

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R RS.1881
(02/2011)

**Критерии защиты для приемников
разности времен прихода, работающих во
вспомогательной службе метеорологии
в полосе частот 9–11,3 кГц**

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, 2011 г.

© ITU 2011

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 RS.1881

Критерии защиты для приемников разности времен прихода, работающих во вспомогательной службе метеорологии в полосе частот 9–11,3 кГц*

(2011)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации содержится описание технических характеристик, эксплуатационных характеристик и критериев защиты системы разности времен прихода (РВП), работающей во вспомогательной службе метеорологии в полосе частот 9–11,3 кГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что дальнейшее обнаружение молний с помощью наблюдений на частоте около 10 кГц осуществляется с 1987 года на основе использования разности времени прихода сигналов для установления места возникновения разрядов;
- b) что максимальные спектры излучения от разрядов молний сосредоточены в пределах частот 9–20 кГц. На этих частотах ионосферные волны, отраженные от ионосферы, распространяются на очень большие расстояния при относительно небольшом затухании. Поэтому можно принимать излучения от разрядов молний на расстоянии в тысячи километров от места возникновения разрядов;
- c) что, хотя национальные и региональные системы обнаружения молний в высокочастотных диапазонах уже существуют, они требуют наличия большого количества приемных станций, ввиду существенного уменьшения зоны покрытия каждого приемника. Организовать обнаружение молний с использованием таких систем на обширных пространствах океанического и континентального массивов, где отсутствует местная инфраструктура, как правило, трудно и это требует больших затрат. К тому же обеспечить покрытие такими системами обширных океанических пространств, таких как средняя часть Атлантики, невозможно;
- d) что основным преимуществом системы определения разности времен прихода (РВП) является глобальное покрытие, обеспечиваемое ограниченным количеством приемников, и эти приемники обеспечивают высокоточные наблюдения для глобального обнаружения;
- e) что данные, предоставляемые системой определения РВП, используются метеорологическими организациями всего мира и способствуют безопасности человеческой жизни, как с точки зрения прогнозирования общественной безопасности, так и прогнозирования при осуществлении авиационных перевозок, в частности, над океанами и обширными пространствами суши, где отсутствуют национальные системы обнаружения молний. К тому же они могут использоваться в поддержку инициативам, направленным на уменьшение рисков бедствий;
- f) что во всем мире растет интерес к средствам обнаружения молний в целях смягчения последствий бедствий, осуществления навигации и прогнозирования погоды;

* Регламент радиосвязи (издание 2008 г.) распределил полосы частот начиная с 9 кГц. Однако система, упомянутая в настоящей Рекомендации, работает в пределах частот 8,3 и 11,3 кГц.

g) что в системе обнаружения молний на основе РВП используются естественные излучения, возникающие вследствие разрядов молний, и работа системы может быть нарушена в результате помех от других источников, в том числе от излучений, возникающих в результате человеческой деятельности;

h) что вследствие дальнего распространения в этой полосе частот возникающие помехи могут затронуть многие станции РВП одновременно, что может серьезно ухудшить характеристики системы, в том числе в некоторых случаях привести к полной потере данных,

признавая,

a) что существует небольшое количество приемников РВП, размещенных по всему миру;

b) что приемники сети РВП работают на одночастотной основе с полосой пропускания в 3 кГц для проведения измерений,

рекомендует

1 обращаться к Приложению 1, в котором содержится базовая информация в целях определения критериев защиты для датчиков РВП, работающих во вспомогательной метеорологической службе в полосе частот 9–11,3 кГц;

2 использовать критерии защиты, предусмотренные в Приложении 1, для оценки совместимости между пассивными станциями РВП вспомогательной метеорологической службы и станциями радионавигационной, фиксированной и подвижной служб.

Приложение 1

Критерии защиты РВП

1 Резюме

В настоящем Приложении содержатся параметры, которые должны учитываться при проведении любого анализа совместимости и совместного использования приемниками РВП и другими службами в полосе частот 9–11,3 кГц.

2 Характеристики приемников РВП

Параметры типового приемника для датчика РВП представлены в таблице 1.

