|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R RS.2017**  **(08/2012)** |
| **Критерии качества и критерии помех  для спутникового пассивного дистанционного зондирования** |
| **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-Т/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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой 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** | Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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 МСЭ-R 1.* |

*Электронная публикация*Женева, 2017 г.

© ITU 2017

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.2017-0[[1]](#footnote-1)\*

Критерии качества и критерии помех для спутникового пассивного дистанционного зондирования

(2012)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлена информация о критериях качества и критериях помех для спутникового пассивного дистанционного зондирования Земли и ее атмосферы с использованием микроволновых пассивных датчиков.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что некоторые полосы частот, включая ряд полос поглощения атмосферными газами (например, O2 (кислород) и H2O (водяной пар)), были распределены для космического пассивного микроволнового дистанционного зондирования;

b) что некоторые из этих полос распределены также другим службам радиосвязи;

c) что критерии качества являются необходимым предварительным условием для установления критериев помех и совместного использования частоты;

d) что радиояркостная температура поверхности, атмосферная температура в точках вдоль трассы и коэффициенты поглощения могут быть определены по измерениям температуры антенны датчика, *TA*;

e) что радиояркостная температура поверхности и коэффициенты поглощения, в свою очередь, зависят от физических свойств поверхности или атмосферы, которые должны зондироваться;

f) что в результате исследований были установлены требования к чувствительности измерений;

g) что критерии помех должны быть совместимы с требуемыми рабочими характеристиками;

h) что критерии помех являются необходимым предварительным условием для установления критерия совместного использования частоты;

j) что критерии помех могут быть сформулированы на основе мощности помех в эталонной ширине полосы;

k) что пассивное микроволновое дистанционное зондирование выполняется в полосах поглощения в целях получения важных трехмерных данных об атмосфере, которые используются, в частности, для инициализации моделей численного прогнозирования погоды (NWP);

l) что в результате исследований было установлено, что измерения в полосах поглощения чрезвычайно чувствительны к помехам, поскольку, в целом, не существует возможности выявить и отбросить данные, искаженные помехами, и распространение невыявленных искаженных данных в моделях NWP может оказать поражающее воздействие на надежность/качество прогнозирования погоды;

m) что трехмерные измерения атмосферной температуры или концентрации газов выполняются в полосах поглощения, включая полосы в диапазонах 52,6–59,3 ГГц, 115,25–122,25 ГГц, 174,8−191,8 ГГц, а также дополнительных каналах-окнах на частотах 23,6–24 ГГц, 31,3–31,8 ГГц, 50,2–50,4 ГГц и 86–92 ГГц;

n) что требования к качеству для пассивных датчиков могут быть сформулированы на основе значений чувствительности измерений, Δ*Te*, и готовности, измеренных на спутнике, при условии, что ухудшение, вносимое другими элементами системы, будет небольшим;

o) что чувствительность радиометрических пассивных датчиков выражается в основном как перепад температур, Δ*Te*, определяемый следующим выражением:

          K,

где:

Δ*Te* : радиометрическое разрешение (среднеквадратичная (r.m.s.) неопределенность при оценке суммарного шума системы, *Ts*);

α : постоянная системы приемника;

*Ts* : шумовая температура системы (K) (температура антенны и шумовая температура приемника);

*B* : спектральное разрешение (спектрорадиометра) или "эталонная ширина полосы" одного радиометрического канала (Гц);

*t* : время интегрирования датчика (с);

p) что порог радиометра или минимальное различимое изменение мощности определяется следующим выражением:

          Вт,

где *k* – постоянная Больцмана  1,38  10−23 Дж/K,

рекомендует,

**1** чтобы приведенные в таблице 1 значения чувствительности измерений, подходящие для спутникового пассивного дистанционного зондирования суши, океанов и атмосферы Земли, использовались как критерии качества;

**2** чтобы в полосах, используемых для спутникового пассивного дистанционного зондирования, требуемые минимальные значения доступности данных пассивных датчиков для каждой полосы соответствовали значениям, определенным в графе 3 (Доступность данных) таблицы 1;

**3** чтобы допустимый уровень помех для космических пассивных датчиков устанавливался равным 20% от Δ*P*;

**4** чтобы приведенные в таблице 2 допустимые уровни помех и значения эталонной ширины полосы для полос частот, предпочтительных для спутникового пассивного зондирования суши, океанов и атмосферы Земли, использовались для любой оценки помех или исследования совместного использования частот;

**5** чтобы превышение уровня помех, указанного в таблице 2, ограничивалось процентной долей зоны обзора датчика или процентной долей времени измерения, указанными в графе 4 таблицы 2.

