



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИОСВЯЗИ
JOINT STOCK COMPANY
MOSCOW RADIOCOMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE

Российская Федерация, 109029, Москва, Нижегородская ул., 32, Тел.: 8(495) 2292380; Факс: 8(495) 2292385, Сайт: www.mniirs.org
Russian Federation, 109029, Moscow, Nizhegorodskaya st., 32, Phone: 8(495) 2292380; Fax: 8(495) 2292385, Site: www.mniirs.org

Исх. № 461/Ново от 24.03.15
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ОАО «МНИИРС»



Шатилова Е. А.
2015 г.

ОТЗЫВ

ОАО «Московского научно-исследовательского института радиосвязи»

на диссертационную работу Казачкова Виталия Олеговича

«Идентификация и оценка параметров сигнала стандарта LTE»

Представленная диссертационная работа подготовлена на кафедре 408 «Инфокоммуникации» Московского авиационного института (национального исследовательского университета). В работе проводится исследование и разработка математических моделей, методов и алгоритмов для идентификации и оценки параметров сигнала стандарта LTE на основе априорной информации о структуре и характеристиках такого сигнала.



Тенденции развития сетей связи включают в себя возможность совместного использования различных стандартов в одном абонентском оборудовании. Эта идеология реализуется в системах с программируемой архитектурой, к которым относятся системы программно-определяемого радио (Software Defined Radio) и системы когнитивного радио (Cognitive Radio). Технология программно-определяемого радио позволит заменить существующее множество конструкций радиоприемников ограниченным числом аппаратных блоков, работающих под управлением программного обеспечения. Это значительно упростит конструкции, снизит их стоимость, улучшит характеристики и обеспечит поддержку любых видов модуляции. Задачи идентификации принимаемого сигнала и оценки его параметров – ключевые в системах такого класса и от точности данных операций зависит корректная работа системы. В случае когнитивного радио, система связи использует технологию адаптивной подстройки параметров. Системы когнитивного радио обеспечивают, например, использование частотного ресурса на основе доступного на местном уровне в пределах охваченной полосы частот, что позволяет значительно повысить эффективность использования частотного диапазона, являющегося одним из основных ограниченных ресурсов. В таких системах задача оценки параметров принимаемого сигнала также является ключевой. С учетом сказанного выше, задача данной диссертации – идентификация и оценка параметров сигнала стандарта LTE, как одного из поддерживаемых стандартов в интегрированной системе связи, является востребованной и актуальной.

Краткая характеристика работы

Во введении дана общая характеристика работы, отмечена её актуальность, практическая ценность, научная новизна и сформулирована цель.

В первой главе приведен анализ публикаций, посвященных методам идентификации и определения параметров цифровых сигналов в целом и для случая сигналов LTE. Выявлены основные виды методов по идентификации и оценке параметров для цифровых сигналов. Установлены достоинства и недостатки каждого вида, на основании которых принято решение о целесообразности их использования при решении поставленной задачи. Также выявлено, что методы по идентификации и оценке параметров сигнала стандарта LTE практически не исследованы.

Во второй главе рассматривается задача анализа стандарта LTE и разработки имитационной модели сигнала стандарта LTE в среде Matlab/Simulink. Рассмотрены основные характеристики стандарта, изучен физический уровень сигнала стандарта LTE.

Разработана имитационная модель генератора сигнала стандарта LTE в среде MATLAB/Simulink, проведена ее успешная верификация.

В третьей главе описаны методы идентификации и оценки параметров сигнала стандарта LTE. Разработан алгоритм автоматического распознавания LTE сигнала. Разработана методика определения полосы сигнала стандарта LTE. На имитационной модели в ходе анализа экспериментальных данных показана эффективность данной методики при наличии помех в канале. Предложена методика вычисления корреляционной функции для последовательностей Задова-Чу. Методика обеспечивает более высокую точность вычисления максимума корреляционной функции при наличии шума в канале и частотной отстройки в сравнении с классическим методом. Предложена методика определения восходящего/нисходящего направления передачи сигнала.

