

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.1452-1**

(10/2009)

## **Системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных транспортных систем**

**Серия М**

**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-T/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-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/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
<b>M</b>	<b>Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы</b>
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.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.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 большую 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;

к) 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;

л) 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;

м) 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,*

а) что Технический комитет ТС204 Международной организации по стандартизации (ИСО) опубликовал стандарты, не относящиеся к радиотехническим аспектам ИТС, с учетом работы признанных внешних организаций;

б) 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;

с) 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 802.15.3с;

д) 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 наличием радара;

е) 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 (МИС) 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 (МИС) Японии распределило также полосу 60–61 ГГц для этого применения. Эта работа привела к тому, что в рамках ASTAR (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 (АСС), 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<sup>1</sup> 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. Таковую систему предполагается применять для предотвращения столкновений и других происшествий.

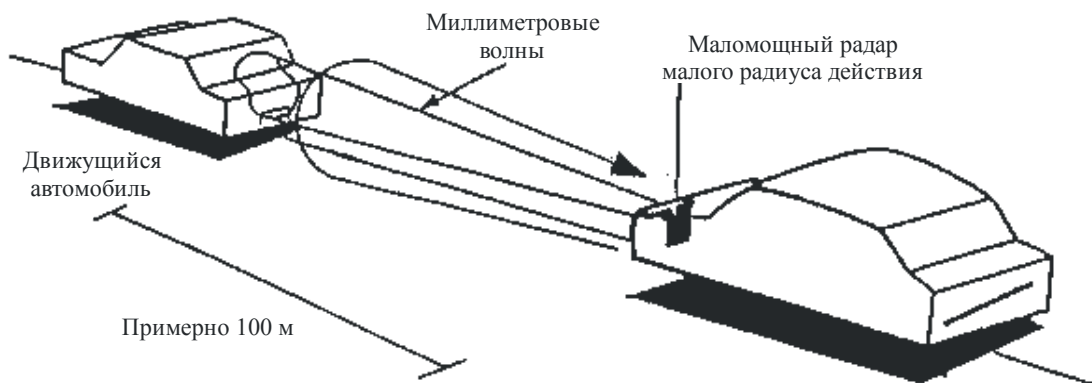
На рисунке 1 показан пример маломощного автомобильного радара.

---

<sup>1</sup> 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)).

РИСУНОК 1

Пример автомобилей, использующих маломощный радар  
малого радиуса действия



1452-01

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.

РИСУНОК 2

Схема радара малого радиуса действия для автотранспортных средств



1452-02

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 А	Система В	Система С
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)