

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

На правах рукописи

УДК 004.021

САМОЙЛОВИЧ
Ярослав Михайлович

БЫСТРОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОДОВ

АВТОРЕФЕРАТ
магистерской диссертации на соискание степени
магистра технических наук

по специальности 1-39 81 03 «Информационные радиотехнологии»

Научный руководитель
канд.техн.наук, доцент
Будько А.А.

Минск 2019

Нормоконтроль

Работа выполнена на кафедре информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **Будько Анатолий Антонович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры
информационных радиотехнологий
учреждения образования «Белорусский
государственный университет информатики
и радиоэлектроники»

Рецензент: **Хацкевич Олег Александрович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры
инфокоммуникационных технологий
учреждения образования «Белорусский
государственный экономический
университет»

Защита диссертации состоится «__» _____ 20__ г. года в __ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 1 уч. корп., ауд. ____, тел.: 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве современных систем связи используется передача сообщений в цифровом виде. Из-за наличия помех и замираний в каналах связи сбой при приеме любого одиночного элемента вызывает искажение цифровых данных всей группы, что может привести к неблагоприятным последствиям.

По каналам связи передаются цифровые данные с очень высокими требованиями к достоверности передаваемой информации. При этом их удовлетворение традиционными способами: совершенствованием антенно-фидерных трактов радиолиний, увеличением излучаемой мощности, снижением уровня собственного шума приемника оказывается экономически невыгодным или практически невозможным.

Более эффективным средством борьбы с помехами в цифровых системах связи является применение помехоустойчивого кодирования, основанного на введении искусственной избыточности в передаваемое сообщение, что приводит к уменьшению информационной скорости передачи. При этом возможно достижение требуемых значений к показателям достоверности принимаемой информации.

Теория помехоустойчивого кодирования прошла несколько этапов в своем развитии – от эмпирического использования простейших помехоустойчивых кодов с повторением, с проверкой на четность до создания основ математической теории помехоустойчивого кодирования путем ответвления высшей алгебры и теории вероятности с приложением теории помехоустойчивого кодирования к реальным системам связи.

Множество существующих помехоустойчивых кодов делится на два больших класса: блочные и непрерывные помехоустойчивые коды. В непрерывных кодах, которые также называются цепными, рекуррентными, конволюционными или сверточными, передаваемая информационная последовательность не разделяется на блоки, а проверочные символы размещаются в определенном порядке между информационными или же символы кода не разделяются вовсе. Процессы кодирования и декодирования при использовании сверточных кодов осуществляются в непрерывном режиме.

Одной из разновидностей блочных кодов являются низкоскоростные коды, обладающие рядом особенностей, которые обуславливают их применение в современных высокопомехозащищенных системах связи. Одной из главных проблем современных систем связи это эффективное декодирование. Перспективным и эффективным является быстрое декодирование, позволяющее сократить число операций и как следствие аппаратные затраты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Функции Уолша находят применение в различных областях передачи и обработки цифровой информации. Преобразование Уолша осуществляется с помощью быстрых алгоритмов.

Целью магистерской работы является разработка алгоритмов и кодеров для быстрого декодирования помехоустойчивых кодов.

Задачи исследования – разработка быстрых алгоритмов спектральных преобразований Уолша в различных упорядочениях. Определение взаимосвязи матриц корректирующих кодов в матрицы Уолша.

Объектом исследования являются декодеры корректирующих кодов.

Предмет исследования – взаимосвязи между корректирующими кодами и функцией Уолша, а также разработка декодеров быстрого декодирования на базе быстрых преобразований Уолша.

Обоснование исследования – разработка алгоритмов быстрого декодирования на базе взаимосвязи корректирующих кодов и функций Уолша. Корректирующие коды используются в настоящее время для передачи информации с целью повышения надёжности и применяются практически во всех областях науки и техники. Они применяются при передаче, обработке, хранении и распределении информации. Возможности современной электроники столь развиты, что данные знания необходимы во всех областях информатики и радиоэлектроники. Корреляционные алгоритмы декодирования шумноскоростных кодов, использующие спектральные представления кодовых последовательностей в дискретных базисах Уолша нашли широкое применение. Более сложное корреляционное декодирование с вычислениями в спектральной области со значительно меньшим числом арифметических операций. Упрощение достигается за счёт разработки быстрых алгоритмов вычислений преобразований Уолша, применяемых в технике низкоскоростных кодов.

По результатам работы сделано заключение.

Практическое применение полученных результатов заключается в синтезе перестановочных генераторов во всех системах упорядочения функций Уолша. Это позволяет использовать дополнительную гибкость при реализации быстрых декодеров. Данная задача является актуальной для современных систем передачи и обработки информации, реализуемых любых электронных устройствах.

Результаты работы были опубликованы в сборнике тезисов докладов 54-ой Белорусско-российской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2018.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние декодирования кодов максимальной длины, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В главе 1 рассмотрена структурная схема процесса передачи информации, применение кодов, исправляющих ошибки и методы декодирования низкоскоростных кодов.

В главе 2 приведены функции Уолша, их свойства, связь между номерами функций Уолша в различных системах упорядочения, разработан метод извлечения алгоритмо быстрых спектральных преобразований в базисе Уолша для различных систем упорядочений и на основе этого метода получены два варианта алгоритмов быстрого преобразования Уолша в системе упорядочений Уолша-Пэли, которые относятся к «замечательным» алгоритмам.

В главе 3 установлены основные принципы преобразования M-последовательности в последовательность Уолша в различных системах упорядочения функций Уолша с помощью определенных перестановок и определены эти перестановки.

По результатам работы сделано заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы рассмотрены все системы упорядочения, показана взаимосвязь между М-кодами и функциями Уолша в различных системах упорядочения.

В результате выполнения работы был разработан метод извлечения алгоритмов быстрых спектральных преобразований в базисе Уолша для различных систем упорядочений. На основе этого метода получены два варианта алгоритмов быстрого преобразования Уолша в системе упорядочений Уолша-Пэли, которые относятся к «замечательным» алгоритмам. Эти алгоритмы быстрого преобразования Уолша обладают свойствами симметрии, их граф для любой размерности может быть легко получен. Граф быстрого преобразования Уолша имеет все одинаковые итерации, что дает определенное преимущество при осуществлении вычислений мгновенного спектра по Уолшу.

Рассмотренный метод получения алгоритмов быстрого преобразования Уолша может быть использован в различных системах упорядочений.

Используя этот метод можно получить и другие замечательные алгоритмы быстрых преобразований Уолша. В магистерской работе установлены основные принципы преобразования М-последовательности в последовательность Уолша в различных системах упорядочения функций Уолша. Такими системами упорядочения являются системы Адамара, Пэли, Качмажа и Трахтмана. Преобразование М-последовательности в последовательность Уолша осуществляется с помощью определенных перестановок и в работе определены эти перестановки.

Быстрое преобразование дает возможность использовать быстрое декодирование корректирующих кодов. Практической частью данной работы является синтез перестановочных генераторов во всех системах упорядочения функций Уолша. Это позволяет использовать дополнительную гибкость при реализации быстрых декодеров. Данная задача является актуальной для современных систем передачи и обработки информации.