3 Уровни защиты

Исходя из критерия невозможности обновления формы волны сигнала Sferic¹ РВП в том случае, если она подвергается помехам различного уровня, были оценены два вида смоделированных форм волны сигнала помех при различных смещениях частоты от полосы измерения, а именно: немодулированный сигнал (CW) и импульсно-немодулированный сигнал (pulsed CW) (коэффициент заполнения импульсов – 67%).

¹ *Sferic: электромагнитный сигнал, созданный молнией (сокращение от "радиоатмосферик").

ТАБЛИЦА 1

Параметры типичной системы РВП

Технические характеристики системы РВП	
Центральная частота приемника	9,766 кГц
Коэффициент усиления усилителя приемника (блока датчиков)	12 дБ, если включено программное обеспечение системы управления (обычное положение); в противном случае – ноль ⁽¹⁾
Полоса пропускания для проведения измерений	3 кГц
Общая полоса "пропускания"	6,87–20,6 кГц
Тип антенны и ее направленность	Двухметровая штыревая однонаправленная антенна с вертикальной поляризацией
Фильтр программного обеспечения	Широкополосный фильтр верхних частот (3 дБ при частоте в 2,0 кГц), каскадный с фильтром нижних частот (предел полосы пропускания – 0,28 дБ при частоте в 17,75 кГц)
Узкополосный фильтр программного обеспечения	Полоса пропускания 3 дБ – 2,5 кГц Полоса пропускания 10 дБ – 4,3 кГц Полоса пропускания 20 дБ – 5,7 кГц
Типичный минимальный уровень собственных шумов приемника	–70,4 дБм в эталонной полосе пропускания в 5 кГц

⁽¹⁾ Коэффициент усиления усилителя в 12 дБ используется для дальнего обнаружения; если разряды молнии возникают в непосредственной близости от приемника, коэффициент усиления входных напряжений сводится к нулю.

3.1 Типичный минимальный уровень собственных шумов приемника РВП

Типичный минимальный уровень собственных шумов приемника равен –70,4 дБм в полосе пропускания в 5 кГц.

3.2 Чувствительность приемника (при минимальном отношении сигнал – шум в 15 дБ)

Чувствительность приемника датчика РВП составляет –69,5 дБм.

3.3 Отношение C/N как функция чувствительности приемника

Защитное отношение C/N измерено в полосе пропускания в 5 кГц (см. таблицу 2).

ТАБЛИЦА 2

Измеренное отношение C/N как функция минимального уровня несущей частоты

Минимальный уровень несущей частоты (дБм)	Уровень шума (дБм)	C/N (дБ)
–69,5	–70,4	0,9

