

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.2084-0
(09/2015)

Стандарты радиоинтерфейсов для 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 Приложении 1 к 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, 2016 г.

© ITU 2016

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.2084-0

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

(Вопрос МСЭ-R 205-5/5)

(2015)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены специальные стандарты радиointерфейсов для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой для применений интеллектуальных транспортных систем. Технические и эксплуатационные характеристики, описанные в настоящей Рекомендации, основаны на современных и существующих полосах частот, которые уже используются в интеллектуальных транспортных системах (ИТС) и применениях в подвижной службе.

Ключевые слова

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

Акронимы и сокращения

| | | | |
|---------|---|------|---|
| ARIB | Association of Radio Industries and Businesses | | Ассоциация представителей радиопромышленности и бизнеса |
| ATS | Abstract Test Suite | | Комплект абстрактных тестов |
| BPSK | Binary phase shift keying | | Двухпозиционная фазовая манипуляция |
| 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 |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute | ETSI | Европейский институт стандартизации электросвязи |
| FEC | Forward error correction | | Упреждающая коррекция ошибок |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers | | Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике |
| ITS | Intelligent Transport Systems | ИТС | Интеллектуальные транспортные системы |
| OFDM | Orthogonal frequency-division multiplexing | | Ортогональное частотное разделение |
| 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 |
| TSS & TP | Test Suite Structure and Test Purposes | Структура комплекта тестов и цели тестов |
| TTA | Telecommunications Technology Association | Ассоциация технологий электросвязи |
| V2I | Vehicle-to-infrastructure | Связь транспортного средства с инфраструктурой |
| 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 |

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что организации по разработке стандартов (ОПС) разрабатывают специальные стандарты радиointерфейсов 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,

отмечая

Рекомендацию МСЭ-R М.1453, в которой содержатся рекомендации, касающиеся выделенной связи на короткие расстояния (DSRC) в диапазоне частот 5,8 ГГц,

рекомендует,

чтобы для связи между транспортными средствами и между транспортными средствами и инфраструктурой использовались стандарты радиointерфейсов, представленные в Приложениях 1–4.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Технические характеристики этих стандартов сведены в Приложении 5.

Приложение 1

Стандарты ЕТСИ

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

- использование спектра 5,9 ГГц;
- многоканальная работа;
- децентрализованный контроль перегрузки (DCC);
- сосуществование приложений ИТС и EFC (с использованием DSRC CEN) в диапазонах 5,8 ГГц и 5,9 ГГц.

ТАБЛИЦА 1

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 европейский стандарт EN, охватывающий основополагающие требования Статьи 3.2 Директивы по R&TTE | 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 |

ТАБЛИЦА 2

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 обеспечения сосуществования комбинированных ИТС G5 с RTTT DSRC Часть 1: Свидетельство соответствия реализации протоколу (PICS) | ETSI TS 102 916-1 |

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

| Заголовок стандарта тестирования | Номер стандарта |
|---|-------------------|
| 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 |

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 и других служб в полосе 5850–5925 МГц.

Руководство программой ИТС осуществляет Управление совместных программ для ИТС Федерального управления шоссеиных дорог Соединенных Штатов. 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™-2012 – 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 в части создания возможности беспроводной связи преимущества 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 802.11-2012 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™-2013 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок – Услуги безопасности для сообщений приложений и управления

IEEE 1609.3™-2010 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Услуги организации сетей

IEEE 1609.3™-2010/Cor 1-2012 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Услуги организации сетей – Исправление 1: Различные поправки

IEEE 1609.3™-2010/Cor 2-2014 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Услуги организации сетей – Исправление 2: Исправление обнаруженных ошибок

IEEE 1609.4™-2010 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Многоканальная работа

IEEE 1609.4™-2010/Cor 1-2014 – Стандарт IEEE для беспроводного доступа в условиях автотранспортных перевозок (WAVE) – Многоканальная работа – Исправление 1: Исправление обнаруженных ошибок

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™-2012 – 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 3.

