

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.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 М

**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 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	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 М.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 М.1318-1	Модель оценки непрерывных помех со стороны радиоисточников, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.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 М.1902-2	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц

Рекомендация МСЭ-R М.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 М.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 М.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 М.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 М.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 М.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 М.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 М.2458-0	Применения радионавигационной спутниковой службы в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц
Отчет МСЭ-R М.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 М.1905, МСЭ-R М.1902, МСЭ-R М.1903 и МСЭ-R М.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 М.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 М.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;
- e) что в Рекомендации МСЭ-R М.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 М.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 М.1831 представлена методика оценки межсистемных помех в РНСС, которая должна использоваться в процессе координации систем и сетей РНСС;
- h) что в Отчете МСЭ-R М.2458 описаны применения РНСС в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;
- i) что в Отчете МСