

АНО ВО «Университет Иннополис»

420500, г. Иннополис, ул. Университетская, д. 1

university@innopolis.ru; university.innopolis.ru

ОКПО 26762138; ОГРН 1121600006142;

ИНН/КПП 1655258235 / 161501001

+7 (843) 203-92-53

24-1/17.04.2026\_ Исх. \_\_\_\_\_

На № \_\_б/н\_\_ от 19.03.2026 г. \_\_\_\_

Отзыв на автореферат диссертации Киселевой Т. П.

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации **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** диссертационной работы Киселевой Т.П. объясняется необходимостью разрешения *проблемной ситуации*, состоящей в противоречии между ростом требований к объему и скорости передачи сигналов по беспроводным широкополосным каналам, необходимостью обеспечения качественной работы систем связи и передачи данных в условиях плотной городской застройки, и уже недостаточностью известных моделей и методов синхронизации в соответствующих системах связи и передачи данных. Диссертационная работа Киселевой Т.П. как раз и направлена на разработку метода и алгоритмов синхронизации символов OFDM в системах связи стандарта LTE, позволяющих сократить время символьной и кадровой синхронизации базовой станции с пользователями.

*Актуальность* темы диссертационной работы Киселевой Т.П. подтверждается требованиями следующих нормативных документов:

- Федерального закона от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи», определяющий правовые основы деятельности в области связи, принципы регулирования, права и обязанности операторов;

- Федерального закона от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» — регулирует отношения, возникающие при поиске, получении, передаче и распространении информации;

- Федерального закона № 90-ФЗ («О суверенном интернете») — вносит изменения в ФЗ «О связи» и ФЗ «Об информации», определяя правила маршрутизации трафика и установку технических средств противодействия угрозам (DPI);

- Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», включая федеральные проекты: «Информационная инфраструктура» (подключение социально значимых объектов), «Инфраструктура доступа к информационно-

Петренко Сергей Анатольевич

Тел. +7-903-742-85-43

E-mail: s.petrenko@innopolis.ru

Вход. № 65/26  
27 04 2026  
подпись

телекоммуникационной сети «Интернет» (развитие спутниковой связи, 97% домохозяйств с доступом к ШПД к 2030 году);

- Стратегии развития отрасли связи Российской Федерации до 2035 года (утвержден план реализации, ориентированный на создание современной инфраструктуры);

- Приказа Минцифры России от 26.01.2022 № 44 «Об утверждении Требований к порядку пропуска трафика в сетях передачи данных»;

- Постановления Правительства РФ от 30.09.2023 № 1617, который регламентирует программу «Доступный интернет» (бесплатный доступ к социально значимым сайтам) и др.

Таким образом, тема диссертационной работы Киселевой Т.П. является своевременной и актуальной, а решаемая научная задача «Разработка метода и алгоритмов синхронизации символов OFDM в системах связи стандарта LTE, позволяющих сократить время символьной и кадровой синхронизации базовой станции с пользователями» имеет важное теоретическое и практическое значение.

**Научную новизну** полученных результатов определяют:

- сформулированные и доказанные утверждения, позволяющие выбирать последовательности с требуемыми корреляционными свойствами по максимуму значения мерит-фактора апериодической автокорреляционной функции (АКФ) для ПСП, M-последовательностей и CAZAC-последовательностей;

- разработанная математическая модель синхронизации символов OFDM кадра стандарта LTE на физическом уровне, которая, в отличие от базового варианта, учитывает возможность формирования циклического префикса и конца OFDM-символов последовательностями CAZAC либо их суммой с двоичными данными;

- предложенный корреляционный метод синхронизации по границам OFDM-символов стандарта LTE, который обеспечивает уменьшение времени синхронизации до 2,6 раза в рэлеевском канале при различных профилях задержек;

- разработанные алгоритмы формирования символов OFDM и обработки окна приема, обеспечивающие адаптацию к различным условиям канала и повышение точности определения границ символов до  $\pm 2$  временных отсчетов.

**Теоретическая и практическая значимость** работы состоит в развитии корреляционных методов синхронизации для OFDM-систем применительно к LTE. Автором предлагается математически обоснованное расширение известных методов за счет специального формирования циклического префикса и конечных интервалов OFDM-символов. Существенно, что разработанный автором метод может применяться в современных системах связи с минимальным внесением изменений в существующие программно-аппаратные решения. В автореферате приведены результаты для различных профилей задержек LTE, в том числе ETU, EVA и EPA, а также показано уменьшение дробной части фазового смещения пиков циклической АКФ до 88% по сравнению с базовым вариантом заполнения циклического префикса.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивается корректным использованием методов теории вероятностей, математической статистики, статистической радиотехники, теории связи, корреляционного анализа и имитационного моделирования. Апробация результатов подтверждается их обсуждением на российских и международных научно-технических конференциях в период 2020–2023 гг.

**Публикации.** По теме диссертации опубликованы 6 статей в изданиях из перечня ВАК, 3 статьи в сборниках трудов конференций, получены 2 патента и 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Отдельно следует отметить наличие двух патентов Российской Федерации и Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ по теме выполненной работы.

Автореферат диссертации Киселевой Т.П. написан четким, лаконичным языком, достаточно подробно иллюстрирован и полностью соответствует содержанию диссертации и даёт целостное представление о поставленных задачах и достигнутых результатах. Вместе с тем можно отметить ряд замечаний, не снижающих общего положительного впечатления от работы.

**Имеющиеся замечания:**

1. Желательно было подробнее раскрыть методические подходы автора к оцениванию сложности разработанных алгоритмов синхронизации по границам символов OFDM стандарта LTE, а также подробнее остановиться на результатах сравнения полученных оценок с оценками сложности других известных алгоритмов синхронизации.

2. Целесообразно было раскрыть границы применимости полученных научно-технических результатов для систем связи и передачи данных стандарта LTE и для других известных стандартов, в частности, для WiMAX, WLAN, DVB-T2, 5G NR и др.

**Выводы:**

Диссертационная работа Киселевой Т.П. написана на актуальную тему, отличается научной новизной, теоретической и практической значимостью, прикладной ценностью полученных результатов, выполнена лично соискателем и имеет завершённый характер.

Киселевой Т.П. сформулирована и решена актуальная и значимая для отрасли связи РФ научная задача, заключающаяся в разработке метода и алгоритмов синхронизации символов OFDM в системах связи стандарта LTE, позволяющих сократить время символьной и кадровой синхронизации базовой станции с пользователями.

Диссертационная работа соответствует критериям пунктов (п.п. 9-14) «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Киселева Татьяна Павловна, вполне заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Профессор АНО ВО «Университет Иннополис»,  
доктор технических наук, профессор

 Петренко Сергей Анатольевич

Адрес места работы:  
420107, Республика Татарстан, г. Иннополис,  
ул. Университетская, д. 1  
тел.: 8 (903) 742-85-43  
e-mail: [s.petrenko@innopolis.ru](mailto:s.petrenko@innopolis.ru)  
сайт организации: <https://innopolis.university/>

Петренко Сергей Анатольевич  
Тел. +7-903-742-85-43  
E-mail: [s.petrenko@innopolis.ru](mailto:s.petrenko@innopolis.ru)

