

**МСЭ-R**

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.1184-3**

(01/2018)

**Технические характеристики систем  
подвижной спутниковой связи в полосах  
частот ниже 3 ГГц для использования при  
разработке критериев совместного  
использования частот подвижной  
спутниковой службой (ПСС)  
и другими службами**

**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
<b>M</b>	<b>Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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 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 М.1184-3

**Технические характеристики систем подвижной спутниковой связи в полосах частот ниже 3 ГГц для использования при разработке критериев совместного использования частот подвижной спутниковой службой (ПСС) и другими службами**

(Вопрос МСЭ-R 201-1/4)

(1995-2000-2003-2018)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

*a)* что, хотя некоторые параметры систем ПСС все еще находятся в стадии разработки, краткое описание типовых технических характеристик систем ПСС полезно для проведения МСЭ-R исследований совместного использования частот и разработки соответствующих критериев совместного использования частот;

*b)* что проектные разработки систем ПСС будут развиваться и могут быть предложены новые системы ПСС и, следовательно, деятельность по отслеживанию типовых характеристик следует вести на постоянной основе,

*отмечая,*

*a)* что необходимые исследования совместного использования частот требуют участия нескольких исследовательских комиссий по радиосвязи;

*b)* что технические параметры, приведенные в настоящей Рекомендации, упоминаются и используются в ряде других Рекомендаций МСЭ-R;

*c)* что сети ПСС и соответствующие перечни технических параметров, приведенные в этой Рекомендации, специально выбраны для моделирования совместного использования частот и помех,

*рекомендует,*

**1** чтобы МСЭ-R при проведении исследований совместного использования частот и разработке Рекомендаций по критериям совместного использования частот для негеостационарных систем ПСС учитывал типовые технические характеристики негеостационарных систем ПСС, приведенные в Приложениях 1 и 2;

**2** чтобы при проведении исследований совместного использования частот и разработке Рекомендаций МСЭ-R по критериям совместного использования частот для геостационарных систем ПСС учитывались типовые технические характеристики геостационарных систем ПСС, приведенные в Приложении 1;

**3** чтобы периодически обновлялись характеристики, приведенные в Приложениях 1 и 2, в соответствии с изменениями эталонных проектных разработок систем ПСС и включались новые образцы систем ПСС по мере их предложения и совершенствования.

## Приложение 1

### Характеристики типовых сетей ПСС 1–3 ГГц

#### 1 Спутниковые орбиты

В настоящее время для ПСС используется геостационарная орбита (ГСО). Некоторые предлагаемые системы подвижной спутниковой связи планируют использовать негеостационарные орбиты (НГСО). Подходящие орбиты определяются исходя из требований покрытия, условий обслуживания и совместного использования частот, а также других соображений.

#### 2 Глобальные и региональные/национальные системы ГСО

Имеющиеся спутники Inmarsat и российские спутники "Волна" используют антенны с охватом поверхности Земли для обеспечения близкого к глобальному покрытия системы ГСО. Российские системы аналогичны системам Inmarsat, характеристики которых представлены в таблице 2. Несколько администраций внедряют региональные/национальные системы подвижной спутниковой связи ГСО для предоставления услуг воздушной, сухопутной и морской служб на частотах 1,6/1,5 ГГц. В дополнение к вышеупомянутым системам на частотах 1,6/1,5 ГГц Япония планирует ввести в действие систему подвижной спутниковой связи ГСО, работающую в полосах частот 2,6/2,5 ГГц, а Китай развернул свою систему подвижной спутниковой связи для предоставления региональных услуг в полосах 1,6/2,5 ГГц.

Будущее поколение спутников Inmarsat и российских спутников, а также планируемые региональные и национальные системы будут использовать точечный луч для обеспечения большей эффективности спектра и экономии передаваемой мощности спутника и подвижной земной станции. Китай планирует развернуть систему подвижной спутниковой связи нового поколения для предоставления услуг на глобальном уровне в полосах частот 1,6/2,5 ГГц.

##### 2.1 Морская подвижная спутниковая служба

Система Inmarsat Fleet Broadband (FBB), основанная на стандартах IMT-2000, обеспечивает на глобальном уровне одновременную широкополосную передачу голоса и данных, а также возможность передачи данных ISDN через компактную антенну. Система Inmarsat-C обеспечивает хранение и пересылку данных и телексов с использованием компактного недорогого оборудования.

##### 2.2 Воздушная подвижная спутниковая служба

Стандарты и рекомендуемая практика (SARPs) Международной организации гражданской авиации (ИКАО) для бортового оборудования воздушной подвижной спутниковой (R) службы (ВПС(R)С) опубликованы в Приложении 10 к Международной конвенции о гражданской авиации. В SARPs входит требование приоритетной и преимущественной передачи сообщений безопасности перед всеми другими видами сообщений. Все системы, предоставляющие услуги ВПС(R)С международному сообществу гражданской авиации, должны соответствовать применимым SARPs ИКАО.

