

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.2068-0
(02/2015)

Характеристики и критерии защиты систем, работающих в подвижной службе в полосе частот 14,5–15,35 ГГц

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.2068-0

Характеристики и критерии защиты систем, работающих в подвижной службе в полосе частот 14,5–15,35 ГГц

(2014)

Сфера применения

В данной Рекомендации указаны характеристики и критерии защиты систем, работающих в подвижной службе в полосе частот 14,5–15,35 ГГц. Эти технические и эксплуатационные характеристики следует использовать при анализе совместимости между системами, работающими в подвижной службе, и системами других служб.

Ключевые слова

Подвижная служба, технические характеристики, критерии защиты.

Сокращения/гlossарий

BPSK	Binary phase shift keying	Двоичная фазовая манипуляция
FET	Field effect transistor	Полевой транзистор
FSK	Frequency shift keying	Частотная манипуляция
QPSK	Quadrature phase shift keying	Квадратурная фазовая манипуляция
RF	Radio frequency	РЧ Радиочастота

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что системы подвижной связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц применяются для различных целей, в том числе линий передачи данных "земля-земля" сухопутной подвижной службы, используемых для передачи голоса, данных и/или видео;
- b)* что характеристики систем подвижной связи, относящиеся к антеннам, распространению сигнала и большой ширине полосы, являются оптимальными для выполнения их функций и требований к ним в определенных полосах частот;
- c)* что технические характеристики систем, работающих в подвижной службе в этой полосе частот, определяются назначением системы и сильно различаются;
- d)* что типовые технические и эксплуатационные характеристики систем, работающих в полосах частот, распределенных подвижной службе, необходимы для определения технической осуществимости внедрения новых типов систем, а также проведения исследований совместного использования частот;
- e)* что требуются процедуры и методики анализа совместимости между системами, работающими в подвижной службе, и системами других служб;
- f)* что администрациям, проводящим исследования МСЭ-R в области совместного использования частот и совместимости, которые касаются предложений о новых распределениях частот в любой части полосы частот 14,5–15,35 ГГц, следует принимать во внимание работу действующих служб в этой полосе, включая подвижную службу,

признавая,

что санкционирование работы этих систем и их эксплуатация должны соответствовать принятой национальной политике в области спектра и Регламенту радиосвязи МСЭ,

отмечая,

- a) что полоса частот 14,5–15,35 ГГц распределена на первичной основе во всемирном масштабе подвижной службе и фиксированной службе;
- b) что полоса частот 14,5–14,8 ГГц распределена на первичной основе во всемирном масштабе фиксированной спутниковой службе (Земля-космос), ограниченной в п. 5.510 РР фидерными линиями радиовещательной спутниковой службы, для стран, находящихся вне Европы;
- c) что полоса частот 14,5–15,35 ГГц распределена на вторичной основе во всемирном масштабе службе космических исследований,

рекомендует,

- 1 чтобы технические и эксплуатационные характеристики систем, работающих в подвижной службе, которые указаны в Приложении 1, считались типовыми для систем, работающих в полосе частот 14,5–15,35 ГГц;
- 2 чтобы технические и эксплуатационные характеристики систем, работающих в подвижной службе, которые указаны в Приложении 1, применялись в исследованиях совместного использования частот и совместимости с участием подвижной службы и других служб в полосе частот 14,5–15,35 ГГц;
- 3 чтобы критерий отношения уровня мощности мешающего сигнала к уровню мощности шума приемника системы подвижной связи, I/N , равный –6 дБ, использовался в качестве требуемого уровня защиты для систем подвижной связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц и чтобы при наличии многих источников помех этот уровень защиты относился к суммарным помехам.

Приложение 1

Технические и эксплуатационные характеристики систем, работающих в подвижной службе в полосе частот 14,5–15,35 ГГц

1 Введение

В полосе частот 14,5–15,35 ГГц системами подвижной связи обеспечивается целый ряд полезных функций, включающих от надежной передачи больших объемов данных в сухопутной подвижной службе до широкополосных линий сухопутной подвижной связи, предназначенных для передачи голоса, данных и видео.

2 Технические характеристики систем подвижной связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц

Технические параметры типовых систем подвижной связи, работающих в полосе частот 14,5–15,35 ГГц, представлены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Характеристики систем подвижной связи в полосе 14,5–15,35 ГГц

Характеристики	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5	Система 6	Ед. изм.
Полоса частот	14,5–15,35	14,5–15,35	14,5–15,35	14,5–15,0	14,5–15,30	14,6–15,35	ГГц
Тип платформы	Сухопутное подвижное транспортное средство	Портативное устройство	Сухопутное подвижное транспортное средство	Сухопутное подвижное транспортное средство	Сухопутное подвижное транспортное средство	Сухопутное подвижное транспортное средство	
Модуляция	8-QAM, QPSK	BPSK	FSK	FSK	BPSK/OQPSK	BPSK/QPSK/QAM	
Обозначение излучения	50M0G1D	18M5F9W	4M60F9W	20M0G7W	2M46G1D	40M0G7W	
Выходная мощность передатчика*	15 (пиковая)	5 (пиковая)	25 (пиковая)	18 (пиковая)	40 (средняя)	0,5 (средняя)	Вт
Максимальная скорость передачи данных	140	10	5	19	1,024/3,072	108	Мбит/с
Выходное устройство	Полупроводниковое устройство	Полевой транзистор	Полевой транзистор	Полевой транзистор	Полевой транзистор	Арсенид-галлиевый полевой транзистор	
Тип диаграммы направленности антенны	Направленная	Полусферическая	Направленная	Направленная	Направленная	Направленная	
Тип антенны	Круговая антенная решетка с электронным сканированием	Многоярусная микрополосковая антенная решетка	Многоярусная микрополосковая антенная решетка	Многоярусная микрополосковая антенная решетка	Многоярусная микрополосковая антенная решетка	Фазированная антенная решетка	
Поляризация антенны	Правосторонняя круговая	Линейная	Линейная	Линейная	Горизонтальная и вертикальная	Левосторонняя круговая	
Усиление антенны	18	4	23	25	24	28	дБи
Модель диаграммы направленности антенны	МСЭ-R F.1336 ($k = 0$)	Ненаправленная антенна	МСЭ-R F.1336 ($k = 0$)	МСЭ-R F.1336 ($k = 0$)	МСЭ-R F.1336 ($k = 0$)	МСЭ-R F.1336 ($k = 0$)	

Характеристики	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5	Система 6	Ед. изм.
Ширина луча антенны в горизонтальной плоскости	10	360	3	2,1	2,2	1,9	Градусы
Ширина луча антенны в вертикальной плоскости	15	40	3	2,1	2,2	1,9	Градусы
Высота антенны	4–18	2	4–14	4–13	4–15	4–17	м
Полоса пропускания приемника по ПЧ по уровню –3 дБ	55	21	4	23	3	35	МГц
Коэффициент шума приемника	4	3	3	4	4	5	дБ
Минимальная чувствительность	–93	–98	–105	–97	–106	–94	дБм
Ширина полосы радиочастот, излучаемых передатчиком: –3 дБ/–20 дБ	30/55	10/20	3/6	12/22	1,5/2,4	20/38	МГц

* ПРИМЕЧАНИЕ. – В соответствии со Статьей 21.5 РР в полосе частот 14,5–14,8 ГГц максимальный уровень мощности на входе антенны ограничивается 10 дБВт

3 Характеристики систем подвижной связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц

3.1 Введение

Технический прогресс в области обработки сигналов, сложных методов модуляции, проектирования антенн и полупроводниковых компонентов обеспечивает возможность проектирования и производства систем связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц, предназначенных для использования в качестве портативных устройств (например, Система 2 в Таблице 1) или на наземных подвижных транспортных средствах (например, Система 1 и Система 3 в Таблице 1), которые могут взаимодействовать с другими аналогичными наземными транспортными средствами, при этом одно или оба транспортных средства находятся в движении или в неподвижном состоянии. Портативные устройства могут взаимодействовать друг с другом или с автомобильными системами. Некоторые администрации используют данную полосу для наземных линий передачи данных подвижной службы, по которым передаются голос, данные и/или видео, например, в ситуациях, когда необходимо установить и поддерживать широкополосную связь между подвижными транспортными средствами и персоналом, оказывающим помощь и обеспечивающим общественную безопасность в районе, пострадавшем от катастрофического стихийного бедствия. Платформы, оснащенные этими линиями передачи данных, могут развертываться в любом месте в пределах страны, администрация которой санкционировала их использование.

В этой полосе частот благодаря большой доступной ширине полосы и относительно хорошим условиям распространения радиоволн при отсутствии препятствий можно использовать системы подвижной связи со скоростями передачи данных до нескольких десятков Мбит/с.

Системы подвижной связи, использующие полосу частот 14,5–15,35 ГГц или планируемые для ее использования, как правило, обладают следующими общими характеристиками, которые в значительной степени обусловлены данными требованиями, связанными с их задачами:

- в них обычно используются передатчики с полупроводниковыми усилителями мощности, которые как правило могут настраиваться во всей полосе частот и которые используют цифровые методы модуляции;
- все большее число этих систем имеют главные лепестки антенн, регулируемые и по азимуту, и по углу места с помощью методов управления электронным лучом.

В таблице 1 обобщены технические характеристики типовых систем подвижной связи, развернутых или планируемых для развертывания во всей полосе частот 14,5–15,35 ГГц или в ее участках. Данной информации достаточно для общего расчета в целях оценки совместимости между этими системами подвижной связи и другими системами. Некоторые либо все системы подвижной связи, характеристики которых представлены в таблице 1, обладают перечисленными выше свойствами, хотя они не отражают полный комплект свойств, которые, возможно, появятся в будущих системах.

