

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук,

Кучина Сергея Игоревича, ведущего специалиста

АО "КОБРА", г. Владимир

на диссертацию **Мартышевой Дарьи Анатольевны** на тему:

«Повышение помехоустойчивости высокоскоростной передачи цифровых сигналов с помощью подавления межсимвольной интерференции»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

1. Актуальность темы

С начала XX века остро стоит проблема повышения скорости и качества передачи информации в различных системах связи. В то же время, увеличение скорости приводит к дополнительным искажениям принимаемых сигналов, которые существенно ухудшают помехоустойчивость передачи. Причиной этого является многолучевое распространение радиоволн и переотражения радиосигналов от различных объектов. Естественно, это требует развития путей повышения помехоустойчивости цифровой передачи информации с использованием методов борьбы с межсимвольной интерференцией

Глубокий анализ, проведенный соискателем, позволил выявить недостатки в состоянии вопроса по данной предметной области и обоснованно выбрать пути решения основных поставленных задач:

– разработать сверточные алгоритмы подавления межсимвольной интерференции при использовании тестовых сигналов;

– разработать алгоритмы оценки параметров МСИ без использования тестовых сигналов;

– разработать алгоритм компенсации межсимвольных искажений.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций

В первой главе проведен обзор существующих методов борьбы с межсимвольной интерференцией. Рассмотрены основные методы снижения влияния межсимвольной интерференции. Показано, что во многих ситуациях, в том числе в радиосистемах передачи сигналов, они не могут обеспечить достаточной эффективности подавления.

Отмечено, что в связи со сходством механизма возникновения МСИ и алгоритмов сверточного кодирования достаточно эффективным является использование «эквалайзера Витерби». Сформулированы цели работы, поставлены соответствующие задачи и намечены пути их решения.

Во второй главе рассматривается метод сверточной обработки цифровых сигналов при прохождении каналов с многолучевостью. Показано что для обработки сигнала, подвергшегося воздействию межсимвольной интерференции, возможно применение сверточной процедуры, сходной с процедурой «мягкого» сверточного декодирования Витерби. Приведены результаты моделирования процедуры обработки при характерных вариантах наборов параметров межсимвольной интерференции. В результате моделирования работы алгоритма в многоканальных системах показано, что увеличение кратности разнесения при сверточной обработке ведет к значительному уменьшению вероятности ошибки.

В третьей главе описаны предложенные алгоритмы оценки требуемых параметров межсимвольной интерференции без использования тестовых сигналов в применении к модуляции BPSK.

Предложено несколько «слепых» алгоритмов оценки: алгоритм с применением критерия максимального правдоподобия, алгебраический алгоритм, а также односторонний и двухсторонний алгоритмы оценки.

В четвертой главе исследованы возможности компенсации межсимвольной интерференции в многоканальных системах передачи с обратной связью. В качестве многоканальных систем рассматриваются системы с частотным разнесением. При демодуляции в каждом канале образуется две ортогональные составляющие. При соответствующей

настройке опорных генераторов после корреляционной обработки одна из составляющих содержит сумму компонентов основного символа и мешающих символов, другая составляющая содержит только компоненты мешающих символов. Предложены схемы реализации процедуры компенсации.

3. Оценка новизны и достоверности

В результате выполнения диссертации соискателем получены следующие основные, на мой взгляд, научные результаты:

– сверточный алгоритм обработки цифровых сигналов, позволяющий эффективно снижать негативное воздействие межсимвольной интерференции, позволяющий повысить помехоустойчивость на 4-12 дБ, а также алгоритм компенсации позволяющий повысить помехоустойчивость передачи цифровых сигналов при воздействии межсимвольной интерференции, обеспечивающий выигрыш подавления на 2-6 дБ;

– разработано программное обеспечение, позволяющее исследовать эффективность предложенных алгоритмов подавления межсимвольной интерференции, что подтверждают 3 свидетельства о государственной регистрации программ ЭВМ.

Практическая значимость результатов работы состоит в следующем:

– предложенные алгоритмы позволяют сводить ситуации при воздействии межсимвольной интерференции практически к ситуациям ее отсутствия, улучшая помехоустойчивость передачи сигналов в различных условиях на 4-12 дБ.

– предложенные принципы построения метрик позволяют реализовывать многомерную сверточную процедуру подавления межсимвольной интерференции. Квадратичное правило построения метрик дает дополнительное увеличение помехоустойчивости.

– предложенные алгоритмы бестестовой оценки параметров межсимвольной интерференции дают возможность при значениях отношения «сигнал/шум» 6-20 дБ обеспечить погрешность оценки не хуже 5%.

– предложенный алгоритм компенсации межсимвольной интерференции позволяет в различных условиях обеспечить выигрыш в подавлении суммарной мощности помехи и шума по сравнению с известным методом оптимального сложения сигналов на 2-6 дБ.

Достоверность полученных результатов обусловлена применением адекватного математического аппарата, подтверждается их согласованностью с результатами проведенного моделирования и сопоставлением полученных результатов с научными данными, известными из российской и зарубежной литературы.

Структура диссертации представлена в строгой логической последовательности и является завершенной научной работой.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает работу.

Результаты работы доложены на 10-ти международных конференциях.

Полученные научные результаты подкреплены публикациями автора в научных журналах (18 публикаций, в том числе 1 монография и 3 публикации в изданиях из списка ВАК).

4. Замечания и недостатки по диссертационной работе

В то же время диссертация не лишена недостатков:

1) отсутствует наглядное сравнение рассмотренных методов подавления межсимвольной интерференции друг с другом;

2) не сформулированы технические требования к системе, реализующий алгоритм Витерби;

3) в работе идут исследования только BPSK сигналов, при этом не ясен выигрыш предложенных методов применительно к сигналам с другими видами модуляции;

4) в работе присутствуют текстовые повторы (стр. 4) и грамматические ошибки.

В целом диссертация Мартышевской Дарьи Анатольевны является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно

