|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R M.1452-1**  **(10/2009)** |
| **Системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных транспортных систем** |
| **Серия M**  **Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. 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/publications/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** | **Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 1 МСЭ-R.* |

*Электронная публикация*Женева, 2010 г.

© ITU 2010

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.1452-1

Системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн  
для применений интеллектуальных транспортных систем

(Вопрос МСЭ-R 205/5)

(2000-2009)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации изложены требования к системам, технические и эксплуатационные характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных транспортных систем, которые должны использоваться в целях проектирования систем. В Рекомендации рассматриваются маломощные радары для предотвращения столкновений автотранспортных средств, работающие в полосах 60−61 ГГц, 76−77 ГГц и 77−81 ГГц, а также комплексные системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС в полосе 57−66 ГГц для обеспечения радиосвязи между автотранспортными средствами и радиосвязи между автотранспортным средством и придорожной инфраструктурой.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что интеллектуальные транспортные системы (ИТС) могут существенно содействовать улучшению перевозок и общественной безопасности;

b) что международные стандарты способствовали бы применениям ИТС во всем мире и обеспечили бы экономию за счет масштабов при предоставлении населению оборудования и услуг ИТС;

c) что согласование применений ИТС зависит от общего распределения радиочастотного спектра;

d)что для систем радиосвязи ИТС потребуются системы передачи с высокой пропускной способностью в целях обеспечения работы мультимедийных применений и применений с высоким разрешением;

e) что для систем радиосвязи ИТС потребуются также системы передачи с низкой пропускной способностью для обеспечения безопасного функционирования автотранспортных средств, например радары для предотвращения столкновений автотранспортных средств;

f) что комплексная система, обеспечивающая функции радара и радиосвязи, является полезной для безопасного управления автомобилем и комфорта водителя;

g) что высокоскоростные системы связи ИТС миллиметрового диапазона, в которых используется технология передачи радиосигналов по волокну, были тщательно изучены на исследовательских форумах и в отраслях;

h) что частотный диапазон миллиметровых волн имеет существенные преимущества и обеспечивает большýю ширину полосы для таких комплексных систем ИТС, обеспечивающих функции радара и связи;

j) что частотный диапазон миллиметровых волн используется также другими радиосистемами, действующими в соответствии с Регламентом радиосвязи;

k) что до 1 июля 2013 года полоса 21,65−26,65 ГГц временно используется Европейской конференцией администраций почт и электросвязи (СЕПТ) для автомобильных радаров малого радиуса действия;

l) что сильное поглощение в части частотных диапазонов миллиметровых волн, обусловленное наличием кислорода и водяного пара в атмосфере может снизить помехи между различными радиослужбами, работающими в этих диапазонах;

m) что необходимо определить технические и эксплуатационные характеристики комплексных систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС с целью содействия развертыванию таких систем в глобальном масштабе,

отмечая,

a) что Технический комитет TC204 Международной организации по стандартизации (ИСО) опубликовал стандарты, не относящиеся к радиотехническим аспектам ИТС, с учетом работы признанных внешних организаций;

b) что Комитет ERM (Вопросы электромагнитной совместимости и радиочастотного спектра) Европейского института стандартизации электросвязи (ЕТСИ) опубликовал стандарты, касающиеся радиотехнических аспектов ИТС, которые могут дополнительно содействовать усилиям МСЭ-R;

c) что в Институте инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) рассматриваются стандарты, касающиеся связи в диапазоне миллиметровых волн, для сетей беспроводной персональной связи в полосе частот 57−66 ГГц, например IEEE 802.15.3c;

d) что в Справочнике по сухопутной подвижной службе (Том 4 по ИТС) содержится информация о связи в диапазоне миллиметровых волн, включая характеристики распространения при связи между автотранспортными средствами и при связи между автотранспортными средствами и наличии радара;

e) что во всем мире полоса 76−77,5 ГГц распределена на первичной основе радиоастрономической службе, которая особенно подвержена нарушениям, вызываемым применениями мобильных ИТС, ввиду крайне низкого уровня исследуемых сигналов из космоса и возможности нахождения автотранспортных средств вблизи радиотелескопов,

рекомендует,

**1** чтобы представленные в Приложении 1 эксплуатационные и технические характеристики радара для предотвращения столкновений, входящего в состав систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС, использовались в качестве руководящего указания при решении задач проектирования систем;

**2** чтобы представленные в Приложении 2 эксплуатационные и технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС, используемых для передачи данных между автотранспортными средствами и между автотранспортным средством и придорожной инфраструктурой, применялись в качестве руководящего указания при решении задач проектирования систем.

