ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Киселевой Татьяны Павловны «Корреляционный метод синхронизации по границам OFDM символов кадра стандарта LTE», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Актуальность темы диссертационного исследования.

Развитие современных средств связи и алгоритмов управления направлено на повышение скорости передаваемой информации и качества связи. Технологию LTE (The UMTS Long Term Evolution) можно рассматривать как завершение тенденции расширения предоставления услуг за счет голосовых вызовов в направлении мультисервисного интерфейса. Это уже было ключевым элементом UMTS и GPRS/EDGE, но LTE изначально разрабатывался с целью развития технологии радиодоступа в соответствии с предположением, что все услуги будут предоставляться с коммутацией пакетов, а не по модели с коммутацией каналов более ранних систем.

Технология LTE удовлетворяет требованиям повышения эффективности использования частотного спектра и может работать в режимах дуплекса с частотным разделением (FDD - Frequency Division Duplex) и дуплекса с временным разделением (TDD - Timing Division Duplex). Сигналы нисходящего (DownLink - от базовой станции к мобильному пользователю) или восходящего (UpLink) направления могут занимать полосы от 1.4 до 20 МГц в зависимости от количества активных частотных ресурсных блоков, выделяемых пользователю.

Использование высокопозиционных видов модуляции - QAM64, QAM256, QAM1024 также способствует повышению скорости передачи данных. В передовых технологиях поколений 4G, 5G (WiMax, WLAN, LTE и др.) в системах синхронизации и символах кадров передаваемой информации используется технология ортогонального частотного разнесения с мультиплексированием (OFDM - англ. - Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Одним из важнейших моментов решения задачи повышения эффективности является точность синхронизации и скорость вхождения в синхронизм при установлении связи мобильного пользователя с базовой сотовой станцией (БС) в условиях плотной городской застройки.

Системы синхронизации включают два этапа: кратковременный этап вхождения в синхронизм и долговременный этап удержания и мониторинга синхронизации. Увеличение скорости вхождения в синхронизм позволяет обслуживать одной базовой станции больше пользователей без снижения качества связи. Корреляционные методы синхронизации получили наиболее широкое применение с развитием технологий WiMAX (IEEE 802.16 standard), WLAN (IEEE Std.802.11a), LTE, LTE Advanced (The UMTS Long Term Evolution), в которых применяется технология OFDM построения символов. Корреляционные методы

Вход. № 76/26
«30» 04 2026г.
подпись

применялись на первых этапах для получения грубой временной синхронизации с заданной точностью с последующим переходом к этапу точной частотной синхронизации поднесущих частот символов OFDM. Повышение точности и скорости корреляционной синхронизации способствуют уменьшению времени вхождения в синхронизм, что наиболее актуально в условиях плотной городской застройки в Рэлеевском канале. Цель и научная задача – разработка метода синхронизации символов OFDM в системах связи стандарта LTE, позволяющих сократить время символьной и кадровой синхронизации базовой станции с пользователями в Рэлеевском канале связи, и тема диссертационной работы Киселевой Т. П. являются **актуальными** для существующих систем синхронизации.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работы заключается разработке нового корреляционного метода синхронизации по границам символов OFDM стандарта LTE с использованием CAZAC последовательностей для заполнения конца «пустых» символов кадра, что позволяет уменьшить время синхронизации по пикам циклической автокорреляционной функции на приемной стороне как для первичной синхронизации пользователя, так и при потере синхронизации установленной связи базовой станции с пользователем.

Практическая значимость работы заключается в методиках и практических рекомендациях по использованию разработанного метода и алгоритмов, а также результатах проведенных экспериментов. Большое практическое значение для применения разработанного метода синхронизации имеет возможность использования разработанных алгоритмов в существующем оборудовании систем связи стандарта LTE при незначительных программных изменениях.

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы Киселевой Т. П. «Корреляционный метод синхронизации по границам OFDM символов кадра стандарта LTE».

Публикации.

По теме диссертации опубликовано девять работ. Из них шесть работ опубликованы в журналах из списка ВАК, три работы опубликованы в сборниках трудов международных отраслевых научно-технических конференций. Соискателем получено два патента и одно свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Замечания по автореферату.

1. В разделе «Основное содержание диссертационной работы» результаты оценивания среднего значения времени синхронизации, приведенные в

таблице 2, необходимо дополнить графическим материалом, поясняющим данные оценки.

2. Недостаточно пояснений к рисунку 1 – Центральная часть частотного диапазона кадра LTE DL, отражающая ресурсную сетку кадра. Из комментария к рисунку ресурсной сетки непонятно, какие символы являются "пустыми" и используются для модификации путем заполнения их конечных элементов CAZAC последовательностями.
3. В автореферате не указаны основные недостатки разработанного метода синхронизации по границам OFDM символов кадра стандарта LTE.

Перечисленные замечания не снижают ценности результатов, полученных в диссертационной работе, и не оказывают значительного влияния на положительную оценку диссертационной работы Киселевой Т.П.

Заключение.

Диссертационная работа Киселевой Татьяны Павловны **соответствует паспорту** специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций и **удовлетворяет требованиям** "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года, №842 (в действующей редакции). Соискатель Киселева Татьяна Павловна **заслуживает присуждения** ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Руководитель направления разработки программного обеспечения РЭР
отдела разработки систем радиомониторинга,
к.т.н. (05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций), доц.

Н.А. Кандауров

22.04.2026

Подпись Н.А. Кандаурова заверяю.
Руководитель отдела кадрового администрирования
Дивизиона управления персоналом

И.С. Ельцова

22.04.2026

Акционерное общество «Научно-производственная компания «Криптонит» ОГРН 1187746695784 АО «НПК «Криптонит» Дивизион управления персоналом * МОСКВА *

Сведения об организации:
Акционерное общество «Научно-производственная компания «Криптонит» (АО «НПК «Криптонит»).
Адрес: 115114, город Москва, Шлюзовая наб, д. 4
Тел.: +7 (499) 455 04 13
Email: office.npk@kryptonite.ru