

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук профессора ЦИМБАЛА Владимира Анатольевича на диссертационную работу соискателя ученой степени кандидата технических наук Мартышевой Дарьи Анатольевны, выполненную на тему: «Повышение помехоустойчивости высокоскоростной передачи цифровых сигналов с помощью подавления межсимвольной интерференции» по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Радиоканалы почти всех диапазонов частот, используемые в интересах абонентов различных министерств, агентств, ведомств и населения РФ, функционируют, как правило, в условиях многолучевости, что приводит к замираниям сигналов различных типов. Помимо замирания, одним из атрибутивных негативных проявлений многолучевости является уменьшение интервала временной когерентности радиоканала, что существенно ограничивает как скорость передачи информации в нем, так и его помехоустойчивость за счет возникающей при этом межсимвольной интерференции сигналов.

Наиболее эффективным инструментом борьбы с межсимвольными искажениями в настоящее время является так называемый эквалайзер Витерби, учитывающий факт взаимосвязи искажений конечной последовательности сигналов и формирующий на этой основе соответствующее компенсирующее воздействие с учетом свойства памяти канала. Однако такой подход требует динамической идентификации переходной характеристики канала с помощью тестовых сигналов, что ограничивает сферу его применения.

На практике востребованной является радиосистема передачи дискретной информации, в которой сообщения для обеспечения высокой надежности доставки передаются по параллельным частотно-разнесенным каналам. И кроме того, в таких каналах реализуется разнесенный прием сигналов. К таким радиосистемам следует отнести каналы оповещения населения, используемые МЧС, а также радиосистемы военного профиля и другие. Необходимость обеспечения высокой скорости передачи в них целевой информации требует, как правило, отказа от тестовых сигналов.

С этих позиций исследования, проведенные в диссертационной работе в направлении повышения помехоустойчивости цифровой передачи информации с использованием методов борьбы с межсимвольными искажениями, являются актуальными и представляют несомненный научный и практический интерес.

В ходе проведения исследований по теме диссертационной работы автор получил ряд результатов, обладающих научной новизной и практической значимостью.

Во-первых, это сверточные мягкие алгоритмы борьбы с межсимвольными искажениями в многоканальных системах передачи сигналов. Отличи-

тельной научной новизной предложенных алгоритмов является то, что информация о квадратичных метриках принятия решений формируется бестестовым образом на основе совместной обработки последовательностей сигналов в разнесенных каналах. Даны оценка сходимости алгоритмов и предложения по снижению числа операций, нужных для обеспечения заданной точности. Кроме того, показана эффективность алгоритмов также и при применении тестового режима работы.

Во-вторых, предложены и исследованы три бестестовых алгоритма для оценки необходимых параметров межсимвольных искажений. Научная новизна данных бестестовых (слепых) алгоритмов заключается в том, что выявлена граница минимально достаточной длины выборки последовательностей символов, обеспечивающей необходимую точность компенсации межсимвольных искажений. При этом данный подход инвариантен к виду цифровой модуляции сигналов.

В-третьих, предложен и исследован алгоритм компенсации межсимвольных искажений для систем с параллельными каналами передачи. Научная новизна данного алгоритма заключается в том, что обоснованы аналитические выражения, определяющие оптимальные значения весовых коэффициентов в блоках совместной обработки квадратур поступающих из разных каналов сигналов. При этом данный подход инвариантен как к виду цифровой модуляции сигналов, так и к числу параллельных каналов.

Основные результаты диссертации являются достоверными, что обусловлено:

- корректностью постановки задач исследования;
- использованием апробированного аппарата теории цифровой обработки сигналов, теории помехоустойчивого кодирования, теории вероятностей, методов компьютерного моделирования;
- обоснованностью основных предположений, ограничений, допущений и исходных данных для расчетов;
- удовлетворительным совпадением полученных результатов расчета в среде имитационного моделирования с физикой исследуемого процесса.

Полученные в диссертации результаты имеют существенную теоретическую и практическую ценность, они вносят вклад в теорию и практику борьбы с межсимвольными искажениями в радиосистемах с многолучевостью, обеспечивая повышение помехоустойчивости и скорости передачи информации в ее каналах.