Таким образом, системы воздушной спутниковой связи должны учитывать требования приоритета для безопасной эксплуатации воздушных судов, а бортовые радиоэлектронные системы – соответствовать строгим требованиям, предъявляемым к бортовым системам.

##### 2.3 Сухопутная подвижная спутниковая служба

Сухопутная подвижная спутниковая служба (СПСС) зарекомендовала себя как эффективное средство обеспечения надежной связи в отдаленных и малонаселенных районах как в качестве расширения наземных ОВЧ- и УВЧ-сетей, так и в качестве замены ВЧ-сетей. Обязательной функцией системы Международной подвижной электросвязи – 2000 (IMT-2000) является поддержка всемирного

роуминга, а спутниковый компонент, определенный в Рекомендациях МСЭ-R М.687 и МСЭ-R М.818, – один из важнейших компонентов, обеспечивающих возможности ИТТ-2000. Взаимодействие системы подвижной спутниковой связи с наземной системой может способствовать повышению удобства для пользователей не только ИТТ-2000, но и СПСС в целом.

#### **2.4 Служба для случаев бедствия и обеспечения безопасности**

В таблицах 1–3 представлены типовые технические характеристики служебных линий отдельных сетей ПСС, в которых используются космические станции на ГСО.

ТАБЛИЦА 1а

## Технические характеристики систем ГСО подвижной спутниковой службы (обратная служебная линия)

Параметр \ Система	ГСО							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
<i>Поляризация</i>								
Фидерная линия	Линейная	Линейная	Линейная	Линейная	Круговая	Линейная	Круговая	Круговая
Служебная линия	ПСКП	ПСКП	ПСКП	ПСКП	ПСКП	Круговая	ЛСКП	ЛСКП
Направление передачи	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос
<i>Диапазоны частот</i>								
Фидерная линия (ГГц)	5	12	11	11	4	4, 11, 12	4	4
Служебная линия (ГГц)	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	1,6	1,6	1,6
<i>Орбита</i>								
Высота (км)	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Разнос между спутниками (градусы)	120	78	Неприменимо	Неприменимо	*	Неприменимо	20–30	20–30
Количество спутников	3	2	1	1	4–6	1 или 2	5–8	5–8
Плоскости орбиты	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
Угол наклона	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
<i>Антенны спутника</i>								
Количество лучей (служебная линия)	180	50	7	28	250	Более 200	2	7
Размер луча (градусы)	1	1	6	2	*	0,7	7	6
Зона покрытия спутника	Глобальная	Региональная	Северная Америка, Аляска, Гавайи	Северная Америка, Аляска, Гавайи	Глобальная	Региональная	Региональная	Региональная
Средние уровни боковых лепестков (дБ)	*	–25	–25	–25	*	–20	–20	–20
Повторное использование частоты луча	5	5	1,3	2	*	1–30	*	*



**Рек. МСЭ-R М.1184-3**  
ТАБЛИЦА 1а (окончание)

5

Система Параметр	ГСО							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
<i>Характеристики линии</i>								
Номинальная э.и.и.м. пользователя (дБВт)	6	0,5	12,5	10,9	-1-8	-7,5-3,5	5-12	3-10
Отношение коэффициента усиления антенны к шумовой температуре приемника ( $G/T$ ) на спутнике на границе зоны покрытия (ЕОС) (дБ(К <sup>-1</sup> ))	10	11	3,0	9,8	11	15,7	-3	-1
<i>Параметры передачи</i>								
Модуляция	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	BPSK	BPSK
Кодирование	FEC	FEC	*	*	FEC	FEC	FEC	FEC
Схема доступа	CDMA	FDMA	FDMA	FDMA	FDMA/ TDMA	FDMA/ TDMA	CDMA	CDMA
Схема дуплексирования	*	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD	Полная	Полная
Длина кадра	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	*	40	20-200	20-1 100
Скорость передачи пакетов (кбит/с)	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	32	46,8	8	4-16
Частота следования элементарных посылок (Мэлемент/с)	8,33	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	4,1	4,1
Коэффициент голосовой активности	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	Неприменимо	Неприменимо
Разнос между РЧ-несущими (МГц)	*	0,006	0,006	0,006	*	0,03125	Неприменимо	Неприменимо
Разнос между РЧ-каналами (МГц)	*	0,006	0,006	0,006	*	0,03125	Неприменимо	Неприменимо
Ширина полосы модуляции (МГц)	*	0,0045	0,0047	0,0047	*	0,0234	8,2	8,2
<i>Требуемое значение <math>E_b/N_0</math> (дБ)</i>								
Голос	2,5	9,0	9,0	9,0	4,0	3,5	Неприменимо	Неприменимо
Данные	4,1	9,0	9,0	9,0	*	5,5-7,0	7,0	7,0
<i>Максимальная избирательность антенны ПЗС в направлении горизонта (дБи)</i>	*	7	7	7	1,0	7-19	*	*

ПРИМЕЧАНИЕ. – Определение специальных терминов и условных обозначений см. в конце таблицы 4.

## Технические характеристики систем ГСО подвижной спутниковой службы (прямая служебная линия)

Параметр \ Система	ГСО							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
<i>Поляризация</i>								
Фидерная линия	Линейная	Линейная	*	*	Круговая	Линейная	Круговая	Круговая
Служебная линия	ПСКП	ПСКП	*	*	ПСКП	Круговая	ПСКП	ПСКП
Направление передачи	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля	Космос-Земля
<i>Диапазоны частот</i>								
Фидерная линия (ГГц)	6	14	13	13	6	6, 13, 14	6	6
Служебная линия (ГГц)	2,5	1,5	1,5	1,9	2,2	1,5	2,5	2,5
<i>Орбита</i>								
Высота (км)	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Разнос между спутниками (градусы)	120	78	Неприменимо	Неприменимо	*	Неприменимо	20–30	20–30
Количество спутников	3	2	1	1	4–6	1 или 2	5–8	5–8
Плоскости орбиты	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
Угол наклона	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
<i>Антенны спутника</i>								
Количество лучей (служебная линия)	180	50	7	28	150	Более 200	2	7
Размер луча (градусы)	1	1	*	*	*	0,7	7	6
Зона покрытия спутника	Глобальная	Региональная	Северная Америка, Аляска, Гавайи	Северная Америка, Аляска, Гавайи	Глобальная	Региональная	Региональная	Региональная
Средние уровни боковых лепестков (дБ)	*	-25	-25	-25	*	-20	-20	-20
Повторное использование частоты луча	5	5	1,2	2	*	1–30	*	*

**Рек. МСЭ-R М.1184-3**  
ТАБЛИЦА 1b (продолжение)

Система Параметр	ГСО							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
<i>Характеристики линии</i>								
Максимальная э.и.и.м. луча (дБВт)	45,8	53,5	58,4	52,8	*	*	54	54
Среднее усиление луча (дБи)	*	44	32	41,1	*	44,5	27	27
э.и.и.м. несущей (дБВт)	28,8	30	30	35,5	42	24,5–45,0	46–54	46–54
э.и.и.м. пользователя в теневой области (дБВт)	*	30	30	35,5	*	*	*	*
э.и.и.м. пользователя не в теневой области (дБВт)	*	30	30	35,5	*	*	*	*
э.и.и.м. канала CDMA (дБВт)	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	54	54
Уровень п.п.м. несущей луча (дБ(Вт/(м <sup>2</sup> · 4 кГц)))	*	-131	-131,0	-127,5	-123,0	-138,0 ... -117,5	-141	-141
<i>Параметры передачи</i>								
Количество каналов на спутник	*	5 000	2 000	10 000	5 000	20 000	2	7
G/T пользователя (дБ(К <sup>-1</sup> ))	-20	-22	-16	-16	-23	-23,5 ... -9,0	-24	-24
Минимальный угол места (градусы)	5	5	5	5	10	20	10	10
Срок эксплуатации (лет)	12	12	12	12	10–12	12	10–15	10–15
Модуляция	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK
Кодирование	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC
Схема доступа	CDMA	FDMA/ TDMA	FDMA	FDMA	TDMA	FDMA/ TDMA	CDMA	CDMA
Длина кадра (мс)	*	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	*	40	40	120
Скорость передачи пакетов (кбит/с)	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	32	46,8	Неприменимо	Неприменимо
Частота следования элементарных посылок (Мэлемент/с)	8,33	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	*	Неприменимо	4,1	8,2
Коэффициент голосовой активности	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	Неприменимо	Неприменимо

**Рек. МСЭ-R М.1184-3**  
ТАБЛИЦА 1b (окончание)

Система Параметр	ГСО							
	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
<i>Требуемое значение Е<sub>в</sub>/N<sub>0</sub> (дБ)</i>								
Голос	2,5	9	9	9	*	3,5	Неприменимо	Неприменимо
Данные	4,1	9	9	9	*	5,5–7,0	7	6
<i>Географический разнос ПЗС</i>	*	*	*	*	*	*	Региональный	Региональный
<i>Максимально допустимые уровни мощности помех</i>	*	*	*	*	*	*	*	*

ПРИМЕЧАНИЕ. – Определение специальных терминов и условных обозначений см. в конце таблицы 4.