ТАБЛИЦА 1

Критерии качества для спутникового пассивного дистанционного   
зондирования до 1000 ГГц

| Полоса частот  (ГГц) | Требуемое значение Δ*Te* (K) | Доступность данных(1) (%) | Режим  сканирования (N, C, L)(2) |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,370–1,427 | 0,05 | 99,9 | N, C |
| 2,64–2,70 | 0,1 | 99,9 | N |
| 4,2–4,4 | 0,05 | 99,9 | N, C |
| 6,425–7,25 | 0,05 | 99,9 | N, C |
| 10,6–10,7 | 0,1 | 99,9 | N, C |
| 15,2–15,4 | 0,1 | 99,9 | N, C |
| 18,6–18,8 | 0,1 | 99,9 | N, C |
| 21,2–21,4 | 0,05 | 99,9 | N |
| 22,21–22,5 | 0,05 | 99,9 | N |
| 23,6–24 | 0,05 | 99,99 | N, C |
| 31,3–31,8 | 0,05 | 99,99 | N, C |
| 36–37 | 0,1 | 99,9 | N, C |
| 50,2–50,4 | 0,05 | 99,99 | N, C |
| 52,6–59,3 | 0,05 | 99,99 | N, C |
| 86–92 | 0,05 | 99,99 | N, C |
| 100–102 | 0,005 | 99 | L |
| 109,5–111,8 | 0,005 | 99 | L |
| 114,25–116 | 0,005 | 99 | L |
| 115,25–122,25 | 0,05/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 148,5–151,5 | 0,1/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 155,5–158,5(4) | 0,1 | 99,99 | N, C |
| 164–167 | 0,1/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |
| 174,8–191,8 | 0,1/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |
| 200–209 | 0,005 | 99 | L |
| 226–231,5 | 0,2/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 235–238 | 0,005 | 99 | L |
| 250–252 | 0,005 | 99 | L |
| 275–285,4 | 0,005 | 99 | L |
| 296–306 | 0,2/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 313,5–355,6 | 0,3/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |
| 361,2–365 | 0,3/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 369,2–391,2 | 0,3/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 397,2–399,2 | 0,3/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 409–411 | 0,005 | 99 | L |
| 416–433,46 | 0,4/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 439,1–466,3 | 0,4/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |

ТАБЛИЦА 1 (*окончание*)

| Полоса частот  (ГГц) | Требуемое значение Δ*Te* (K) | Доступность данных(1) (%) | Режим  сканирования (N, C, L)(2) |
| --- | --- | --- | --- |
| 477,75–496,75 | 0,005 | 99 | L |
| 497–502 | 0,5/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 523–527 | 0,5 | 99,99 | N |
| 538–581 | 0,5/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 611,7–629,7 | 0,005 | 99 | L |
| 634–654 | 0,6/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 656,9–692 | 0,6/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |
| 713,4–717,4 | 0,005 | 99 | L |
| 729–733 | 0,005 | 99 | L |
| 750–754 | 0,005 | 99 | L |
| 771,8–775,8 | 0,005 | 99 | L |
| 823,15–845,15 | 0,8/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, C, L |
| 850–854 | 0,005 | 99 | L |
| 857,9–861,9 | 0,005 | 99 | L |
| 866–882 | 0,8 | 99,99 | C |
| 905,17–927,17 | 0,9/0,005(3) | 99,99/99(3) | N, L |
| 951–956 | 0,005 | 99 | L |
| 968,31–972,31 | 0,005 | 99 | L |
| 985,9–989,9 | 0,005 | 99 | L |
| (1) Доступность данных – это процентная доля зоны или времени, для которых имеются точные данные по конкретной зоне измерений датчика или времени измерений датчика. Доступность данных 99,99% означает зону измерений в виде квадрата на Земле площадью 2 000 000 км2, если не оговорено иное; доступность данных 99,9% означает зону измерений в виде квадрата на Земле площадью 10 000 000 км2, если не оговорено иное; доступность данных 99% означает время измерений, равное 24 ч, если не оговорено иное.  (2) N: надир, режимы сканирования в надире предусматривают в основном зондирование или просмотр поверхности Земли под углами, близкими к падению по нормали. Сканирование завершается на поверхности или на разных уровнях в атмосфере в зависимости от весовых функций. L: лимб, в режимах сканирования по лимбу осуществляется просмотр атмосферы "по ребру" и заканчивается в космосе, а не на поверхности, и, соответственно, достигается взвешенный ноль на поверхности и максимум на высоте точки касания. C: конический, в режимах конического сканирования осуществляется просмотр поверхности Земли путем поворота антенны на угол смещения относительно направления на надир.  (3) Первая цифра для режимов в надире или конических режимов, вторая цифра для применений микроволнового зондирования по лимбу.  (4) Данная полоса необходима до 2018 года для обеспечения работы существующих и планируемых датчиков. | | | |

