

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R RS.1263-1
(01/2010)

**Критерии помех для вспомогательной
службы метеорологии, работающей
в полосах частот 400,15–406 МГц
и 1668,4–1700 МГц**

Серия RS
Системы дистанционного зондирования



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 1 МСЭ-R. 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	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R RS.1263-1

**Критерии помех для вспомогательной службы метеорологии,
работающей в полосах частот 400,15–406 МГц и 1668,4–1700 МГц**

(Вопрос МСЭ-R 144/7)

(1997-2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации содержатся данные критериев помех, которые следует использовать при исследовании вопросов совместимости и совместного использования частот для вспомогательной службы метеорологии, работающей в полосах 400,15–406 МГц и 1668,4–1700 МГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что критерии помех необходимы для гарантированной возможности разработки систем, обеспечивающих удовлетворительное качество работы при наличии помех;
- b) что в Рекомендации МСЭ-R RS.1165 определены рабочие характеристики радиозондов, сбрасываемых зондов и ракетных зондов;
- c) что критерии помех способствуют разработке критериев совместного использования полос частот системами, включая системы, работающие в других службах;
- d) что для систем вспомогательной службы метеорологии (служба MetAids) следует определять пороговые уровни помех не ниже допустимых уровней,

рекомендует,

1 что указанные в таблицах 1 и 2 уровни помех следует использовать в качестве допустимых общих уровней мощности мешающего сигнала на выходе антенны приемных станций, работающих в службе MetAids, на основании представленных в Приложении 1 параметров MetAids репрезентативной системы.

ТАБЛИЦА 1

Критерии помех для радиозондов в службе MetAids

Параметр	Радиозонд на основе радиопеленгации 1 668,4–1 700 МГц	Радиозонд на основе GPS 1 675–1 683 МГц	NAVAID с направленной антенной 400,15–406 МГц	NAVAID с ненаправленной антенной 400,15–406 МГц
Эталонная ширина полосы системы	1 300 кГц	150 кГц	300 кГц	
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышаться более чем в $P_{LOCK-LOSS}\%$ времени	-135,3	-137,2	-141,9	Не применимо ⁽¹⁾
Процент времени, $P_{LOCK-LOSS}(\%)$ ⁽²⁾	0,02	0,025	0,02	Не применимо ⁽¹⁾
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышаться более чем в $P_{DATA-LOSS}\%$ времени	-139,4	-145,7	-149,6	-154,4
Процент времени, $P_{DATA-LOSS}(\%)$ ⁽²⁾	0,8	0,125	0,2	0,2
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышаться более чем в 20% времени ⁽²⁾	-155,2	-152,6	-156,1	

⁽¹⁾ Системы, оборудованные всенаправленными антеннами, не уязвимы к потере антенной захвата сигнала вследствие воздействия помех или замирания сигнала.

⁽²⁾ Этот процент времени не должен превышать в течение одного полета.

ТАБЛИЦА 2

Критерии помех для ракетных зондов и сбрасываемых зондов в службе MetAids

Параметр	Бортовой сбрасываемый зонд 400,15–406 МГц	Ракетные зонды 400,15–406 МГц
Эталонная ширина полосы системы	20 кГц	3 МГц
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышать более чем в $P_{LOCK-LOSS}\%$ времени	Не применимо ⁽¹⁾	-116,9
$P_{LOCK-LOSS}(\%)$ ⁽²⁾	Не применимо ⁽¹⁾	0,02
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышать более чем в $P_{DATA-LOSS}\%$ времени	-161,6	-122,1
$P_{DATA-LOSS}(\%)$ ⁽²⁾	0,060	0,060
Мощность сигнала помехи (дБВт) в эталонной ширине полосы не должна превышать более чем в 20% времени	-168,9	-135,6

(1) Системы, оборудованные всенаправленными антеннами, не уязвимы к потере антенной захвата сигнала вследствие воздействия помех или замирания сигнала.

(2) Этот процент времени не должен превышать в течение одного полета.

Приложение 1**Основа для рабочих характеристик и критериев помех для службы MetAids в полосах 400,15–406 МГц и 1668,4–1700 МГц****1 Введение**

Полосы частот 400,15–406 МГц (далее называемая полоса 403 МГц) и 1668,4–1700 МГц (далее называемая полоса 1680 МГц) распределены службе MetAids на первичной основе. Полосы 400,15–403 МГц и 670–1700 МГц распределены также пользователям метеорологических спутников (METSAT) на равной первичной основе; а полоса 400,15–401 МГц распределена подвижной спутниковой службе (ПСС) на всемирной основе. Полоса 1668,4–1675 МГц распределена подвижной спутниковой службе (ПСС) на всемирной основе.

