

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.1452-2 (05/2012)

Автомобильные радары для предотвращения столкновений и 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**



Международный
союз
электросвязи

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	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 МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2012 г.

© ITU 2012

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.1452-2

Автомобильные радары для предотвращения столкновений и системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных транспортных систем

(Вопрос МСЭ-R 205/5)

(2000-2009-2012)

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 качестве проектных параметров системы. В Рекомендации рассматриваются автомобильные радары для предотвращения столкновений, работающие в полосах 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) будут существенно содействовать повышению безопасности на транспорте и общественной безопасности;
- b) что международные стандарты способствовали бы применениям ИТС во всем мире и обеспечили бы экономию за счет масштаба при предоставлении населению оборудования и услуг ИТС;
- c) что согласование применений ИТС зависит от общего распределения спектра радиочастот;
- 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 автомобильные радары для предотвращения столкновений;
- 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 значительную ширину полосы для таких комплексных систем ИТС, включающих функции радара и связи;
- j) что частотный диапазон миллиметровых волн используется также другими радиосистемами, действующими в соответствии с Регламентом радиосвязи;
- k) 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;
- l) 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 (ИЕЭЭ) рассматриваются стандарты, касающиеся связи в диапазоне миллиметровых волн, для сетей беспроводной персональной связи в полосе частот 57–66 ГГц;
- 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,

признавая,

- а) что во всем мире полоса 77,5–78 ГГц распределена на первичной основе любительской и любительской спутниковой службам;
- б) что во всем мире полосы 76–77,5 ГГц и 78–81 ГГц распределены на первичной основе радиолокационной и радиоастрономической службам,

рекомендует,

- 1 чтобы представленные в Приложении 1 эксплуатационные и технические характеристики автомобильных радаров, работающих в полосе 76–77 ГГц, использовались в качестве руководящего указания по проектным параметрам системы;
- 2 чтобы представленные в Приложении 2 эксплуатационные и технические характеристики оборудования автомобильных радаров, работающих в полосе 77–81 ГГц, согласно Приложению 2, использовались в качестве руководящего указания по проектным параметрам системы;
- 3 чтобы представленные в Приложении 3 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 по проектным параметрам системы.

Приложение 1

Автомобильные радары для предотвращения столкновений, работающие в полосе 76–77 ГГц

1 Общие положения

1.1 Введение

В диапазоне миллиметровых волн рассматривается несколько полос для автомобильных радаров: полоса 76–77 ГГц уже была предназначена для этих целей Федеральной комиссией связи (ФКС) в Соединенных Штатах Америки и Министерством внутренних дел и связи (МИС) Японии. В Соединенных Штатах функционирование автомобильных радаров, работающих в полосе 76–77 ГГц, регулируется в соответствии с п. 15.253 тома 47 правил ФКС, и как относящиеся к части 15 эти устройства 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 для дорожного транспорта и телематики дорожного движения (RTTT) в ЕТСИ были приняты европейские стандарты для автомобильных радаров, работающих в полосе 76–77 ГГц (ETSI EN 301 091), а Европейский комитет по электронным средствам связи (ЕСС) принял решение (ЕСС/DEC/(02)01) о полосах частот, предназначенных для координированного введения RTTT, включая полосу 76–77 ГГц. В Японии полоса 76–77 ГГц предназначена для применения данного вида (ARIB STD-T48).

В октябре 2010 года Российская Федерация определила полосу 76–77 ГГц для автомобильных радаров.

В результате этого в рамках Азиатско-Тихоокеанской программы по стандартизации (АСТАР) было рассмотрено предложение по проекту стандарта автомобильных радаров для предотвращения столкновений, работающих в полосе 76–77 ГГц.

1.2 Сфера применения

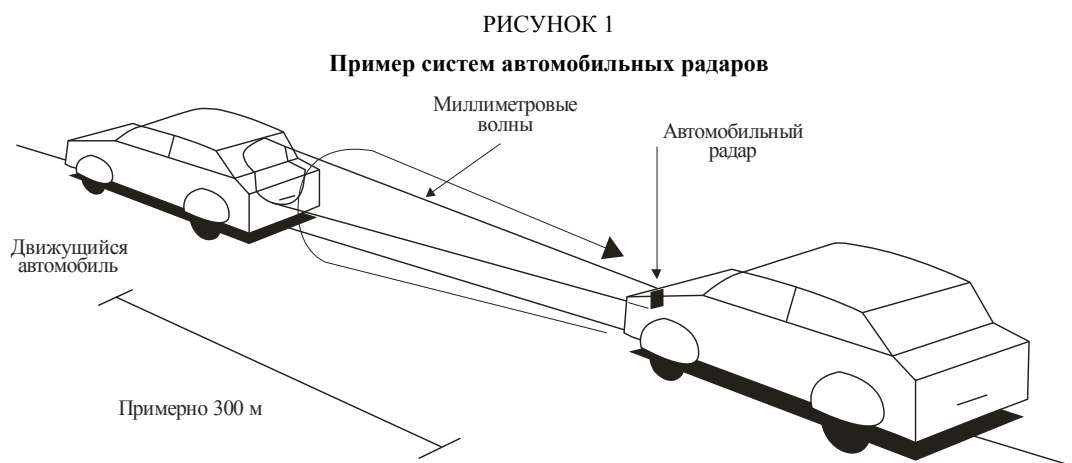
Современные автомобильные радиолокационные системы диапазона миллиметровых волн подразделяются на две категории в соответствии с диапазонами и шириной полосы измерения:

- Категория 1: радар для адаптивного автоматического поддержания скорости (АСС) и предотвращения столкновений (СА), работающий в полосе 76–77 ГГц, с дальностью измерения до 300 м.
- Категория 2: радар "малого радиуса действия" для таких применений, как обнаружение объектов вне зоны видимости водителя (BSD), помощь при смене ряда движения (LCA) и предупреждение об объектах, движущихся в поперечном направлении сзади (RTCA), с дальностью измерения до 100 м, работающий в полосе 77–81 ГГц, (категорию 2 см. в Приложении 2).

Обоснование разделения этих применений на две разных полосы частот приведено в Отчете 56 ЕСС с указанием, что исследования совместного использования частот показали невозможность совместного использования частот применениями категории 1 и категории 2, если они работают в общей полосе частот.

Поскольку автотранспортные средства продаются по всему миру, автомобильная промышленность весьма заинтересована в согласовании этих полос частот и соответствующих параметров в масштабах всего мира.

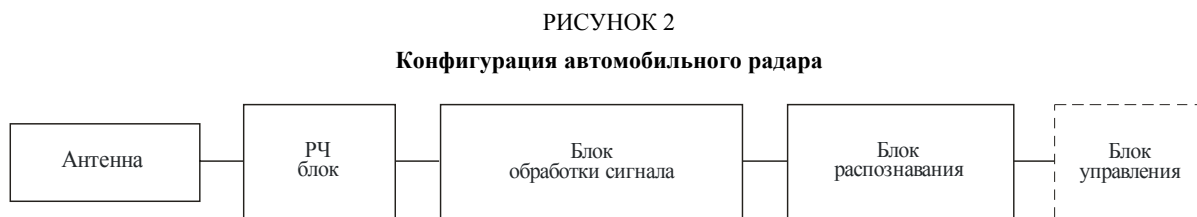
На рисунке 1 представлен пример автомобильного радара.



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.

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

На рисунке 2 представлена конфигурация автомобильного радара.



М.1452-02

В состав входят 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. Данный блок может быть оснащен несколькими антеннами и осуществлять сканирование лучом.

– *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 воздействия помех. Когда антенна выполняет лучевое сканирование, данный блок рассчитывает направление на обнаруженные объекты.

– *Блок распознавания*

Этот блок может выбирать и систематизировать наиболее желаемые или необходимые 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 измерений и достоверность данных путем отслеживания объектов и объединения данных с данными, полученными от других датчиков.

2 Требования к системе

2.1 Методы радиолокации и модуляции

Рекомендуются следующие методы радиолокации (с методами модуляции):

- метод радиолокации с внутриимпульсной ЛЧМ (быстрый FM-CW);
- импульсный метод (импульсная модуляция);
- скачкообразная перестройка частоты импульсных сигналов;
- двухчастотный метод непрерывного излучения (отсутствие модуляции или частотная модуляция);
- метод расширения спектра (расширение спектра с применением прямой последовательности).

