

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Рязанский государственный
радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина»**

(ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радио-
технический университет им. В.Ф. Уткина»,

ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ)
Гагарина ул., 59/1, г. Рязань, 390005

Телефон: (4912) 72-03-03

Факс: (4912) 92-22-15

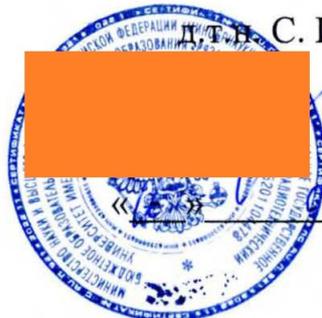
E-mail: rgrtu@rsreu.ru

16 05 2023 г. № 1933/56
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор на научной работе
и инновациям
ФГБОУ ВО «Рязанский
государственный
радиотехнический университет
им. В.Ф. Уткина»

Д.Ф.Ф. С. И. Гусев



2023 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Токаря Михаила Сергеевича на тему «Дифференциальный метод передачи сигналов для систем связи с пространственно-временным кодированием», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций

1. Актуальность темы исследования

Прогресс в области технологий беспроводного доступа, повышение требований к качеству предоставляемых услуг систем передачи информации стимулировали исследования и разработки в области высокоскоростных систем передачи информации в условиях помех и многолучевого распространения радиоволн. Ограничение частотного ресурса требует более полного использования других возможностей, особенно возможностей пространственного ресурса. Своевременность исследований в этом направлении подтверждается достижениями в области антенной техники и цифрового радио. В результате усилий исследователей и инженеров возникла и получила широкое распространение в сверхсовременных стандартах связи (LTE, WIMAX, 5G) технология MIMO, основанная на внедрении многоантенных систем. Основным достоинством данной технологии является высокая эффективность в сложных условиях работы,

обусловленных многолучевым распространением радиоволн. Технология ММО динамично развивается, обхватывая все новых области телекоммуникаций. Среди малоизученных вопросов следует отметить работу ММО систем в условиях быстро изменяющихся канальных коэффициентов, что характерно для систем связи с мобильными объектами. Применение дифференциального метода пространственного кодирования и декодирования позволяет кардинально решить эту важную научно-техническую проблему. Таким образом, тема и содержание диссертационного исследования М.С. Токаря, посвященного исследованию и разработке дифференциального метода передачи сигналов для систем связи с пространственно-временным кодированием, являются актуальными, полученные в диссертации научные положения и результаты отвечают современным требованиям.

2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем.

Предлагаемый метод дифференциального пространственно-временного блочного кодирования, использующий таблицу дифференциальных коэффициентов, позволяет увеличить энергетическую эффективность и снизить вычислительную сложность.

Алгоритм пространственного декодирования для систем связи с последовательной и параллельной передачей информации отличается от известных матричным принципом декодирования и разбиения Вороного, что позволяет уменьшить вычислительную сложность не зависимо от объема канального алфавита.

Алгоритм слепой кадровой синхронизации отличается от известных алгоритмов для систем пространственно-временного блочного кодирования тем, что используется избыточность дифференциального метода пространственно-временного кодирования для определения положения кадра.

3. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Обоснованность и достоверность теоретических положений, выводов и заключений не вызывает сомнений и подтверждается тем, что все они сопрово-

ждаются корректным математическим обоснованием, а также результатами моделирования.

4. Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Научная ценность результатов диссертации состоит в развитии теории относительного пространственно-временного кодирования в каналах с быстро изменяющимися параметрами, его применения для кадровой синхронизации, использовании матричного подхода для кодирования и декодирования сигналов с целью сокращения вычислительной сложности алгоритмов.

Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается актами внедрения при выполнении опытно-конструкторской работы «Системы радиосвязи», проводимой государственным унитарным предприятием связи «Центр регулирования связи» в 2021 году г. Тирасполь, а также использованы в учебном процессе на кафедре квантовой радиофизики и систем связи физико-математического факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко при подготовке обучающихся по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплинам «Построение современных сетей мобильной связи», «Системы и сети мобильной связи».

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Предложенные методы и алгоритмы могут быть применены при создании перспективных стандартов систем радиосвязи, для передачи информации по каналам передачи служебной информации с низким отношением сигнал/шум и в условиях быстро меняющихся параметров канала связи ввиду высокой скорости перемещения мобильных станций. Разработанный метод дифференциального кодирования является масштабируемым для различного сочетания количества передающих антенн и не требует высокого вычислительного ресурса при декодировании, что также уменьшает энергопотребление приемника, массогабариты и стоимость приемной части системы. Разработанный алгоритм матричного декодирования может быть применен при создании систем с последовательной и параллельной передачей информации

Основные результаты и выводы, полученные в диссертационной работе, могут быть рекомендованы к использованию в процессе обучения специалистам, которые связаны с высокоэффективными системами передачи информации.

6. Общая оценка диссертационной работы

Диссертация не свободна от недостатков.

1. Свойства матрицы канальных коэффициентов могут существенно влиять на выбор алгоритма пространственного кодирования. Поэтому для определения области эффективного применения предложенного алгоритма пространственного кодирования целесообразно было бы провести анализ эффективности для более широкого класса каналов, а не только для релейского независимого канала, как это выполнено в диссертации.

2. В автореферате и в диссертации неверно сформулирована новизна полученных результатов: в действительности указана не новизна, а положительный эффект. Для описания новизны необходимо указать существенные отличия предлагаемых методов и алгоритмов от известных конкурентоспособных методов и алгоритмов. В том числе указать отличительные признаки по сравнению с известными ([25], «Space-Time block codes from orthogonal designs» V. Tarokh, H. Jafarkhani, A. Calderbank, «A Differential Detection Scheme for Transmit Diversity» Vahid Tarokh, Hamid Jafarkhani, и др.).

3. В диссертации рассматриваются только сигналы с фазовой модуляцией (QPSK, PSK-8), что ограничивает область применения полученных результатов в системах с более эффективными видами модуляции (QAM, OFDM и др.).

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

Диссертация написана ясным языком, каждая глава содержит конкретные выводы, что облегчает понимание материала. Поставленные в работе цели соответствуют полученным результатам. Все основные результаты диссертации опубликованы. Результаты работы и разработанные методики апробированы на российских и международных конференциях. Автореферат правильно отобра-

жает содержание диссертации.

Диссертация в целом представляет собой законченный научный труд, в котором содержатся решения задачи, имеющей существенную научную и практическую значимость.

7. Заключение

Таким образом, диссертация Токаря М.С. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи повышения эффективности систем передачи информации путем разработки метода и алгоритмов дифференциального пространственно-временного кодирования в условиях быстро изменяющихся параметров сигнала, имеющих существенное значение для систем и устройств телекоммуникаций.

Работа соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских/докторских диссертаций, которые установлены пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор Токарь Михаил Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв на диссертацию М.С. Токаря рассмотрен и одобрен на заседании кафедры радиотехнических устройств ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» 24 апреля 2023 года, протокол №8.

Заведующий кафедрой радиотехнических устройств,
доктор технических наук, профессор
Паршин Юрий Николаевич



Почтовый адрес: 395005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1,
Телефон: 8-4912-72-03-48
e-mail: rtu@rsreu.ru