Приложение 1  
  
Маломощное автомобильное радиолокационное оборудование малого радиуса действия, работающее в диапазонах 60 ГГц и 70 ГГц

# 1 Общие положения

1.1 Введение

В диапазоне миллиметровых волн рассматривается несколько полос для автомобильных радаров: диапазон 76 ГГц уже был отведен для этих целей Федеральной комиссией связи (ФКС) в Соединенных Штатах Америки и Министерством внутренних дел и связи (MIC) Японии. В Соединенных Штатах автомобильные радары, работающие в диапазоне 75 ГГц, не могут создавать вредных помех и должны принимать помехи, которые могут быть вызваны работой санкционированной радиосистемы, другим источником преднамеренного или непреднамеренного излучения, промышленным, научным и медицинским (ПНМ) оборудованием или случайным источником. Кроме того, в соответствии с европейскими требованиями к спектру RTTT (телематические средства для дорожного транспорта и движения) в ЕТСИ были приняты европейские стандарты для маломощных автомобильных радаров, работающих в полосах 76−77 ГГц и 77−81 ГГц. Министерство внутренних дел и связи (MIC) Японии распределило также полосу 60−61 ГГц для этого применения. Эта работа привела к тому, что в рамках ASTAP (программа АТСЭ по стандартизации) рассматривается предложение о разработке проекта стандарта маломощного автомобильного радара малого радиуса действия, работающего в полосах 60−61 ГГц и 76‑77 ГГц.

Современные автомобильные радиолокационные системы диапазона миллиметровых волн подразделяются на две категории в соответствии с диапазонами и шириной полосы измерения:

– радар "большого радиуса действия" для адаптивного автоматического поддержания скорости (ACC), работающий в полосе 76−77 ГГц, с дальностью измерения до 150 м.

– радар "малого радиуса действия" с дальностью измерения до 30 м, работающий в полосе 77−81 ГГц, которая распределена также в Европе.

Поскольку автотранспортные средства продаются по всему миру, автомобильная промышленность[[1]](#footnote-1) весьма заинтересована в согласовании этих полос частот и соответствующих параметров в масштабах всего мира.

Типовая радиолокационная система, используя миллиметровые волны, может обнаруживать определенные условия в пределах примерно 100 м от автотранспортного средства. Такую систему предполагается применять для предотвращения столкновений и других происшествий.

На рисунке 1 показан пример маломощного автомобильного радара.



В зависимости от количества датчиков радаров и их расположения можно обнаруживать объекты в секторах или даже повсюду вокруг автомобиля. Сигналы датчиков являются основой не только для систем помощи водителю (например, системы адаптивного автоматического поддержания скорости), но также для широкого спектра автомобильных применений активного и пассивного обеспечения безопасности.

## 1.2 Сфера применения

Системы мониторинга пространства вблизи автотранспортных средств будут играть важную роль в обеспечении безопасности управления ими. Нечувствительный к плохой погоде и грязи автомобильный радар подходит для управления автомобилями в сложных условиях.

На рисунке 2 представлена схема автомобильного радара.



Имеются следующие подсистемы:

– *Антенна/РЧ блок*

Эта часть состоит из передающей антенны, приемной антенны, приемного оборудования и передающего оборудования. В этой части выполняется модуляция сигнала, перенос на высокие частоты, передача и прием радиоволн. Этот блок может оснащаться несколькими антеннами и может осуществлять сканирование в луче.