2.2 Эксплуатационные и технические характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76–77 ГГц

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76–77 ГГц приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76–77 ГГц

Характеристика (параметр)	Значение
Эксплуатационные характеристики	
Применение	Адаптивное автоматическое поддержание скорости (АСС) АСС с функцией движения в режиме частых остановок (stop&go) Предотвращение столкновения (СА)
Типовая установка	Один датчик (за решеткой радиатора)
Технические характеристики	
Типовой диапазон	0–300 м
Диапазон частоты	76,00–77,00 ГГц
Указанная ширина полосы (типовая)	до 1 ГГц
Пиковая мощность (э.и.и.м.)	до +55 дБм
Средняя мощность (э.и.и.м.)	23,5–50 дБм

Приложение 2

Автомобильные радары для предотвращения столкновений, работающие в полосе 77–81 ГГц

1 Общее

1.1 Введение

Существующая технология автомобильных радаров, работающих на частоте ниже 30 ГГц, обуславливает либо ограниченный диапазон (оборудование США, 24 ГГц), либо ограниченное разрешение (радары ПНМ, 24 ГГц). Вследствие этого, СЕПТ пришла к заключению, что полосу 77–81 ГГц следует рассматривать как единственную глобально согласованную полосу частот для автомобильных радаров. Полоса 77–81 ГГц в июле 2004 года была определена Европейской конференцией администраций почт и электросвязи (СЕПТ) для автомобильных радаров (ЕСС/DEC/(04)03). Европейская комиссия приняла решение 2004/545/ЕС о согласовании спектра радиочастот в диапазоне 79 ГГц для использования автомобильных радаров. Для радаров малого радиуса действия (SRR), работающих в полосе 77–81 ГГц, ЕТСИ был принят согласованный стандарт EN 302 264.

В марте 2010 года Министерство внутренних дел и связи (МИС) Японии создало в Совете по информации и связи группу для введения в использование в стране радаров с высоким разрешением в полосе частот 77–81 ГГц.

В октябре 2010 года Российская Федерация определила полосу 77–81 ГГц для автомобильных радаров.

Для обеспечения возможности функционирования будущих применений автомобильных радаров для обнаружения объектов вблизи автомобиля, таких как пешеходы и велосипедисты, одновременно необходимы расширенный диапазон и высокая разрешающая способность. В результате автомобильные применения будут усовершенствованы благодаря введению функций безопасности на основе прогнозирования. Для этих целей предусматривается и уже распределена в Европе полоса частот 77–81 ГГц.

2 Требования к системе

2.1 Методы радиолокации и модуляции

Рекомендуются следующие метода радиолокации (с методами модуляции):

- метод непрерывного излучения с частотной модуляцией (частотная модуляция);
- метод радиолокации с внутриимпульсной ЛЧМ (быстрый FM-CW);
- метод расширения спектра (расширение спектра с применением прямой последовательности);
- импульсный метод (импульсная модуляция);
- двухчастотный метод непрерывного излучения (отсутствие модуляции или частотная модуляция);
- метод частотного кода.

2.2 Эксплуатационные и технические характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 77–81 ГГц

Характеристики типового автомобильного радара приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 77–81 ГГц

Параметр	Значение	
	Система А	Система В ¹
Средняя спектральная плотность мощности (э.и.и.м.)	9 дБм/МГц	–3 дБм/МГц (ПРИМЕЧАНИЕ 1)
Пиковая мощность (э.и.и.м.)	+45 дБм	+55 дБм (ПРИМЕЧАНИЕ 2)
Мощность передачи	10 дБм	
Усиление антенны	35 дБи	
Указанная ширина полосы	до 4 ГГц	

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Максимальная средняя спектральная плотность мощности за пределами автомобиля, создаваемая в результате работы одного радара малого радиуса действия, не должна превышать –9 дБм/МГц э.и.и.м.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Пиковая мощность определяется в полосе шириной 50 МГц.

¹ Параметры системы В взяты из ETSI EN 302 264.

Приложение 3

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

1 Общие технические характеристики

- Метод передачи: односторонняя передача, симплекс, полудуплекс, полный дуплекс, многоадресная передача.
- Метод модуляции: необходимый для данного применения.
- Полоса частот: 57,0–66,0 ГГц (план размещения частот радиостолов, который следует использовать в отношении применений ИТС, будет определен отдельно по районам или странам).
- Мощность передатчика (мощность, передаваемая в антенну): 10 мВт или меньше/э.и.и.м.; 40 дБм или меньше.
- Допустимая занимаемая ширина полосы: 2,5 ГГц или меньше.

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

В таблице 3 приведены характеристики, которые определены для систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн, применяемых для ИТС.

ТАБЛИЦА 3

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)		10 мВт или меньше	10 мВт или меньше
Максимальная э.и.и.м.	40 дБм		
Допустимая занимаемая ширина полосы		2,5 ГГц или меньше	
Усиление 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)