

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.04 НА БАЗЕ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ», ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
СВЯЗИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

Решение диссертационного совета от 28 июня 2018 г. протокол № 36.

О присуждении Старовойтову Михаилу Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему: «Разработка и исследование новых алгоритмов комбинирования антенн на приеме в системах ММО с пространственным мультиплексированием» по специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 25 апреля 2018 г., протокол No 33/1, диссертационным советом Д 219.001.04, созданным на базе ордена Трудового Красного Знамени Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ), Федерального агентства связи, 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д.8а, приказ о создании диссертационного совета № 244/нк от 03.03.2016 г.

Соискатель Старовойтов М.Ю., 1968 года рождения, в 1993 году окончил Московский инженерно-физический институт с присуждением квалификации инженера-физика по специальности «Молекулярно-кинетические и ядерно-физические процессы». В 2016 году успешно сдал кандидатские экзамены. В настоящее время работает менеджером по продуктам для ключевых заказчиков в «ООО Нокia Солюшнз энд Нетворкс».

Диссертация выполнена на кафедре Информационной безопасности (ИБ) МТУСИ.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Информационной безопасности МТУСИ Крейнделин Виталий Борисович.

Официальные оппоненты:

1. Елисеев Сергей Николаевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики» (ПГУТИ),

2. Бакулин Михаил Германович - кандидат технических наук, начальник отдела Информационных технологий ООО «Радарные технологии - 2Т»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт радио» (ФГУП НИИР), г. Москва, в своём положительном заключении (заслушано и одобрено на заседании Научно-технического совета НТЦ ФГУП НИИР), составленном директором НТЦ анализа ЭМС ФГУП НИИР, д.т.н. Веерпалу Вячеславом Энновичем, утвержденном первым заместителем генерального директора ФГУП НИИР, к.т.н. Сподобаевым Михаилом Юрьевичем, указала, что в диссертационной работе предлагается техническое решение с использованием комбинирования антенн в приемном тракте, ведущее к повышению помехоустойчивости режима однопользовательского MIMO с пространственным мультиплексированием (SU MIMO SM). Полученные в диссертации результаты имеют практическую ценность для решения прикладных задач применения технологии MIMO на сетях подвижной радиосвязи.

Результаты исследования рекомендуются использовать организациям, занимающимся разработкой и внедрением аппаратных и программных дополнений к стационарным абонентским комплексам с применением

антенных решеток, а также занимающихся разработкой новых алгоритмов, требующих знания характеристик радиоканала для быстро движущихся абонентов.

Соискатель имеет 9 опубликованных по теме диссертации работ, в том числе 5 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем опубликованных работ составляет 5 п.л., личный вклад автора - 90%. Основные публикации (статьи) в рецензируемых научных изданиях:

1. Крейнделин, В.Б. Двухэлементное линейное прекодирование для системы ММО с пространственным мультиплексированием / В.Б. Крейнделин, М.Ю. Старовойтов // Цифровая Обработка Сигналов. - №2. - 2015. - С. 53-59.

В.Б. Крейнделиным дан обзор стандартных методов линейного прекодирования и предложен метод моделирования. М.Ю. Старовойтовым предложено двухэлементное линейное прекодирование и осуществлено моделирование. Личный вклад М.Ю. Старовойтова составляет 70%.

2. Старовойтов, М.Ю. Предсказание характеристик канала ММО и алгоритм выбора антенн на приеме при движении линейной антенной решетки / М.Ю. Старовойтов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2017. - Том 11. - №2. - С. 56-62.

3. Крейнделин, В.Б. Повышение помехоустойчивости системы связи ММО с пространственным мультиплексированием методом додетекторного сложения / В.Б. Крейнделин, М.Ю. Старовойтов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2017. - Том 11. - №4. - С. 4-13.

В.Б. Крейнделиным дан обзор стандартных методов додетекторного сложения и предложен метод моделирования. М.Ю. Старовойтовым предложена новая схема комбинирования, разработан алгоритм расчета параметров схемы, осуществлено моделирование. Личный вклад М.Ю. Старовойтова составляет 90%.

4. Старовойтов, М.Ю. Изучение пределов помехоустойчивости нестационарного канала MIMO с выбором антенн на приеме / М.Ю. Старовойтов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2017. - Том11. - №8. - С. 63-68.

5. Крейнделин, В.Б. Предсказание параметров радиоканала и выбор антенн на приеме в системах MIMO, работающих в стандарте LTE / В.Б. Крейнделин, М.Ю. Старовойтов // Электросвязь. - 2017. - №12. - С. 22-27.