В четвертой главе рассматривается вопрос распознавания структуры сигналов на поднесущих сигнала стандарта LTE. Разработана методика определения отношения сигнал/шум в полосе сигнала по циклическому префиксу. Исследовано влияние ошибок символьной синхронизации на точность разработанной методики определения отношения сигнал/шум в полосе сигнала по циклическому префиксу. Модифицирована методика идентификации вида модуляции на поднесущих для сигнала стандарта LTE.

В пятой главе описывается программно-алгоритмический комплекс, разработанный в среде MATLAB/Simulink с применением описанных в предыдущих главах методов. Программно-алгоритмический комплекс позволяет произвести идентификацию сигнала стандарта LTE, оценку полосы сигнала, направления передачи, длины циклического префикса, длительности информационного символа на поднесущих, выполнить символьную и кадровую синхронизацию, компенсировать частотную отстройку, демодулировать принятый OFDM/SC-OFDM сигнал, оценить отношение сигнал/шум, а так же идентифицировать вид модуляции на поднесущих в слепую без использования служебной информации.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью исходных положений и преобразований при составлении математических описаний предложенных методов и подтверждается в частных случаях совпадением результатов имитационного моделирования с ранее известными результатами других авторов. Также достоверность результатов подтверждается успешной верификацией разработанной модели сигнала стандарта LTE в среде MATLAB/Simulink.

Научная новизна работы

1. Разработан алгоритм автоматического распознавания LTE сигнала.
2. Разработана методика определения полосы сигнала стандарта LTE. На имитационной модели в ходе анализа экспериментальных данных показана эффективность данной методики при наличии помех в канале.
3. Разработана методика определения отношения сигнал/шум в полосе сигнала по циклическому префиксу.
4. Исследовано влияние ошибок символьной синхронизации на точность разработанной методики определения отношения сигнал/шум в полосе сигнала по циклическому префиксу.
5. Предложена методика вычисления корреляционной функции для последовательностей Задова-Чу. Методика обеспечивает более высокую точность вычисления максимума корреляционной функции при наличии шума в канале и частотной отстройке в сравнении с известными методами.
6. Модифицирована методика идентификации вида модуляции на поднесущих для сигнала стандарта LTE.

Практическая ценность работы

Практическая ценность работы заключается в том, что предложенные методики и алгоритмы идентификации и оценки параметров позволяют выполнить данные операции даже при низких значениях отношения сигнал/шум и на фоне воздействия замираний, что делает возможным их применение в реальных программно-определяемых радиосистемах, в системах когнитивного радио, в системах анализа цифровых сигналов, при решении задач радиомониторинга и радиоразведки.

Выявлено, что циклический префикс может использоваться не только для борьбы с межсимвольной интерференцией и выполнения процедуры символьной синхронизации, но и для идентификации и оценки полосы сигнала стандарта LTE.

Также результаты работы используются в цикле учебной дисциплины «Модельно-ориентированное проектирование систем подвижной радиосвязи» по специальности 210402 «Средства связи с подвижными объектами», а также учебной дисциплины «Модельно-ориентированное проектирование инфокоммуникационных систем» по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Программные реализации алгоритмов идентификации и оценки параметров сигнала стандарта LTE внедрены в ОАО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца».

Основные результаты исследования прошли апробацию на 4 конференциях в том числе на 2 международных и опубликованы в 7 работах, в числе которых 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

Все результаты, полученные в диссертационной работе, являются личными достижениями автора.

Замечания по диссертационной работе:

В работе не рассмотрены алгоритмы для фильтрации принимаемого сигнала и эквалайзинга. Также не исследована возможность идентификации и оценки параметров для сигнала стандарта LTE в случае применения технологии MIMO.

Приведенные замечания не умаляют результатов выполненных исследований. Диссертация представляет собой самостоятельную завершённую научно-квалификационную работу, удовлетворяющую критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор Казачков Виталий Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и утвержден на заседании научно-технического совета ОАО «МНИИРС» «17» марта 2015 г., протокол № 2

Председатель
научно-технического совета



Нестеров А.В.

Ученый секретарь
научно-технического совета, к.т.н.



Ковалев В.Н.

д.т.н., профессор, в.н.с.



Железнов И.Г.