

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нгуена Вина Нгока Тхуана «Эффективность ММО систем передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы диссертационного исследования

Современные системы беспроводной передачи данных должны соответствовать высоким требованиям по показателям надежности передачи данных, энергопотребления и пропускной способности в условиях как внешних, так и внутренних системных помех. Кроме того, ограничение частотных ресурсов, влияние многолучевости и затухания сигнала при распространении радиоволн также являются проблемами, которые необходимо преодолеть. Одним из решений является использование пространственных ресурсов на основе внедрения многоантенных систем – технологии ММО. Поэтому диссертационная работа В.Н.Т. Нгуена, посвященная исследованию и разработке помехоустойчивые алгоритмы приема сигналов в ММО системах передачи информации при действии пространственно коррелированных помех, способствует решению актуальной научно-технической проблемы разработки технических решений, обладающих универсальностью, высокой надежностью, стойкостью и живучестью.

Диссертационная работа В.Н.Т. Нгуена содержит 145 страниц машинописного текста, 52 рисунка, 7 таблиц, список литературы из 90 наименований. Материалы исследований изложен в 4 главах диссертации.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, определена научная новизна, описана практическая значимость результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту, приведены данные о внедрении результатов, апробации работы и публикациях, представлена структура и объем диссертации.

В 1-й главе проведен диссертации рассмотрены методы и алгоритмы помехоустойчивого приёма в ММО системах передачи информации. Предложен принцип построения ММО системы, состоящей из последовательного выполнения декорреляции пространственно коррелированных помех и пространственного декодирования ММО сигналов. Предложена модель ММО системы, которая учитывает пространственную структуру приемной и передающей антенных систем. Рассмотрены методы и алгоритмы помехоустойчивого приёма сигналов в ММО системах передачи информации.

В 2-й главе диссертации решается задача анализа влияния пространственно коррелированных мешающих сигналов на пропускную способность и вероятность простоя ММО системы передачи информации. Проведен анализ влияния пространственных структур антенной системы на пропускную способность и вероятность простоя ММО системы при действии пространственно коррелированных помех. Полученные результаты позволяют обосновать выбор типа конфигурации антенн для компенсации помех в беспроводных ММО системах, работающих в сложной помеховой обстановке.

В 3-й главе диссертации представлены алгоритмы для приема сигналов в ММО системах, устойчивые к пространственно коррелированным помехам, которые включают декорреляцию помех и последующее декодирование ММО сигналов. Разработан алгоритм оценки ММО сигнала, минимизирующий среднеквадратичную ошибку и объединяющий компенсацию помехи с декодированием. Предложена методика пространственной обработки сигнала, которая упрощает обработку и повышает помехоустойчивость за счет отдельного подавления помех и декодирования. Для ситуаций с неопределенными параметрами помех введен адаптивный компенсатор, работающий на каждой приемной антенне. Также разработан адаптивный препроцессор, основанный на методе Грама-Шмидта и циклах Хауэллса-Эпплбаума, обеспечивающий стабильную адаптацию весовых коэффициентов.

В 4-й главе диссертационной работы рассмотрены аспекты технической реализации алгоритмов для приёма сигналов в ММО системах с учетом пространственно коррелированных помех. Исследовано, как пропускная способность ММО систем зависит от структуры помех и погрешностей канальной матрицы, выявляя снижение пропускной способности при возрастании погрешностей. Также представлена разработка алгоритма приема на отладочной плате Virtex-II Pro XC2VP30-4FF1152C для параллельных вычислений, снижающих вычислительные затраты, и проведено экспериментальное исследование влияния числа антенн и пространственной корреляции помех на пропускную способность.

Научная новизна исследования, выполненного в диссертационной работе, состоит в следующем:

- предложен метод помехоустойчивого приема сигналов в ММО системах при действии пространственно коррелированных помех, использующий пространственную декорреляцию помех и последующее пространственное декодирование ММО сигналов на основе измененной канальной матрицы,
- предложен алгоритм пространственной компенсации помехи по критерию минимума мощности помех в каждом пространственном канале, использующий помеховые сигналы в других пространственных каналах,

– проведен анализ и эффективности алгоритмов и получены зависимости помехоустойчивости и пропускной способности ММО системы от числа приемных антенн при различных пространственных структурах,

Практическая значимость результатов работы заключается в использовании подавление помех путем их пространственной декорреляции, а затем производится пространственное декодирование ММО сигналов с учетом результатов произведенной декорреляции. Необходимое число приемных антенн ММО системы определяется числом пространственно коррелированных помех и числом передающих антенн ММО системы, что обеспечивает увеличение пропускной способности в 2,5 раза при увеличении числа приемных антенн с 6 до 8. Исследования, проведенные автором показали, что использование фильтра декоррелятора помехи уменьшает вероятность битовой ошибки в 50...100 раз. Однако, расчет пропускной способности ММО системы с учетом погрешностей канальной матрицы показал снижение пропускной способности на 0,1...0,5 бит/с/Гц при увеличении коэффициента погрешности от 5% до 20%.