В.Б. Крейнделиным дан обзор известных методов предсказания характеристик канала. М.Ю. Старовойтовым предложен новый метод предсказания характеристик канала для системы с выбором антенн на приеме, осуществлено моделирование. Личный вклад М.Ю. Старовойтова составляет 90%.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов от РГРТУ, ООО «НТЦ КОМСЕТ», ФГАОУ ВО ИТМО, ООО «НТЦ СОТСБИ», СПбГУТ, ЗАО «ЭРИКССОН КОРПОРАЦИЯ АО».

Замечания, поступившие в отзывах на автореферат, можно обобщенно представить в следующем виде: условия применимости предложенных методов могут быть либо расширены, либо определены более четко; не раскрыт вопрос применимости предложенных методов к MIMO SM с числом мультиплексируемых потоков данных выше 4, к модуляциям помимо 16QAM и 64QAM, в других диапазонах частот кроме 2 ГГц, в других технологиях на основе OFDM помимо FDD-LTE (5G, TD-LTE); в главе 2 неясна роль регулярности в расположении приемных антенн в приемной решетке; не раскрыт вопрос применимости нового подхода к предсказанию матрицы канала при движении антенной решетки, предложенный в главе 3, к другим режимам MIMO помимо MIMO SM; акт о внедрении результатов

представлен только от одной организации (Нокиа). Также имеются замечания редакционного характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, подтвержденной публикациями, которые соответствуют тематике диссертации, их способностью определить научную и практическую ценность работы, а также их согласием. Научные интересы оппонентов включают теорию MIMO, разработку алгоритмов для применения на сетях подвижной связи, моделирование сеансов передачи данных в сетях связи, что соответствует направленности диссертационного исследования. Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт радио» (ФГУП НИИР) в Москве является ведущим предприятием в области развития подвижной связи. ФГУП НИИР известен работами в области информационных технологий, частотно-территориального планирования, разработки теории применения стандартов сотовой связи всех поколений на территории Российской Федерации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Предложена новая функциональная схема и алгоритм расчета параметров этой схемы, которые в стационарных условиях радиоприема при ограничении на аппаратную сложность реализации и программную сложность алгоритма расчета параметров позволяют получить наибольший выигрыш в помехоустойчивости системы SU MIMO SM по сравнению с известной схемой и алгоритмом простого выбора антенн на приеме;

- Предложен новый алгоритм предсказания параметров радиоканала при движении линейной антенной решетки на большой скорости, который позволяет получить выигрыш в помехоустойчивости системы SU MIMO SM путем применения выбора антенн на приеме по сравнению со случаем без выбора антенн на приеме.

Проведены модельные эксперименты, подтверждающие выигрыш в помехоустойчивости от применения предложенных новых методов и выражающие этот выигрыш в численной форме.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Описаны известные на сегодня критерии и методы комбинирования сигналов с приемных антенн для улучшения характеристик систем связи; обоснован выбор критерия максимума взаимной информации в канале для комбинирования сигналов на додетекторной стадии.

- Для стационарных условий радиоприема: предложена схема минимального аппаратного добавления к схеме простого выбора антенн на приеме, найдено решение «вспомогательной задачи» из линейной алгебры, сделаны необходимые допущения для применения решения «вспомогательной задачи» к разработке вычислительно эффективного алгоритма пошагового расчета параметров новой функциональной схемы.

- Для нестационарных условий радиоприема при движении приемной антенной решетки на большой скорости: предложен новый алгоритм предсказания параметров радиоканала для снятия ограничений, налагаемых необходимостью кругового поочередного считывания пилотной информации со всех антенн приемной решетки, и получения максимального выигрыша от применения выбора антенн на приеме в данных условиях; описан и экспериментально изучен предел достижимой помехоустойчивости системы SU MIMO SM при наложенном условии кругового считывания пилотной информации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты, полученные в диссертации, использованы в ООО «Нокия Солюшнз энд Нетворкс» для разработки программ, моделирующих параметры сеансов связи для приемника в движении, и для разработки новых алгоритмов, улучшающих параметры сеансов связи для приемных антенных решеток. Полученные теоретические и практические результаты работы подтверждаются соответствующим актом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила правомерность использования соискателем методов научного поиска на основе современной теории ММО и соответствие методов постановки модельных экспериментов существующим рекомендациям теории и практики компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном проведении исследований на всех этапах, организации и проведении модельных экспериментов, обработке и интерпретации результатов, в оформлении печатных работ для публикации в научных изданиях, участии в научных конференциях.

Диссертационный совет пришёл к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая полностью соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Старовойтову Михаилу Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по профилю защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 16, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета

Артём Сергеевич Аджемов

Ученый секретарь

диссертационного совета

Максим Валерьевич Терешонок

«28» июня 2018г.