|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R M.2084-1**  **(11/2019)** |
| **Стандарты радиоинтерфейсов для двусторонней связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой для применений интеллектуальных транспортных систем** |
| **Серия M**  **Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы** |

**Предисловие**

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

**Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)**

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| Серии Рекомендаций МСЭ-R  (Представлены также в онлайновой форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>) | |
| **Серия** | Название |
| **BO** | Спутниковое радиовещание |
| **BR** | Запись для производства, архивирования и воспроизведения;  пленки для телевидения |
| **BS** | Радиовещательная служба (звуковая) |
| **BT** | Радиовещательная служба (телевизионная) |
| **F** | Фиксированная служба |
| **M** | Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба  и относящиеся к ним спутниковые службы |
| **P** | Распространение радиоволн |
| **RA** | Радиоастрономия |
| **RS** | Системы дистанционного зондирования |
| **S** | Фиксированная спутниковая служба |
| **SA** | Космические применения и метеорология |
| **SF** | Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы |
| **SM** | Управление использованием спектра |
| **SNG** | Спутниковый сбор новостей |
| **TF** | Передача сигналов времени и эталонных частот |
| **V** | Словарь и связанные с ним вопросы |

|  |
| --- |
| *Примечание*. *– Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.* |

*Электронная публикация*Женева, 2020 г.

© ITU 2020

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.2084-1

Стандарты радиоинтерфейсов для двусторонней связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой для применений интеллектуальных транспортных систем

(Вопрос МСЭ-R 205-5/5)

(2015-2019)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены специальные стандарты радиоинтерфейсов для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой[[1]](#footnote-1) для применений интеллектуальных транспортных систем. Технические характеристики, описанные в настоящей Рекомендации, основаны на современных применениях интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в подвижной службе.

Ключевые слова

ИТС, связь между транспортными средствами, связь между транспортными средствами и инфраструктурой

Акронимы и сокращения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3GPP | 3rd Generation Partnership Project |  | Проект партнерства третьего поколения |
| ARIB | Association of Radio Industries and Businesses |  | Ассоциация представителей радиопромышленности и бизнеса |
| ATIS | Alliance for Telecommunications Industry Solutions |  | Альянс по решениям в отрасли электросвязи |
| ATS | Abstract test suite |  | Комплект абстрактных тестов |
| BPSK | Binary phase shift keying |  | Двухпозиционная фазовая манипуляция |
| CCSA | China Communications Standards Association |  | Ассоциация в области стандартов связи Китая |
| CEN | European Committee for Standardization (Comité européen de normalisation) |  | Европейский комитет по стандартизации |
| CSMA/CA | Carrier sense multiple access/ collision avoidance |  | Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов |
| DCC | Decentralized congestion control |  | Децентрализованный контроль перегрузки |
| DSRC | Dedicated short range communications |  | Выделенная связь на короткие расстояния |
| EFC | Electronic Fee Collection |  | Система электронного взимания платы |
| eNB | E-UTRAN NodeB |  | Компонент NodeB сети E-UTRAN |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute | ЕТСИ | Европейский институт стандартизации электросвязи |
| FDD | Frequency Division Duplex |  | Дуплекс с частотным разделением |
| FDM | Frequency Division Multiplexing |  | Мультиплексирование с частотным разделением |
| FEC | Forward error correction |  | Упреждающая коррекция ошибок |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | ГНСС | Глобальная навигационная спутниковая система |
| HARQ | Hybrid automatic repeat request |  | Гибридный автоматический запрос на повторную передачу данных |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |  | Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике |
| IMDA | Infocomm Media Development Authority of Singapore |  | Агентство по развитию инфокоммуникаций и средств массовой информации Сингапура |
| ITS | Intelligent transport systems | ИТС | Интеллектуальные транспортные системы |
| LTE | Long term evolution |  | Долгосрочное развитие |
| OFDM | Orthogonal frequency-division multiplexing |  | Ортогональное частотное разделение |
| OFDMA | Orthogonal frequency division multiple access |  | Многостанционный доступ с ортогональным частотным разделением |
| PICS | Protocol implementation conformance statement |  | Свидетельство соответствия реализации протоколу |
| PIXIT | Protocol Implementation eXtra Information for Testing |  | Дополнительная информация о реализации протокола для тестирования |
| QAM | Quadrature amplitude modulation |  | Квадратурная амплитудная модуляция |
| QPSK | Quadrature phase shift keying |  | Квадратурная фазовая манипуляция |
| SC-FDM | Single carrier-frequency division multiplexing |  | Мультиплексирование с частотным разделением каналов с одной несущей |
| SC-FDMA | Single-carrier frequency division multiple access |  | Многостанционный доступ с частотным разделением каналов с одной несущей |
| TDD | Time division duplex |  | Дуплексная передача с временным разделением |
| TDM | Time division multiplexing |  | Мультиплексирование с временным разделением |
| TSS & TP | Test suite structure and test purposes |  | Структура комплекта тестов и цели тестов |
| TTA | Telecommunications Technology Association |  | Ассоциация технологий электросвязи |
| UE | User equipment |  | Оборудование пользователя |
| V2I | Vehicle-to-infrastructure |  | Связь транспортного средства с инфраструктурой |
| V2N | Vehicle-to-network |  | Связь транспортного средства с сетью |
| V2P | Vehicle-to-pedestrian |  | Связь транспортного средства с пешеходом |
| V2V | Vehicle-to-vehicle |  | Связь транспортного средства с транспортным средством |
| WAVE | Wireless access in vehicular environments |  | Беспроводной доступ в условиях автотранспортных перевозок |

Соответствующие Рекомендации МСЭ

Рекомендация МСЭ-R [M.1453](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1453/en) Интеллектуальные транспортные системы – выделенная связь на короткие расстояния в диапазоне частот 5,8 ГГц

Рекомендация МСЭ-R [M.1890](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1890/en) Интеллектуальные транспортные системы – руководящие указания и задачи

Рекомендация МСЭ-R [М.2121](http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1890/en) Согласование полос частот для интеллектуальных транспортных систем подвижной службы

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* что организации по разработке стандартов (ОРС) разрабатывают специальные стандарты радиоинтерфейсов для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой в интеллектуальных транспортных системах (ИТС);

*b)* что используя Рекомендацию МСЭ-R, в которой указаны эти стандарты, производители и операторы должны иметь возможность определять наиболее подходящие для своих потребностей стандарты,

рекомендует,

чтобы для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой использовались стандарты и технические спецификации радиоинтерфейсов, представленные в Приложениях 1–8.

В таблице 1 приведена сводная информация по стандартам и техническим условиям, указанным в соответствующих Приложениях.

ТАБЛИЦА 1

Стандарты и технические спецификации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Приложе-ние 1 | Приложе-ние 2 | Приложе-ние 3 | Приложе-ние 4 | Приложе-ние 5 | Приложе-ние 6 | Приложе-ние 7 | Приложе-ние 8 |
| Орган стандартизации/ разработки технических спецификаций | ЕТСИ | IEEE | ARIB | TTA | IMDA | CCSA | 3GPP | ATIS |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Технические характеристики этих стандартов и технических спецификаций приведены в Приложении 9.