3.2 Передатчики

Системы подвижной связи, которые эксплуатируются или которые планируется эксплуатировать в полосе частот 14,5–15,35 ГГц, обычно используют методы цифровой модуляции. Определенный передатчик может быть способен излучать сигналы разной формы. В передатчиках обычно используются полупроводниковые выходные устройства для усиления мощности. Тенденция к использованию полупроводниковых передатчиков в новых системах подвижной связи будет сохраняться в обозримом будущем благодаря большой ширине полосы, низкому уровню генерируемых побочных излучений, низкому энергопотреблению и надежности этих устройств.

Типовая ширина полосы излучаемых передатчиком радиочастот (3 дБ) в системах подвижной связи, которые эксплуатируются или которые планируется эксплуатировать в полосе частот 14,5–15,35 ГГц, находится в пределах от примерно 4 МГц до 50 МГц. В настоящее время пиковая мощность на выходе передатчика составляет от 5 Вт (37 дБм) до 25 Вт (44 дБм). Совершенствование полупроводниковых модулей позволит этим системам в ближайшем будущем генерировать в данном диапазоне частот выходную пиковую мощность, составляющую 70–130 Вт. Однако в соответствии со Статьей 21.5 РР в полосе частот 14,5–14,8 ГГц максимальный уровень мощности на входе антенны ограничивается 10 дБВт.

3.3 Приемники

Системы подвижной связи более нового поколения в полосе частот 14,5–15,35 ГГц используют цифровые методы модуляции для повышения показателей качества системы.

Обработка сигналов в системах подвижной связи более нового поколения осуществляется с помощью цифровых методов фазовой, частотной или амплитудной модуляции.

3.4 Антенны

В полосе частот 14,5–15,35 ГГц системами используется множество различных типов антенн. Антенны в этой полосе частот, как правило, имеют различные размеры и, таким образом, представляют интерес для применения там, где важны подвижность и легкий вес. Диаграмма направленности направленных антенн для систем подвижной связи должна иметь возможность покрытия 360° в горизонтальной плоскости с использованием либо электронного, либо механического сканирования. Для получения 360-градусного горизонтального покрытия могут использоваться секторные рупорные антенны или круговые фазированные антенные решетки. При использовании плоских антенн с электронным управлением может потребоваться несколько поверхностей или субантенн для обеспечения 360-градусного горизонтального покрытия. Используются как горизонтальная, так и вертикальная поляризации. Ни в одной из существующих Рекомендаций МСЭ-R не рассматривается надлежащим образом диаграмма направленности антенны для систем подвижной связи в полосе частот 14,5–15,35 ГГц. Вместе с тем применительно к антеннам транспортных средств, для моделирования диаграммы направленности направленной антенны, применяемой в исследованиях совместимости и при анализе совместного использования частот, в качестве временной меры можно использовать аналитические процедуры, содержащиеся в Рекомендации МСЭ-R F.1336, при этом коэффициент k предлагается брать равным 0.

Типовые значения высоты антенны для систем наземных подвижных транспортных средств варьируются от 4 м до 15 м над уровнем земли. Высота 4 м характерна для работы при нахождении антенны в сложенном или убранном положении во время движения транспортного средства. Высота 13–18 м характерна для остановки транспортного средства, когда можно выдвинуть антенную мачту.

Работа при нахождении антенны в убранном положении во время движения транспортного средства может ограничивать мощность полезного сигнала из-за его распространения вне прямой видимости по трассам с различными препятствиями. В этом диапазоне частот для ослабления влияния препятствий, например, листвы, строений и т. д., на распространение электромагнитных волн, целесообразно выбирать возвышенные участки местности в качестве места расположения антенны, с тем чтобы обеспечить максимальную дальность связи при работе системы транспортного средства во время остановки.

4 Критерии защиты

В условиях работы, ограниченных шумами, критерий защиты $I/N = -6$ дБ ограничивает увеличение уровня шума приемника величиной порядка 1 дБ и соответствует отношению $(I + N)/N$, равному 1,26. Увеличение уровня шума на 1 дБ может проявляться, например, в уменьшении доступного запаса на замирание, уменьшении эффективной зоны покрытия, в которой должен обеспечиваться максимальный заданный коэффициент ошибок по битам или снижение чувствительности приемника. Для цифровых приемников, которые должны работать с очень низкими значениями коэффициента ошибок по битам, это является существенным ухудшением. Увеличение на 1 дБ соответствует совокупному воздействию нескольких источников помех при их наличии; уровень помех, принимаемых от какого-либо отдельного источника, зависит от его относительного расположения и других факторов и должен оцениваться в ходе анализа того или иного конкретного сценария. Указанное допустимое отношение I/N отнесено ко входу подвижного приемника и требует учета всех источников помех. При наличии одного источника помех, для защиты систем подвижной связи необходимо, чтобы этот критерий не был превышен за счет помехи от одного источника. При наличии нескольких источников помех, для защиты систем подвижной связи необходимо, чтобы этот критерий не был превышен за счет суммарной помехи от нескольких источников.
