

Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.2115-0

(01/2018)

**Технические и эксплуатационные
характеристики и критерии защиты для
систем воздушной подвижной службы,
работающих в диапазоне частот 45,5–47 ГГц**

Серия М

**Подвижные службы, служба радиоопределения,
любительская 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	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, 2018 год

© ITU 2018

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.2115-0

**Технические и эксплуатационные характеристики и критерии защиты
для систем воздушной подвижной службы, работающих
в диапазоне частот 45,5–47 ГГц**

(2018)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлена информация о технических характеристиках и критериях защиты для систем воздушной подвижной службы (ВПС), работающих в подвижной службе в диапазоне частот 45,5–47 ГГц.

Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ

Рекомендации МСЭ-R М.1851, МСЭ-R Р.2108, МСЭ-R Р.676.

Ключевые слова

Воздушная подвижная служба, ВПС, технические характеристики, критерии защиты

Сокращения/гlossарий

ADL	AMS data link	ВПС	Линия передачи данных ВПС
ADT	Airborne data terminal		Бортовой терминал передачи данных
AMS	Aeronautical mobile service	ВПС	Воздушная подвижная служба
GDT	Ground data terminal		Наземный терминал передачи данных
I/N	Interference-to-Noise ratio		Отношение уровня помех к уровню шума
RHCP	Right hand circularly polarized		С правосторонней круговой поляризацией
RLOS	Radio-line-of-sight		Линия прямой радиовидимости

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

что системы и сети, работающие в воздушной подвижной службе (ВПС), используются для широкополосных и узкополосных бортовых линий передачи данных в целях поддержки применений, относящихся к операциям по оказанию помощи при бедствиях, научным исследованиям, дистанционному зондированию, тушению лесных пожаров, топографической съемке и обследованиям сельскохозяйственных культур, мониторингу трубопроводов, а также других применений для управления в чрезвычайных ситуациях,

признавая,

- что полоса частот 45,5–47 ГГц распределена на всемирной первичной основе подвижной службе;
- что воздушная подвижная служба (ВПС) является разновидностью подвижной службы;
- что воздушная подвижная служба – это подвижная служба между стационарными станциями воздушной подвижной службы и станциями воздушных судов или между станциями воздушных судов;
- что использование систем, работающих в воздушной подвижной службе, не исключает использования этой полосы частот любыми существующими и планируемыми системами подвижной службы и не устанавливает какого бы то ни было приоритета в Регламенте радиосвязи;

- e) что некоторые или все части полосы частот 45,5–47 ГГц распределены также на первичной основе подвижной спутниковой, радионавигационной и радионавигационной спутниковой службам;
- f) что в настоящее время МСЭ рассматривает и изучает новые системы подвижной службы в этих полосах частот;
- g) что работа систем воздушной подвижной службы усложняет совместное использование частот на больших территориях и может потребовать двусторонних соглашений между администрацией, эксплуатирующей ВПС, и затронутыми администрациями;
- h) что в Статье 21 РР указаны предельные значения мощности и другие требования к наземным и космическим службам, работающим в полосах частот выше 1 ГГц,

рекомендует

- 1 рассматривать технические и эксплуатационные характеристики систем, работающих в ВПС, которые описаны в Приложении, в качестве типовых характеристик систем, работающих в полосе частот 45,5–47 ГГц;
- 2 использовать в качестве требуемого уровня защиты приемников ВПС критерий, который определяется отношением уровня мощности мешающего сигнала к уровню мощности шума приемника (I/N) и составляет –6 дБ. В случае если существует несколько потенциальных источников помех, для защиты систем ВПС требуется, чтобы суммарные помехи от нескольких источников не превышали этого критерия.

Приложение

Технические и эксплуатационные характеристики и критерии защиты систем воздушной подвижной службы, работающих в диапазоне частот 45,5–47 ГГц

1 Введение

Системы и сети, работающие в ВПС, все шире используются местными и национальными органами власти, а также учреждениями гражданского сектора, учебными и научно-исследовательскими организациями для широкополосных и узкополосных бортовых линий передачи данных в целях поддержки применений, относящихся к научным исследованиям, дистанционному зондированию, обследованию сельскохозяйственного и городского землепользования, работе местных и национальных правоохранительных органов, картографированию лесных пожаров и мониторингу трубопроводов.

Широкополосные линии передачи данных используются для передачи данных, собранных одним или несколькими бортовыми приборами для научных исследований/дистанционного зондирования, а узкополосные – для управления этими бортовыми приборами дистанционного зондирования.

2 Технические характеристики систем воздушной подвижной службы

В таблице 1 представлены типовые технические характеристики системы ВПС, работающей в полосе частот 45,5–47 ГГц.

ТАБЛИЦА 1

**Типовые технические характеристики систем воздушной подвижной службы
в диапазоне частот 45,5-47 МГц**

Параметр		Единица измерения	Система 1 Бортовая			Система 1 Наземная
Диапазон частот		ГГц	45,5–47,0			
Передатчик						
Выходная мощность		дБм	0–37			0–45
Ширина полосы	3 дБ	МГц	0,8			0,8
	20 дБ	МГц	3			3
	60 дБ	МГц	12			12
Приемник						
Избирательность по РЧ	3 дБ	МГц	590			520
	20 дБ	МГц	1 000			580
	60 дБ	МГц	2 600			720
Избирательность по ПЧ	3 дБ	МГц	400/4			140/2
	20 дБ	МГц	800/15			400/12
	60 дБ	МГц	2 200/45			850/30
Коэффициент шума		дБ	4			4
Чувствительность		дБм	–105 ... –112			–105 ... –110
Антенна						
Усиление антенны		дБи	27	17	13	40
Поляризация			RHCP ⁽¹⁾ и линейная			RHCP ⁽¹⁾ и линейная
Тип антенны			Щелевая решетка			Параболический рефлектор
Ширина луча в горизонтальной плоскости		град.	10	15	29	3
Ширина луча в вертикальной плоскости		град.	15	20	12	3
Диаграмма направленности антенны			Рекомендация МСЭ-R М.1851 (равномерное распределение)			Рекомендация МСЭ-R М.1851 (косинусоидальное распределение)

⁽¹⁾ RHCP – с правосторонней круговой поляризацией.

3 Эксплуатационные характеристики

ВПС – это подвижная служба между стационарными станциями воздушной подвижной службы и станциями воздушных судов или между станциями воздушных судов. Пилотируемые и беспилотные платформы, оснащенные линиями передачи данных ВПС (ADL), могут работать по всему миру и в любой точке страны, администрация которой разрешила такое использование.

ADL могут существовать между бортовым терминалом передачи данных (ADT), который представляет собой станцию воздушного судна, и наземным терминалом передачи данных (GDT), который представляет собой стационарную станцию воздушной подвижной службы, либо между двумя ADT. ADL являются двунаправленной согласно проектному решению и могут работать либо в узкополосном, либо широкополосном режиме в одном или обоих направлениях. Возможна сеть, состоящая из нескольких ADL между ADT и/или GDT. GDT может быть стационарным или транспортируемым.

Протяженность линии связи для ADL, как правило, ограничивается протяженностью линии прямой радиовидимости (RLOS), которая зависит от рельефа местности в непосредственной близости от GDT и высоты расположения ADT. Рабочая высота бортовых платформ, оснащенных такими ADL, может достигать 20 км. Протяженность линии связи может варьироваться от нескольких километров до величины RLOS. Для линии связи "воздух-земля" или "земля-воздух" протяженность этой линии может составлять примерно 450 км.

Линия связи между двумя ADT функционирует аналогично линии связи между GDT и ADT, за исключением того, что протяженность этой линии зависит от высоты обоих ADT. В случае прямой линии связи "воздух-воздух" протяженность этой линии может достигать 900 км. Сократить максимальную протяженность линии связи между двумя ADT или ухудшить характеристики ADL могут и другие факторы, которые необходимо учитывать, такие, например, как потери в атмосфере (ослабление в дожде, атмосферные газы и т. п.) и потери за счет отражения от препятствий, которые описаны в соответствующих Рекомендациях МСЭ-R серии Р. В зависимости от условий окружающей среды и местоположения воздушного судна протяженность линии перекрестной связи может быть меньше 900 км.

Продолжительность существования линии связи может равняться продолжительности всего полета. Время, в течение которого активна ADL, ограничивается только временем полета ADT.

4 Критерии защиты

Производительность линии связи зачастую ограничивают шумы. Увеличение эффективного шума приемника на 1 дБ может вызвать разные последствия, например уменьшение доступного запаса на замирание, сокращение эффективной протяженности линии связи, необходимой для поддержания приемлемого коэффициента ошибок по битам, или снижение чувствительности приемника. В условиях распространения в свободном пространстве увеличение уровня шума на 1 дБ приводит к уменьшению дальности связи примерно на 10%. В условиях с высоким уровнем шумов это уменьшение может быть более значительным.

Увеличение эффективного шума приемника на 1 дБ соответствует отношению "помеха + шум/шум", $(I+N)/N$, равному 1,26, или отношению "помеха-шум", I/N , около -6 дБ. Для рассматриваемых здесь систем ВПС это представляет требуемый критерий защиты от помех, создаваемых какой-либо другой службой радиосвязи. В случае если существует несколько потенциальных источников помех, для защиты систем ВПС требуется, чтобы суммарные помехи от нескольких источников не превышали этого критерия.