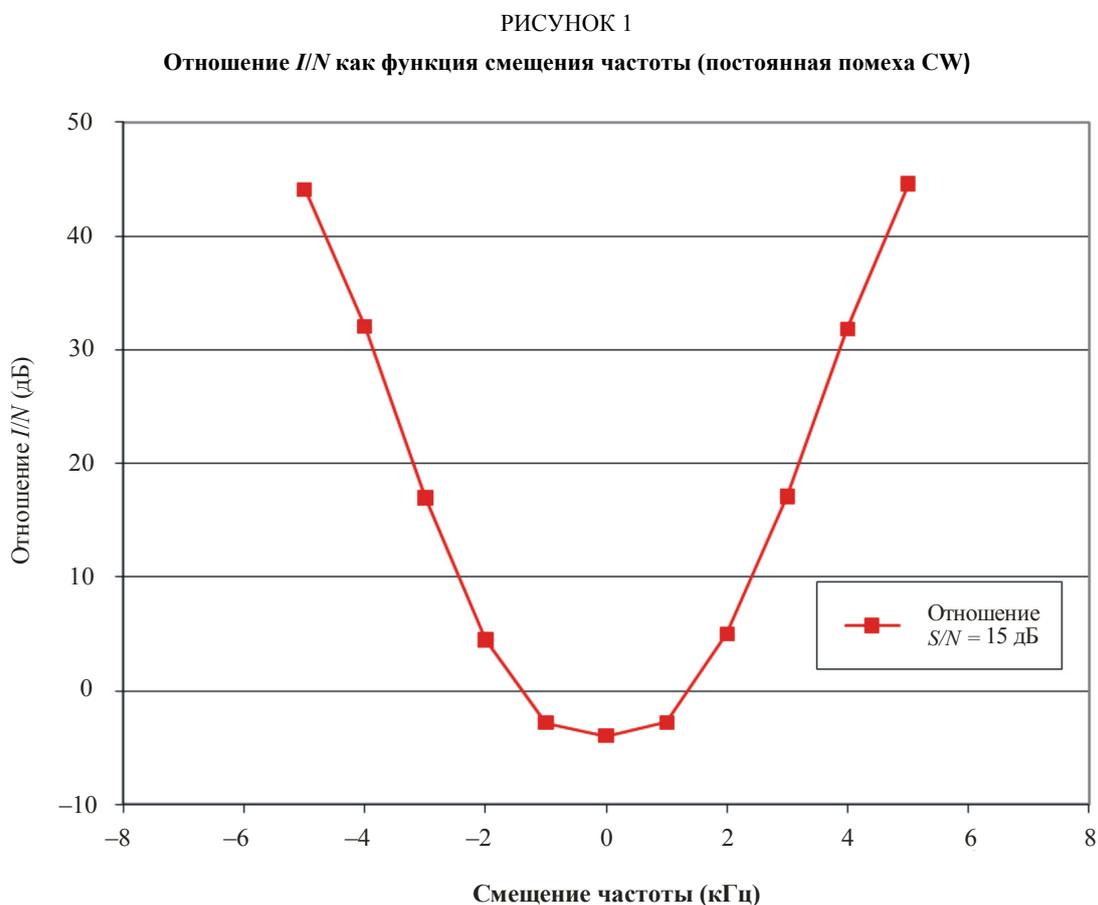
3.4 Защитное отношение I/N как функция смещения частоты

Измерения защитного отношения I/N при различных смещениях частоты от центральной частоты обнаружения, при которых использовался источник помех немодулированного сигнала (CW) и импульсно-немодулированного сигнала (pulsed CW), основывались на критерии показа невозможности обновления явления молнии.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значения I/N , указанные в следующих разделах, могут быть уменьшены в том случае, если используется подходящая режекторная фильтрация, подробно описанная в п. 4.

3.4.1 Критерии защиты I/N для источника постоянных помех типов CW

На рисунке 1 показано минимальное защитное отношение I/N для источника помех типов CW при различных смещениях частоты от центральной частоты обнаружения.



RS.1881-01

На диаграмме показано, что требуется защитное отношение I/N (для совмещенного канала) около -3 дБ при ширине полосы 5 кГц. Более высокое защитное отношение ($I/N = +4 - +5$ дБ) наблюдается при разносе частот ± 2 кГц. При разносе частот ± 5 кГц уровень защиты, который требуется для системы РВП, составляет около 44 дБ. Подробнее эти результаты отражены в таблице 3.