Приложение 1  
  
Стандарты ЕТСИ

Стандарты ЕТСИ, разработанные для уровня доступа и среды, базируются на следующих параметрах:

– использование спектра 5,9 ГГц и получение доступа к нему;

– многоканальная работа;

– децентрализованный контроль перегрузки (DCC) и безопасность;

– сосуществование приложений ИТС и EFC (с использованием DSRC CEN) в диапазонах 5,8 ГГц и 5,9 ГГц; и

– стандарты тестирования ИТС.

Технические характеристики связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой для систем ЕТСИ ИТС G5 приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики схемы передачи

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Характеристики передачи |
| Рабочий диапазон частот (МГц) | 5855–5925 |
| Ширина полосы РЧ-канала (МГц) | 10 |
| РЧ-мощность передачи/э.и.и.м. | Значение э.и.и.м. обычно не превышает 33 дБм |
| Схема модуляции | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость 1/2, 2/3, 3/4 |
| Скорость передачи данных (Мбит/с) | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27 |
| Управление доступом к среде передачи | CSMA/CA |
| Дуплексный метод | TDD |

ТАБЛИЦА 3

Базовые стандарты для уровня доступа и среды

|  |  |
| --- | --- |
| Заголовок стандарта | Номер стандарта |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  оборудование радиосвязи, работающее в полосе частот 5855–5925 МГц;  согласованный стандарт, охватывающий основополагающие требования статьи 3.2 Директивы 2014/53/EU | ETSI EN 302 571 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификация уровня доступа для интеллектуальных транспортных систем, работающих в диапазоне частот 5 ГГц | ETSI EN 302 663 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  механизмы децентрализованного контроля перегрузки для интеллектуальных транспортных систем, работающих в диапазоне 5 ГГц;  часть уровня доступа | ETSI TS 102 687 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  методы ослабления влияния помех для исключения помех между европейским оборудованием выделенной связи на короткие расстояния CEN (DSRC CEN) и интеллектуальными транспортными системами (ИТС), работающими в диапазоне 5 ГГц | ETSI TS 102 792 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  согласованные спецификации канала для интеллектуальных транспортных систем (ИТС), работающих в диапазоне частот 5 ГГц | ETSI TS 102 724 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС); Межуровневый объект управления DCC для работы в среде ИТС G5A и ИТС G5B | ETSI TS 103 175 |

ТАБЛИЦА 4

Стандарты тестирования для уровня доступа и среды

|  |  |
| --- | --- |
| Заголовок стандарта тестирования | Номер стандарта |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестирования для алгоритмов контроля перегрузки каналов в диапазоне 5,9 ГГц.  Часть 1. Свидетельство соответствия реализации протоколу (PICS) | ETSI TS 102 917-1 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестирования для алгоритмов контроля перегрузки каналов в диапазоне 5,9 ГГц.  Часть 2. Структура комплекта тестов и цели тестов (TSS & TP) | ETSI TS 102 917-2 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестирования для алгоритмов контроля перегрузки каналов в диапазоне 5,9 ГГц.  Часть 3. Комплект абстрактных тестов (ATS) и дополнительная информация о частичной реализации протокола для тестирования (PIXIT) | ETSI TS 102 917-3 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестов для методов, обеспечивающих сосуществование комбинированных ИТС G5 с DSRC RTTT.  Часть 1. Свидетельство соответствия реализации протоколу (PICS) | ETSI TS 102 916-1 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестов для методов, обеспечивающих сосуществование комбинированных ИТС G5 с DSRC RTTT.  Часть 2. Структура комплекта тестов и цели тестов (TSS&TP) | ETSI TS 102 916-2 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС);  спецификации тестов для методов, обеспечивающих сосуществование комбинированных ИТС G5 с DSRC RTTT.  Часть 3. Комплект абстрактных тестов (ATS) и дополнительная информация о частичной реализации протокола для тестирования (PIXIT) | ETSI TS 102 916-3 |

В рамках технических спецификаций 3GPP разработаны технологии радиоинтерфейса для применений ИТС, поддерживающие связь транспортного средства с различными объектами (V2X). Являясь партнером – основателем 3GPP, ЕТСИ автоматически переносит технические спецификации и технические отчеты, разработанные в 3GPP, в свои выходные документы. Технические спецификации ЕТСИ, перенесенные из технических спецификаций 3GPP, которые поддерживают связь V2V и V2I, описаны в Приложении 7.

ТАБЛИЦА 5

Базовые стандарты безопасности

|  |  |
| --- | --- |
| Заголовок стандарта | Номер стандарта |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС); безопасность; форматы заголовка и сертификата безопасности | ETSI TS 103 097 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС); безопасность; архитектура безопасности связи и управление средствами обеспечения безопасности ИТС | ETSI TS 102 940 |
| Интеллектуальные транспортные системы (ИТС); безопасность; управление доверием и конфиденциальностью | ETSI TS 102 941 |

Развертывание любой технологии радиоинтерфейса, основанной на стандартах, перечисленных в таблицах 3, 4 и 12, должно соответствовать региональным и национальным нормативным требованиям.

Приложение 2  
  
Стандарты IEEE

Стандарты IEEE, разработанные для уровня доступа и среды, базируются на следующих параметрах:

– использование спектра 5,9 ГГц;

– многоканальная работа;

– сосуществование ИТС с другими существующими службами в полосе 5850–5925 МГц.

Требование использовать многоканальную беспроводную связь базируется на стандарте IEEE 802.11p™-2010 – Стандарт IEEE для информационных технологий – Локальная и городская сети – Специальные требования – Часть 11. Спецификации уровня управления доступом к среде (MAC) и физического уровня (PHY) в беспроводной локальной сети – Поправка 6. Беспроводной доступ в условиях автотранспортных перевозок, первоначально разработанный как поправка к стандарту IEEE 802.11™-2007, которая была включена в пересмотр IEEE 802.11™-2016 – Стандарт IEEE для информационных технологий – Электросвязь и обмен информацией между системами – Локальная и городская сети – Конкретные требования – Часть 11. Спецификации уровня управления доступом к среде (MAC) и физического уровня (PHY) в беспроводной локальной сети. Требования к протоколам и услугам верхних уровней описаны в семействе стандартов IEEE 1609, в которых используется стандарт IEEE 802.11. Стандартизация протоколов и услуг верхних уровней поддерживает требования к связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой Национального управления архитектуры ИТС и инициатив Управления совместных программ. Обеспечиваемые программой ИТС преимущества в части возможности создания беспроводной связи для водителей транспортных средств, диспетчерских центров, центров управления дорожным движением, центров экстренного реагирования, систем прокладывания маршрута, передачи предупреждений об опасности и экстренных сообщений о пропавших детях AMBER, а также для реагирования на чрезвычайные ситуации с находящимися в поездке лицами, обусловлены архитектурой национальной ИТС.

Опубликованный стандарт IEEE 802.11-2016 доступен для бесплатного скачивания на странице программы Get IEEE по адресу <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.11.html>.

Ниже приведен список семейства стандартов IEEE 1609.