Термин MetAids используется для обозначения различных типов метеорологического оборудования; радиозондов, сбрасываемых зондов и ракетных зондов. Оборудование MetAids в процессе полетов по всему миру осуществляет сбор метеорологических данных о верхних слоях атмосферы для прогнозов погоды и прогнозирования сильных бурь, сбор данных об озоновом слое и измерение параметров атмосферы для различных иных применений. Данные, полученные по результатам этих полетов – зондирований, – имеют исключительную важность для защиты жизни и имущества благодаря прогнозированию сильных бурь и обеспечению жизненно важных данных для работы коммерческих авиакомпаний.

2 Методика расчета критериев помех MetAids

Исходя из того что оборудование MetAids обычно в наибольшей степени уязвимо к помехам при работе на максимальной наклонной дальности, критерии помех будут установлены на основании запаса на линию при максимальной наклонной дальности. Несмотря на то что данное исходное положение не допускает для других потенциальных пользователей этих полос гибкости, которая позволила бы воспользоваться преимуществом более высоких запасов на линию при меньших значениях наклонной дальности, данный фактор может быть применим, в надлежащих случаях, для детальных исследований совместного использования частот. Этот диапазон будет соответствовать типовой максимальной наклонной дальности для большей части мира, но не отражает предельных условий, возникающих в зимнее время на высоких широтах.

Критерий помех MetAids будет установлен для трех точек системы, оборудованной направленной антенной: уровень помех и процент времени потери приемником настройки на отслеживаемый сигнал; уровень помех и процент времени потери данных; и уровень долговременных помех, который не должен превышать более чем в 20% времени. Значения потери приемником настройки не применимы к системам MetAids, оборудованным всенаправленными антеннами, поскольку такие антенны не могут оказаться направленными не на сигнал в период потери сигнала или действия помех. Для систем MetAids, использующих всенаправленные антенны, уровень помех и процент времени будут рассчитаны как потеря данных и уровень долговременных помех, которые не должны превышать более чем в 20% времени. Поскольку для различных применений используются разные типы оборудования MetAids с разными характеристиками, критерии будут установлены для каждого из них.

Первым уровнем кратковременных помех, который должен быть установлен и который применим только к системам с направленными следящими антеннами, является уровень, связанный с потерей настройки приемника на сигнал, что допустимо только в течение короткого периода времени и применимо только к системам с направленными следящими антеннами. Это максимальное время, в течение которого приемник может выдерживать потерю сигнала и затем по возвращении сигнала восстановить настройку и захват сигнала следящей антенной. Общий процент времени, $P\%_{TOTAL}$, в течение которого может произойти потеря слежения, будет рассчитываться в зависимости от системы и применения. Этот процент затем будет разделен между источниками потери в рамках системы. В таком случае, потеря слежения будет разделена так, чтобы 25% значения $P\%_{TOTAL}$ относились к межсистемным помехам.

Критерий помех по потере слежения рассчитывается следующим образом:

$$I_{LOCK-LOSS} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/10} - 1), \quad (1)$$

где:

- N_{RX} : спектральная плотность шума приемника из бюджета линии (см. таблицы 4 и 5);
- M : запас, рассчитанный для потери слежения по бюджету линии (см. таблицы 4 и 5).

Уровень $I_{LOCK-LOSS}$ не должен превышать более чем в $P\%_{LOCK-LOSS}$, где:

$$P\%_{LOCK-LOSS} = 0,25 (P\%_{TOTAL}).$$

Вторым уровнем критерия кратковременных помех, применяемым ко всем системам, является уровень, при котором происходит потеря данных. Процент времени для этого события может быть получен на основе пользовательских требований к готовности данных. Публикуемые требования к готовности данных MetAids обычно относятся ко всем источникам потери данных ошибок данных. В процессе полетов MetAids наряду с потерей данных возникают ошибки данных датчиков, которые отфильтровываются в процессе обработки данных. 25% общего значения процента времени $P\%_{TOTAL}$ потери/ошибок данных будут отнесены на счет помех, а 25% из них могут быть отнесены на межсистемные помехи, следовательно:

$$P\%_{DATA-LOSS} = (25\%) (25\%) (P\%_{TOTAL}) = (6,25\%) (P\%_{TOTAL}).$$

Критерий помех по потере данных рассчитывается следующим образом:

$$I_{DATA-LOSS} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/10} - 1), \quad (2)$$

где:

- N_{RX} : спектральная плотность шума приемника из бюджета линии (см. таблицы 4 и 5);
- M : запас, рассчитанный для потери слежения по бюджету линии (см. таблицы 4 и 5).