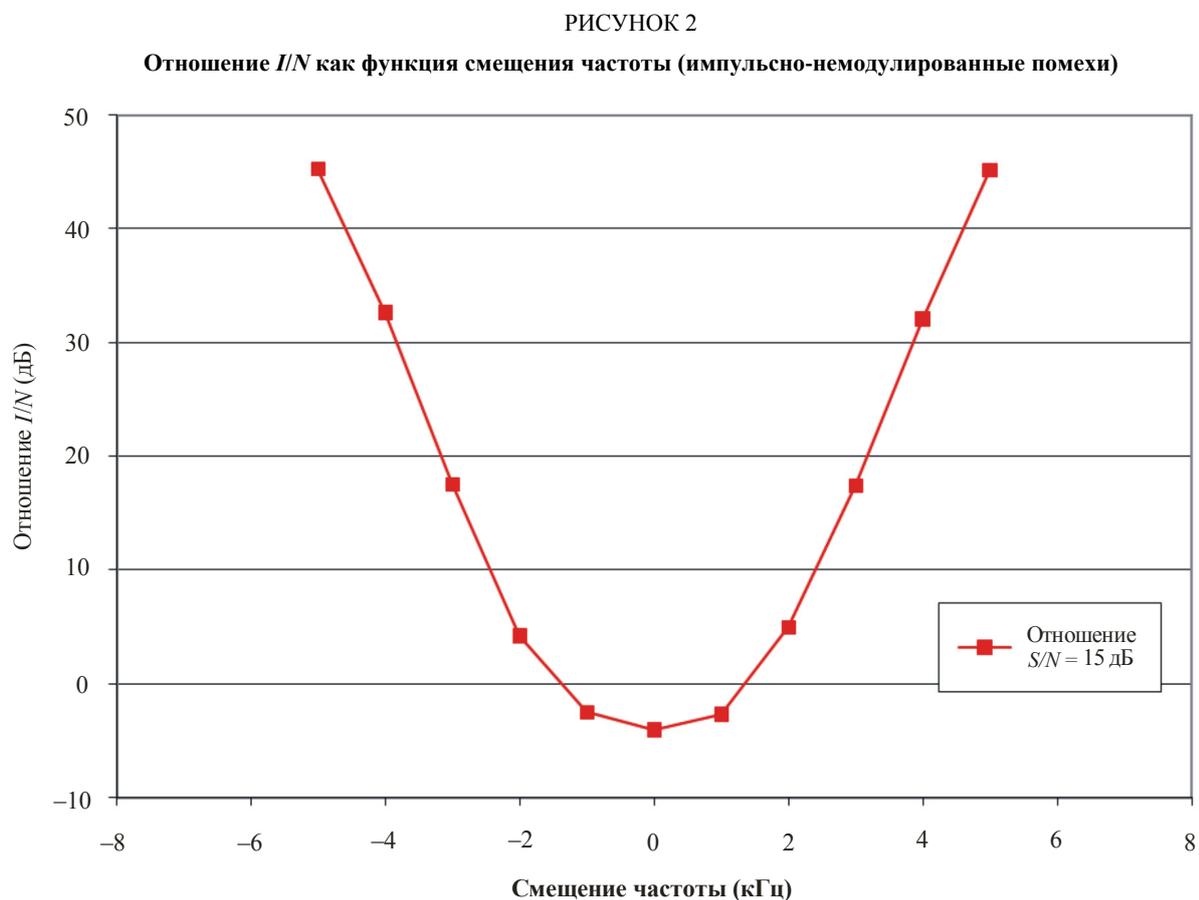
ТАБЛИЦА 3

**Отношение I/N как функция смещения частоты
(постоянная помеха CW)**

Смещение (кГц)	Защитное отношение I/N (дБ)
0	-3,9
1	-2,8
2	5
3	17
4	32
5	45

3.4.2 Критерии защиты I/N для источника помех типов импульсно-немодулированного сигнала (pulsed CW)

На рисунке 2 показано минимальное защитное отношение I/N для источников помех типов импульсно-немодулированного сигнала (pulsed CW) (коэффициент заполнения импульсов – 67%) при различных смещениях частоты от центральной частоты обнаружения. Подробнее эти результаты представлены в таблице 4.



RS.1881-02

ТАБЛИЦА 4

Отношение I/N как функция смещения частоты
(импульсно-немодулированные помехи)

Смещение (кГц)	Минимальное отношение I/N (дБ)
0	-4
1	-2,7
2	5
3	17
4	32
5	45

4 Ослабление влияния помех

На входе датчиков РВП могут использоваться режекторные фильтры для устранения влияния мешающих радиопередач на ОНЧ. В тех случаях, когда режекторная фильтрация может быть применена в датчиках РВП, значения I/N , указанные в пп. 3.4.1 и 3.4.2, могут быть изменены соответствующими режекторными фильтрами, что приведет к ослаблению помех.

Как указано на рисунке 3, функция режекторного фильтра имеет вид:

$$1 - \exp(-(\Delta f/w)^2),$$

где:

- f_0 : номинальная частота режекции;
- Δf : перемещение частоты f из f_0 ;
- w : половина ширины полосы фильтра.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Режекторная фильтрация может применяться только при разносах частот, более чем в два раза превышающих полосу пропускания режекторного фильтра (от центральной частоты измерения РВП), поскольку в этих случаях уменьшение амплитуды полезного сигнала минимально. Кроме того, режекторная фильтрация не может применяться при значениях ширины полосы источника помех больших 1 кГц.

РИСУНОК 3

Функция режекторного фильтра