Обоснованность и достоверность предложенных подходов и полученных технических решений подтверждена корректным применением математического аппарата, согласованием полученных расчетных данных и известных практических результатов, непротиворечивостью полученных результатов известным физическим представлениям и результатам работ других авторов. Обоснованность подтверждается также результатами сравнительной оценки эффективности ММО системы передачи информации по основным показателям при различных вариантах.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректной постановкой задачи, применением строгого математического аппарата, а также сравнением результатов, полученных при использовании предложенных алгоритмов и методик, с известными решениями.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Диссертационная работа В.Н.Т.Нгуена выполнена по специальности 2.2.13. – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Полученные результаты соответствуют п.п. 3, 5 паспорта специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Диссертация по содержанию и оформлению удовлетворяет действующим требованиям Положения о присуждении ученых степеней. В диссертации имеются все необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, в том числе – на научные работы соискателя.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации, правильно и достаточно полно передает ее содержание, позволяет ясно представить сформулированные в диссертации задачи исследования, основное содержание и идеи работы, а также выводы и рекомендации и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских научно-технических конференциях и отражены в достаточном количестве печатных работ, из которых 2 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 2 статья зарубежных журналов, входящих в базу цитирования SCOPUS и 4 публикации, индексируемые в РИНЦ, 6 публикаций в виде материалов международных и всероссийских научно-технических конференций.

Результаты диссертационной работы **использованы и внедрены** в учебный процесс ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» на кафедре радиотехнических устройств.

Диссертационная работа не свободна от некоторых недостатков и замечаний:

1. За рубежом принято называть не многолучёвость, а многопутность (multipath, а не multibeam). Многолучёвость – это характеристика антенн. В противном случае за рубежом не поймут исследования соискателя.
2. В главе 4 автор только приводит лишь расчеты по реализации декоррелятора на ПЛИС без оценки конкретной производительности.
3. В эксперименте автор выбрал доверительный уровень вероятности равным 0.7 (70%). Этот уровень слишком низкий для достоверной оценки вероятности.
4. При теоретическом анализе эффективности автором используется линейная эквидистантная антенная решетка (стр. 23 диссертации), однако при проведении эксперимента используется система с радиальным расположением антенных элементов, что не позволяет достоверно определить подтвержденную практикой пропускную способность и уровень вероятности битовых ошибок разработанных автором алгоритмов.
5. Исследования, проведенные другими авторами, показывает, что пропускная способность ММО-системы связи зависит от разнесения антенных элементов, но при этом снижается пространственная корреляция шумовой помехи и уменьшается эффективность её декорреляции. Кроме того, при увеличении числа приемных элементов растут пространственно некоррелированные шумы, что снижает пропускную способность, так как увеличивается вероятность битовой ошибки приёма информации. Такие влияния на пропускную способность системы ММО-связи автором не исследованы и могут быть задачей на будущую научную деятельность соискателя.

Перечисленные замечания не являются определяющими, могут быть задачами на будущее и не влияют на общую положительную оценку работы.

Общая оценка диссертационной работы

В целом диссертационная работа В.Н.Т. Нгуена является законченным исследованием, содержащим решение задачи, имеющей существенное значение для области теории и практики создания нового поколения сетей радиосвязи, обладающих универсальностью, высокой надежностью, стойкостью и живучестью

Диссертация и автореферат достаточно грамотно написаны и качественно оформлены. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, включая требования п.п. 9, 11, 13, 14 и 25 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Нгуен Винь Нгок Тхуан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Доктор технических наук, профессор
кафедры теоретических основ радиотехники Института радиотехнических систем и управления ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

В.П. Федосов

Подпись Федосова Валентина Петровича удостоверяю,

И.о. директора ИРТСУ, к.ф-м.н., доцент



П.В. Махно

«13» ноября 2024г.

Федосов Валентин Петрович

Адрес организации: 347922, ЮФО, Ростовская область, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44
ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»,

кафедра теоретических основ радиотехники Института радиотехнических систем и управления,

Телефон: +7(863) 437-16-32

E-mail: vpfedosov@sfedu.ru, vpfed@mail.ru

С отзвеном отзвкомлен 28.11.2024