|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R M.1901-3**  **(01/2022)** |
| **Руководство по Рекомендациям МСЭ-R, касающимся систем и сетей радионавигационной спутниковой службы, работающих в полосах частот  1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц, 5000–5010 МГц и 5010–5030 МГц** |
| **Серия M**  **Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы** |

**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 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, 2022 г.

© ITU 2022

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 M.1901-3

Руководство по Рекомендациям МСЭ-R, касающимся систем и сетей радионавигационной спутниковой службы, которые работают   
в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц,   
5000–5010 МГц и 5010–5030 МГц

(Вопросы МСЭ-R 217-2/4 и МСЭ-R 288/4)

(2012-2013-2019-2022)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлено руководство по Рекомендациям и Отчетам МСЭ-R, касающимся технических характеристик и критериев защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (РНСС) и характеристик передающих космических станций РНСС, планируемых или эксплуатируемых в полосах частот ‎1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559−1610 МГц, 5000–5010 МГц и ‎‎5010–5030 МГц. Наряду с этим в настоящей Рекомендации представлен краткий обзор этих Рекомендаций и Отчетов.

Ключевые слова

РНСС, критерии защиты, воздействие радиочастотных помех

Сокращения/Глоссарий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| AWGN | Additive white Gaussian noise | Аддитивный белый гауссов шум |
| PDC | Pulse duty cycle | Коэффициент заполнения импульсов |
| PNT | Position, navigation and timing | Местоположение, навигация и время |
| PRF | Pulse repetition frequency | Частота повторения импульсов |
| RHCP | Right-hand circular polarization | Правосторонняя круговая поляризация |
| SQPN | Staggered quadrature pseudo-random noise | Чередующаяся квадратурная модуляция по псевдослучайному шуму |
| SQPSK | Staggered quadrature phase-shift keying | Чередующаяся квадратурная фазовая манипуляция |
| SSC | Spectral separation coefficient | Коэффициент спектрального разделения |

Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R M.1318-1 Модель оценки непрерывных помех со стороны радиоисточников, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559−1610 МГц и 5010–5030 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1787-4 Описание систем и сетей радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля и космос-космос) и технические характеристики передающих космических станций, работающих в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1902-2 Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1903-1 Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля) и приемников воздушной радионавигационной службы, работающих в полосе 1559–1610 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1904-1 Характеристики, требования к показателям качества и критерии защиты приемных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-космос), работающих в полосах частот 1164−1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1905-1 Характеристики и критерии защиты для приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос‑Земля), работающих в полосе частот 1164–1215 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.1906-1 Характеристики и защитные критерии приемных космических станций и характеристики передающих земных станций в радионавигационной спутниковой службе (Земля-космос), работающих в полосе частот 5000–5010 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.2030-0 Модель оценки импульсных помех от соответствующих источников радиосигналов, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Рекомендация МСЭ-R M.2031-1 Характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц

Отчет МСЭ-R M.2220-1 Метод расчета для определения параметров совокупных помех импульсных РЧ-систем, работающих в полосах и вблизи полос частот 1164–1215 МГц и 1215–1300 МГц, которые могут оказывать воздействие на бортовые приемники и приемники наземного базирования радионавигационной спутниковой службы, работающие в этих полосах частот

Отчет МСЭ-R [M.2458](https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2458)-0 Применения радионавигационной спутниковой службы в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Отчет МСЭ-R M.2496 Использование характеристик приемника РНСС при оценке помех от импульсных источников в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* что системы и сети радионавигационной спутниковой службы (РНСС) предоставляют по всему миру точную информацию для множества применений, связанных с определением местоположения, навигацией и синхронизацией;

*b)* что существует ряд эксплуатируемых и планируемых к эксплуатации систем и сетей РНСС;

*c)* что любая соответствующим образом оборудованная земная станция может принимать навигационную информацию от систем и сетей РНСС на всемирной основе,

отмечая,

*a)* что в Рекомендациях МСЭ-R M.1905, МСЭ-R M.1902, МСЭ-R M.1903 и МСЭ-R M.1904 приведены технические и эксплуатационные характеристики и критерии защиты приемников систем и сетей (космос-Земля и космос-космос) РНСС в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559−1610 МГц;