ТАБЛИЦА 2

## Обзор систем ГСО Inmarsat

	IDP	С	Переносное оборудование (GSPS)	Сухопутные		Морские		Воздушные	
				Высокое усиление	Низкое усиление	Высокое усиление	Низкое усиление	Высокое усиление	Низкое усиление
Служба	СПСС	МПСС	СПСС	СПСС	СПСС	МПСС	МПСС	ВПСС ВПС(R)С	ВПСС ВПС(R)С
Типичный коэффициент усиления антенны подвижной станции (дБи)	0	0	2	12	9	16	9	12	6
Тип антенны (пример)	Микрополосковая	Счетверенная спираль	Счетверенная спираль	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка	Фазированная антенная решетка
Типичный размер антенны	5 см	5 см в диаметре	12 см	50 см в диаметре	30 см в диаметре	50 см в диаметре	30 см в диаметре	2 панели 60 × 60 см	20 × 15 см
Показатель качества ( $G/T$ ) подвижной земной станции (дБ(K <sup>-1</sup> ))	-28	-23	-24	-10	-15,5	-7,5	-15,5	-13	-20
э.и.и.м. канала подвижной земной станции (дБВт)	-3	11	5	18	15,1	22	15,1	20	15,1
Скорость передачи данных пользователя	600 бит/с	600 бит/с	Голосовая служба	500 кбит/с	250 кбит/с	500 кбит/с	250 кбит/с	500 кбит/с	250 кбит/с
Модуляция	32ary FSK	BPSK	GMSK	16-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM	16-QAM
Типичное отношение $C/N_0$ линии связи (дБ(Гц))	27	32	51	67	57	67	57	67	57
э.и.и.м. канала спутника (дБВт)	20	20	43	40,5	40,5	40,5	40,5	40,5	40,5
Разнос каналов (номинальный) (кГц)	5	5	200	200	200	200	200	200	200
Пиковое значение коэффициента усиления антенны спутника <sup>(1)</sup> (дБи)	18	18	41	41	41	41	41	41	41

<sup>(1)</sup> Номинальное значение для спутников первого и второго поколения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Определение специальных терминов и условных обозначений см. в конце таблицы 4.

ТАБЛИЦА 3

## Обзор национальных/региональных систем ГСО

	Австралия	Канада/Соединенные Штаты Америки	Япония
			N-STAR <sup>(1)</sup>
Служба	ПСС	ПСС	СПСС/ МПСС
Типичный коэффициент усиления антенны подвижной станции (дБи)	12	8–13 0–4	Подлежит определению
Тип антенны (пример)	Подлежит определению	– Фазированная антенная решетка с электрическим сканированием – Мачтовая	Подлежит определению
Типичный размер антенны	Подлежит определению	25–50 см в диаметре	Подлежит определению
Показатель качества ( $G/T$ ) подвижной земной станции (дБ(К <sup>-1</sup> ))	–13	–15 ... –12 –23 ... –18	Подлежит определению
э.и.и.м. канала подвижной земной станции (дБВт)	15	10–16	Подлежит определению
Скорость передачи данных пользователя	2 400 бит/с	2,4–4,8 кбит/с 4–8 кбит/с, голос	Подлежит определению
Скорость коммутации каналов и модуляция	6,6 кбит/с	4,8–9,6 кбит/с, OQPSK TCM	QPSK со сдвигом на $\pi/4$
Типичное отношение $C/N_0$ канала связи (дБ(Гц))	48	45–51	Подлежит определению
э.и.и.м. канала спутника (дБВт)	22	23–29	52 <sup>(2)</sup>
Разнос каналов (номинальный) (кГц)	7,5	5–10	12,5
Пиковое значение коэффициента усиления антенны спутника <sup>(1)</sup> (дБи)	Подлежит определению	32	34
п.п.м.	*	*	*

<sup>(1)</sup> N-STAR использует диапазон 2,5/2,6 ГГц, тогда как другие системы из этой таблицы – 1,5/1,6 ГГц.

<sup>(2)</sup> Общая э.и.и.м. спутника.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Определение специальных терминов и условных обозначений см. в конце таблицы 4.

### 3 Характеристики систем НГСО ПСС

Ожидается, что предлагаемые персональные системы связи с использованием спутников НГСО, включая спутники на низких, средних и промежуточных орбитах, обеспечат передачу голоса и данных, а также определение местоположения во всем мире с использованием мобильных терминалов или переносных терминалов, оснащенных всенаправленными антеннами.

Эксплуатация в полосе, смежной с полосой будущих сухопутных подвижных систем связи, обеспечит функциональную совместимость между НГСО ПСС и сухопутными подвижными системами.

В таблице 4 представлены типовые технические характеристики служебных линий отдельных сетей ПСС, в которых используются космические станции на НГСО.

#### **4 Факторы распространения радиоволн и характеристики антенн подвижных станций**

В линиях связи МПСС происходят изменения уровня сигнала, вызванные эффектами многолучевости и блокировки судовой надстройкой. Многолучевость, особенно многолучевое отражение от поверхности моря, является важным фактором, который следует учитывать при проектировании воздушных систем подвижной спутниковой связи. В линиях СПСС значительным дополнительным эффектом, который усиливается с частотой, является затенение листвой. Кроме того, при проектировании систем НГСО ПСС, предоставляющих услуги персональной связи, следует учитывать ряд факторов распространения радиоволн. Эти факторы влияют на такие характеристики системы, как энергетический запас линии связи и методы регулирования мощности передачи.

Для оценки расчета помех при проведении координационных исследований рекомендуются эталонные диаграммы направленности излучения для различных типов антенн подвижных земных станций СПСС (см. Рекомендацию МСЭ-R М.1091).

