

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SA.1019-1
(07/2017)

**Полосы частот и направления передачи
для спутниковых сетей/систем
ретрансляции данных**

Серия SA
Космические применения и метеорология



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-Т/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-Т/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 г.

© 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 SA.1019-1

**Полосы частот и направления передачи для спутниковых сетей/
систем ретрансляции данных**

(Вопрос МСЭ-R 118/7)

(1994-2017)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены рекомендуемые полосы частот и направления передачи для спутниковых сетей/систем ретрансляции данных.

Ключевые слова

СРД, космос-Земля, Земля-космос, космос-космос, прямая фидерная линия, обратная фидерная линия

Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ-R

Рекомендации МСЭ-R SA.510, МСЭ-R SA.1018, МСЭ-R SA.1155, МСЭ-R SA.1274, МСЭ-R SA.1275, МСЭ-R SA.1276, МСЭ-R SA.1414.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что спутниковые сети/системы передачи данных работают или планируются в соответствии с гипотетической эталонной системой для систем, включающих спутники ретрансляции данных (СРД) согласно Рекомендации МСЭ-R SA.1018;
- b)* что эти системы СРД поддерживают линии связи с широким спектром характеристик, как описано в Приложении;
- c)* что для некоторых пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи с низкой скоростью передачи данных (до примерно 6 Мбит/с), для которых необходима умеренная ширина полосы, реализуемая наиболее экономичным образом, с использованием маломощных передатчиков, простых широкоугольных антенн без сложных механизмов наведения и помехоустойчивых приемников, в полосах частот для межорбитальных линий СРД ниже 3 ГГц;
- d)* что для некоторых пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи с широкоугольными или всенаправленными антеннами (в частности для поддержки резервных линий связи) в тех случаях, когда точное положение пользовательского космического аппарата и направление СРД не известно, вследствие чего требуется использование полос частот межорбитальных линий СРД ниже 3 ГГц;
- e)* что для некоторых пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи со средней или высокой скоростью передачи данных (от примерно 6 Мбит/с до более 600 Мбит/с), для чего необходимо использовать полосы частот межорбитальных линий СРД выше 10 ГГц;
- f)* что полосы частот, доступные и подходящие для межорбитальных линий СРД, ограничены;
- g)* что прямые и обратные фидерные линии спутников ретрансляции данных могут использовать полосы, распределенные фиксированной спутниковой службе;
- h)* что при работе в штатном режиме спутники ретрансляции данных должны использовать свои собственные полосы частот прямой и обратной фидерной линии;
- i)* что на этапах запуска, выхода на орбиту и в аварийных ситуациях для спутников ретрансляции данных требуются широкоугольные или всенаправленные антенны, для которых необходимы полосы частот ниже 3 ГГц;

j) что выбор общих полос частот для различных систем спутников ретрансляции данных позволяет рассмотреть возможность взаимодействия пользовательского космического аппарата, использующего одну систему СРД, и спутников ретрансляции данных другой системы СРД;

k) что в Рекомендации МСЭ-R SA.1414 представлены параметры, включая частоты для систем СРД во всем мире, которые следует использовать в качестве руководства для определения критериев совместного использования частот и пороговых значений координации,

рекомендует

1 для межорбитальных линий пользовательских космических аппаратов СРД, для которых требуются низкие скорости передачи данных с применением широкоугольных или всенаправленных антенн, использовать присвоения в пределах выделенных полос:

1.1 2025–2110 МГц для прямой межорбитальной линии;

1.2 2200–2290 МГц для обратной межорбитальной линии;

2 для межорбитальных линий связи пользовательских космических аппаратов СРД, для которых требуются средние скорости передачи данных, рассматривать возможность использования присвоений в пределах распределенных полос с учетом ограничений вторичного распределения:

2.1 13,4–14,3 ГГц для прямой межорбитальной линии;

2.2 14,5–15,35 ГГц для обратной межорбитальной линии;

3 для межорбитальных линий пользовательских космических аппаратов СРД, для которых требуются средние и высокие скорости передачи данных, использовать присвоения в пределах распределенных полос:

3.1 22,55–23,55 ГГц для прямой межорбитальной линии;

3.2 25,25–27,50 ГГц для обратной межорбитальной линии;

4 на этапах запуска, выхода на орбиту и в аварийных ситуациях использовать для операций СРД полосы частот 2025–2110 МГц и 2200–2290 МГц;

5 для линий связи эталонной архитектуры системы СРД использовать полосы частот, указанные в нижеследующей таблице 1, с учетом информации, приведенной в Рекомендации МСЭ-R SA.1414.

