

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R SA.1807

**Характеристики систем и критерии помех для метеорологических спутниковых систем, работающих около частоты 18 ГГц**

(2007)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации МСЭ-R представлены критерии помех для метеорологических спутниковых систем (МетСат), работающих около частоты 18 ГГц, и параметры систем, используемые для их получения. Эти критерии предоставляют основу для определения возможностей совместного использования частот с другими распределенными службами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что критерии помех необходимы для гарантирования возможности проектирования метеорологических спутниковых систем, обеспечивающих соответствующее качество работы в присутствии помех;
- b) что полосы около 18 ГГц, распределенные метеорологической спутниковой службе (МетСат), совместно используются на равной первичной основе фиксированной службой, подвижной службой и фиксированной спутниковой службой (ФСС);
- c) что наличие критериев помех содействует разработке критериев совместного использования полос системами, в том числе системами, которые будут работать в других службах;
- d) что мешающие сигналы со стороны соседних спутников на ГСО, вероятно, должны ослабляться в дожде в той же степени, что и полезный сигнал;
- e) что затухание мешающих сигналов со стороны наземных источников будет, как правило, достаточно отличаться от затухания полезного сигнала,

*рекомендует*

- 1 использовать критерии помех, представленные в таблице 1, для запуска процедуры координации с будущими системами наземных и космических служб;
- 2 использовать характеристики систем и методы, указанные в Приложении 1, в качестве базы для получения параметров помех для службы МетСат, работающей в полосах частот около 18 ГГц;
- 3 использовать увеличение на 6% эквивалентной шумовой температуры линии для запуска процедуры координации между передающими космическими станциями и приемными земными станциями, работающими в службе МетСат;
- 4 чтобы характеристики боковых лепестков антенн метеорологических земных станций были основаны на Рекомендации МСЭ-R S.580.

ТАБЛИЦА 1

**Критерии помех для станций службы МетСат, использующей  
космический аппарат на геостационарной орбите**

Функция и тип земной станции	Мощность мешающего сигнала в эталонной ширине полосы, превышаемая не более чем в 20% времени (дБ(Вт/10 МГц))		Мощность мешающего сигнала в эталонной ширине полосы, превышаемая не более чем в $p\%$ времени (дБ(Вт/10 МГц))	
	Космическая	Наземная	Космическая	Наземная
Прямое считывание данных антенна с коэффициентом усиления 61 дБи Система А	–129,1 <sup>(1)</sup>	–140,7 <sup>(2)</sup>	–114,4 <sup>(3)</sup> $p = 0,025$	–114,4 <sup>(4)</sup> $p = 0,025$
Прямое считывание данных антенна с коэффициентом усиления 66 дБи Система В	–132,0 <sup>(1)</sup>	–145,7 <sup>(2)</sup>	–117,3 <sup>(3)</sup> $p = 0,025$	–117,3 <sup>(4)</sup> $p = 0,025$

Система А оптимизирована для орбитального разноса  $2^\circ$  в рабочих условиях, ограниченных помехами, а Система В оптимизирована для работы в условиях, ограниченных шумом.

- (1) Значение уровня на спутник на основе значения суммарных помех со стороны восьми соседних спутников, равно разнесенных в пределах  $2^\circ$  на ГСО, и отнесения 50% помех на космические службы.
- (2) Значение уровня для одиночной наземной системы на основе отнесения 50% помех на наземные источники.
- (3) На основе нерегулярных кратковременных помех со стороны двух НГСО спутников и отнесения 50% помех на космические службы.
- (4) На основе нерегулярных кратковременных помех со стороны двух источников и отнесения 50% помех на наземные службы.

## **Приложение 1**

### **Технические характеристики систем МетСат, работающих около частоты 18 ГГц**

В настоящем Приложении представлены параметры, используемые для определения критериев помех для метеорологических систем прямого считывания. Типовые конструкции систем для метеорологических спутников последующего поколения сконцентрированы на ГСО спутнике, передающем данные на относительно большую земную станцию на несущих частотах около 18,2 ГГц. Характеристики соответствующей системы показаны в таблице 1. Диаграммы направленности боковых лепестков антенн метеорологических станций должны соответствовать Рекомендации МСЭ-R S.580 для антенн ФСС исходя из спада  $29 - 25 \log \theta$  с целью содействия ситуации совместного использования частот с ФСС.

За основу было взято предположение о том, что готовность Системы А составляет 99,9%, что обычно требуется, хотя заметны тенденции к обеспечению значения 99,99%. Значения коэффициентов ошибок по битам, равные  $10^{-7}$ , относятся к стандартной практике для систем, использующих канальное кодирование. Требуемое отношение  $S/N$  основано на модуляции 8-PSK со сверточным канальным кодированием с  $R = 1/2$  и техническими потерями, составляющими 2 дБ.

Были рассмотрены системы двух различных типов. Система А оптимизирована для орбитального разноса  $2^\circ$  в рабочих условиях, ограниченных помехами, а Система В оптимизирована для работы в условиях, ограниченных шумом.

Для определения критериев помех использовались данные бюджета линии, в частности запасы и отношения  $S/N$ , применительно к алгоритму Рекомендации МСЭ-R SA.1022 для определения допустимых плотностей мощности помех в условиях кратковременных и долговременных помех.

ТАБЛИЦА 1

**Примеры бюджета линии для метеорологических спутниковых систем, работающих около 18 ГГц**

	Система А	Система В	Единицы
Частота несущей	18,2	18,2	ГГц
Максимальная ширина полосы	300	300	МГц
Минимальный угол места	5	5	градусы
Мощность спутника по РЧ	16,8	10,0	дБВт
Коэффициент усиления антенны спутника	48,1	46,5	дБи
Потери в вентиле, фильтре, корректоре, кабеле и соединителе	2,0	2,0	дБ
Э.и.и.м. спутника	62,9	54,5	дБВт
Расстояние между спутником и земной станцией	41 343	41 343	км
Потери при распространении в свободном пространстве	210,0	210,0	дБ
Потери из-за поляризации, наведения, в атмосфере	0,9	0,9	дБ
Долговременные потери на линии вниз	210,9	210,9	дБ
Запас в дожде для готовности 99,9%	15,0	15,0	дБ
Кратковременные потери на линии вниз	225,9	225,9	дБ
Диаметр антенны земной станции	8,0	15,0	м
Коэффициент усиления земной станции	60,7	66,1	дБи
Уровень мощности кратковременного сигнала на входе приемника	-102,3	-105,2	дБВт
Температура приемника	300	300	К
п.п.м. на поверхности Земли	-122,2	-130,5	дБ(Вт/(м <sup>2</sup> · МГц))
Плотность мощности шума приемника	-203,8	-203,8	дБ(Вт/Гц)
Отношение сигнала к плотности шума ( $C/N_0$ ) (долговременного)	116,5	113,6	дБ/Гц
Отношение сигнала к плотности шума ( $C/N_0$ ) (кратковременного)	101,5	98,6	дБ/Гц
Требуемое отношение $C/N_0$ для 8-PSK, кодирование с $R = 1/2$ , КОБ = 10E <sup>-7</sup>	97,0	97,0	дБ/Гц
Запас системы – долговременный	19,5	16,6	дБ
Запас системы – кратковременный	4,49	1,58	дБ

Поскольку полоса совместно используется с несколькими другими службами, требуется соответствующее распределение уровней помех. Что касается распределения долговременных помех между космическими и наземными системами, то можно ожидать, что около 18 ГГц будут появляться приблизительно равные вклады со стороны космических и наземных служб. Рекомендуется поэтому предполагать, что на каждый из этих источников приходится 50% помех.

Что касается долговременных помех, то следует делать различие между наземными и космическими службами со спутниками на ГСО. Полезные и нежелательные сигналы со стороны соседних спутников на ГСО, принимаемые той или иной земной станцией, будут затронуты ослаблением в дожде, по существу, одинаковым образом. Нежелательный сигнал будет подвержен действию того же ослабления, что и полезный сигнал, поскольку очаги дождя над земной станцией обычно гораздо шире области пересечения с конусом, определяемым угловым разносом. Поэтому достаточно определить только отношение  $S/I$ . В конкретном случае помех со стороны ФСС службе MetSat предполагалось, что было бы достаточным  $S/I = 20$  дБ. Координация в этой полосе частот обычно осуществляется для спутников в пределах  $\pm 8^\circ$  на ГСО. При рассматриваемом угловом разносе  $2^\circ$  необходимо учитывать помехи со стороны восьми спутников. Снижение помех для одного спутника ФСС, по сравнению с суммарными помехами со стороны восьми спутников, составляет тогда 4 дБ исходя из величины спада боковых лепестков типовой антенны. В таблице 2 приведены параметры, из которых вытекают рекомендуемые критерии помех.

ТАБЛИЦА 2

**Критерии плотности мощности долговременных помех, применимые к ФСС**

	Система А	Система В	Единицы
Уровень мощности принимаемого долговременного сигнала MetSat	-87,3	-90,2	дБВт
Плотность уровня мощности принимаемого долговременного сигнала	-102,1	-105,0	дБ(Вт/10 МГц)
Требуемое отношение сигнала к помехам	20,0	20,0	дБ
Отнесение долговременных помех к ФСС (%)	50	50	
Допустимая плотность мощности суммарных помех со стороны ФСС	-125,1	-128,0	дБ(Вт/10 МГц)
Коэффициент снижения, допуская восемь спутников с разносом $2^\circ$	4,0	4,0	дБ
Критерии плотности мощности допустимых долговременных помех для одной системы ФСС	-129,1	-132,0	дБ(Вт/10 МГц)

Трассы сигналов наземных источников помех обычно будут подвержены ослаблению, которое не связано с ослаблением полезного сигнала. Поэтому должны быть включены большие запасы для охвата случаев, в которых полезный сигнал испытывает максимальное ослабление, тогда как мешающий сигнал, по существу, не ослабляется. Для определения долговременных допустимых помех со стороны наземных служб было сделано предположение о наличии трети от кратковременного запаса ( $q = 1/3$ ). Использовалось следующее уравнение, содержащееся в Рекомендации МСЭ-R SA.1022.

$$I_0 = N_0(M^q - 1),$$

где:

- $I_0$ : плотность суммарных долговременных помех;
- $N_0$ : плотность шума метеорологической земной станции;
- $M$ : долговременный запас;
- $q$ : коэффициент снижения запаса.

В таблице 3 приведены параметры, из которых вытекают рекомендуемые критерии помех.

ТАБЛИЦА 3  
**Критерии плотности мощности долговременных помех,  
применимые к фиксированной службе**

	<b>Система А</b>	<b>Система В</b>	<b>Единицы</b>
Плотность мощности шума MetSat	-133,83	-133,83	дБ(Вт/10 МГц)
Кратковременный запас для системы MetSat	4,49	1,58	дБ
Доля приемлемого снижения кратковременного запаса (коэффициент $q$ в Рекомендации МСЭ-R SA.1022)	0,33	0,33	
Сохранившийся желательный кратковременный запас	3,0	1,1	дБ
Плотность мощности допустимых долговременных помех	-137,7	-142,7	дБ(Вт/10 МГц)
Отнесение общих долговременных помех на фиксированную службу (%)	50	50	
Предполагаемое число систем фиксированной службы, создающих помехи	1	1	
Критерии допустимых долговременных помех для одной системы фиксированной службы	-140,7	-145,7	дБ(Вт/10 МГц)

Что касается числа источников кратковременных помех, то для космических служб предполагалось наличие двух НГСО спутников ФСС, а для наземных систем – двух линий фиксированной службы, в редких случаях связанных через тропосферу или волноводное распространение.

Что касается превышения допустимого уровня кратковременных помех, то имеется полный долговременный запас ( $q = 1$ ), который, по существу, приводит к потере соединения. Вероятность превышения кратковременных помех 0,1% считалась достаточной в соответствии со степенью готовности системы, составляющей 99,9%. Данное значение применяется к суммарным помехам со стороны наземных и космических служб. В таблице 4 приведены параметры, из которых вытекают рекомендуемые критерии помех.

ТАБЛИЦА 4

**Критерии плотности мощности кратковременных помех,  
применимые к фиксированной службе и ФСС**

	<b>Система А</b>	<b>Система В</b>	<b>Единицы</b>
Плотность мощности шума MetSat	-133,8	-133,8	дБ(Вт/10 МГц)
Долговременный запас системы MetSat	19,5	16,6	дБ
Доля приемлемого снижения кратковременного запаса (коэффициент $q$ в Рекомендации МСЭ-R SA.1022)	1,0	1,0	
Сохраняющийся кратковременный запас в дБ	0,0	0,0	дБ
Критерии плотности мощности допустимых кратковременных помех	-114,4	-117,3	дБ(Вт/10 МГц)
Процент времени, в течение которого уровень помех может быть превышен (%)	0,10	0,10	
Предполагаемое число систем фиксированной службы, создающих кратковременные помехи	2	2	
Предполагаемое число систем ФСС, создающих кратковременные помехи	2	2	
Допустимый процент времени для одной системы фиксированной службы или ФСС (%)	0,025	0,025	