ТАБЛИЦА 2

Критерии помех для спутникового пассивного дистанционного   
зондирования до 1000 ГГц

| Полоса частот  (ГГц) | Эталонная ширина полосы (МГц) | Максимальный уровень помех  (дБВт) | Процентная доля зоны или времени, для которой допустимо превышение уровня помех(1) (%) | Режим сканирования  (N, C, L)(2) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1,370–1,427 | 27 | −174 | 0,1 | N, C |
| 2,64–2,70 | 10 | −176 | 0,1 | N |
| 4,2–4,4 | 200 | −166 | 0,1 | N, C |
| 6,425–7,25 | 200 | −166 | 0,1 | N, C |
| 10,6–10,7 | 100 | −166 | 0,1 | N, C |
| 15,2–15,4 | 50 | −169 | 0,1 | N, C |
| 18,6–18,8 | 200 | −163 | 0,1 | N, C |
| 21,2–21,4 | 100 | −169 | 0,1 | N |
| 22,21–22,5 | 100 | −169 | 0,1 | N |
| 23,6–24 | 200 | −166 | 0,01 | N, C |
| 31,3–31,8 | 200 | −166 | 0,01 | N, C |
| 36–37 | 100 | −166 | 0,1 | N, C |
| 50,2–50,4 | 200 | −166 | 0,01 | N, C |
| 52,6–59,3 | 100 | −169 | 0,01 | N, C |
| 86–92 | 100 | −169 | 0,01 | N, C |
| 100–102 | 10 | −189 | 1 | L |
| 109,5–111,8 | 10 | −189 | 1 | L |
| 114,25–116 | 10 | −189 | 1 | L |
| 115,25–122,25 | 200/10(3) | −166/−189(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 148,5–151,5 | 500/10(3) | −159/−189(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 155,5–158,5(4) | 200 | −163 | 0,01 | N, C |
| 164–167 | 200/10(3) | −163/−189(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 174,8–191,8 | 200/10(3) | −163/−189(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 200–209 | 3 | −194 | 1 | L |
| 226–231,5 | 200/3(3) | −160/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 235–238 | 3 | −194 | 1 | L |
| 250–252 | 3 | −194 | 1 | L |
| 275–285,4 | 3 | −194 | 1 | L |
| 296–306 | 200/3(3) | −160/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 313,5–355,6 | 200/3(3) | −158/−194(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 361,2–365 | 200/3(3) | −158/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 369,2–391,2 | 200/3(3) | −158/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |

ТАБЛИЦА 2 (*окончание*)

| Полоса частот  (ГГц) | Эталонная ширина полосы (МГц) | Максимальный уровень помех  (дБВт) | Процентная доля зоны или времени, для которой допустимо превышение уровня помех(1) (%) | Режим сканирования  (N, C, L)(2) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 397,2–399,2 | 200/3(3) | −158/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 409–411 | 3 | −194 | 1 | L |
| 416–433,46 | 200/3(3) | −157/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 439,1–466,3 | 200/3(3) | −157/−194(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 477,75–496,75 | 3 | −194 | 1 | L |
| 497–502 | 200/3(3) | −156/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 523–527 | 200 | −156 | 0,01 | N |
| 538–581 | 200/3(3) | −156/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 611,7–629,7 | 3 | −194 | 1 | L |
| 634–654 | 200/3(3) | −155/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 656,9–692 | 200/3(3) | −155/−194(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 713,4–717,4 | 3 | −194 | 1 | L |
| 729–733 | 3 | −194 | 1 | L |
| 750–754 | 3 | −194 | 1 | L |
| 771,8–775,8 | 3 | −194 | 1 | L |
| 823,15–845,15 | 200/3(3) | −154/−194(3) | 0,01/1(3) | N, C, L |
| 850–854 | 3 | −194 | 1 | L |
| 857,9–861,9 | 3 | −194 | 1 | L |
| 866–882 | 200 | −154 | 0,01 | C |
| 905,17–927,17 | 200/3(3) | −153/−194(3) | 0,01/1(3) | N, L |
| 951–956 | 3 | −194 | 1 | L |
| 968,31–972,31 | 3 | −194 | 1 | L |
| 985,9–989,9 | 3 | −194 | 1 | L |
| (1) Уровень 0,01% означает зону измерений в виде квадрата на Земле площадью 2 000 000 км2, если не оговорено иное; уровень 0,1% означает зону измерений в виде квадрата на Земле площадью 10 000 000 км2, если не оговорено иное; уровень 1% означает время измерений, равное 24 ч, если не оговорено иное.  (2) N: надир, режимы сканирования в надире предусматривают в основном зондирование или просмотр поверхности Земли под углами, близкими к падению по нормали. Сканирование завершается на поверхности или на разных уровнях в атмосфере в зависимости от весовых функций. L: лимб, в режимах сканирования по лимбу осуществляется просмотр атмосферы "по ребру" и заканчивается в космосе, а не поверхности, и, соответственно, достигается взвешенный ноль на поверхности и максимум на высоте точки касания. C: конический, в режимах конического сканирования осуществляется просмотр поверхности Земли путем поворота антенны на угол смещения относительно направления на надир.  (3) Первая цифра для режимов в надире или конических режимов, вторая цифра для применений микроволнового зондирования по лимбу.  (4) Данная полоса необходима до 2018 года для обеспечения работы существующих и планируемых датчиков. | | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. \* В 2017 году 7-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла редакционные поправки в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1. [↑](#footnote-ref-1)