ТАБЛИЦА 4а

## Технические характеристики систем НГСО подвижной спутниковой службы (обратные служебные линии)

Система Параметр	А <sup>(1)</sup>	В	С	D	E	F	G		H	R	K			
							Линия 1	Линия 2			I	M		
<i>Поляризация</i>														
Фидерная линия	ПСКП	ПСКП	Круговая	ПСКП/ ЛСКП	ПСКП/ЛСКП		Круговая	ПСКП	ПСКП	ЛСКП	Круговая	Круговая	Круговая	
Служебная линия	ПСКП	ЛСКП	Круговая	ЛСКП	ПСКП		ПСКП	ЛСКП	ЛСКП	ПСКП	Круговая	ЛСКП	ЛСКП	
Направление передачи	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос (служебная линия)		Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	Земля-космос	
<i>Диапазоны частот (ГГц)</i>														
Фидерная линия	30	20	5	7		< 19		7	11	11	5,2	19	*	*
Служебная линия	1,6	1,6	1,6	1,6		1,6		2	0,2	1,6	1,6	1,9; 2,6	1,6	1,6
Орбита		<sup>(2)</sup>			Вытянутая	Круговая	Эллиптическая (переменная орбита)		Круговая	Круговая	Круговая	Круговая	Круговая	Круговая
Высота (км)	780	10 355	2 000	1 414	520/7 846	7 846	4 376/7 846	10 355	1 500	1 500	1 000	700	36 000	21 500
Разнос между спутниками (градусы)	32,7	90	45	60				72	30	30	51,4	27,7	120	120
Количество спутников	66	12	40	48	4–5	6–8	6–8	10	48	48	7	91	3–9	14–27
Плоскости орбиты	6	3	5	8	2	1	1	2	4	4	7	7	3	3
Угол наклона (градусы)	86	50	55	52	116,6	0	0	45	74	74	83	82	55	55
<i>Антенны спутника</i>														
Количество лучей (служебная линия)	48	37	10	16	91 для вытянутой орбиты и 61 для круговой орбиты или 19 для каждого спутника			121	1	6	9	37	1–7	1
Размер луча (км <sup>2</sup> )	От $1,8 \times 10^5$ до $7 \times 10^5$	$9,7 \times 10^5$ (6,3°)	*	От $6,3 \times 10^5$ до $2,3 \times 10^6$	От $7,78 \times 10^5$ до $2,6 \times 10^6$			От $5 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$	$5 \times 10^7$	$8,4 \times 10^6$	От $2,6 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$	От $7,6 \times 10^4$ до $3,5 \times 10^5$	От $1,25 \times 10^7$ до $8,5 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$
Средние уровни боковых лепестков (дБ)	-20	-20	Подлежит определению	-15	-15 и более			-20 (пиковое значение)	-3	-2	-15	-20	-20	-20
Повторное использование частоты луча	0,167	1	1	1	N (где N – число лучей)			*	1	0,6	0,11	3	*	*
<i>Характеристики линии</i>														
Номинальная э.и.и.м. пользователя (дБВт)	От -4 до +6 (пиковое значение)	От -5,8 до -11	0–10	-3	Базовое значение (19 лучей) +3 для мобильных/переносных +13 для фиксированных терминалов	Повышенное значение (91/61 луч) -6 для карманных/мобильных/переносных +13 для фиксированных терминалов		-1 (среднее значение) +7 (пиковое значение)	6,1	6	8	1,5	5–10	8–12
Отношение коэффициента усиления антенны к шумовой температуре приемника (G/T) на спутнике на границе зоны покрытия (ЕОС) (дБ(К <sup>-1</sup> ))	От -3 до -10	От -1,4 до 1,8	-11	-17	-5,75 (G = 21) <sup>(3)</sup>	-0,75 (G = 26) <sup>(3)</sup>		2	-25,5	-14	-18	-12,6	От -8,5 до -6	От -16,5 до -14,5



ТАБЛИЦА 4а (окончание)

Система Параметр	А <sup>(1)</sup>	В	С	D	Е	F	G		H	R	K	
							Линия 1	Линия 2			I	M
<i>Параметры передачи</i>												
Модуляция	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK	QPSK-модуляция с расширением	QPSK	QPSK	QPSK	BPSK	QPSK	BPSK	BPSK
Кодирование	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC со скоростью 1/3, K=9	FEC	FEC	FEC	FEC	Скорость сверточного кода 1/2, K=7	FEC	FEC
Схема доступа	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA	CDMA	FDMA/TDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA	FDMA/CDMA	CDMA	CDMA
Схема дуплексирования	TDD	FDD	FDD	FDD	Полный	FDD	Полный	Полный	Полный	FDD	Полный	Полный
<i>Параметры передачи (продолжение)</i>												
Длина кадра (мс)	90	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	320 и 25,86 (произвольный доступ)	40	60	60	60	Неприменимо	50–800	500–1500
Скорость передачи пакетов (кбит/с)	50	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	0,3-9,6	36	Неприменимо	Неприменимо	50	Неприменимо	1–4	0,4–2
Частота следования элементарных посылок (Мэлемент/с)	Неприменимо	~2	2,56	1,2288	1,9 и/или 7,6	Неприменимо	0,15	2,4	3	0,624	1,6 и/или 4,1	1,6
Коэффициент голосовой активности	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
Разнос между РЧ-несущими (МГц)	0,04167	Неприменимо	Подлежит определению	Неприменимо	Неприменимо	0,025	0,05	0,05	0,25	1,25	Неприменимо	Неприменимо
Ширина РЧ-канала (МГц)	Неприменимо	2,5	Подлежит определению	1,2	Неприменимо	0,025	0,5	5,8	2,05	1,25	*	*
Ширина полосы модуляции (МГц)	0,0315	2,5	Подлежит определению	1,2	1,9 и/или 7,6	0,025	0,5	5,8	2,05	1,25	3,2 и/или 8,2	3,2
Требуемое значение $E_b/N_0$ (дБ)	6,1	4,0	2,8	4,8 <sup>(4)</sup>	4,5 (с запасом)	2,5	32,6	35,4	16	6,5	7	7
Максимальный коэффициент усиления антенны ПЗС в направлении горизонта (дБи)	0	0	Подлежит определению	*	3 для мобильных, 10 для фиксированных, 0 для карманных терминалов	2	1	1,2	2	0	*	*
Максимально допустимые уровни мощности помех	*	*	Подлежит определению	*	$S/IF=-20$ дБ	*	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	*	*

<sup>(1)</sup> Коэффициент усиления спутниковой антенны корректируется так, чтобы мощность приема оставалась близкой к постоянной независимо от расстояния до пользователя.

<sup>(2)</sup> Система В движется по орбите с 6-часовым сидерическим периодом обращения.

<sup>(3)</sup>  $T = 473$  К.

<sup>(4)</sup> С учетом влияния фидерной линии.

ТАБЛИЦА 4б

## Технические характеристики систем НГСО подвижной спутниковой службы (прямые служебные линии)

Система Параметр	А	В	С	D	Е	F	G		H	R	K			
							Линия 1	Линия 2			I	M		
<i>Поляризация</i>														
Фидерная линия	ПСКП	ЛСКП	Круговая	ПСКП/ ЛСКП	Двойная круговая		Круговая	ЛСКП	ЛСКП	ПСКП	Круговая	Круговая	Круговая	
Служебная линия	ПСКП	ЛСКП	Круговая	ЛСКП	ПСКП		ПСКП	ПСКП	ПСКП	ПСКП	Круговая	ПСКП	ПСКП	
<i>Направление передачи</i>	Космос- Земля	Космос- Земля	Космос- Земля	Космос- Земля	Космос-Земля (служебная линия)		Космос- Земля	Космос- Земля	Космо- Земля	Космос- Земля	Космос- Земля	Космос- Земля	Космос- Земля	
<i>Диапазоны частот (ГГц)</i>														
Фидерная линия	20	30	6	5	< 19		5	14	14	7	15	*	*	
Служебная линия	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5		2,2	0,4	1,5	2,5	2,1	2,5	2,5	
<i>Орбита</i>		(2)			Вытяну- тая	Круговая	Эллипти- ческая (перемен- ная орбита)		Круговая	Круговая	Круговая	Круговая	Круговая	Круговая
Высота (км)	780	10 355	2 000	1 414	520/7 846	7 846	4 376/7 846	10 355	1 500	1 500	1 000	700	36 000	21 500
Разнос между спутниками (градусы)	32,7	90	45	60	–	–	–	72	30	30	51,4	27,7	120	120
Количество спутников	66	12	40	48	4–5	6–8	6–8	10	48	48	7	91	3–9	27
Плоскости орбиты	6	3	5	8	2	1	1	2	4	4	7	7	3	3
Угол наклона (градусы)	86	50	55	52	116,6	0	0	45	74	74	83	82	55	55
<i>Антенны спутника</i>														
Количество лучей (служебная линия)	48	37	10	16	91 для вытянутой орбиты и 61 для круговой орбиты или 19 для каждого спутника			121	1	6	9	37	1	1
Размер луча (км <sup>2</sup> )	От $1,8 \times 10^5$ до $17 \times 10^5$	$9,7 \times 10^5$ (6,3°)	*	От $6,3 \times 10^5$ до $2,3 \times 10^6$	От $7,78 \times 10^5$ до $2,6 \times 10^6$			От $5 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$	$5 \times 10^7$	$8,4 \times 10^6$	От $2,6 \times 10^5$ до $2 \times 10^6$	От $7,6 \times 10^4$ до $3,5 \times 10^5$	$8,5 \times 10^7$	$8,5 \times 10^7$
Средние уровни боковых лепестков (дБ)	–20	–20	Подлежит определению	–15	–15 и более			–20 (пиковое значение)	–3	–2	–15	–20	–20	–20
Коэффициент повторного использования частоты луча	0,167	1	1	1	N (где N – число лучей)			*	1	0,6	0,11	3	*	*