IEEE 1609.0™-2013 – Руководство IEEE по беспроводному доступу в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Архитектура

IEEE 1609.2™-2016 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок – Услуги безопасности для сообщений приложений и управления

IEEE 1609.3™-2016 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Сетевое обслуживание

IEEE 1609.4™-2016 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Многоканальная работа

IEEE 1609.11™-2010 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Протокол беспроводного обмена данными электронных платежей для интеллектуальных транспортных систем (ИТС)

IEEE 1609.12™-2016 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Распределение идентификаторов

Приложение 3  
  
Стандарт ARIB

В Японии для использования систем обеспечения безопасного вождения была присвоена часть диапазона 700 МГц (755,5–764,5 МГц) в новом распределении спектра на первичной основе в диапазоне цифрового дивиденда. Технические характеристики связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой для систем обеспечения безопасного вождения приведены в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6

Характеристики схемы передачи

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Технические характеристики |
| Рабочий диапазон частот | 755,5–764,5 МГц (один канал) |
| Занимаемая ширина полосы | Менее 9 МГц |
| Схема модуляции | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость 1/2, 3/4 |
| Скорость передачи данных (Мбит/с) | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18 |
| Управление доступом к среде передачи | CSMA/CA |

В таблице 6 приведены основные спецификации стандарта ARIB; ARIB STD-T109[[2]](#footnote-2), ИТС в диапазоне 700 МГц, которые были разработаны в феврале 2012 года.

Для систем обеспечения безопасного вождения будет использоваться канал шириной 9 МГц в диапазоне радиочастот 700 МГц.

Скорость передачи данных изменяется в зависимости от выбранной схемы модуляции и скорости кодирования (R) следующим образом:

– 3 Мбит/с (BPSK OFDM, R = 1/2), 4,5 Мбит/с (BPSK OFDM, R = 3/4);

– 6 Мбит/с (QPSK OFDM/, R = 1/2), 9 Мбит/с (QPSK OFDM, R = 3/4);

– 12 Мбит/с (16-QAM OFDM, R = 1/2), 18 Мбит/с (16-QAM OFDM, R = 3/4).

Связь между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой обеспечивается одним каналом на базе управления доступом к среде CSMA/CA.

Приложение 4  
  
Стандарты TTA

# 1 Технические характеристики

При обеспечении радиосвязи для усовершенствованных ИТС должна учитываться описанная связь V2V/V2I и требования к услугам на ее основе, а также стандарты WAVE в целях согласования на международном уровне. Для применений V2V требуется учитывать необходимость малой задержки передачи пакетов, так как интервал поступления сообщения безопасности, который обеспечит спасение жизни, составляет 100 мс. Также необходим радиоканал, который может быть быстро активизирован, когда большое число транспортных средств пытаются одновременно задействовать радиоканал. В применениях V2I необходимо предусмотреть передачу длинного пакета, содержащего короткое сообщение, картографическую информацию и видеоинформацию, с тем чтобы передавать пакеты размером порядка 2 Кбайтов в условиях высокой мобильности.

Таким образом радиосвязь для усовершенствованных ИТС имеет характеристики, приведенные в таблице 7.

ТАБЛИЦА 7

Технические характеристики

| Параметр | Технические характеристики |
| --- | --- |
| Радиочастота (МГц) | 5855–5925 |
| Ширина полосы РЧ-канала (МГц) | 10 |
| РЧ-мощность передачи (дБм) | 20 |
| Тип модуляции | OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM) |
| Скорость передачи данных (Мбит/с) | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27 |
| MAC | CSMA/CA, вариант – временной слот на основе CSMA/CA |
| Организация сети | IPv4/IPv6, VMP (совместимо с WSMP) |
| Многоскачковое распространение | Маршрутизация на основании информации о местоположении |

# 2 Стандарты TTA, относящиеся к радиосвязи для усовершенствованных ИТС

В Республике Корея Ассоциация технологий электросвязи (TTA) установила шесть стандартов для усовершенствованных ИТС. Эти стандарты описаны в таблице 8.

ТАБЛИЦА 8

Базовые стандарты, относящиеся к радиосвязи для усовершенствованных ИТС

|  |  |
| --- | --- |
| Заголовок стандарта | Номер стандарта |
| Автомобильная система связи. Этап 1. Требования | TTAK.KO-06.0175/R2 |
| Автомобильная система связи. Этап 2. Архитектура | TTAK.KO-06.0193/R2 |
| Автомобильная система связи. Этап 3. PHY/MAC | TTAK.KO-06.0216/R1 |
| Автомобильная система связи. Этап 3. PHY/MAC(LTE-V2X) | TTAK.KO-06.0479 |
| Автомобильная система связи. Этап 3. Организации сети | TTAK.KO-06.0234/R1 |
| Автомобильная система связи. Этап 3. Интерфейс протокола приложений | TTAK.KO-06.0242/R1 |

В рамках технических спецификаций 3GPP разработаны технологии радиоинтерфейса для применений ИТС, поддерживающие связь транспортного средства с различными объектами (V2X). Являясь партнером – основателем 3GPP, TTA регулярно переносит технические спецификации и технические отчеты, разработанные в 3GPP, в свои технические спецификации.

Технические спецификации TTA, перенесенные из технических спецификаций 3GPP, которые поддерживают связь V2X, описаны в Приложении 7.

Приложение 5  
  
Стандарты IMDA

Агентство по развитию инфокоммуникаций и средств массовой информации Сингапура (IMDA) установило обязательные стандарты связи для ИТС с учетом рекомендаций Консультативного комитета по стандартам электросвязи (TSAC). Подробные сведения об этих стандартах содержатся в документе IMDA TS DSRC "Техническая спецификация для выделенной связи на короткие расстояния в интеллектуальных транспортных системах".

Эта спецификация предназначена для развития ИТС в целях повышения качества управления дорожным движением, обеспечения безопасности и мобильности транспортных средств, а также совершенствования архитектуры ИТС для связи между транспортными средствами (V2V) и между транспортными средствами и инфраструктурой (V2I). Особенности используемых технических характеристик приведены в таблице 9.

ТАБЛИЦА 9

Характеристики схемы передачи

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Характеристики передачи |
| Рабочий диапазон частот (МГц) | 5855–5925 |
| Ширина полосы РЧ-канала (МГц) | 10 |
| РЧ-мощность передачи/э.и.и.м. | Значение э.и.и.м. обычно не превышает 33 дБм |
| Схема модуляции | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость 1/2, 2/3, 3/4 |
| Скорость передачи данных (Мбит/с) | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24; 27 |
| Управление доступом к среде передачи | CSMA/CA |
| Дуплексный метод | TDD |

Способы использования выделенной связи на короткие расстояния, приведенные в спецификации, можно в целом классифицировать следующим образом:

a) локализация;

b) электронное управление парковкой;

c) управление сигналами светофоров;

d) информация о дорожном движении;

e) применения для обеспечения безопасности;

f) применения для чрезвычайных ситуаций;

g) услуги, связанные с информационными киосками;

h) прочие применения и услуги ИТС.

Приложение 6  
  
Стандарты CCSA

Ассоциация в области стандартов связи Китая (CCSA) завершила разработку стандарта общих технических требований и стандарта требований к радиоинтерфейсу для связи с транспортными средствами на основе LTE (LTE-V2X), куда входят системы связи V2V (между транспортными средствами), V2I (между транспортным средством и инфраструктурой), V2P (между транспортным средством и пешеходом) и V2N (между транспортным средством и сетью). Номера стандартов указаны в таблице 10.

