возможности повышения качества восстановления прогрессивных изображений при передаче по каналам связи с шумами в условиях ограничения ресурсов, например, скорости передачи, энергии и

других. Решение задачи синтеза эффективных алгоритмов, базирующееся на последних достижениях теории цифровой обработки сигналов, является весьма актуальной. Однако, несмотря на то, что данной проблеме посвящено достаточно много исследований, имеют место еще и многие нерешенные вопросы. Одним из них является анализ формирования эффективного набора корректирующих кодов, который является важным инструментом в реализации каждого алгоритма оптимизации. Другой вопрос - выбор эффективного метода оценки качества восстановления прогрессивного изображения для алгоритмов оптимизации, а также разработка алгоритмов для практического применения.

Таким образом, практической потребностью в решении перечисленных задач и состоянием разработанности поставленной научной проблемы обусловлена актуальность темы диссертационного исследования.

Цель исследований. Целью диссертации является разработка и исследование методов и алгоритмов сверточной обработки сигналов для повышения устойчивости систем передачи информации к внешним узкополосным помехам и замираниям уровня сигнала.

Методы исследования. При решении поставленных задач использовались методы, основанные на положениях теории вероятностей, математической статистики, теории кодирования.

Общая характеристика работы:

Разная значимость передаваемых данных по каналам связи требует обеспечения разной их достоверности приёма, что и определяет актуальность диссертационной работы.

В диссертационной работе рассмотрены следующие вопросы:

- общий принцип построения самоортогональных свёрточных кодов и самоортогональных равномерных свёрточных кодов с алгоритмом порогового декодирования,
- существующие методы организации неравной защиты данных на основе свёрточных кодов с алгоритмом порогового декодирования,
- разработан метод организации неравной защиты данных на основе самоортогональных равномерных свёрточных кодов с алгоритмом порогового декодирования.

Краткое содержание работы:

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения (выводов) и приложения. Объем диссертационной работы: 61 страницы.

Во введении обоснована актуальность темы, описаны цели и задачи работы.

В первой главе “Основные сведения о сверточных кодах с алгоритмом порогового декодирования”, изложено описание самоортогональных и равномерных кодов, а так же методов кодирования данных сверточными кодами при передаче видеоданных в каналах связи без обратной связи. Рассмотрено пороговое декодирование систематических сверточных кодов, многопороговое декодирование самоортогональных сверточных кодов, Табличное декодирование сверточных кодов.

Рассмотрены помехоустойчивые коды и алгоритмы их декодирования, как широко применяющиеся в цифровых системах передачи данных, так и только разрабатываемые. Показано, что на сегодняшний день существует всего несколько методов коррекции ошибок, способных работать вблизи пропускной способности канала. К ним можно отнести многопороговые декодеры самоортогональных кодов, турбо и низкоплотностные коды. Каждый из них имеет свои достоинства, недостатки и, соответственно, свою область применения.

Во второй главе под названием «анализ существующих методов и устройств неравной защиты данных на основе сверточных кодов» рассмотрен анализ существующих методов и устройств неравной защиты данных на основе самоортогональных сверточных кодов, анализ существующих методов и устройств неравной защиты данных на основе равномерных сверточных кодов и анализ существующих методов и устройств неравной защиты данных на основе каскадных кодов. Представлены технологические стандарты D-AMPS и IS-136.

Показано, что при передаче сжатых пакетов данных на основе широко используемых на практике алгоритмов прогрессивного кодирования для уменьшения информационной избыточности и вычислительной сложности следует использовать неравномерное кодирование информации.

Установлена необходимость разработки методов, алгоритмов и устройств неравномерной защиты информации от ошибок на основе сверточных и циклических кодов, двумерного кодирования информации.

Третья глава “Разработка методов и устройств неравной защиты данных на основе равномерных сверточных кодов”. В ней представлены равномерные сверточные коды, определение и общая характеристика, разработка методов и устройств неравной защиты данных на основе равномерного сверточного кода и двоичных последовательностей и произведено моделирование канального кодека, обеспечивающего неравную

защиту видеоданных на основе равномерных самоортогональных сверточных кодов эффективность которых исследуется в третьей главе настоящей работы.

В заключении подводятся итоги проделанной работы, сделаны выводы по полученным результатам исследований.

Заключение:

Впервые предложены методы организации неравномерной защиты данных от ошибок на основе вложенного кодирования самоортогональных сверточных кодов, диффузных и равномерных сверточных кодов с алгоритмом порогового декодирования, получены аналитические выражения, позволяющие определить параметры кодеков, реализующих предложенные методы.

Показано, что разработанный кодек РСК, реализующий предложенный метод неравномерного кодирования данных с использованием вложенного кодирования самоортогональных сверточных кодов и самоортогональных равномерных сверточных кодов является наиболее эффективным, обеспечивая вероятность ошибочного приёма данных на выходе декодера при минимальной информационной избыточности.

Разработан алгоритм порогового декодирования сверточных кодов при квантовании выходных сигналов ФМ – демодулятора на четыре уровня, получены выражения для расчёта вероятности ошибочного декодирования. Показано, что при этом обеспечивается дополнительное увеличение энергетического выигрыша кодирования (ЭВК). Установлено, что ЭВК зависит от вероятности ошибок на выходе ФМ-демодулятора, скорости передачи и числа ортогональных проверок.

Разработан алгоритм и устройство порогового декодирования сверточных кодов, обеспечивающий одновременно коррекцию случайных ошибок заданной кратности и обнаружение некорректируемых пакетов ошибок при кодировании данных сверточными кодами, корректирующие случайные ошибки. Установлено, что пороговый декодер, реализующий предложенный алгоритм декодирования обеспечивает дополнительное увеличение энергетического выигрыша кодирования (ЭВК) и организацию непрерывного контроля качества канала связи без дополнительной избыточной информации.

Опубликованные статьи:

1. «Неравная защита данных на основе равномерных свёрточных кодов», в соавторстве с Королёвым А.И. к.т.н. доцент кафедры СиУТ (БГУИР). Представлена на 51-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР
2. «Анализ методов организации безызбыточной синхронизации кодеков свёрточных кодов», в соавторстве с Королёвым А.И., к.т.н. доцент кафедры СиУТ (БГУИР), магистрантами Драпеза А.Н., Парфенюк А.И. Опубликовано в материалах международного научно-технического семинара, Минск, апрель-декабрь 2015.

Библиотека БГУИР