*b)* что в Рекомендации МСЭ-R M.1906 приведены технические и эксплуатационные характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций РНСС (Земля-космос), работающих в полосе 5000–5010 МГц;

*c)* что в Рекомендации МСЭ-R M.2031 приведены технические и эксплуатационные характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций РНСС (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц;

*d)* что в Рекомендации МСЭ-R М.1787 приведены технические описания систем и сетей РНСС (космос-Земля и космос-космос) и технические характеристики передающих космических станций, работающих в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;

*е)* что в Рекомендации МСЭ‑R M.1318 приведена модель для оценки помех от источников окружающей среды на приемники РНСС, работающие в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц;

*f)* что в Рекомендации МСЭ‑R M.2030 приведен метод оценки импульсных помех от соответствующих источников радиосигналов, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям РНСС, работающим в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559−1610 МГц;

*g)* что в Рекомендации МСЭ‑R M.1831 представлена методика оценки межсистемных помех в РНСС, которая должна использоваться в процессе координации систем и сетей РНСС;

*h)* что в Отчете МСЭ-R M.2458 описаны применения РНСС в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;

*i)* что в Отчете МСЭ-R M.2220 содержится метод расчета для определения параметров совокупных помех импульсных РЧ-систем, работающих в полосах и вблизи полос частот 1164−1215 МГц и 1215–1300 МГц, которые могут оказывать воздействие на бортовые приемники и приемники наземного базирования радионавигационной спутниковой службы, работающие в этих полосах частот;

*j)* что в Отчете МСЭ-R М.2496 содержится информация о характеристиках входного каскада приемника РНСС, в том числе о надлежащем использовании этих параметров при оценке помех, а также приводится соответствующее рассмотрение моделей импульсных помех для приемников РНСС,

рекомендует

использовать Приложение 1 в качестве руководства по Рекомендациям МСЭ-R, относящимся к системам и сетям РНСС, которые работают в полосах 1164–1215 МГц, 1215−1300 МГц, 1559−1610 МГц, 5000–5010 МГц и 5010–5030 МГц.

Приложение 1

# 1 Перечень Рекомендаций, относящихся к РНСС

В таблице 1 перечислены Рекомендации МСЭ-R, в которых указаны технические характеристики и критерии защиты систем и сетей РНСС. При рассмотрении какой-либо конкретной системы РНСС, в некоторых Рекомендациях подробные сведения об этой системе приведены в отдельном приложении, в то время как в других имеется общее приложение.

ТАБЛИЦА 1

Рекомендации МСЭ-R по характеристикам и критериям защиты систем РНСС в полосах 1164−1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц, 5000–5010 МГц и 5010–5030 МГц

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Полоса(ы) (МГц) | Типы станций | Рек.  МСЭ-R | Содержание |
| 1 164–1 215 | Пользова- тельский приемник | M.1905 | Характеристики и критерии защиты приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 1164–1215 МГц |
| 1 215–1 300 | Пользова- тельский приемник | M.1902 | Характеристики и критерии защиты приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 1215–1300 МГц |
| 1 559–1 610 | Пользова- тельский приемник | M.1903 | Характеристики и критерии защиты приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля) и приемников воздушной радионавигационной службы, работающих в полосе 1559−1610 МГц |
| 5 010–5 030 | Пользова- тельский приемник; приемник земной станции | M.2031 | Характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц |
| 5 000–5 010 | Спутниковый приемник | M.1906 | Характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций в радионавигационной спутниковой службе (Земля-космос), работающих в полосе 5000–5010 МГц |
| 1 164–1 215 1 215–1 300 1 559–1 610 | Пользова- тельский бортовой приемник космического аппарата | M.1904 | Характеристики, требования к показателям качества и критерии защиты приемных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-космос), работающих в полосах частот 1164−1215 МГц, 1215−1300 МГц и 1559−1610 МГц |
| 1 164–1 215 1 215–1 300 1 559–1 610 | Спутниковый передатчик | M.1787 | Описание систем и сетей радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля и космос-космос) и технические характеристики передающих космических станций, работающих в полосах частот 1164−1215 МГц, 1215−1300 МГц и 1559−1610 МГц |

В таблице 2 перечислены Рекомендации МСЭ-R, представляющие модели для:

1) оценки непрерывных и импульсных (см. Примечание 3 к таблице 3) помех приемникам РНСС от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС; и

2) оценки межсистемных помех РНСС в целях координации между системами и сетями РНСС.

