

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Нгуена Винь Нгока Тхуана  
«Эффективность ММО систем передачи информации в условиях  
пространственно коррелированных помех», представленной на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Повышение качества работы различных радиотехнических систем в настоящее время связывают с улучшением спектральной и пространственной эффективности. В этом плане одним из перспективных направлений рассматривается применение пространственно распределенных систем, которое предполагает использование методов разнесения, основанных на различных параметрах, включая пространственное разнесение на передающей и приемной сторонах. В общем случае многоканальная передача и многоканальный прием сигналов может рассматриваться как средство повышения избыточности, которая вводится для повышения качества систем радиосвязи. Это особенно проявляется в наиболее сложных условиях функционирования современных систем, когда канал распространения является многолучевым, присутствует множество отражений от окружающих предметов. В таких сложных условиях применение технологии ММО дает возможность более точно оценить (по сравнению с одноканальной системой) импульсную характеристику канала, снизить априорную неопределенность относительно его параметров, а также эффективно скомпенсировать пространственно коррелированные помехи. Исследование вопросов помехоустойчивой обработки ММО сигналов, оценка эффективности систем передачи данных ММО представляют теоретический и практический интерес и являются актуальными вопросами современной радиотехники.

В диссертационной работе Нгуен В.Н.Т. предложена модель ММО коррелированных канальных коэффициентов, получено соотношение для общей канальной матрицы с учетом прямого луча и диффузного рассеивания при распространении радиоволн, рассмотрен метод, использующий пространственную декорреляцию помех и последующее пространственное декодирование ММО сигналов на основе измененной канальной матрицы, а также алгоритм пространственной компенсации помехи по критерию минимума мощности помех в каждом пространственном канале, использующий помеховые сигналы в других пространственных каналах. Проведен анализ влияния пространственно коррелированных помех на пропускную способность и вероятность простоя ММО системы передачи информации. В частности, показано, что в ММО системе пропускная способность увеличивается в 2,5 раза при увеличении числа приемных антенн с 6 до 8, что свидетельствует об эффективности ММО систем передачи информации при действии пространственно коррелированных мешающих сигналов. В диссертации разработаны алгоритмы помехоустойчивого приёма сигналов в ММО системах передачи информации при действии пространственно коррелированных помех с неизвестными параметрами. Рассмотрены различные алгоритмы: 1) оптимальный алгоритм обработки по критерию минимума среднего квадрата ошибки (МСКО), 2) адаптивный алгоритм обработки по критерию МСКО, 3) оптимальный алгоритм обработки по критерию максимума правдоподобия (МП) с пространственным кодированием Аламоути, 4) адаптивный алгоритм обработки по критерию МП с пространственным кодированием Аламоути. Проведен натурный эксперимент для определения пропускной способности канала связи и устройства WiFi в зависимости от числа антенн при действии пространственно коррелированных помех, который показал, что за счет увеличения числа приемных антенн с 1 до 4 пропускную способность можно увеличить на 60%.

Особый интерес представляет алгоритм пространственной обработки с последовательными отдельными операциями: компенсацией помехи и пространственным декодированием. Такой подход позволил на каждом этапе сигнальной обработки использовать различные критерии качества (критерий минимума среднего квадрата ошибки



и критерий максимума правдоподобия). Такой подход дает при наличии 10 приемных антенн уменьшить вероятность битовой ошибки на 1-2 порядка и подавить помеху на 15...25 дБ.

Основные материалы диссертации достаточно полно опубликованы в 2 статьях в журналах из Перечня ВАК, 2 публикации, индексированные в базе Scopus, и трудах 10 конференций различного уровня.


Судя по автореферату, в работе имеются недостатки.

1. При рассмотрении модели пространственно-коррелированных помех (с.5-7) не приводится описание фоновой обстановки и соответствующие ей конкретные числовые характеристики помех.

2. В тексте автореферата приведен вариант технической реализации алгоритма приема ММО сигналов при действии мешающих сигналов на ПЛИС (с.11), но подробного анализа эффективности с учетом погрешностей при аппаратной реализации по сравнению с теоретическими результатами проведено не было.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, которая содержит результаты решения актуальной научно-технической задачи разработки метода и алгоритмов помехоустойчивого приема сигналов в беспроводных ММО системах при действии пространственно коррелированных помех. Автор работы, Нгуен Винь Нгок Тхуан, демонстрирует высокий уровень знаний и соответствующую квалификацию в области радиотехники, что позволяет ему успешно решать актуальные научные задачи. Работа удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертационной работы – **Нгуен Винь Нгок Тхуан** – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Профессор кафедры радиотехники  
Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО  
«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича  
Столетовых»  
доктор технических наук, профессор

  
20.11.2024

Костров  
Виктор Васильевич

Подпись д.т.н., профессора В.В. Кострова удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого Совета Муромского института (филиала)

Владимирского государственного университета

имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых



О.Н. Полулях

Костров Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Радиотехника» факультета информационных технологий и радиоэлектроники (ФИТР).

E-mail: [kostrov.46@mail.ru](mailto:kostrov.46@mail.ru); Тел. раб. 8-(49234) 77-2-32

Рабочий адрес:

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (МИ ВлГУ)

602264, Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Сайт организации: <https://www.mivlgu.ru/>

E-mail: [oid@mivlgu.ru](mailto:oid@mivlgu.ru);

Факс/тел.: 8-(49234) 77-1-28