– *Блок обработки сигнала*

Этот блок оценивает расстояние и скорость на основе подсчета сигналов, переданных радиочастотным блоком. Иногда здесь выполняется оценка среднего расстояния и скорости, а также ослабление помех. Когда антенна выполняет сканирование в луче, этот блок рассчитывает направление на обнаруженные объекты.

– *Блок распознавания*

Этот блок может выбирать и систематизировать наиболее желаемые или нужные данные в зависимости от потребностей каждой системы. Например, блок распознает наиболее существенные препятствия и может оценить, следует ли автомобиль, идущий впереди, по той же полосе. Иногда этот блок усредняет собранные значения, отфильтровывает помехи и повышает точность вычислений и достоверность данных путем отслеживания объектов и объединения данных с данными, полученными от других датчиков.

# 2 Требования к системе

## 2.1 Полоса радиочастот

*Полоса в диапазоне 60 ГГц*: 60−61 ГГц. Этот диапазон находится в пределах полосы очень сильного поглощения, обусловленного атмосферным кислородом, и полезен только для связи очень небольшой дальности ввиду большого ослабления с расстоянием.

*Полоса 76 ГГц и 79 ГГц*: 76−77 ГГц и 77−81 ГГц. В этой полосе атмосферное поглощение гораздо меньше, чем в полосе 60−61 ГГц.

## 2.2 Метод радиолокации и метод модуляции

Рекомендуются следующие четыре метода радиолокации (с методами модуляции):

– метод FM-CW (частотная модуляция);

– импульсный метод (импульсная модуляция);

– скачкообразная перестройка частоты импульсных сигналов;

– двухчастотный метод CW (нет модуляции или частотной модуляции);

– метод расширения спектра (расширение спектра с применением прямой последовательности).

2.3 Мощность передачи и коэффициент усиления антенны

Мощность передачи (мощность, передаваемая в антенну) определяется дальностью обнаружения, диапазоном углов и шириной полосы.

2.4 Заданная ширина полосы

До 4,0 ГГц.

Приложение 2  
  
Технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для передачи данных между транспортными средствами и между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой

# 1 Общие технические характеристики

1 Метод передачи: односторонняя передача, симплекс, полудуплекс, полный дуплекс, многоадресная передача.

2 Метод модуляции: необходимый для данного применения.

3 Полоса частот: 57,0−66,0 ГГц (план размещения частот радиостволов, который следует использовать в отношении применений ИТС, будет определен отдельно по районам или странам).

4 Мощность передатчика (мощность, передаваемая в антенну)/э.и.и.м.: 10 мВт или меньше/40 дБм или меньше.

5 Допустимая занимаемая ширина полосы: 2,5 ГГц или меньше.

# 2 Примеры технических характеристик систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС

В таблице 1 приведены характеристики, которые определены для систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн, применяемых для ИТС.

ТАБЛИЦА 1

Технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пункт | Техническая характеристика | | |
| Система A | Система B | Система C |
| Метод передачи | Односторонняя передача, симплекс, полудуплекс, полный дуплекс, многоадресная передача | | |
| Метод модуляции | Метод модуляции не предоставляется, с тем чтобы соответствовать обновлению будущего использования | | |
| Полоса частот | 63,0−64,0 ГГц | 59,0−66,0 ГГц | 57,0−64,0 ГГц |
| Мощность передатчика (мощность, передаваемая в антенну) | 40 дБм | 10 мВт или меньше | 10 мВт или меньше |
| э.и.и.м. |
| Допустимая занимаемая ширина полосы |  | 2,5 ГГц или меньше |  |
| Коэффициент усиления антенны | 23 дБи или меньше (ослабление бокового лепестка: 20 дБ) | 47 дБи или меньше | 17 дБи (47 дБи для применения передачи из пункта в пункт) |

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

1. Многие производители и поставщики автомобилей входят в отраслевую группу SARA (Стратегическое распределение частот для автомобильных радаров, [www.SARA-group.org](http://www.SARA-group.org)). [↑](#footnote-ref-1)