ТАБЛИЦА 4b (окончание)

Система Параметр	А	В	С	D	Е	F	G		H	R	K	
							Линия 1	Линия 2			I	M
Параметры передачи (продолжение)										(2)		
Частота следования элементарных посылок (Мэлемент/с)	Неприменимо	~2	2,56	1,228	1,9 и/или 7,6	Неприменимо	0,15	2,4	6	7,5	8,1	8,1
Перемежение	*	*	*	*	Разное	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
Коэффициент голосовой активности	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо	Неприменимо
Требуемое значение $E_b/N_0$ (дБ)	6,1	4	2,8	3,5 <sup>(3)</sup>	4 (без запаса)	2,5	33,6	36,4	-8	6,5	7	7
Географический разнос ПЗС	Всемирный	Всемирный	Подлежит определению	*	Разный	*	ААВ	ААВ	ААВ	Всемирный	Региональная	Всемирный
Максимально допустимые уровни мощности помех	*	*	Подлежит определению	*	Подлежит определению	*	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	*	*
Диапазон п.п.м. (дБ/(Вт/(м <sup>2</sup> · 4 кГц)))	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Подлежит определению	Минимум: -144,8 Максимум: -132,0	Подлежит определению	Подлежит определению

(1) Коэффициент усиления спутниковой антенны корректируется так, чтобы мощность приема оставалась близкой к постоянной независимо от расстояния до пользователя.

(2) Для системы R разнос между РЧ-несущими составляет 7,5 МГц, а полоса пропускания РЧ-канала – 15 МГц.

(3) С учетом влияния фидерной линии.

Значение специальных терминов и символов, используемых в таблицах 1–4:

- \* значение, требующее дальнейшего изучения
- ААВ – общее для нескольких стран, но в ограниченной зоне Земного шара
- ACSSB – одиночная боковая полоса с амплитудным компандированием
- ЕОС – граница зоны покрытия
- FDD – дуплекс с частотным разделением
- ЛСКП – левосторонняя круговая поляризация
- MDS – многоадресная система распределения
- ПЗС – подвижная земная станция
- MSK – манипуляция с минимальным сдвигом
- УПЧМ – узкополосная частотная модуляция
- OQPSK – квадратурная фазовая манипуляция со смещением
- ПСКП – правосторонняя круговая поляризация
- TDD – дуплекс с временным разделением

## Приложение 2

## Технические параметры сетей ПСС в полосах частот ниже 1 ГГц

ТАБЛИЦА 5

## Параметры нескольких сетей НГСО ПСС с первичным распределением частот ниже 1 ГГц

Система	L	M			N	P	Q		S
<i>Параметры орбиты</i>									
Количество спутников	48				3	6	32		6
Высота (км)	950	825	775	800	893	1 000		692, 667	
Угол наклона (градусы)	50	45	0	70, 108	88	99	51	83	98,04
Плоскости орбиты	8	3	1	2	3	2	6	2	2
Число спутников в плоскости	6	8			1	3	5	1	3
Прямое восхождение восходящего узла (градусы)	0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315	0, 120, 240	0	0, 180	0, 15, 90	9,8	0, 60, 120, 180, 240, 300	0, 90	143,5; 53,5
<i>Абонентская линия вверх</i>									
Полоса частот (МГц)	148–150,05 <sup>(1)</sup>				148–150,05	148–148,855	148–150,05 <sup>(1)</sup>		399,9–400,05
Мощность передатчика (Вт)	7	5			7	1	20		10
э.и.м. передатчика (дБВт)	8,5	7,5			11,5	–3,8	12		16
Максимальный коэффициент усиления антенны передатчика (дБи)	0	0,5			3	–3	0		7
Ширина канала (кГц)	15	5			30–90	855	25		150
Скорость передачи данных (кбит/с)	9,6/QPSK	2,4/SDPSK			9,6, 19,2/FSK	1/QPSK	4,8, 9,6, 19,2/GMSK		4,8/MSK
Поляризация (волн передатчика)	Линейная				ПСКП	ЛСКП	Линейная		ПСКП
G/T приемника спутника (дБ(К <sup>-1</sup> ))	–22,9	–26			–30	–26,1	T = 940 К		–18,9
Максимальный коэффициент усиления антенны приемника (дБи)	–2 (антипиковое значение)	0				5,6	Не более 6; антипиковое значение: –3		7
Диаграмма направленности антенны приемника	Изоформа	Тороидальная, ПСКП			10 log (cos 2 θ)	10 log (cos 2 θ)	Изоформа		Кардиоида
C/(I + N) (дБ)	5,5	10,3			8	$E_b/(N_0 + I_0) = 8,7$ дБ	$E_b/N_0 = 13,5$ дБ		$E_b/N_0 = 13,4$ дБ

ТАБЛИЦА 5 (продолжение)

Система	L		M	N		P	Q		S
<i>Абонентская линия вниз</i>									
Полоса частот (МГц)	137–138	400,15–401	137–138		400,15–401	137,0725–137,9275	137–138	400,15–401	400,6–400,9
Мощность передатчика (Вт)	25		18,2		6,3	1	32		10
э.и.и.м. передатчика (дБВт)	19,7		13,6		10	3,8	17,8		16
Максимальный коэффициент усиления антенны передатчика (дБи)	–2 (антипиковое значение)		1		2	4,9	(Не более 6, изоформа, антипиковое значение: –3)		7
Ширина канала (кГц)	25	35	15/25		30–85	855	25	45	300
Скорость передачи данных (кбит/с)	24/OQPSK 9,6/FSK		4,8/9,6/SDPSK		9,6, 19,2/FSK	Регенерация	4,8, 9,6, 19,2, 30/GMSK	4,8, 9,6, 19,2/GMSK	4,8/MSK
Поляризация (волн передатчика)			ПСКП			ЛСКП	ПСКП		ЛСКП
G/T приемника абонента (дБ(К <sup>-1</sup> ))	–30,8		–28,6		–20,6	–21,2	T = 1 565 К	T = 505 К	–20,4
Максимальный коэффициент усиления антенны приемника (дБи)	5,7		0,5		3	–3	3		7
C/(I + N) (дБ)	5,1		Рек. МСЭ-R М.1232		8	$E_b/(N_0 + I_0) = 3,7$ дБ	$E_b/N_0 = 13,5$ дБ		$E_b/N_0 = 13,4$ дБ
<i>Линия вниз станции сопряжения</i>									
Полоса частот (МГц)	400,15–401		137–138		400,15–401	137,0725–137,9275	137–138	400,15–401	400,6–400,9
Мощность передатчика (Вт)	15		4,9		6,3	1	32		10
э.и.и.м. передатчика (дБВт)	17,5		5,0 (пиковое значение)		10	3,8	17,8		18
Максимальный коэффициент усиления антенны передатчика (дБи)	17		0		2	4,8	(Не более 6, изоформа, антипиковое значение: –3)		7

ТАБЛИЦА 5 (окончание)

Система	L	M	N	P	Q	S	
<i>Линия вниз станции сопряжения (продолжение)</i>							
Полоса частот (кГц)	60	50	30–85	855	175	45	300
Скорость передачи данных (кбит/с)	50/OQPSK	57,6/OQPSK	9,6, 19,2, 38,4/FSK	Регенерация	112/GMSK	30/GMSK	4,8/MSK
Поляризация (волн передатчика)	ПСКП			ЛСКП	ПСКП		
$G/T$ приемника станции сопряжения (дБ(К <sup>-1</sup> ))	-18,3	-12,8	-9,6	-21,2	$T = 1\ 565\ К$	$T = 505\ К$	-18,9
Максимальный коэффициент усиления антенны приемника (дБи)	5,7	17, ПСКП	14	7,6	12		7
$C/(I + N)$ (дБ)	8,5	Рек. МСЭ-Р М.1232	8	$C/(N_0 + I_0) = 3,7\ дБ(Гц)$	$E_b/N_0 = 13,5\ дБ$	$E_b/N_0 = 13,4\ дБ$	
<i>Линия вверх станции сопряжения</i>							
Полоса частот (МГц)	148–150,05			148–148,855	148–150,05	399,9–400,05	
Мощность передатчика (Вт)	1,2	250 (пиковое значение)	5	1	150	10	
э.и.и.м. передатчика (дБВт)	13,8	40 (пиковое значение)	21	7,3	32,8	18	
Максимальный коэффициент усиления антенны передатчика (дБи)	18	17	14	8,3	12	7	
Ширина полосы канала (кГц)	50		30–90	855	50	150	
Скорость передачи данных (кбит/с)	50/OQPSK	57,6/OQPSK	9,6, 19,2/FSK	1/QPSK	30/GMSK	4,8/MSK	
Поляризация (волн передатчика)	ПСКП			ЛСКП	ПСКП		
$G/T$ приемника спутника (дБ(К <sup>-1</sup> ))	-22,9	-33,3	-30	-23,1	$T = 940\ К$		-20,4
Максимальный коэффициент усиления антенны приемника (дБи)	16	0, ПСКП	0	5,7	Не более 6, изоформа, антипиковое значение: -3		7
$C/(I + N)$ (дБ)	8,5	10,6	8	$C/(N_0 + I_0) = 42,5\ дБ(Гц)$	$E_b/N_0 = 13,5\ дБ$	$E_b/N_0 = 13,4\ дБ$	

<sup>(1)</sup> Сети ПСС с использованием методов динамического распределения каналов, например описанные в Рекомендации МСЭ-Р М.1039.

GMSK – MSK с гауссовой фильтрацией.

SDPSK – симметричная дифференциальная фазовая манипуляция.