

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы исследования.

В настоящее время в системах радиосвязи в качестве приёмо-передающих модулей все чаще используются многоканальные устройства (ММО-технология), обладающие высокой помехоустойчивостью и энергоэффективностью. Возможность технической реализации таких радиосистем определяется прогрессом в области создания высокоскоростных многоканальных ЦАП и АЦП, а также разработкой практически реализуемых алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов.

Одной из задач, решаемых при проектировании многоканальных систем, является выбор пространственной структуры антенной системы, который влияет на целый комплекс её характеристик. С одной стороны, уменьшение размеров антенной системы увеличивает пространственную корреляцию подканалов, изменяет матрицу взаимных импедансов системы. С другой стороны, увеличение расстояния между антеннами приводит к появлению дифракционных максимумов диаграммы направленности и нецелесообразно по конструктивным соображениям. Поэтому актуальной является задача оптимизации пространственной структуры антенной системы для повышения эргодической пропускной способности ММО-системы при действии пространственно-коррелированных помех.

В многоканальных системах, функционирующих при воздействии помех, необходимо не только проводить их пространственную фильтрацию, но и пространственно-временное декодирование полезных сигналов. Поэтому актуальной является задача разработки практически реализуемых алгоритмов, позволяющих наиболее оптимальным образом решать эти проблемы.

Чтобы практически реализовать существующие и разработанные алгоритмы обработки сигналов в многоканальных системах, необходимо иметь технические средства их реализации. Поэтому актуальной является задача разработки таких технических средств, позволяющих принимать сигналы при воздействии помех.

Решение всех этих проблем и определяет актуальность рассматриваемой диссертационной работы.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В диссертации решена научно-техническая задача разработки и анализа алгоритмов помехоустойчивого приёма сигналов в ММО системах передачи информации при действии пространственно-коррелированных помех, имеющая зна-

чение для развития физических основ преобразования сигналов на фоне шумов и помех в многоканальных системах.

Содержание полученных соискателем результатов, сформулированных выводов и рекомендаций изложено в четырех главах.

В первой главе проведен обзор методов и алгоритмов помехоустойчивого приёма в ММО системах передачи информации. Предложен принцип построения ММО системы, включающий последовательное выполнение декорреляции пространственно-коррелированных помех и пространственное декодирование 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 второй главе диссертации решается задача анализа влияния пространственно коррелированных мешающих сигналов на эргодическую пропускную способность и вероятность простоя ММО системы передачи информации. Проведен анализ влияния различных 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 третьей главе диссертации разрабатываются и исследуются алгоритмы 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 сигналов, 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.

В четвертой главе диссертационной работы рассмотрены аспекты технической реализации алгоритмов приёма сигналов в ММО системах с учетом пространственно коррелированных помех. Исследована зависимость пропускной способности ММО систем от структуры помех и погрешностей канальной матрицы. Также разработан алгоритм приема ММО сигналов на отладочной плате Virtex-II Pro XC2VP30-4FF1152C для параллельных вычислений, снижающих вычислительные затраты. Проведено экспериментальное исследование влияния числа антенн и пространственной корреляции помех на пропускную способность ММО системы.

Тематика диссертации Нгуена В. Н. Т. соответствует направлениям исследований, определённых паспортом специальности 2.2.13 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения:

- по пункту 1 в части исследования процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиотехнических устройств и систем;
- по пункту 5 в части разработки и исследования алгоритмов, включая цифровые, обработки сигналов в радиотехнических устройствах и системах различного назначения;
- по пункту 6 в части разработки и исследования методов и алгоритмов обработки сигналов в радиотехнических устройствах и системах различного назначения при наличии помех с целью повышения помехоустойчивости.

К числу наиболее значимых научных результатов работы, на наш взгляд, относятся следующие:

- 1) 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;
- 2) алгоритм пространственной компенсации помехи по критерию минимума мощности помех в каждом пространственном подканале, использующий помеховые сигналы в других пространственных подканалах;
- 3) результаты исследования влияния количества приемных антенн при различных пространственных структурах антенной системы на помехоустойчивость и эргодическую пропускную способность ММО системы.

Высокая степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных автором, определяется тем, что они получены с использованием современных методов теории цепей, статистической радиофизики, математического моделирования многоканальных устройств и цифровой обработки сигналов.

Достоверность и новизна научных результатов, выводов и рекомендаций.

Достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обусловлена:

- использованием теоретически обоснованных и прошедших практическую апробацию методов исследования;
- строгим подходом к разработке методов и определению показателей эффективности компенсации пространственно-коррелированных помех в многоканальной системе;
- корректным использованием ограничений, допущений и исходных данных, полученных либо автором, либо другими исследователями.