Уровень $I_{DATA-LOSS}$ не должен превышать более чем в $P\%_{DATA-LOSS}$.

Третьим уровнем помех будет уровень долговременных помех, который не должен превышать более чем в 20% времени. Уровень долговременных помех может быть рассчитан на основе обоих кратковременных запасов – на потерю слежения (если это применимо) и потерю данных. Уровень, рассчитанный исходя из кратковременного запаса на потерю слежения является несущественным, поскольку его значительно превышает уровень, рассчитанный по запасу на потерю данных. Для случая долговременных помех (20%) 2/3 запаса, связанного с потерей данных, будут закреплены за MetAids. Критерий помех по потере данных рассчитывается следующим образом:

$$I_{20\%} = N_{RX} + 10 \log (10^{M/30} - 1)$$

или

$$N_{RX} - 10 \text{ дБ, в зависимости от того, какая величина больше,} \quad (3)$$

где:

- N_{RX} : спектральная плотность шума приемника из бюджета линии (см. таблицы 4);
- M : запас, рассчитанный для потери данных по бюджету линии (см. таблицы 4).

Уровень $I_{20\%}$ не должен превышать более чем в 20% времени.

ТАБЛИЦА 3

Проценты времени, относящиеся к репрезентативным системам MetAids

Процент	Система на основе радиопеленгации 1 668,4–1 700 МГц	Система на основе GPS 1 675–1 683 МГц	Система NAVAIД с направленной антенной	Система NAVAIД с ненаправленной антенной	Сбрасываемый зонд	Ракетный зонд
Процент времени потери слежения ($P^{\circ}_{TOTAL-LOCK}$)	0,08%	0,1%	0,08%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	0,08%
Процент потери слежения, относимый на межсистемные помехи ($P^{\circ}_{LL-INTERSYSTEM}$)	25%	25%	25%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	25%
Максимальный процент времени неготовности линии (P°_{TOTAL}) ⁽²⁾	13,5%	2,0%	1%	1%	1,0%	1,0%
Процент потери данных, относимый на помехи ($P^{\circ}_{DL-INTERFERENCE}$)	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Процент потери данных, относимый на межсистемные помехи ($P^{\circ}_{DL-INTERSYSTEM}$)	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Итоговый процент времени для критерия помех по потере слежения ($P^{\circ}_{LOCK-LOSS}$)	0,02%	0,025%	0,02%	N/A ⁽¹⁾	N/A ⁽¹⁾	0,02%
Итоговый процент времени для критерия помех по потере данных ($P^{\circ}_{DATA-LOSS}$)	0,8%	0,125%	0,2%	0,2%	0,06%	0,06%

N/A: Не применимо.

(1) Системы, оборудованные всенаправленными антеннами, не уязвимы к потере антенной захвата сигнала вследствие воздействия помех или замирания сигнала.

(2) Элементы данной таблицы основаны на общих показателях доступности полетных данных, содержащихся в Рекомендации МСЭ-R RS.1165-2.

3 Анализ бюджета линии для MetAids

Для разных целей используются разные типы оборудования MetAids, которые имеют разные характеристики системы, вследствие чего различаются расчеты бюджетов линии. В таблицах 4 и 5 представлены расчеты данные бюджета линий репрезентативных систем, используемых во всемирном масштабе.

ТАБЛИЦА 4

**Расчет бюджета линий для оборудования MetAids,
работающего в полосе 400,15–406 МГц**

Основные параметры	NAVAID с направленной антенной		NAVAID с ненаправленной антенной		Сбрасы- ваемый зонд	Ракетный зонд	
	0,02 потеря слежения	0,2 потеря данных	0,2 потеря данных	0,06 потеря данных		0,02 потеря слежения	0,06 потеря данных
Тип модуляции	ЧМ				АМ		
Диапазон частоты (МГц)	400,15–406						
Не превышаемый процент времени по параметру (%)	0,02 потеря слежения	0,2 потеря данных	0,2 потеря данных	0,06 потеря данных	0,02 потеря слежения	0,06 потеря данных	
1 Выходная мощность передатчика (дБВт)	–6,0		–6,2		–8,5		–5,2
2 Среднее усиление антенны (дБи)	2,0		–4		2,0		0,0
3 э.и.и.м. передатчика (дБВт)	–4,0		–10,2		–6,5		–5,2
4 Максимальная длина линии (км)	250		150		350		70
5 Потери на трассе в свободном пространстве (дБ)	132,5		128,0		135,4		121,4
6 Избыточные потери на трассе (дождь, замирание и т. д.) (дБ)	1,5		1,0		4,0		0,25
7 Усиление антенны наземной станции (дБи)	8,0		2,0		0,0		20
8 Ошибка наведения антенны наземной станции (дБ)	0,0				0,5		
9 Потери системы приемника (антенный фидер, кабели и т. д.) (дБ)	2,0			0,0		2,0	
10 Потери вследствие рассогласования по поляризации (дБ)	0,5			0,0		0,5	
11 Мощность принимаемого сигнала (дБВт)	–132,5		–133,5		–145,9		–109,85
12 Эталонная ширина полосы приемника (кГц)	300			20		3 000	
13 Эталонная ширина полосы (дБГц)	54,8			42,5		64,8	
14 Принимаемая энергия на 1 Гц, C_0 дБ(Вт/Гц)	–187,3		–188,3		–188,4		174,65
15 Шумовая температура системы приемника (К)	600			410		738	
16 Мощность шума системы приемника (дБВт)	–146			–160		–165	
17 Спектральная плотность шума приемника, N_0 дБ(Вт/Гц)	–200,9			–202,5		–200,5	
18 Минимальное значение C_0/N_0 (дБ)	7	12	12		12	7	12
19 Реальное значение C_0/N_0 для полета (дБ)	13,6		12,6		14,1		25,8
20 Запас (дБ)	5,6	1,6	0,6		2,1	18,9	13,8

ТАБЛИЦА 5

**Расчет бюджета линий для оборудования MetAids,
работающего в полосе 1668,4–1700 МГц**

Тип модуляции	Система на основе радиопеленгацией		Система на основе GPS	
	АМ		ЧМ	
Тип модуляции	АМ		ЧМ	
Диапазон частоты (МГц)	1 668,4–1 700		1 675–1 683	
Не превышаемый процент времени по параметру (%)	0,02 потеря слежения	0,8 потеря данных	0,025 потеря слежения	0,125 потеря данных
1 Выходная мощность передатчика (дБВт)	–6,0		–5,0	
2 Среднее усиление антенны (дБи)	2,0		–2	
3 э.и.и.м. радиозонда (дБВт)	–4,0		–3,0	
4 Максимальная длина линии (км)	250			
5 Потери на трассе в свободном пространстве (дБ)	144,9			
6 Избыточные потери на трассе (дождь, замирание и т. д.) (дБ)	2,0		5,0	
7 Усиление антенны наземной станции (дБи)	28		26	
8 Ошибка наведения антенны наземной станции (дБ)	0,5		0,0	
9 Потери системы приемника (антенный фидер, кабели и т. д.) (дБ)	3,0		0,5	
10 Потери вследствие рассогласования по поляризации (дБ)	0,5		3	
11 Мощность принимаемого сигнала (дБВт)	–126,9		–130,4	
12 Эталонная ширина полосы приемника (кГц)	1 300		150	
13 Эталонная ширина полосы (дБГц)	61,1		52	
14 Принимаемая энергия на 1 Гц, C_0 дБ(Вт/Гц)	–188,0		–182,4	
15 Шумовая температура системы приемника (К)	738		1 000	
16 Мощность шума системы приемника (дБВт)	–168,7		–146,8	
17 Спектральная плотность шума приемника, N_0 дБ(Вт/Гц)	–200,5		–197,4	
18 Минимальное значение C_0/N_0 (дБ)	7	12	6	12
19 Реальное значение C_0/N_0 для полета (дБ)	12,5		15	
20 Запас (дБ)	5,5	0,5	9,0	3,0

4 Расчет критерия помех MetAids

4.1 Радиозонды

Критерии помех может быть рассчитаны с помощью уравнений (1), (2) и (3), а результаты анализа бюджета линий представлены в таблице 4. Критерии помех, устанавливаемые для каждого вида радиозондов, представлены в таблицах 6 и 7.