ТАБЛИЦА 2

Рекомендации МСЭ-R по методам РНСС для оценки помех системам РНСС в полосах 1164−1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Полосы (МГц) | Типы станций | Рек.  МСЭ-R | Содержание |
| 1 164–1 215 1 215–1 300  1 559–1 610 5 010–5 030 | Все | M.1318 | Модель оценки непрерывных помех от источников радиосигналов, не относящихся к радионавигационной спутниковой службе, создаваемых системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц |
| 1 164–1 215 1 215–1 300  1 559–1 610 5 010–5 030 | Все | M.2030 | Модель оценки импульсных помех от соответствующих источников радиосигналов, не относящихся к радионавигационной спутниковой службе, создаваемых системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах 1164−1215 МГц, 1215−1300 МГц и 1559−1610 МГц |
| 1 164–1 215  1 215–1 300  1 559–1 610  5 010–5 030 | Все | M.1831 | Методика координации для оценки межсистемных помех в РНСС |

# 2 Параметры, связанные с оценкой помех системам РНСС

Параметры систем РНСС, связанные с оценкой помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, приведены в таблице 3. Конкретные параметры сигнала РНСС не показаны, но они включены в Рекомендацию МСЭ-R M.1787.

ТАБЛИЦА 3

Описание параметров РНСС, относящихся к Рекомендациям МСЭ-R M.1905,   
МСЭ-R M.1902, МСЭ-R M.1903, МСЭ-R M.1904 и МСЭ-R М.2031 (*см. Примечание 1*)

| Параметр | Описание параметров РНСС |
| --- | --- |
| Диапазон изменения частоты  сигнала (МГц) | Диапазон изменения частоты полезного сигнала RNSS. Для систем МДКР: несущая частота ± половина ширины полосы сигнала (если не указано иначе); для систем МДЧР: базовая частота + (номер канала \* разнос каналов) ± половина ширины полосы сигнала. Следует также указать диапазон номеров каналов. |
| Максимальное усиление антенны приемника в верхней полусфере (дБи) | Максимальное усиление антенны приемника в верхней полусфере с указанной поляризацией. |
| Максимальное усиление антенны приемника в нижней полусфере (дБи) | Максимальное усиление антенны приемника в нижней полусфере с указанной поляризацией. |
| Полоса пропускания РЧ-фильтра на уровне 3 дБ (МГц) | Полоса пропускания РЧ-полосового фильтра входного каскада приемника между точками на уровне –3 дБ. |
| Полоса пропускания предварительного корреляционного фильтра на уровне 3 дБ (МГц) | Полоса пропускания на ПЧ-полосового фильтра (непосредственно перед коррелятором) между точками на уровне –3 дБ. |
| Шумовая температура приемной системы (K) | Сумма эквивалентной шумовой температуры приемника и эквивалентной шумовой температуры антенны. |

ТАБЛИЦА 3 (*продолжение*)