ТАБЛИЦА 10

Стандарты LTE-V2X CCSA

|  |  |
| --- | --- |
| Заголовок стандарта | Номер стандарта |
| Общие технические требования к системе связи с транспортными средствами на базе LTE | YD/T 3400-2018[[3]](#footnote-3) |
| Технические требования к радиоинтерфейсу системы связи с транспортными средствами на базе LTE | YD/T 3340-2018[[4]](#footnote-4) |

Стандарты CCSA LTE-V2X, основанные на технических спецификациях, перенесенных из 3GPP, которые перечислены в таблице 12 Приложения 7, поддерживают два режима работы.

1) Режим прямой связи между несколькими UE посредством прямого соединения с поддержкой V2V, V2I и V2P, к основным особенностям которого относятся:

– работа в диапазоне частот 5,9 ГГц;

– прямая связь между несколькими UE;

– усовершенствованная структура физического уровня;

– усовершенствованный механизм выделения ресурсов, поддерживающий распределенный режим (режим 4) и централизованный режим (режим 3);

– процедура синхронизации с глобальной навигационной спутниковой системой (GNSS) и/или eNB;

– децентрализованный контроль заторов;

– передача данных транспортное средство – пешеход с энергосбережением.

2) Режим сотовой связи между UE и eNB по линии вверх/вниз, поддерживающий V2N, а также V2V/V2I/V2P через ретранслятор сотовой сети. Основные расширенные функции по сравнению с традиционной системой сотовой связи включают:

– более короткий период повторения/изменения для услуги радиовещательной многоадресной передачи мультимедийной информации (MBMS) по линии вниз;

– несколько конфигураций полупостоянного планирования (SPS) на линии вверх.

Технические характеристики стандартов LTE-V2X CCSA приведены в таблице 11.

ТАБЛИЦА 11

Технические характеристики стандартов LTE-V2X CCSA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Технические характеристики[[5]](#footnote-5) | |
| Режим прямой связи | Режим сотовой связи |
| Рабочий диапазон частот | 5855–5925 МГц  Примечание. – Китай официально одобрил полосу 5905–5925 МГц для LTE-V2X | Полосы используются в сочетании с режимом прямой связи.  Для FDD  UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  UL: 880–915 МГц; DL: 925–960 МГц  Для TDD  1880–1920 МГц  2496–2690 МГц |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 10/20 МГц | 1,4/3/5/10/15/20 МГц |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 23 дБм | Не более 23 дБм |
| Схема модуляции | QPSK SC-FDM, 16-QAM SC-FDM | UL: QPSK SC-FDM, 16-QAM SC-FDM, 64‑QAM SC-FDM, 256-QAM SC-FDM  DL: QPSK OFDM, 16-QAM OFDM,  64-QAM OFDM, 256-QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Для канала управления – сверточное кодирование с удалением конечных элементов, скорость – 1/8  Для канала данных – турбокодирование со скоростью до 0,86. Скорость можно регулировать с высокой точностью | UCI (управляющая информация линии вверх) – сверточное кодирование с удалением конечных элементов/блочный код  UL-SCH (общий канал линии вверх) – турбокодирование  DCI (управляющая информация линии вниз) – сверточное кодирование с удалением конечных элементов  DL-SCH (общий канал линии вниз) – турбокодирование  MCH (многоадресный канал) – турбокодирование |
| Скорость передачи данных | До 15,8 Мбит/с для полосы пропускания канала 10 МГц; до 31,7 Мбит/с для полосы пропускания канала 20 МГц. Скорость можно регулировать с высокой точностью | Одноадресная передача:  UL – не более 105,5 Мбит/с для 20 МГц; 78,7 Мбит/с для 15 МГц;  52,7 Мбит/с для 10 МГц;  26,4 Мбит/с для 5 МГц  DL с одним уровнем – не более 97,9 Мбит/с для 20 МГц; 75,4 Мбит/с для 15  МГц; 48,9 Мбит/с для 10 МГц; 24,5 Мбит/с для 5 МГц  DL с двумя уровнями –  не более 195,8 Мбит/с для 20 МГц; 149,8 Мбит/с для 15 МГц;  97,9 Мбит/с для 10 МГц;  48,9 Мбит/с для 5 МГц  Широковещательная передача – не более 60% скорости одноадресной передачи |

ТАБЛИЦА 11 (*окончание*)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Технические характеристики5 | |
| Режим прямой связи | Режим сотовой связи |
| Управление доступом к среде передачи | Режим 4 – зондирование с полупостоянной передачей, случайный выбор  Режим 3 – планирование eNB | Планирование eNB |
| Дуплексный метод | TDD | TDD/FDD |
| Мультиплексирование ресурсов между UE | Мультиплексирование с частотным разделением (FDM) и мультиплексирование с временным разделением (TDM) | Мультиплексирование с частотным разделением (FDM) и мультиплексирование с временным разделением (TDM) |
| Ретрансляция | Гибридный автоматический запрос на повторную передачу данных (HARQ) | Гибридный автоматический запрос на повторную передачу данных (HARQ) |

Приложение 7  
  
Технические спецификации 3GPP

В рамках 3GPP разработаны технические спецификации интеллектуальных транспортных систем для связи транспортного средства с различными объектами (V2X), включая связь транспортного средства с транспортным средством (V2V), транспортного средства с инфраструктурой (V2I), транспортного средства с пешеходом (V2P) и транспортного средства с сетью (V2N), в рамках спецификаций технологии долгосрочного развития (LTE) выпуска 14. Технические спецификации 3GPP для V2X охватывают сигналы/каналы физического уровня, протоколы доступа к среде передачи и управления радиоресурсами, сеть радиодоступа, протокол базовой сети и оборудования пользователя (UE), безопасность, варианты использования и требования к услугам, а также требования к рабочим характеристикам устройств.

Технические спецификации 3GPP поддерживают два разных интерфейса связи V2X. Один из них – интерфейс Uu, который обеспечивает связь между сотовой сетью, дорожной инфраструктурой, пешеходами и транспортными средствами с использованием линий вверх и вниз через eNB. Другой – интерфейс PC5, разработанный для обеспечения прямой связи между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой. В интерфейсе Uu всегда используется централизованное планирование, что означает, что базовая станция (eNB) управляет доступом к среде передачи и радиоресурсами. Интерфейс PC5 поддерживает два варианта планирования: централизованное планирование, аналогичное тому, которое используется для интерфейса Uu, и распределенное планирование, когда каждое транспортное средство самостоятельно определяет подходящие временные и частотные ресурсы для передачи. Следует отметить, что интерфейс PC5 с распределенным планированием может работать как внутри, так и за пределами зоны покрытия сотовой сети и не требует поддержки оператора. Интерфейс PC5 поддерживает только широковещательные передачи, а интерфейс Uu – одноадресные, многоадресные и широковещательные передачи.

Линия вниз LTE использует множественный доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA), а интерфейсы линии вверх LTE и PC5 – множественный доступ с частотным разделением с одной несущей (SC-FDMA). Полосы частот, предусмотренные для интерфейса Uu LTE-V2X и интерфейса PC5[[6]](#footnote-6), указаны в таблице 13.

Все технические спецификации 3GPP, перечисленные в таблице 12, перенесены организациями – партнерами 3GPP[[7]](#footnote-7) в соответствующие выходные документы (например, стандарты). Стандарты, перенесенные организациями – партнерами 3GPP, указаны в таблице 12.