ТАБЛИЦА 6

Критерии помех для радиозондов, работающих в полосе 400,15–406 МГц

Параметр	NAVAID (с направленной антенной) 400,15–406 МГц	NAVAID (с ненаправленной антенной) 400,15–406 МГц
Спектральная плотность шума приемника (дБ(Вт/Гц))	–200,9	
Эталонная ширина полосы приемника (дБ/Гц)	54,8	
Запас линии (дБ) $P_{LOCK-LOSS} = 0,02\%$	5,6	Не применимо ⁽¹⁾
Запас линии (дБ) $P_{DATA-LOSS} = 0,2\%$	1,6	0,6
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{LOCK-LOSS} = 0,02\%$ времени (уравнение (1))	–141,9 дБВт(300 кГц)	Не применимо ⁽¹⁾
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{DATA-LOSS} = 0,2\%$ времени (уравнение (2))	–149,6 дБВт(300 кГц)	–154,4 дБВт(300 кГц)
Уровень помех не должен превышать более чем в 20% времени (уравнение (3))	–156,1 дБВт(300 кГц)	

(1) Системы, оборудованные всенаправленными антеннами, не уязвимы к потере антенной захвата сигнала вследствие воздействия помех или замирания сигнала.

ТАБЛИЦА 7

Критерии помех для радиозондов, работающих в полосе 1668,4–1700 МГц

Параметр	Система на основе радиопеленгации 1 668,4–1 700 МГц	Система на основе GPS 1 675–1 683 МГц
Спектральная плотность шума приемника (дБ(Вт/Гц))	–200,5	–197,4
Эталонная ширина полосы приемника (кГц)	1 300	150
Первый кратковременный запас линии (дБ), $P_{LOCK-LOSS}$	5,5	9,0
Первый кратковременный процент времени, $P_{LOCK-LOSS}$ (%)	0,02	0,025
Второй кратковременный запас линии (дБ), $P_{DATA-LOSS}$	0,5	3,0
Второй кратковременный процент времени, $P_{DATA-LOSS}$ (%)	0,8	0,125
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{LOCK-LOSS}\%$ времени (уравнение (1)) (дБВт в пределах эталонной ширины полосы)	–135,3	–137,2
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{DATA-LOSS}\%$ времени (уравнение (2)) (дБВт в пределах эталонной ширины полосы)	–139,4	–145,7
Уровень помех не должен превышать более чем в 20% времени (уравнение (3)) (дБВт в пределах эталонной ширины полосы)	–155,2	–152,6

4.2 Сбрасываемые зонды

Уравнения (1), (2) и (3) могут использоваться при расчете критериев помех для радиозондов. Критерии помех для радиозондов представлены в таблице 8.

ТАБЛИЦА 8

Критерии помех для радиозондов

Параметр	Сбрасываемые зонды 400,15–406 МГц
Спектральная плотность шума приемника (дБ(Вт/Гц))	-202,5
Эталонная ширина полосы приемника (дБ/Гц)	42,5
Запас линии (дБ) $P_{DATA-LOSS} = 0,06\%$	2,1
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{DATA-LOSS}\% = 0,06\%$ времени (уравнение (2))	-161,6 дБВт(20 кГц)
Уровень помех не должен превышать более чем в 20% времени (уравнение (3))	-168,9 дБВт(20 кГц)

4.3 Ракетные зонды

Уравнения (1), (2) и (3) могут использоваться при расчете критерия помех для ракетных зондов. Критерии помех для радиозондов представлены в таблице 9.

ТАБЛИЦА 9

Критерии помех для ракетных зондов

Параметр	Ракетные зонды 400,15–406 МГц
Спектральная плотность шума приемника (дБ(Вт/Гц))	-200,5
Эталонная ширина полосы приемника (дБ/Гц)	64,8
Запас линии (дБ) $P_{LOCK-LOSS} = 0,02\%$	18,9
Запас линии (дБ) $P_{DATA-LOSS} = 0,06\%$	13,85
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{LOCK-LOSS} = 0,02\%$ времени (уравнение (1))	-116,9 дБВт(3 МГц)
Уровень помех не должен превышать более чем в $P_{DATA-LOSS} = 0,06\%$ времени (уравнение (2))	-122,1 дБВт(3 МГц)
Уровень помех не должен превышать более чем в 20% времени (уравнение (3))	-135,6 дБВт(3 МГц)