ТАБЛИЦА 1

Диапазоны частот и направления передачи системы СРД

Применение	Направление передачи	Частота
Межорбитальная связь Требование низкой скорости передачи данных (< 6 Мбит/с) Широкоугольные или всенаправленные антенны пользователей СРД	Прямая	2 025–2 110 МГц
	Обратная	2 200–2 290 МГц
Межорбитальная связь Средняя скорость передачи данных (6–300 Мбит/с)	Прямая	13,4–13,75 ГГц 13,75–14,3 ГГц
	Обратная	14,5–15,35 ГГц

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Применение		Направление передачи	Частота
Межорбитальная связь Требование высокой скорости передачи данных (> 300 Мбит/с)		Прямая	22,55–23,55 ГГц
		Обратная	25,25–27,5 ГГц
Фидерные линии спутников СРД Запуск, вывод на орбиту и резервная связь для управления/телеметрии		Вверх	2 025–2 110 МГц
		Вниз	2 200–2 290 МГц
Фидерные линии СРД	Требование низкой и средней скорости передачи данных	Прямая фидерная линия (вверх)	14,5–15,35 ГГц
			12,75–13,25 ГГц 14,5–14,75 ГГц
	Требование высокой скорости передачи данных		27,5–31 ГГц
			Обратная фидерная линия (вниз)
	10,7–11,7 ГГц 12,5–12,75 ГГц 13,4–13,65 ГГц		
	17,7–21,2 ГГц		
	Требование высокой скорости передачи данных	25,5–27 ГГц (см. Примечание 1)	

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В полосе частот 25,5–27 ГГц обратная фидерная линия СРД – Земля используется только для передачи сигналов служб космических исследований и спутниковых служб исследования Земли.

Приложение

1 Введение

Связь между землей и космическими аппаратами на низкой околоземной орбите и ракетами-носителями, используемыми для космических исследований, исследований Земли и других целей, имеет важное значение. Может потребоваться, чтобы такая связь была непрерывной или почти непрерывной либо чтобы она поддерживалась, когда космический аппарат проходит над определенными точками на поверхности Земли. Сухопутные станции обладают лишь ограниченным обзором, а существующие станции способны покрывать только часть любой низкой околоземной орбиты. Кроме того, расширение сетей сухопутных станций для обеспечения полного или наиболее полного покрытия экономически невыгодно или практически невозможно. Напротив, система спутников ретрансляции данных (СРД), включающая один или несколько спутников СРД на геостационарной орбите, имеет значительно больший обзор низких околоземных орбит, используемых этими спутниками, чем существующие сухопутные земные станции, и, следовательно, может обеспечить значительно более широкое покрытие.

Один спутник ретрансляции данных (СРД) на геостационарной орбите может обеспечить связь между земной станцией и низкоорбитальным космическим аппаратом на более чем половине своей орбиты. Два таких СРД, надлежащим образом расположенные на геостационарной орбите с широким углом разноса, могут обеспечить почти непрерывную связь между двумя расположенными в одном месте земными станциями и низкоорбитальным космическим аппаратом, кроме только зоны исключения, расположенной над частью поверхности Земли, противоположной этим земным станциям. Кроме того, два таких СРД, надлежащим образом размещенных на геостационарной орбите, могут обеспечить полное непрерывное покрытие между двумя отдельными земными станциями и низкоорбитальным

космическим аппаратом. Система СРД также может обслуживать дополнительные земные станции, либо передающие и принимающие, либо только принимающие сигналы от пользовательского космического аппарата.