Практическая значимость диссертационного исследования обусловлена тем, что ее результаты позволяют:

улучшить помехоустойчивость передачи сигналов в различных условиях на 4-12 дБ;

реализовать многомерную сверточную процедуру подавления межсимвольных искажений, при этом квадратичное правило построения метрик дает дополнительное увеличение помехоустойчивости;

дают возможность при значениях отношения «сигнал/шум» 6-20 дБ

обеспечить погрешность оценки искомых коэффициентов не хуже 5%.

обеспечивают выигрыш в подавлении суммарной мощности помехи и шума по сравнению с известным методом оптимального сложения сигналов на 2-6 дБ.

Полученные в диссертации результаты целесообразно использовать заказывающими и научно-исследовательскими организациями РФ (АО НИВЦ АС, МОУ «ИИФ», АО НИИ ССУ, Институт проблем передачи информации РАН) при техническом обосновании перспектив развития радиосистем передачи информации РФ и формировании ТЗ на создание таких систем, а также организациями промышленности (АО «Концерн «Созвездие»», АО «НПО «Полет», АО «РИМР») при решении сложных научно-технических задач, возникающих при разработке подобных систем радиосвязи.

Интегрируя замечания по диссертации и автореферату, их можно свести к следующим:

1. В диссертации отсутствует формальная постановка задачи исследования по синтезу алгоритмов компенсации межсимвольных искажений в каналах радиосистем передачи информации с замираниями сигналов.

2. В диссертации исследование помехоустойчивости предложенных алгоритмов компенсации межсимвольных искажений сигналов рассмотрено, в основном, применительно к сигналу типа BPSK, в то время, как в современных радиосистемах передачи информации используются, как правило, не двоичные типы сигналов, помехоустойчивость которых при одних и тех же условиях другая по отношению к сигналам типа BPSK.

3. В диссертации принято, что предложенные алгоритмы реализуются при условии устойчивой синхронизации блока обработки сигналов, однако влияние межсимвольных искажений на блок синхронизации сигнала в рамках диссертации учтено не в полной мере.

4. По тексту диссертации и автореферата имеются орфографические и синтаксические ошибки (с. 5, 6, 12, 20, 22, 27, 31, 33, 42, 43, 60, 88, 98).

В целом, однако, отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не наносят существенного ущерба значимости результатам диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне. Отличительными особенностями работы являются логическая последовательность поставленных задач и направленность на решение важной практической технической задачи – повышения помехоустойчивости радиосистем передачи информации, испытывающих замирания сигналов, приводящих к межсимвольной интерференции.

Диссертация написана хорошим литературным языком и аккуратно оформлена. Основные выводы и положения диссертации достаточно широко опубликованы в научных изданиях и докладывались на представительных научно-технических конференциях, где получили одобрение научной общественности, признающей авторитет автора в разработке вопросов, положенных в основу диссертационной работы. Требование ВАК о наличии публикаций в изданиях из Перечня ВАК выполнено. Предложенные алгоритмы защищены свиде-

тельствами на программы для ЭВМ.

Исследования по тематике представленной диссертации целесообразно продолжить в направлении развития «слепых» алгоритмов компенсации межсимвольных искажений при малых длинах выборки сигналов.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации и позволяет сформировать обоснованное представление по всей работе в целом, а содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

ВЫВОДЫ:

1. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи обоснования совокупности «слепых» алгоритмов повышенной эффективности борьбы с межсимвольной интерференцией в многоканальных системах радиосвязи, что имеет существенное значение для телекоммуникационной структуры РФ.

2. По актуальности тематики, глубине проведённых исследований и значимости полученных результатов диссертационная работа полностью удовлетворяет требованиям п.п. 9,10,11,13,14 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор, Мартышевская Дарья Анатольевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв составил:

Заслуженный деятель науки, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления» филиала Военной академии РВСН имени Петра Великого (г. Серпухов)

«22» марта 2017 года

142210, г. Серпухов, ул. Октябрьская, д.156, кв.30

т. 89851417909, tsimbalva@mail.ru

В. А. Цимбал

Подпись официального оппонента Заслуженного деятеля науки, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Автоматизированные системы управления» филиала Военной академии РВСН имени Петра Великого (г. Серпухов) заверяю

Начальник отдела кадров филиала Военной академии РВСН имени Петра Великого (г. Серпухов)
подполковник

А. М. Деркач