ТАБЛИЦА 12

Перечень технических спецификаций 3GPP и перенесенных стандартов, относящихся к V2X

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование спецификации | Справочный номер | Номер стандарта | | | |
| ATIS | CCSA[[8]](#footnote-8) | ETSI | TTA |
| **<Протокол базовой сети и UE>** | | | | | |
| Требования к услугам V2X | 3GPP TS 22.185 | ATIS.3GPP. TS 22.185V1430 | CCSA TS 22.185 v14.3.0 | ETSI TS 122 185 | TTAT.3G‑22.185 (R14-14.3.0) |
| **<Протокол базовой сети и UE>** | | | | | |
| Нумерация, адресация и идентификация | 3GPP TS 23.003 | ATIS.3GPP. TS 23.003V1460 | CCSA TS 23.003 v14.6.0 | ETSI TS 123 003 | TTAT.3G-23.003 (R14-14.5.0) |
| Процедуры восстановления | 3GPP TS 23.007 | ATIS.3GPP. TS 23.007V1440 | CCSA TS 23.007 v14.4.0 | ETSI TS 123 007 | TTAT.3G-23.007 (R14-14.3.0) |
| Организация данных абонента | 3GPP TS 23.008 | ATIS.3GPP. TS 23.008V1440 | CCSA TS 23.008 v14.4.0 | ETSI TS 123 008 | TTAT.3G-23.008 (R14-14.3.0) |
| Функции уровня без доступа (NAS), относящиеся к подвижной станции (MS) в режиме ожидания | 3GPP TS 23.122 | ATIS.3GPP. TS 23.122V1440 | CCSA TS 23.122 v14.4.0 | ETSI TS 123 122 | TTAT.3G-23.122 (R14-14.4.0) |
| Архитектура управления политикой и начислением платы | 3GPP TS 23.203 | ATIS.3GPP. TS 23.203V1450 | CCSA TS 23.203 v14.5.0 | ETSI TS 123 203 | TTAT.3G-23.203 (R14-14.5.0) |
| Усовершенствования архитектуры для услуг V2X | 3GPP TS 23.285 | ATIS.3GPP. TS 23.285V1450 | CCSA TS 23.285 v14.5.0 | ETSI TS 123 285 | TTAT.3G-23.285 (R14-14.4.0) |
| Услуги на основе эффекта пространственной близости (ProSe) – этап 2 | 3GPP TS 23.303 | ATIS.3GPP. TS 23.303V1410 | CCSA TS 23.303 v14.1.0 | ETSI TS 123 303 | TTAT.3G-23.303 (R14-14.1.0) |
| Протокол уровня без доступа (NAS) для улучшенной пакетной системы (EPS) – этап 3 | 3GPP TS  24.301 | ATIS.3GPP. TS 24.301V1460 | CCSA TS 24.301 v14.6.0 | ETSI TS 124 301 | TTAT.3G-24.301 (R14-14.5.0) |
| Аспекты протокола связи между оборудованием пользователя (UE), поддерживающим услуги на основе эффекта пространственной близости (ProSe), и функцией ProSe – этап 3 | 3GPP TS 24.334 | ATIS.3GPP. TS 24.334V1400 | CCSA TS 24.334 v14.0.0 | ETSI TS 124 334 | TTAT.3G-24.334 (R14-14.0.0) |

ТАБЛИЦА 12 (*продолжение*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование спецификации | Справочный номер | Номер стандарта | | | |
| ATIS | CCSA8 | ETSI | TTA |
| Объект управления услугами V2X | 3GPP TS 24.385 | ATIS.3GPP. TS 24.385V1430 | CCSA TS 24.385 v14.3.0 | ETSI TS 124 385 | TTAT.3G-24.385 (R14-14.2.0) |
| Оборудование пользователя (UE) для функции управления V2X; аспекты протокола – этап 3 | 3GPP TS 24.386 | ATIS.3GPP. TS 24.386V1430 | CCSA TS 24.386 v14.3.0 | ETSI TS 124 386 | TTAT.3G-24.386 (R14-14.2.0) |
| Передача репрезентативного состояния через эталонную точку xMB между поставщиком контента и BM-SC | 3GPP TS 29.116 | ATIS.3GPP. TS 29.116V1430 | CCSA TS 29.116 v14.3.0 | ETSI TS 129 116 | TTAT.3G-29.116 (R14-14.2.0) |
| Управление политикой и начислением платы (PCC); эталонные точки | 3GPP TS 29.212 | ATIS.3GPP. TS 29.212V1460 | CCSA TS 29.212 v14.6.0 | ETSI TS 129 212 | TTAT.3G-29.212 (R14-14.5.0) |
| Улучшенная пакетная система (EPS); интерфейсы на базе протокола Diameter, связанные с объектом управления мобильностью (MME) и обслуживающим узлом поддержки GPRS (SGSN) | 3GPP TS 29.272 | ATIS.3GPP. TS 29.272V1460 | CCSA TS 29.272 v14.6.0 | ETSI TS 129 272 | TTAT.3G-29.272 (R14-14.5.0) |
| Аспекты связи функции управления V2X с домашним сервером абонента (HSS) (V4) – этап 3 | 3GPP TS 29.388 | ATIS.3GPP. TS 29.388V1410 | CCSA TS 29.388 v14.1.0 | ETSI TS 129 388 | TTAT.3G-29.388 (R14-14.1.0) |
| Аспекты сигнализации  между функциями управления V2X (V6) – этап 3 | 3GPP TS 29.389 | ATIS.3GPP. TS 29.389V1410 | CCSA TS 29.389 v14.1.0 | ETSI TS 129 389 | TTAT.3G-29.389 (R14-14.1.0) |
| Инструменты реализации системы групповой связи для LTE (GCSE\_LTE); эталонная точка MB2 – этап 3 | 3GPP TS 29.468 | ATIS.3GPP. TS 29.468V1430 | CCSA TS 29.468 v14.3.0 | ETSI TS 129 468 | TTAT.3G-29.468 (R14-14.2.0) |
| Характеристики приложения Универсальный модуль идентификации абонента (USIM) | 3GPP TS 31.102 | ATIS.3GPP. TS 31.102V1440 | CCSA TS 31.102 v14.4.0 | ETSI TS 131 102 | TTAT.3G-31.102 (R14-14.3.0) |
| **<Безопасность>** | | | | | |
| Аспект безопасности для услуг V2X, поддерживаемых LTE | 3GPP TS 33.185 | ATIS.3GPP. TS 33.185V1410 | CCSA TS 33.185 v14.1.0 | ETSI TS 133 185 | TTAT.3G-33.185 (R14-14.1.0) |
| **<Требования к рабочим характеристикам устройств>** | | | | | |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); прием и передача радиосигнала оборудованием пользователя (UE) | 3GPP TS 36.101 | ATIS.3GPP. TS 36.101V1460 | CCSA TS 36.101 v14.6.0 | ETSI TS 136 101 | TTAT.3G-36.101 (R14-14.5.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); требования к поддержке управления радиоресурсами | 3GPP TS 36.133 | ATIS.3GPP. TS 36.133V1460 | CCSA TS 36.133 v14.6.0 | ETSI TS 136 133 | TTAT.3G-36.133 (R14-14.5.0) |