Достоверность подтверждается соответствием полученных результатов общим физическим закономерностям, а также частным результатам, полученных другими авторами. Полученные результаты были представлены и апробированы на конференциях различного уровня.

Новизна научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, связана с развитием методов исследования и разработки многоканальный приёмный системы, функционирующей в сложной помеховой обстановке, с целью повышения её помехоустойчивости за счет пространственной компенсации помех и пространственного декодирования сигналов.

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. Кроме этого, предложенные алгоритмы позволяют повысить помехоустойчивость ММО системы передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех.

Теоретическая значимость работы определяется развитием методических основ исследования новых методов, открывающих пути совершенствования методов проектирования, конструирования и технологии производства многоканальных приёмных радиоустройств. Реализация полученных соискателем результатов позволяет расширить область применения моделей и методов анализа и синтеза приёмных многоканальных устройств в условиях воздействия пространственно-коррелированных помех, имеющих улучшенные технические характеристики.

Основные результаты диссертационной работы апробированы на международных и всероссийских научно-технических конференциях по тематике исследований, опубликованы в 14 работах, из которых 2 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 2 публикации в изданиях, входящих в базы цитирования Scopus и 4 публикации, индексируемые в РИНЦ.

Ценность работы для практики заключается в том, что приведённые в ней результаты, выводы и рекомендации могут быть использованы для совершенствования компоновочных и проектных решений по конструированию и технологии создания многоканальных приёмных радиосистем, функционирующих в сложной помеховой обстановке.

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

Предложенные соискателем решения строго аргументированы и критически оценены в сравнении с известными аналогами.

Замечания и недостатки диссертационной работы.

1. При моделировании канальной матрицы для оценки эргодической пропускной способности не учитывается диаграмма направленности отдельного излучателя антенной системы, что может привести к не совсем корректным результатам.
2. В работе в качестве оптимизационного алгоритма для оценки весовых коэффициентов используется метод стохастического градиента, который, как известно, чувствителен к шагу адаптации и обладает медленной сходимостью. Следовало бы применить современные более эффективные методы многопараметрической оптимизации: Adam, RMSprop и т.д.
3. В работе отсутствуют результаты моделирования, подтверждающие эффективность разработанного адаптивного алгоритма обработки по критерию максимального правдоподобия с пространственным кодированием Аламоути.
4. В работе и автореферате существуют стилистические неточности.

Вместе с тем, отмеченные недостатки, непосредственно не охватывающие основные научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, не снижают общего позитивного впечатления от работы и не ставят под сомнение её положительную оценку.

Автореферат правильно отражает содержание работы. В нем в лаконичной форме ясно изложены основные идеи и выводы по работе, показаны определяющий вклад соискателя в проведенные исследования, степень новизны и практическая значимость результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

По результатам анализа диссертационной работы Нгуена В. Н. Т. «Эффективность ММО систем передачи информации в условиях пространственно коррелированных помех» сделаны следующие выводы.

1. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научно-техническая задача, имеющая значение для совершенствования теоретических основ обработки сигналов в многоканальных приёмных системах и разработки новых методов проектирования таких систем с учётом их функционирования в сложной помеховой обстановке. Тема исследования соответствует пунктам 1, 5 и 6 раздела «Направления исследований» паспорта специальности 2.2.13 - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

2. Диссертация является завершённой научной работой, обладающей внутренним единством, содержит новые научные результаты, нашедшие практическое использование при обосновании перспективных направлений развития, создании

приёмных многоканальных радиосистем и свидетельствующие о вкладе автора в науку. Предложенные соискателем решения строго аргументированы и критически оценены в сравнении с известными аналогами.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Нгуен Винь Нгок Тхуан, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. - Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующая базовой кафедрой системы теле-
коммуникаций и радиоэлектронной борьбы на
базе АО «Концерн «Созвездие» ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет»
(г. Воронеж)

Аверина Лариса Ивановна

«6» ноября 2024 года



Аверина Лариса Ивановна – доктор физико-математических наук (научная специальность 01.04.03 - Радиофизика), профессор, заведующая базовой кафедрой системы телекоммуникаций и радиоэлектронной борьбы на базе АО «Концерн «Созвездие» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»

Адрес: 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д.1

Телефон: 8(473)220-82-84

E-mail: averina@phys.vsu.ru

Согласна на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя ученой степени Нгуена В. Н. Т. и их дальнейшую обработку.

С отзвонм ознакомлен 28.11.2024