ТАБЛИЦА 3

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, 16QAM OFDM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4 |
| Скорость передачи данных | 3 Мбит/с; 4,5 Мбит/с; 6 Мбит/с; 9 Мбит/с; 12 Мбит/с; 18 Мбит/с |
| Управление доступом к среде | CSMA/CA |

В таблице 3 приведены основные спецификации стандарта ARIB; ARIB STD-T109¹. Интеллектуальные транспортные системы (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 (16QAM OFDM, R = 1/2), 18 Мбит/с (16QAM 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 ТТА

1 Технические характеристики

При обеспечении радиосвязи для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем 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 кбайт в условиях высокой мобильности.

Таким образом, радиосвязь для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем имеет характеристики, приведенные в таблице 4.

ТАБЛИЦА 4

Технические характеристики

| Параметр | Технические характеристики |
|--------------------------------|--|
| Радиочастота | 5 855–5 925 МГц (пилотная система) |
| Ширина полосы РЧ-канала | 10 МГц |
| РЧ-мощность передачи | 23 дБм |
| Тип модуляции | OFDM (BPSK, QPSK, 16QAM, вариант: 64QAM) |
| Скорость передачи данных | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18 Мбит/с, вариант: 24, 27 Мбит/с |
| 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 |

¹ Стандарт ARIB; ARIB STD-T109, Интеллектуальные транспортные системы в диапазоне 700 МГц (http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/5-STD-T109v1_2-E1.pdf).

2 Стандарты ТТА, относящиеся к радиосвязи для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем

В Республике Корея Ассоциация технологий электросвязи (ТТА) установила четыре стандарта для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем. Эти стандарты описаны в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5

Базовые стандарты, относящиеся к радиосвязи для усовершенствованных интеллектуальных транспортных систем

| Заголовок стандарта | Номер стандарта |
|---|--------------------|
| Автомобильная система связи, этап 1: Требования | ТТАК.КО-06.0175/R1 |
| Автомобильная система связи, этап 2: Архитектура | ТТАК.КО-06.0193/R1 |
| Автомобильная система связи, этап 3: РНУ/МАС | ТТАК.КО-06.0216/R1 |
| Автомобильная система связи, этап 3: Организации сети | ТТАК.КО-06.0234/R1 |

Приложение 5

Краткая сводка технических характеристик стандартов

В таблице 6 приведены технические характеристики каждого стандарта.

ТАБЛИЦА 6

Технические характеристики

| Параметр | ETSI (Приложение 1) | IEEE (Приложение 2) | ARIB (Приложение 3) | ТТА (Приложение 4) |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| Рабочий диапазон частот | 5 855–5 925 МГц | 5 850–5 925 МГц | 755,5–764,5 МГц (один канал) | 5 855–5 925 МГц (пилотная система) |
| Ширина полосы РЧ-канала | 10 МГц | 10 МГц или 20 МГц | Менее 9 МГц | Менее 10 МГц |
| РЧ-мощность передачи/э.и.и.м. | Макс. э.и.и.м. = 33 дБм | | – | 23 дБм |
| Плотность РЧ-мощности передачи | | | 10 дБм/МГц | |
| Схема модуляции | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16QAM OFDM, 64QAM OFDM | 64-QAM-OFDM 16-QAM-OFDM QPSK-OFDM BPSK-OFDM 52 поднесущие | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16QAM OFDM | BPSK OFDM, QPSK OFDM, 16QAM OFDM, вариант: 64QAM |
| Упреждающая коррекция ошибок | Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4, 2/3 | Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4 | Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4 | Сверточное кодирование, скорость = 1/2, 3/4 |

ТАБЛИЦА 6 (окончание)

| Параметр | ETSI (Приложение 1) | IEEE (Приложение 2) | ARIB (Приложение 3) | TTA (Приложение 4) |
|-----------------------------|---|--|--|--|
| 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 | 3; 4,5; 6; 9; 12; 18; 24 и 27 Мбит/с для разноса каналов 10 МГц 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 и 54 Мбит/с для разноса каналов 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 Мбит/с, вариант: 24, 27 Мбит/с |
| Управление доступом к среде | CSMA/CA | CSMA/CA | CSMA/CA | CSMA/CA, вариант: временной слот на основе CSMA/CA |
| Дуплексный метод | TDD | TDD | TDD | TDD |