ТАБЛИЦА 12 (*продолжение*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование спецификации | Справочный номер | Номер стандарта | | | |
| ATIS | CCSA8 | ETSI | TTA |
| **<Аспекты физического уровня>** | | | | | |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); физические каналы и модуляция | 3GPP TS 36.211 | ATIS.3GPP. TS 36.211V1450 | CCSA TS 36.211 v14.5.0 | ETSI TS 136 211 | TTAT.3G-36.211 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); мультиплексирование и кодирование канала | 3GPP TS 36.212 | ATIS.3GPP. TS 36.212V1451 | CCSA TS 36.212 v14.5.1 | ETSI TS 136 212 | TTAT.3G-36.212 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); процедуры физического уровня | 3GPP TS 36.213 | ATIS.3GPP. TS 36.213V1450 | CCSA TS 36.213 v14.5.0 | ETSI TS 136 213 | TTAT.3G-36.213 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); физический уровень; измерения | 3GPP TS 36.214 | ATIS.3GPP. TS 36.214V1440 | CCSA TS 36.214 v14.4.0 | ETSI TS 136 214 | TTAT.3G-36.214 (R14-14.3.0) |
| **<Протоколы управления доступом к среде передачи и радиоресурсами>** | | | | | |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA) и сеть расширенного универсального наземного радиодоступа (E‑UTRAN); общее описание – этап 2 | 3GPP TS 36.300 | ATIS.3GPP. TS 36.300V1450 | CCSA TS 36.300 v14.5.0 | ETSI TS 136 300 | TTAT.3G-36.300 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); услуги, предоставляемые физическим уровнем | 3GPP TS 36.302 | ATIS.3GPP. TS 36.302V1440 | CCSA TS 36.302 v14.4.0 | ETSI TS 136 302 | TTAT.3G-36.302 (R14-14.3.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); процедуры, применяемые к оборудованию пользователя (UE) в режиме ожидания | 3GPP TS 36.304 | ATIS.3GPP. TS 36.304V1450 | CCSA TS 36.304 v14.5.0 | ETSI TS 136 304 | TTAT.3G-36.304 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); возможности радиодоступа оборудования пользователя (UE) | 3GPP TS 36.306 | ATIS.3GPP. TS 36.306V1450 | CCSA TS 36.306 v14.5.0 | ETSI TS 136 306 | TTAT.3G-36.306 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); спецификация протокола управления доступом к среде передачи (MAC) | 3GPP TS 36.321 | ATIS.3GPP. TS 36.321V1400 | CCSA TS 36.321 v14.5.0 | ETSI TS 136 321 | TTAT.3G-36.321 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); спецификация протокола управления радиоканалом (RLC) | 3GPP TS 36.322 | ATIS.3GPP. TS 36.322V1450 | CCSA TS 36.322 v14.1.0 | ETSI TS 136 322 | TTAT.3G-36.322 (R14-14.1.0) |

ТАБЛИЦА 12 (*окончание*)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование спецификации | Справочный номер | Номер стандарта | | | |
| ATIS | CCSA8 | ETSI | TTA |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); спецификация протокола конвергенции пакетной передачи данных (PDCP) | 3GPP TS 36.323 | ATIS.3GPP. TS 36.323V1410 | CCSA TS 36.323 v14.5.0 | ETSI TS 136 323 | TTAT.3G-36.323 (R14-14.4.0) |
| Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E‑UTRA); управление радиоресурсами (RRC); спецификация протокола | 3GPP TS 36.331 | ATIS.3GPP. TS 36.331V1451 | CCSA TS 36.331 v14.5.1 | ETSI TS 136 331 | TTAT.3G-36.331 (R14-14.4.0) |
| **<Аспекты сети радиодоступа>** | | | | | |
| Сеть расширенного универсального наземного радиодоступа (E-UTRAN); прикладной протокол для интерфейса M2 (M2AP) | 3GPP TS 36.443 | ATIS.3GPP. TS 36.443V1401 | CCSA TS 36.443 v14.0.1 | ETSI TS 136 443 | TTAT.3G-36.443 (R14-14.0.1) |
| Сеть расширенного универсального наземного радиодоступа (E-UTRAN); прикладной протокол для интерфейса S1 (S1AP) | 3GPP TS 36.413 | ATIS.3GPP. TS 36.413V1441 | CCSA TS 36.413 v14.4.1 | ETSI TS 136 413 | TTAT.3G-36.413 (R14-14.4.0) |
| Сеть расширенного универсального наземного радиодоступа (E-UTRAN); прикладной протокол для интерфейса X2 (X2AP) | 3GPP TS 36.423 | ATIS.3GPP. TS 36.423V1450 | CCSA TS 36.423 v14.5.0 | ETSI TS 136 423 | TTAT.3G-36.423 (R14-14.4.0) |

ТАБЛИЦА 13

Характеристики схемы передачи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Характеристики передачи | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Рабочий диапазон частот | Все полосы, указанные в TS 36.101[[9]](#footnote-9), за исключением полосы 47, поддерживают работу с интерфейсом Uu.  Полосы для интерфейса Uu при его использовании в сочетании с PC5  Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  Полоса 5: UL: 824–849 МГц  DL: 869–894 МГц  Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц  DL: 2620–2690 МГц  Полоса 8: UL: 880–915 МГц  DL: 925–960 МГц | Для выпуска 14  Полоса 47: 5855–5925 МГц |

ТАБЛИЦА 13 (*окончание*)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Характеристики передачи | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
|  | Полоса 20: UL: 832–862 МГц  DL: 791–821 МГц  Полоса 28: UL: 703–748 МГц  DL: 758–803 МГц  Полоса 34: UL: 2010–2025 МГц  DL: 2010–2025 МГц  Полоса 39: 1880–1920 МГц  Полоса 41: 2496–2690 МГц  Полоса 71: UL: 663–698 МГц  DL: 617–652 МГц |  |
| Ширина полосы РЧ-канала | 1,4; 3; 5; 10; 15 или 20 МГц на канал | 10 или 20 МГц на канал |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 43 дБм для eNB  Не более 23 или 33 дБм для UE | Не более 23 или 33 дБм |
| Схема модуляции | Линия вверх: QPSK SC-FDMA, 16‑QAM SC-FDMA, 64-QAM SC‑FDMA  Линия вниз: QPSK OFDMA, 16-QAM OFDMA, 64-QAM OFDMA | QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC-FDMA |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование и турбокодирование | Сверточное кодирование и турбокодирование |
| Скорость передачи данных | Линия вверх: от 1,4 до 36,7 Мбит/с для канала шириной 10 МГц  Линия вниз: от 1,4 до 75,4 Мбит/с для канала шириной 10 МГц | От 1,3 до 15,8 Мбит/с для канала шириной 10 МГц |
| Управление доступом к среде передачи | Централизованное планирование eNB | Централизованное планирование или распределенное планирование |
| Дуплексный метод | FDD или TDD | TDD |

Приложение 8  
  
Стандарты ATIS

ATIS перенес и стандартизовал технические спецификации интеллектуальных транспортных систем 3GPP для связи транспортного средства с различными объектами (V2X), включая связь транспортного средства с транспортным средством (V2V), транспортного средства с инфраструктурой (V2I), транспортного средства с пешеходом (V2P) и транспортного средства с сетью (V2N), в рамках спецификаций технологии долгосрочного развития (LTE) выпуска 14. Стандарты ATIS, перенесенные из технических спецификаций 3GPP, которые поддерживают связь V2X, описаны в Приложении 7.