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Описание параметров РНСС** |
| **Пороговые уровни для непрерывных помех (*см. Примечание 2*)** | |
| Пороговый уровень мощности  (в режиме отслеживания) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт) | Минимальный уровень мощности узкополосных помех (указываемый на выходе пассивной антенны и в пределах полосы пропускания РЧ‑фильтра), при котором приемник теряет след полезного сигнала при установленном минимальном уровне принимаемой мощности с определенной вероятностью (т. е. не может оставаться в режиме отслеживания с соответствующей вероятностью). Это предполагает, что приемник уже начал принимать полезный сигнал и отслеживал его до той точки, в которой помехи превысили этот порог, и приемник не смог корректно отслеживать сигнал (т. е. более невозможна надлежащая демодуляция данных навигации). (*См. Примечание 3*.) |
| Пороговый уровень мощности  (в режиме захвата) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт) | Минимальный уровень мощности узкополосных помех (указываемый на выходе пассивной антенны и в пределах полосы пропускания РЧ‑фильтра), при котором приемник не может захватывать полезный сигнал при установленном минимальном уровне принимаемой мощности с определенной вероятностью и в течение определенного периода времени (т. е. не может захватывать имеющийся сигнал с соответствующей вероятностью). Следует отметить, что такой уровень помех ниже, чем для предыдущего параметра (режим отслеживания). (*См. Примечание 3*.) |
| Пороговый уровень плотности мощности (в режиме отслеживания) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны  (дБ(Вт/МГц)) | Минимальный уровень плотности мощности широкополосных помех (указываемый на выходе пассивной антенны и в пределах полосы пропускания РЧ-фильтра), при котором приемник теряет след полезного сигнала при установленном минимальном уровне принимаемой мощности с определенной вероятностью (т. е. не может оставаться в режиме отслеживания с соответствующей вероятностью). Это предполагает, что приемник уже начал принимать полезный сигнал и отслеживал его до той точки, в которой помехи превысили этот порог, и приемник не смог корректно отслеживать сигнал (т. е. более невозможна надлежащая демодуляция данных навигации). В целях определения этого значения, предполагается, что суммарные помехи являются белым гауссовым шумом во всей полосе пропускания предварительного корреляционного фильтра на уровне 3 дБ. (*См. Примечание 3*.) |
| Пороговый уровень плотности мощности (в режиме захвата) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны  (дБ(Вт/МГц)) | Минимальный уровень плотности мощности широкополосных помех (указываемый на выходе пассивной антенны и в пределах полосы пропускания РЧ-фильтра), при котором приемник не может захватывать полезный сигнал при установленном минимальном уровне принимаемой мощности с определенной вероятностью и в течение определенного периода времени (т. е. не может захватывать имеющийся сигнал с соответствующей вероятностью). Следует отметить, что такой уровень помех ниже, чем для предыдущего параметра (режим отслеживания). В целях определения этого значения, предполагается, что суммарные помехи являются белым гауссовым шумом во всей полосе пропускания предварительного корреляционного фильтра на уровне 3 дБ. (*См. Примечание 3*.) |

ТАБЛИЦА 3 (*окончание*)

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Описание параметров РНСС** |
| **Пороговые уровни для импульсных помех (*см. Примечания 2 и 4*)** | |
| Уровень насыщения сигнала на входе приемника (дБВт) (*см. Примечание 4*) | Минимальный уровень мощности на выходе пассивной антенны приемника, создаваемый источниками импульсных помех, при котором происходит либо сжатие участка линейного усиления приемника, либо насыщение приемника в любой точке схемы обработки приемника – от первого каскада и до аналого-цифрового преобразователя. |
| Уровень сохранения работоспособности приемника (дБВт) (*см. Примечание 4*) | Максимальный уровень мощности на выходе пассивной антенны приемника, создаваемый источниками импульсных помех, при котором должна сохраняться работоспособность приемника без отказа каких-либо компонентов. |
| Время восстановления после перегрузки (с) (*см. Примечание 4*) | Максимальный период времени, в течение которого приемник возвращается к стабильным характеристикам передаточной функции, после того как уровень помех от импульсных источников, превышающий уровень насыщения сигнала на входе приемника, снижается ниже этого уровня. |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для Рекомендаций, на которые сделаны ссылки, единицы измерения параметров должны быть такими же, как приведенные в таблице, если в явной форме не указано иное.  ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Термин "непрерывные помехи" используется здесь для обозначения помех от источников, характеризующихся достаточно постоянной мощностью, которая в целом существует в любой момент времени. Такие помехи отличаются от импульсных помех, которые представляют собой периоды передачи пачек, чередующиеся с периодами отсутствия передачи. Совместимость последних с РНСС зависит от мощности и длительности пачек, а также рабочего цикла передачи.  ПРИМЕЧАНИЕ3. – Значения ширины полосы узкополосных непрерывных помех и широкополосных непрерывных помех приведены в Рекомендациях МСЭ-R M.1905, МСЭ-R M.1902, МСЭ-R M.1903, МСЭ-R M.1904 и МСЭ‑R M.2031.  ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Значения, представленные для этих параметров, следует использовать для оценки помех от импульсных источников с использованием Рекомендации МСЭ-R M.2030. | |

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