

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.2084-1

(11/2019)

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

Серия М

**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-T/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-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-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 М.2084-1

Стандарты радиointерфейсов 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 радиointерфейсов для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой¹ 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	ETSI 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

¹ Связь между транспортными средствами и инфраструктурой представляет собой двустороннюю связь между транспортным средством и инфраструктурой.

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 М.1453	Интеллектуальные транспортные системы – выделенная связь на короткие расстояния в диапазоне частот 5,8 ГГц
Рекомендация МСЭ-R М.1890	Интеллектуальные транспортные системы – руководящие указания и задачи
Рекомендация МСЭ-R М.2121	Согласование полос частот для интеллектуальных транспортных систем подвижной службы

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что организации по разработке стандартов (ОПС) 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

	Приложение 1	Приложение 2	Приложение 3	Приложение 4	Приложение 5	Приложение 6	Приложение 7	Приложение 8
Орган стандартизации/разработки технических спецификаций	ETSI	IEEE	ARIB	TTA	IMDA	CCSA	3GPP	ATIS

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

Приложение 1

Стандарты ETSI

Стандарты ETSI, 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 EТСИ 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 радиointерфейса, 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-T109², 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.

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).

Приложение 4

Стандарты ТТА

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 видеoinформацию, 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 ТТА, относящиеся к радиосвязи для усовершенствованных ИТС

В Республике Корея Ассоциация технологий электросвязи (ТТА) 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	ТТАК.КО-06.0175/R2
Автомобильная система связи. Этап 2. Архитектура	ТТАК.КО-06.0193/R2
Автомобильная система связи. Этап 3. RHY/MAC	ТТАК.КО-06.0216/R1
Автомобильная система связи. Этап 3. RHY/MAC(LTE-V2X)	ТТАК.КО-06.0479
Автомобильная система связи. Этап 3. Организации сети	ТТАК.КО-06.0234/R1
Автомобильная система связи. Этап 3. Интерфейс протокола приложений	ТТАК.КО-06.0242/R1

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

Технические спецификации ТТА, 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 радиointерфейсу 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
Технические требования к радиointерфейсу системы связи с транспортными средствами на базе LTE	YD/T 3340-2018 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.

³ http://www.ptsnet.cn/standard/std_query/show-yd-5502-1.htm

⁴ http://www.ptsnet.cn/standard/std_query/show-yd-5394-1.htm

ТАБЛИЦА 11

Технические характеристики стандартов LTE-V2X CCSA

Параметр	Технические характеристики 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

⁵ Внедрение в Китае любой технологии радиointерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать китайским государственным нормам регулирования.

ТАБЛИЦА 11 (окончание)

Параметр	Технические характеристики ⁵	
	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 ширококвещательные передачи, а интерфейс Uu – одноадресные, многоадресные и ширококвещательные 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 PC5⁶, указаны в таблице 13.

⁶ Опубликованные технические спецификации 3GPP доступны на портале 3GPP <http://www.3gpp.org/ftp/Specs>.

Все технические спецификации 3GPP, перечисленные в таблице 12, перенесены организациями – партнерами 3GPP⁷ 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	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)

⁷ Организации – партнеры 3GPP: ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA и TTC (<http://www.3gpp.org/partners>).

⁸ <http://www.ccsa.org.cn/english/files.php?docpath=/ITU-R/M.1457/M.1457-14/DS/Rel-14>

ТАБЛИЦА 12 (продолжение)

Наименование спецификации	Справочный номер	Номер стандарта			
		ATIS	CCSA ⁸	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 хМВ 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	CCSA ⁸	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	CCSA ⁸	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	<p>Все полосы, указанные в TS 36.101⁹, за исключением полосы 47, поддерживают работу с интерфейсом Uu.</p> <p>Полосы для интерфейса Uu при его использовании в сочетании с PC5</p> <p>Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц DL: 1805–1880 МГц</p> <p>Полоса 5: UL: 824–849 МГц DL: 869–894 МГц</p> <p>Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц DL: 2620–2690 МГц</p> <p>Полоса 8: UL: 880–915 МГц DL: 925–960 МГц</p>	<p>Для выпуска 14</p> <p>Полоса 47: 5855–5925 МГц</p>

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>.

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 PC5¹⁰, указаны в таблице 14.

¹⁰ Опубликованные стандарты ATIS доступны по адресу: <https://www.atis.org/docstore/default.aspx>.

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	
		Интерфейс Uu	Интерфейс PC5
Рабочий диапазон частот	5855–5925 МГц	<p>Все полосы, указанные в ETSI TS 36 101¹², поддерживают работу с интерфейсом Uu, за исключением полосы 47.</p> <p>Полосы для интерфейса Uu при его использовании в сочетании с PC5¹³</p> <p>Полоса 3: UL: 1710–1785 МГц DL: 1805–1880 МГц</p> <p>Полоса 5: UL: 824–849 МГц DL: 869–894 МГц</p> <p>Полоса 7: UL: 2500–2570 МГц DL: 2620–2690 МГц</p> <p>Полоса 8: UL: 880–915 МГц DL: 925–960 МГц</p> <p>Полоса 20: UL: 832–862 МГц DL: 791–821 МГц</p> <p>Полоса 28: UL: 703–748 МГц DL: 758–803 МГц</p> <p>Полоса 34: UL: 2010–2025 МГц DL: 2010–2025 МГц</p> <p>Полоса 39: UL: 1880–1920 МГц DL: 1880–1920 МГц</p> <p>Полоса 41: UL: 2496–2690 МГц DL: 2496–2690 МГц</p> <p>Полоса 71: UL: 663–698 МГц DL: 617–652 МГц</p>	<p>Для выпусков 14 и 15 Полоса 47: 5855–5925 МГц</p>

¹¹ Внедрение любой технологии радиointерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать региональным и национальным нормам регулирования.

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_136101v150400p.pdf

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_136101v150400p.pdf

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	
	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	PUSCH (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

¹⁴ Внедрение в Китае любой технологии радиointерфейса, основанной на стандартах, должно соответствовать китайским государственным нормам регулирования.

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