Полосы частот, предусмотренные для интерфейса LTE-V2X Uu и интерфейса PC5[[10]](#footnote-10), указаны в таблице 14.

ТАБЛИЦА 14

Характеристики схемы передачи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Характеристики передачи | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Рабочий диапазон частот | Полосы для интерфейса Uu при его использовании в сочетании с PC5 для выпуска 14  Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц  DL: 2620–2690 МГц  Полоса 8: UL: 880–915 МГц  DL: 925–960 МГц  Полоса 39: 1880–1920 МГц  Полоса 41: 2496–2690 МГц | Для выпуска 14  Полоса 47: 5855–5925 МГц |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 1,4; 3; 5; 10; 15 или 20 МГц на канал | 10 или 20 МГц на канал |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 43 дБм для eNB  Не более 23 или 33 дБм для UE | Не более 23 или 33 дБм |
| Схема модуляции | Линия вверх: QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC-FDMA, 64‑QAM SC-FDMA  Линия вниз: QPSK OFDMA, 16-QAM OFDMA, 64-QAM OFDMA | QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC‑FDMA |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование и турбокодирование | Сверточное кодирование и турбокодирование |
| Скорость передачи данных | Линия вверх: от 1,4 до 36,7 Мбит/с для канала шириной 10 МГц  Линия вниз: от 1,4 до 75,4 Мбит/с для канала шириной 10 МГц | От 1,3 до 15,8 Мбит/с для канала шириной 10 МГц |
| Управление доступом к среде передачи | Централизованное планирование eNB | Централизованное планирование или распределенное планирование |
| Дуплексный метод | FDD или TDD | TDD |

Приложение 9   
  
Краткое изложение технических характеристик,  
устанавливаемых стандартами и техническими спецификациями

Технические характеристики, устанавливаемые каждым из стандартов и технических спецификаций, приведены в таблице 15.

ТАБЛИЦА 15

Технические характеристики

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ETSI  (Приложение 1, таблицы 3 и 4) | ETSI (Приложение 7, таблица 12)[[11]](#footnote-11) | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Рабочий диапазон частот | 5855–5925 МГц | Все полосы, указанные в ETSI TS 36 101[[12]](#footnote-12), поддерживают работу с интерфейсом Uu, за исключением полосы 47.  Полосы для интерфейса Uu при его использовании в сочетании с PC5[[13]](#footnote-13)  Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  Полоса 5: UL: 824–849 МГц  DL: 869–894 МГц  Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц  DL: 2620–2690 МГц  Полоса 8: UL: 880–915 МГц  DL: 925–960 МГц  Полоса 20: UL: 832–862 МГц  DL: 791–821 МГц  Полоса 28: UL: 703–748 МГц  DL: 758–803 МГц  Полоса 34: UL: 2010–2025 МГц  DL: 2010–2025 МГц  Полоса 39: UL: 1880–1920 МГц  DL: 1880–1920 МГц  Полоса 41: UL: 2496–2690 МГц  DL: 2496–2690 МГц  Полоса 71: UL: 663–698 МГц  DL: 617–652 МГц | Для выпусков 14 и 15  Полоса 47: 5855–5925 МГц |

ТАБЛИЦА 15 (*продолжение*)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметр | ETSI  (Приложение 1, таблицы 3 и 4) | ETSI (Приложение 7, таблица 12)11 | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 10 МГц | 1,4; 3; 5; 10; 15 или 20 МГц на канал | 10 или 20 МГц на канал  (поддерживается агрегирование несущих 10+10 МГц и 10+20 МГц) |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Значение э.и.и.м. не превышает 33 дБм | Не более 43 дБм для eNB  Не более 23 или 33 дБм для UE | Не более 23 или 33 дБм |
| Плотность передачи мощности РЧ |  |  |  |
| Схема модуляции | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM OFDM | Линия вверх: QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC-FDMA, 64-QAM SC-FDMA  Линия вниз: QPSK OFDMA, 16-QAM OFDMA, 64-QAM OFDMA | QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC‑FDMA,  64-QAM SC-FDMA |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость 1/2, 3/4, 2/3 | Сверточное кодирование и турбокодирование | Сверточное кодирование и турбокодирование |
| Скорость передачи данных | 3 Мбит/с, 4,5 Мбит/с, 6 Мбит/с,  9 Мбит/с, 12 Мбит/с, 18 Мбит/с, 24 Мбит/с, 27 Мбит/с | Линия вверх: от 1,4 до 36,7 Мбит/с  для канала шириной 10 МГц  Линия вниз: от 1,4 до 75,4 Мбит/с для канала шириной 10 МГц | От 1,3 до 24,5 Мбит/с для канала шириной 10 МГц |
| Управление доступом к среде передачи | CSMA/CA | Централизованное планирование eNB | Централизованное планирование или распределенное планирование |
| Дуплексный метод | TDD | FDD или TDD | TDD |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | IEEE  (Приложение 2) | ARIB  (Приложение 3) | TTA  (Приложение 4) | IMDA (Приложение 5) |
| Рабочий диапазон частот | 5850–5925 МГц | 755,5–764,5 МГц (один канал) | 5855–5925 МГц | 5855–5925 МГц |
| Ширина полосы РЧ-канала | 10 МГц или 20 МГц | Менее 9 МГц | Менее 10 МГц | 10 МГц |
| РЧ-мощность передачи/э.и.и.м. |  | – | 20 дБм | Типичный предел э.и.и.м. до 33 дБм |
| Плотность передачи мощности РЧ |  | 10 дБм/МГц |  |  |
| Схема модуляции | 64-QAM-OFDM,  16-QAM-OFDM, QPSK-OFDM, BPSK-OFDM, 52 поднесущих | BPSK OFDM,  QPSK OFDM,  16-QAM OFDM | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16-QAM OFDM, 64-QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование,  скорость 1/2, 3/4 | Сверточное кодирование,  скорость 1/2, 3/4 | Сверточное кодирование,  скорость 1/2, 3/4 | Сверточное кодирование,  скорость 1/2, 2/3, 3/4 |

ТАБЛИЦА 15 (*продолжение*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | IEEE  (Приложение 2) | ARIB  (Приложение 3) | TTA  (Приложение 4) | IMDA (Приложение 5) |
| Скорость передачи данных | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 и 27 Мбит/с для разноса частот 10 МГц 6; 9; 12; 18; 24; 36; 48 и 54 Мбит/с для разноса частот 20 МГц | 3 Мбит/с,  4,5 Мбит/с, 6 Мбит/с, 9 Мбит/с, 12 Мбит/с, 18 Мбит/с | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 и 27 Мбит/с | 3 Мбит/с, 4,5 Мбит/с, 6 Мбит/с, 9 Мбит/с, 12 Мбит/с, 18 Мбит/с, 24 Мбит/с, 27 Мбит/с |
| Управление доступом к среде передачи | CSMA/CA | CSMA/CA | CSMA/CA | CSMA/CA |
| Дуплексный метод | TDD | TDD | TDD | TDD |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | CCSA (Приложение 6)[[14]](#footnote-14) | |
| Режим сотовой связи | Режим прямой связи |
| Рабочий диапазон частот | Полосы, используемые в сочетании с режимом прямой связи  Для FDD  UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  UL: 880–915 МГц  DL: 925–960 МГц  Для TDD  1880–1920 МГц  2496–2690 МГц | 5855–5925 МГц  Примечание. – Китай официально одобрил для LTE-V2X полосу 5905–5925 МГц |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 1,4/3/5/10/15/20 МГц | 10/20 МГц |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 23 дБм | Не более 23 дБм |
| Плотность передачи мощности РЧ |  |  |
| Схема модуляции | QPSK SC-FDM, 16-QAM SC-FDM, 64-QAM SC-FDM, 256-QAM SC-FDM | QPSK SC-FDM, 16-QAM SC-FDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | PUCCH (физический канал управления линии вверх) – сверточное кодирование с удалением конечных элементов/блочный код  PUSCH (общий физический канал линии вверх) – турбокодирование | Для канала управления – сверточное кодирование с удалением конечных элементов, скорость 1/8  Для канала данных – турбокодирование со скоростью до 0,86. Скорость можно регулировать с высокой точностью |
| Скорость передачи данных | Не более 105,5 Мбит/с | До 15,8 Мбит/с для полосы пропускания канала 10 МГц; до 31,7 Мбит/с для полосы пропускания 20 МГц. Скорость можно регулировать с высокой точностью |
| Управление доступом к среде передачи | Планирование eNB | Режим 4 – зондирование с SPS, случайный выбор  Режим 3 – планирование eNB |
| Дуплексный метод | TDD/FDD | TDD |

ТАБЛИЦА 15 (*продолжение*)

| Параметр | 3GPP (Приложение 7) | |
| --- | --- | --- |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Рабочий диапазон частот | Полосы для интерфейса Uu  при его использовании в сочетании с PC5  Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц  DL: 1805–1880 МГц  Полоса 5: UL: 824–849 МГц  DL: 869–894 МГц  Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц  DL: 2620–2690 МГц  Полоса 8: UL: 880–915 МГц  DL: 925–960 МГц  Полоса 20: UL: 832–862 МГц  DL: 791–821 МГц  Полоса 28: UL: 703–748 МГц  DL: 758–803 МГц  Полоса 34: UL: 2010–2025 МГц  DL: 2010–2025 МГц  Полоса 39: 1880–1920 МГц  Полоса 41: 2496–2690 МГц  Полоса 71: UL: 663–698 МГц  DL: 617–652 МГц | Для выпуска 14  Полоса 47: 5855–5925 МГц |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 1,4; 3; 5; 10; 15 или 20 МГц на канал | 10 или 20 МГц на канал |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 43 дБм для eNB  Не более 23 или 33 дБм для UE | Не более 23 или 33 дБм |
| Плотность передачи мощности РЧ |  |  |
| Схема модуляции | Линия вверх: QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC‑FDMA, 64-QAM SC-FDMA  Линия вниз: QPSK OFDMA, 16-QAM OFDMA, 64-QAM OFDMA | QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC-FDMA |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование и турбокодирование | Сверточное кодирование и турбокодирование |
| Скорость передачи данных | Линия вверх: от 1,4 до 36,7 Мбит/с для канала шириной 10 МГц  Линия вниз: от 1,4 до 75,4 Мбит/с для канала шириной 10 МГц | От 1,3 до 15,8 Мбит/с для канала шириной 10 МГц |
| Управление доступом к среде передачи | Централизованное планирование eNB | Централизованное планирование или распределенное планирование |
| Дуплексный метод | FDD или TDD | TDD |

ТАБЛИЦА 15 (*окончание*)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | ATIS (Приложение 8) | |
| Интерфейс Uu | Интерфейс PC5 |
| Рабочий диапазон частот | Полосы для интерфейса Uu  при его использовании в сочетании с PC5, для выпуска 14  Полоса 5: UL: 824–849 МГц  DL: 869–894 МГц  Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц  DL: 2620–2690 МГц  Полоса 41: 2496–2690 МГц  Полоса 71: UL: 663–698 МГц  DL: 617–652 МГц | Для выпуска 14  Полоса 47: 5855–5925 МГц |
| Ширина полосы РЧ‑канала | 1,4; 3; 5; 10; 15 или 20 МГц на канал | 10 или 20 МГц на канал |
| РЧ-мощность передачи/ э.и.и.м. | Не более 43 дБм для eNB  Не более 23 или 33 дБм для UE | Не более 23 или 33 дБм |
| Плотность передачи мощности РЧ |  |  |
| Схема модуляции | Линия вверх: QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC‑FDMA, 64-QAM SC-FDMA  Линия вниз: QPSK OFDMA, 16-QAM OFDMA, 64-QAM OFDMA | QPSK SC-FDMA, 16-QAM SC-FDMA |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование и турбокодирование | Сверточное кодирование и турбокодирование |
| Скорость передачи данных | Линия вверх: от 1,4 до 36,7 Мбит/с для канала шириной 10 МГц  Линия вниз: от 1,4 до 75,4 Мбит/с для канала шириной 10 МГц | От 1,3 до 15,8 Мбит/с для канала шириной 10 МГц |
| Управление доступом к среде передачи | Централизованное планирование eNB | Централизованное планирование или распределенное планирование |
| Дуплексный метод | FDD или TDD | TDD |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Связь между транспортными средствами и инфраструктурой представляет собой двустороннюю связь между транспортным средством и инфраструктурой. [↑](#footnote-ref-1)
2. Стандарт ARIB; ARIB STD-T109, Интеллектуальные транспортные системы в диапазоне 700 МГц (<https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t109.html>). [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm> [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm> [↑](#footnote-ref-4)
5. Внедрение в Китае любой технологии радиоинтерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать китайским государственным нормам регулирования. [↑](#footnote-ref-5)
6. Опубликованные технические спецификации 3GPP доступны на портале 3GPP <http://www.3gpp.org/ftp/Specs>. [↑](#footnote-ref-6)
7. Организации – партнеры 3GPP: ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA и TTC (<http://www.3gpp.org/partners>). [↑](#footnote-ref-7)
8. <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14> [↑](#footnote-ref-8)
9. TS 36.101. Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E-UTRA); прием и передача радиосигнала оборудованием пользователя (UE). <http://www.3gpp.org/DynaReport/36-series.htm>. [↑](#footnote-ref-9)
10. Опубликованные стандарты ATIS доступны по адресу: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>. [↑](#footnote-ref-10)
11. Внедрение любой технологии радиоинтерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать региональным и национальным нормам регулирования. [↑](#footnote-ref-11)
12. ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E-UTRA); прием и передача радиосигнала оборудованием пользователя (UE) (3GPP TS 36.101, версия 15.4.0, выпуск 15), раздел 5.5. [https://www.etsi.org/deliver/etsi\_ts/136100\_136199/136101/15.04.00\_60/ts\_136101  
    v150400p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf) [↑](#footnote-ref-12)
13. ETSI TS 136 101 V15.4.0 (2019-01) LTE; Расширенный универсальный наземный радиодоступ (E-UTRA); прием и передача радиосигнала оборудованием пользователя (UE) (3GPP TS 36.101, версия 15.4.0, выпуск 15), раздел 5.5G. [https://www.etsi.org/deliver/etsi\_ts/136100\_136199/136101/15.04.00\_60/ts\_136101  
    v150400p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/136100_136199/136101/15.04.00_60/ts_136101v150400p.pdf) [↑](#footnote-ref-13)
14. Внедрение в Китае любой технологии радиоинтерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать китайским государственным нормам регулирования. [↑](#footnote-ref-14)