

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SA.1026-4

**Критерии суммарных помех\* для систем передачи данных (космос-Земля) спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы, использующих низкоорбитальные спутники**

(Вопросы МСЭ-R 139/7 и МСЭ-R 141/7)

(1994-1995-1997-1999-2009)

**Сфера применения**

Цель настоящей Рекомендации состоит в предоставлении критериев помех для передач (космос-Земля) с низкоорбитальных спутников, применяемых для спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что гипотетическая эталонная система, рассмотренная в Рекомендации МСЭ-R SA.1020, определяет линии космос-Земля для множества функций, включая прямое считывание данных и считывание записанных данных;
- b) что необходимы критерии помех для обеспечения того, чтобы системы могли быть разработаны с целью достижения соответствующего качества в присутствии помех и оказания помощи при разработке критериев совместного использования полос системами, включая системы, работающие в других службах;
- c) что космический корабль, работающий в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе, может использовать низкие околоземные орбиты;
- d) что показатели качества для соответствующих систем передачи данных космос-Земля, работающих в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе, определены в Рекомендации МСЭ-R SA.1025 для нескольких полос частот;
- e) что, хотя конкретные системы передачи данных могут иметь показатели качества, которые отличаются от рекомендованных для спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы, во всех системах, работающих в этих службах, пороги помех должны быть равны допустимым уровням помех, которые рекомендуются для этих служб, или превышать их;
- f) что критерии помех для систем передачи данных, работающих в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе, могут быть получены с использованием методов, изложенных в Рекомендации МСЭ-R SA.1022;
- g) что в Приложении 1 представлены параметры характерных систем, которые обеспечивают основу для допустимых уровней помех при передачах (космос-Земля) в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе в некоторых полосах частот,

---

\* Критерии помех автоматически не подразумевают критериев совместного использования.

*рекомендует*

1 использовать уровни помех для полос частот, указанных в таблице 1, в качестве допустимых результирующих уровней мощности мешающего сигнала на выходе антенн земных станций, работающих в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе со спутниками на низкой околоземной орбите;

2 чтобы в совместно используемых полосах частот пороги помех конкретных систем были равны значениям, рекомендуемым в таблице 1, или превышали их.

ТАБЛИЦА 1

**Критерии помех для земных станций в спутниковой службе исследования Земли и в метеорологической спутниковой службе, использующих космический корабль на низкой околоземной орбите (см. Примечания 1, 2, 3, 4)**

Полоса частот	Тип земной станции	Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы, которая будет превышена не более чем для 20% времени	Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы, которая будет превышена не более чем для 0,0125% времени. (Данное значение основано на требовании 99,9% качества, указанного в Рекомендации МСЭ-R SA.1025-3)
137–138 МГц	Аналоговый приемник с антенной с усилением 2 дБик, прямое считывание данных	–151 дБВт на полосу 50 кГц <sup>(1)</sup>	–145 дБВт на полосу 50 кГц <sup>(1)</sup>
	Цифровой приемник с антенной с усилением 10 дБик, прямое считывание данных	–141 дБВт на полосу 150 кГц	–133 дБВт на полосу 150 кГц
	Цифровой приемник с антенной с усилением 2 дБик, прямое считывание данных	–142 дБВт на полосу 150 кГц <sup>(1)</sup>	–136 дБВт на полосу 150 кГц <sup>(1)</sup>
400,15–401,00 МГц	Антенна с усилением 0 дБик, прямое считывание данных	–157 дБВт на полосу 177,5 кГц	–147 дБВт на полосу 177,5 кГц
1 698–1 710 МГц	Антенна с усилением 46,8 дБик, считывание записанных данных	–128 дБВт на полосу 5 334 кГц	–121 дБВт на полосу 5 334 кГц
	Антенна с усилением 29,8 дБик, прямое считывание данных	–147 дБВт на полосу 2 668 кГц	–138 дБВт на полосу 2 668 кГц
	Антенна с усилением 22,5 дБик, антенна размером 1 метр, предназначенная для низкоскоростных данных	–144 дБВт на полосу 6,0 МГц	–134 дБВт на полосу 6,0 МГц
7 750–7 850 МГц	Антенна с усилением 55,2 дБик, считывание записанных данных	–144 дБВт на полосу 10 МГц	–129 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 41,7 дБик, антенна размером 2 метра, предназначенная для высокоскоростных данных	–137 дБВт на полосу 10 МГц	–126 дБВт на полосу 10 МГц

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Полоса частот	Тип земной станции	Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы, которая будет превышена не более чем для 20% времени	Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы, которая будет превышена не более чем для 0,0125% времени. (Данное значение основано на требовании 99,9% качества, указанного в Рекомендации МСЭ-R SA.1025-3)
8 025–8 400 МГц	Антенна с усилением 54,8 дБик, считывание записанных данных (Система А)	–145 дБВт на полосу 10 МГц	–133 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 41,7 дБик, считывание записанных данных (Система В)	–135 дБВт на полосу 10 МГц	–127 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 42,5 дБик, прямое считывание данных (Система С)	–139 дБВт на полосу 10 МГц	–129 дБВт на полосу 10 МГц
25,5–27,0 ГГц	Антенна с усилением 55,2 дБик, считывание записанных данных	–135 дБВт на полосу 10 МГц	–119 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 42,5 дБик, прямое считывание данных	–139 дБВт на полосу 10 МГц	–121 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 42,5 дБик, прямое высокоскоростное считывание данных	–136 дБВт на полосу 10 МГц	–122 дБВт на полосу 10 МГц
	Антенна с усилением 58,2 дБик, сохраненные данные целевой задачи	–126 дБВт на полосу 10 МГц	–107 дБВт на полосу 10 МГц

(1) Мощности сигналов помех (дБВт) в эталонной ширине полосы определены для приема при углах места  $\geq 25^\circ$ ; во всех других случаях минимальный угол места составляет  $5^\circ$ .

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Результирующий уровень мощности помех сигнала, который может быть превышен не больше чем для  $x\%$  времени, где  $x$  – меньше чем 20%, но больше чем указанный кратковременный процент времени (0,0125% времени), может быть определен путем интерполяции между заданными величинами с использованием логарифмической шкалы (по основанию 10) для процента времени и линейной шкалы для плотности мощности мешающего сигнала (дБ).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Критерии помех определены относительно процента времени приема земной станцией. Таким образом, статистические данные работы приемника, связанные с приемом от одного конкретного спутника (т. е. совокупное распределение коэффициента ошибок по битам (КОБ)), будут такими же, как и статистические данные, относящиеся к приему от нескольких подобных спутников. Общее время приема включает периоды времени, связанные с начальным захватом сигнала (т. е. перед и в течение местного подъема спутника), синхронизацией приемника данных и синхронным приемом данных. Следовательно, так как требуемое время для начального захвата сигнала и синхронизации может составлять до нескольких десятков секунд от общего интервала видимости спутника, усредненного примерно по девяти минутам, то анализ кратковременного качества, который представлен в Приложении 1 (т. е. качество, превышаемое всегда, кроме небольшого процента времени  $p$ ,  $p \leq 1\%$ ), предполагает, что спутник расположен при минимальном угле места, связанном с соответствующим показателем качества. Это дает качество в отношении КОБ, превышаемое для всех интервалов, кроме  $p\%$  времени, поскольку  $E_b/N_0$  и КОБ монотонно связаны с углом места.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Угол места, превышаемый всегда, кроме 20% времени в течение приема, хорошо аппроксимируется углом, превышаемым всегда, кроме 20% времени, в течение которого спутник виден выше минимального угла места, указанного в показателе качества. Эта аппроксимация, сделанная при анализе качества, представлена в Приложении 1, поскольку основная совокупная ошибка по времени не может превышать 1% (т. е.  $p\%$  времени), и соответствующая общая ошибка в отношении усиления антенны спутника, потери в свободном пространстве, избыточные потери на трассе, а также значения параметров земной станции являются незначительными. Результирующий угол места, который превышает всегда, кроме 20% времени приема, дает качество КОБ, превышаемое всегда, кроме 20% времени, поскольку  $E_b/N_0$  и КОБ монотонно связаны с углом места.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Для полос частот, отличающихся от приведенных в таблице 1, применяется критерий помех, приведенный в Рекомендации МСЭ-R SA.514.

## Приложение 1

### Основа для критериев помех

#### 1 Введение

В данном Приложении представлены параметры, применяемые совместно с методикой из Рекомендации МСЭ-R SA.1022 при выводе критериев помех для спутниковой службы исследования Земли и метеорологической спутниковой службы, с использованием показателей качества, указанных в Рекомендации МСЭ-R SA.1025 для некоторых полос частот. Результаты требуемого анализа качества кратко изложены в таблице 2. Важные соображения в отношении каждой полосы рассмотрены ниже. Во всех случаях типичные системы используют спутники на сильно наклоненных круговых орбитах.

ТАБЛИЦА 2

## Анализ показателей работы, используемый в качестве основы для критериев помех

Полоса частот (МГц)	137–138		137–138		137–138	
	Земная станция с низким усилением (АПИ)		Земная станция слежения (ПИНРС)		Земная станция с низким усилением (ПИНРС)	
Тип земной станции	Земная станция с низким усилением (АПИ)		Земная станция слежения (ПИНРС)		Земная станция с низким усилением (ПИНРС)	
Процент времени $p$ , который не удовлетворяется в отношении запаса линии,	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Угол места (превышаемый для $p$ )	25°	30°	5°	13°	25°	30°
Мощность на входе антенны спутника (дБВт)	4,9		6,8		6,8	
Усиление антенны спутника (дБик)	0,7	1,1	-1,2	-0,5	0,7	1,1
Э.и.и.м. спутника (дБВт)	5,6	6,0	5,6	6,3	7,5	7,9
Потери в свободном пространстве (дБ)	139,4	138,5	144,3	142,2	139,4	138,5
Дополнительные потери на трассе (дБ)	0,2		0,1	0,1	0,1	
Усиление антенны земной станции (дБик)	2,0		10,0	10,0	2,0	
Потери из-за неточной ориентации антенны (дБ)	0,0		0,0	0,0	0,0	
Потери рассогласования по поляризации (дБ)	1,5		1,5	1,5	1,5	
Потери в модуляторе и в демодуляторе (дБ)	0,0		2,0	2,0	2,0	
Эталонная ширина полосы приемника (кГц)	50		150		150	
Скорость передачи данных (дБ/Гц)	45,7 (занимаемая полоса)		48,6		48,6	
Принимаемая энергия на 1 бит, $E_b$ (дБ(Вт/Гц))	-179,2 ( $C_0$ )	-177,9 ( $C_0$ )	-180,9	-178,1	-182,1	-180,8
Шумовая температура приемной системы (К)	2 520		1 750		1 750	
Плотность мощности теплового шума (дБ(Вт/Гц))	-194,6		-196,2		-196,2	
Плотность мощности нетеплового шума приемника (дБ(Вт/Гц))	-		-		-	
Общая плотность мощности собственного шума, $N_0$ (дБ(Вт/Гц))	-194,6		-196,2		-196,2	
$E_b/N_0$ (дБ)	15,4 ( $C_0/N_0$ )	16,7 ( $C_0/N_0$ )	15,3	18,1	14,1	15,4
Коэффициент ошибок по битам линии	-		$10^{-10}$		$< 10^{-10}$	
Общий коэффициент ошибок по битам на приеме	-		$< 10^{-10}$		$< 10^{-10}$	
Порог $E_b/N_0$ (или $C/N$ ) (дБ)	12,0		6,5		6,5	
Запас по мощности (дБ)	3,4	4,7	8,8	11,6	7,6	8,9
Коэффициент $q$ (дв: долговременный, кв: кратковременный)	0,5 (дв)	1 (кв)	0,6 (дв)	1 (кв)	0,6 (дв)	1 (кв)
$M_{min}$ (дБ)	0,8		1,2		1,2	
Процент времени для критериев помех	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Критерии помех дБВт в эталонной ширине полосы	-151	-145	-141	-133	-142	-136

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

Полоса частот (МГц)	400,15–401,00		1 698–1 710			
	Неподвижная антенна (ненаправленная)		Считывание записанных данных (СЗД)		Прямое считывание данных	
Процент времени $p$ , который не удовлетворяется в отношении запаса линии,	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Угол места (превышаемый для $p$ )	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Мощность на входе антенны спутника (дБВт)	11,1		6,1		6,1	
Усиление антенны спутника (дБик)	0,0	0,0	2,1	2,0	2,1	2,0
Э.и.и.м. спутника (дБВт)	11,1	11,1	8,2	8,1	8,2	8,1
Потери в свободном пространстве (дБ)	153,6	151,4	166,3	164,0	166,3	164,0
Дополнительные потери на трассе (дБ)	0,2		0,2	0,0	0,2	
Усиление антенны земной станции (дБик)	0,0		46,8		29,8	
Потери из-за неточной ориентации антенны (дБ)	0,0		0,5		0,5	
Потери рассогласования по поляризации (дБ)	0,3		0,2		0,5	
Потери в модуляторе и в демодуляторе (дБ)	2,0		2,7		2,7	
Эталонная ширина полосы приемника (кГц)	177,5		5 334		2 668	
Скорость передачи данных (дБ/Гц)	49,5		64,2		58,2	
Принимаемая энергия на 1 бит, $E_b$ (дБ(Вт/Гц))	-194,5	-192,3	-179,1	-176,7	-190,4	-188,2
Шумовая температура приемной системы (К)	400		320	210	370	240
Плотность мощности теплового шума (дБ(Вт/Гц))	-202,6		-203,5	-205,4	-202,9	-204,8
Плотность мощности нетеплового шума приемника (дБ(Вт/Гц))	-211,7		-202,4		-204,2	
Общая плотность мощности собственного шума, $N_0$ (дБ(Вт/Гц))	-202,1		-199,9	-200,6	-200,5	-201,5
$E_b/N_0$ (дБ)	7,6	9,8	20,8	23,9	10,1	13,3
Коэффициент ошибок по битам линии	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-12}$		$6 \times 10^{-5}$	$< 10^{-9}$
Коэффициент ошибок при обработке данных со спутника	–	–	$5 \times 10^{-7}$		–	–
Общий коэффициент ошибок по битам на приеме	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$5 \times 10^{-7}$		$6 \times 10^{-5}$	$< 10^{-9}$
Порог $E_b/N_0$ (дБ)	5,5	5,5	11,2		10,5	10,5
Запас по мощности (дБ)		4,3	9,6	12,7	-0,4	2,8
Коэффициент $q$ (дв: долговременный, кв: кратковременный)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,6 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)
$M_{min}$ (дБ)	1,2		1,2		1,2	
Процент времени для критериев помех	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Критерии помех дБВт в эталонной ширине полосы	-157	-147	-128	-121	-147	-138

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

Полоса частот (МГц)	1 698–1 710		7 750–7 850			
	Антенна размером 1 метр, предназначенная для низкоскоростных данных		Считывание записанных данных (антенна 10 м)		Антенна размером 2 метра, предназначенная для высокоскоростных данных	
Процент времени $p$ , который не удовлетворяется в отношении запаса линии,	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Угол места (превышаемый для $p$ )	5	8	5	13	5	8
Мощность на входе антенны спутника (дБВт)	9,9		6,5		16,3	
Усиление антенны спутника (дБик)	3,2	3,2	6,0	5,8	4,0	4,1
Э.и.и.м. спутника (дБВт)	13,1	13,0	12,5	12,3	20,3	20,4
Потери в свободном пространстве (дБ)	166,1	164,0	179,5	177,3	179,4	177,2
Дополнительные потери на трассе (дБ)	0,2	0,2	3,5	0,5	0,5	0,5
Усиление антенны земной станции (дБик)	22,5		55,2		41,7	
Потери из-за неточной ориентации антенны (дБ)	0,5		0,5		0,5	
Потери рассогласования по поляризации (дБ)	0,5		0,2		0,5	
Потери в модуляторе и в демодуляторе (дБ)	2,5		2,0		2,5	
Эталонная ширина полосы приемника (МГц)	6,0		10		10	
Скорость передачи данных (дБ/Гц)	65,3		78,5		72,4	
Принимаемая энергия на 1 бит, $E_b$ (дБ(Вт/Гц))	-199,6	-197,5	-196,4	-191,5	-193,8	-191,5
Шумовая температура приемной системы (К)	80	70	180	150	115	95
Плотность мощности теплового шума (дБ(Вт/Гц))	-209,6	-210,1	-206,0	-206,8	-208,0	-208,8
$E_b/N_0$ (дБ)	10,0	12,7	9,6	15,4	14,2	17,3
Коэффициент ошибок по битам линии	$10^{-8}$		$10^{-7}$		$10^{-8}$	
Порог $E_b/N_0$ (дБ)	3,6		7,20		4,1	
Запас по мощности (дБ)	6,4	9,1	2,40	8,2	10,1	13,2
Коэффициент $q$ (дв: долговременный, кв: кратковременный)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)
$M_{min}$ (дБ)	1,2		1,2		1,2	
Процент времени для критериев помех	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Критерии помех дБВт в эталонной ширине полосы	-144	-134	-144	-129	-137	-126

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

Полоса частот (МГц)	8 025–8 400		8 025–8 400		8 025–8 400	
	Считывание записанных данных (Система А)		Считывание записанных данных (Система В)		Прямое считывание данных (Система С)	
Тип земной станции						
Процент времени, который не удовлетворяется в отношении запаса линии, $p$	0,05	20	0,05	20	0,05	20,0
Угол места (превышаемый для $p$ )	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Мощность на входе антенны спутника (дБВт)	12		3		16,9	
Усиление антенны спутника (дБик)	2,4	3,7	28		6,1	
Э.и.и.м. спутника (дБВт)	14,4	15,7	31		23	
Потери в свободном пространстве (дБ)	179,3	177	180	177,8	179,3	177,0
Дополнительные потери на трассе (дБ)	1,2	0,8	1,2	0,8	0,7	0,6
Усиление антенны земной станции (дБик)	54,8		41,7		42,5	
Потери из-за неточной ориентации антенны (дБ)	0,5		0,1		0,5	
Потери рассогласования по поляризации (дБ)	0,4		0,2		0,5	
Потери в модуляторе и в демодуляторе (дБ)	2,0		1,5		2,0	
Эталонная ширина полосы приемника (МГц)	10		10		10	
Скорость передачи данных (дБ/Гц)	85,1		83		73	
Принимаемая энергия на 1 бит, $E_b$ (дБ(Вт/Гц))	-199,3	-195,3	-193,3	-190,8	-190,5	-188,1
Шумовая температура приемной системы (К)	50	50	100	100	292	275
Плотность мощности теплового шума (дБ(Вт/Гц))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
Общая плотность мощности собственного шума, $N_0$ (дБ(Вт/Гц))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
$E_b/N_0$ (дБ)	12,3	16,3	15,3	17,8	13,5	16,1
Коэффициент ошибок по битам линии	$< 10^{-10}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$
Общий коэффициент ошибок по битам на приеме	$< 10^{-10}$		$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$
Порог $E_b/N_0$ (дБ)	7,2		6,3		9,6	
Запас по мощности (дБ)	5,1	9,1	9,0	11,5	3,8	6,5
Коэффициент $q$ (дв: долговременный, кв: кратковременный)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,6 (дв)	1 (кв)
$M_{min}$ (дБ)	1,2		1,2		1,2	
Процент времени для критериев помех	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Критерии помех дБВт в эталонной ширине полосы	-145	-133	-135	-127	-139	-129



ТАБЛИЦА 2 (окончание)

Полоса частот (МГц)	25 500–27 000							
	Считывание записанных данных		Прямое считывание данных		Прямое считывание высокоскоростных данных		Сохраненные данные целевой задачи	
Процент времени $p$ , который не удовлетворяется в отношении запаса линии,	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20
Угол места (превышаемый для $p$ )	5°	13°	5°	13°	5°	13°	5°	8°
Мощность на входе антенны спутника (дБВт)	13,0		13,0		13,0	14,8	6,4	
Усиление антенны спутника (дБик)	28,0		25,0		39,1		37,2	
Э.и.и.м. спутника (дБВт)	41,0		38,0		52,1	53,9	43,6	43,6
Потери в свободном пространстве (дБ)	189,8	187,7	189,8	187,7	188,8	186,4	190,0	187,9
Дополнительные потери на трассе (дБ)	6,4	1,0	6,4	1,0	6,4	1,0	1,0	1,0
Усиление антенны земной станции (дБик)	55,2		42,5		42,5	38,0	58,2	58,2
Потери из-за неточной ориентации антенны (дБ)	0,5		0,5		0,5		0,5	
Потери рассогласования по поляризации (дБ)	0,2		0,2		0,2		0,5	
Потери в модуляторе и в демодуляторе (дБ)	2,0		2,0		2,0		2,5	
Эталонная ширина полосы приемника (МГц)	10		10		10		10	
Скорость передачи данных (дБ/Гц)	90,0		76,0		90,0		81,2	
Принимаемая энергия на 1 бит, $E_b$ (дБ(Вт/Гц))	-191,9	-184,1	-194,5	-186,9	-193,3	-188,2	-173,6	-171,5
Шумовая температура приемной системы (К)	715,9	557,6	715,9	557,6	552,7	272,8	350	300
Общая плотность мощности собственного шума, $N_0$ (дБ(Вт/Гц))	-200,1	-201,1	-200,1	-201,1	-201,2	-204,2	-203,1	-203,8
$E_b/N_0$ (дБ)	7,3	16,0	5,6	14,3	7,9	16,0	29,5	32,4
Коэффициент ошибок по битам линии	$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-8}$	
Коэффициент ошибок при обработке данных со спутника	$5 \times 10^{-7}$		–		–		–	
Общий коэффициент ошибок по битам на приеме	$1,5 \times 10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-8}$	
Порог $E_b/N_0$ (дБ)	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5,6	5,6
Запас по мощности (дБ)	3,4	12,1	1,7	10,4	4,0	12,1	23,9	26,8
Коэффициент $q$ (дв: долговременный, кв: кратковременный)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)	0,33 (дв)	1 (кв)
$M_{min}$ (дБ)	1,2		1,2		1,2		1,2	
Процент времени для критериев помех	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Критерии помех дБВт в эталонной ширине полосы	-135	-119	-139	-121	-136	-123	-126	-107

## 2 Метеорологическая спутниковая служба в полосе 137–138 МГц

Анализ качества для системы автоматической передачи изображения (АПИ) в полосе 137–138 МГц предполагает, что спутник находится на высоте 844 км. Система АПИ использует аналоговую модуляцию с шириной полосы 50 кГц. Анализ качества для системы передачи изображения с низкой разрешающей способностью (ПИНРС) в полосе частот 137–138 МГц предполагает ту же самую высоту нахождения спутника. Ожидается, что система АПИ будет сниматься с эксплуатации, а внедрение системы ПИНРС начнется в 2006 году.

Передачи ПИНРС осуществляются в цифровой форме (модуляция QPSK с фильтром Найквиста) и работают при номинальной скорости передачи данных 72 кбит/с, включая кодирование Рида-Соломона/сверточное кодирование с перемежением. Ожидается, что два типа земных станций будут работать в системах ПИНРС:

- земная станция с неуправляемой антенной, имеющей низкое усиление 2 дБик, которая обеспечивает местную передачу данных (т. е. метеорологические данные для областей на расстоянии порядка 1000 км от земной станции); и
- земная станция с управляемой антенной, имеющей усиление 10 дБик, которая обеспечивает передачу данных на региональном уровне (т. е. метеорологические данные для областей, простирающихся на расстоянии более чем 2000 км от земной станции). Земные станции могут быть мобильными или транспортируемыми.

Обычно в системах АПИ работают только ненаправленные антенны с низким усилением (например, 2 дБик).

Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

<i>Аналоговый приемник</i>	<i>Цифровой приемник</i>
$q$ (долговременный) = 0,5	$q$ (долговременный) = 0,6
$q$ (кратковременный) = 1	$q$ (кратковременный) = 1
$M_{min}$ (долговременный) = $M_{min}$ (кратковременный) = 0,8 дБ	$M_{min}$ (долговременный) = $M_{min}$ (кратковременный) = 1,2 дБ

## 3 Метеорологическая спутниковая служба в полосе 400,15–401 МГц

Анализ качества системы в этой полосе проводится в предположении, что высота спутника составляет 833 км. Данные датчиков космического корабля мультиплексируются в поток данных, имеющий скорость передачи 88,75 кбит/с, которая является половиной скоростью при сверточном кодировании для коррекции ошибок. Соответствующие земные станции обычно являются мобильными, что позволяет использовать конструкции антенн, которые дают усиление только 0 дБик.

Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

$$q \text{ (долговременный)} = 0,33$$

$$q \text{ (кратковременный)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (долговременный)} = M_{min} \text{ (кратковременный)} = 1,2 \text{ дБ.}$$

## 4 Метеорологическая спутниковая служба в полосе 1698–1710 МГц

В рамках распределения 1690–1710 МГц подполоса 1698–1710 МГц используется для систем метеорологической спутниковой службы на низкой околоземной орбите в соответствии с Рекомендацией МСЭ-R SA.1745.

Анализ качества для систем передачи изображения с высокой разрешающей способностью (ПВРС), а также систем управления и сбора данных (УСД), использующих большие и небольшие земные станции, проводится в предположении, что высота спутника составляет 844 км. Эти системы принимают передачи от того же спутника, на котором применяют узконаправленную антенну, что частично компенсирует потери при распространении по направлению к лимбу Земли по сравнению с надиром. Девиация фазового манипулятора спутника составляет около  $67^\circ$ , в результате чего имеется остаточная несущая, содействующая осуществлению захвата сигнала и когерентной демодуляции. Это немного уменьшает мощность сигнала передачи данных. На больших станциях используется скорость передачи данных 2,667 Мбит/с и кодирование NRZ-L, что дает ширину полосы 5,334 МГц. На небольших станциях используется скорость передачи данных 0,667 Мбит/с и кодирование с расщеплением фазы, что дает ширину эталонной полосы 2,668 МГц.

Будущая система будет передавать низкоскоростные данные по линии "вниз" со скоростью 3,393 Мбит/с с космического корабля, находящегося на высоте 828 км. Земные станции трех типов будут иметь антенны размерами 1 м, 3 м и 13 м. Единственная антенна, в отношении которой следует провести анализ помех, – это антенна размером 1 метр.

Антенны больших размеров имеют более узкую ширину полосы и поэтому меньше подвержены помехам.

Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

$$\begin{aligned} q \text{ (долговременный)} &= 0,33-0,6 \\ q \text{ (кратковременный)} &= 1 \\ M_{min} \text{ (долговременный)} &= M_{min} \text{ (кратковременный)} = 1,2 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

## 5 Метеорологическая спутниковая служба в полосе 7750–7850 МГц

Несколько новых систем метеорологической спутниковой службы на низкой околоземной орбите уже работают или планируются для работы в полосе 7750–7850 МГц. Некоторые системы будут передавать сохраненные данные целевой задачи (считывание записанных данных) на земную станцию управления и сбора данных (УСД), находящуюся, как правило, на высоких северных широтах. Диаметры приемных антенн земных станций обычно составляют около 10 м, в результате чего усиление антенн равно 55 дБи. Шумовая температура системы земной станции составляет около 180 К. Минимальный угол места предполагался равным  $5^\circ$ . Для получения КОБ =  $10^{-7}$  теоретически требуется  $E_b/(N_0 + I_0) = 7,2$  дБ. Эталонная ширина полосы была выбрана равной 10 МГц. Высота орбиты спутника – около 832 км.

Дополнительная система высокоскоростной передачи данных передает сигнал со скоростью 17,49 Мбит/с со спутника, находящегося на высоте 828 км. Сигнал принимают земные станции трех типов с антеннами, размеры которых составляют 2 м, 3 м и 13 м. Единственная антенна, в отношении которой следует провести анализ помех, – это антенна размером 2 метра.

Антенны больших размеров имеют более узкую ширину полосы и поэтому меньше подвержены помехам.

Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

$$\begin{aligned} q \text{ (долговременный)} &= 0,33 \\ q \text{ (кратковременный)} &= 1 \\ M_{min} \text{ (долговременный)} &= M_{min} \text{ (кратковременный)} = 1,2 \text{ дБ.} \end{aligned}$$

## 6 Спутниковая служба исследования Земли (ССИЗ) в полосе 8025–8400 МГц

В отношении систем ССИЗ рассматриваются три эталонные системы, работающие в полосе 8025–8400 МГц. В системе А имеется спутник на орбите высотой 750 км, который с очень высокой скоростью передачи данных (325 Мбит/с) передает записанные данные на главную станцию сбора данных. На спутнике используется изотропная антенна. В системе В имеется спутник на орбите высотой 850 км, который также с высокой скоростью (200 Мбит/с) передает записанные данные, но с использованием направленной антенны. Наконец, в системе С имеется спутник на орбите высотой 750 км, который со скоростью 20 Мбит/с передает сигнал данных прибора, работающего в реальном времени, многочисленным распределенным недорогим земным станциям с целью обеспечения прямого считывания данных. Во всех системах применяется тип модуляции QPSK. Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

$$q \text{ (долговременный)} = 0,33-0,6$$

$$q \text{ (кратковременный)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (долговременный)} = M_{min} \text{ (кратковременный)} = 1,2 \text{ дБ.}$$

## 7 ССИЗ в полосе 25,5–27,0 ГГц

Несколько эталонных систем рассматривается также в отношении систем ССИЗ, работающих в полосе 25,5–27,0 ГГц. В эталонной системе 1 (т. е. первой системе в этой полосе, представленной в таблице 1) имеется спутник на орбите высотой 822 км, который осуществляет передачу в одном из двух режимов. Первый режим – это используемая для прямого считывания данных передача данных с очень высокой скоростью (1 Гбит/с) главной станции сбора данных. В режиме 2 применяется передача на более низкой скорости (40 Мбит/с) распределенным недорогим земным станциям для прямого считывания данных. В эталонной системе 2 имеется спутник на орбите высотой 698 км, обеспечивающий весьма высокоскоростную связь (1 Гбит/с) с недорогими распределенными земными станциями для прямого высокоскоростного считывания данных.

В другой новой системе сигнал сохраненных данных целевой задачи передается со спутника, находящегося на высоте 828 км, со скоростью 131,2 Мбит/с.

Применяя методику, представленную в Рекомендации МСЭ-R SA.1022, можно использовать следующий диапазон параметров помех для расчета критериев помех:

$$q \text{ (долговременный)} = 0,33$$

$$q \text{ (кратковременный)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (долговременный)} = M_{min} \text{ (кратковременный)} = 1,2 \text{ дБ.}$$


---