2 Описание сети/системы спутников ретрансляции данных

СРД состоит из одного или нескольких космических аппаратов СРД на геостационарной орбите и одной или нескольких земных станций СРД. Система ретранслирует информацию между земной станцией (станциями) и пользователями СРД, к которым могут относиться космические аппараты на низкой околоземной орбите, ракеты-носители и даже наземные или воздушные платформы. Система СРД должна обеспечивать возможность поддержки не менее четырех отдельных линий связи:

- линия Земля-космос в прямом направлении от земной станции к спутнику ретрансляции данных (линия вверх или прямая фидерная линия);
- линия космос-космос в прямом направлении от спутника ретрансляции данных к низкоорбитальному космическому аппарату (прямая межорбитальная линия);
- линия космос-космос в обратном направлении от низкоорбитального космического аппарата к спутнику ретрансляции данных (обратная межорбитальная линия);
- линия космос-Земля в обратном направлении от спутника ретрансляции данных к земной станции (линия вниз или обратная фидерная линия).

В прямом направлении вход архитектуры эталонной системы СРД соответствует данным основной полосы частот, поступающим на вход модулятора земной станции СРД, который модулирует несущую фидерной линии вверх.

Эти данные основной полосы обычно состоят из данных управления и (в случае пилотируемых полетов) голосовой и видеоинформации. Они передаются на земную станцию СРД по внешнему интерфейсу (фиксированная телефонная связь, наземная РЧ-линия связи и т. д.) центром управления средствами обеспечения полета (МОСС), ответственным за космический аппарат. Следует отметить, что МОСС и внешний интерфейс с земной станцией СРД не входят в состав эталонной архитектуры.

В случае демодулирующего приемника на борту пользовательского космического аппарата выход эталонной архитектуры системы СРД в прямом направлении соответствует выходу демодулятора на борту пользовательского спутника. В случае ретранслятора на борту пользовательского космического аппарата он соответствует выходу демодулятора земной станции, принимающего сигнал обратной фидерной линии.

В обратном направлении вход эталонной архитектуры СРД соответствует входу модулятора пользовательского космического аппарата, выполняющего перевод из основной полосы частот в несущую радиочастоту. Эти данные основной полосы обычно состоят из научных данных в реальном времени и/или записанных или – для пилотируемых полетов – голосовой и видеоинформации. Выход эталонной архитектуры соответствует выходу демодулятора земной станции, выполняющего обратную операцию.

3 Полосы частот и направления передачи

Каждая из линий связи в архитектуре системы СРД, определенных в разделе 2, обязательно должна работать в отдельной полосе частот с защитной полосой между сигналами, передаваемыми и принимаемыми спутником ретрансляции данных. При определении полос частот для этих линий необходимо учитывать множество факторов. К ним относятся статус распределения и ширина доступных полос, ширина луча антенны и характеристики распространения. Следует отметить, что выбор общей полосы частот для различных сетей/систем спутников ретрансляции данных требует предусматривать взаимодействие между пользовательским космическим аппаратом, предназначенным для использования одной системы СРД, и спутниками ретрансляции данных другой системы СРД.

Для прямых и обратных межорбитальных линий характеристики самых разных пользователей СРД диктуют необходимость использования нескольких полос частот. Для некоторых пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи с низкой скоростью передачи данных (до примерно 6 Мбит/с), для которых необходима умеренная ширина полосы, реализуемая наиболее

экономичным образом, с использованием маломощных передатчиков, простых широкоугольных антенн без сложных механизмов наведения и помехоустойчивых приемников. Для других пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи с широкоугольными или всенаправленными антеннами (в частности для поддержки резервных линий связи) в тех случаях, когда точное положение космического аппарата и направление СРД не известно. Для этих классов пользователей СРД оптимальным является использование частот межорбитальных линий ниже 3 ГГц. Для иных пользовательских космических аппаратов СРД требуются линии связи со средней или высокой скоростью передачи данных (от примерно 6 Мбит/с до более 600 Мбит/с), для чего необходимо использовать полосы частот межорбитальных линий СРД выше 10 ГГц.

Следует отметить, что для прямых и обратных фидерных линий системы СРД могут использоваться полосы частот, распределенные фиксированной спутниковой службе, или полосы частот, распределенные службе космических исследований, и что существует ряд полос, распределенных с достаточной шириной полосы для поддержки требований передачи данных по межорбитальным линиям, которые описаны выше. При работе спутников СРД в штатном режиме эти полосы также подходят для команд управления космическими аппаратами СРД и телеметрии. Однако при запуске и выводе на орбиту спутников СРД, а также при работе в аварийных ситуациях, когда могут потребоваться всенаправленные антенны, предпочтительной является полоса частот ниже 3 ГГц.
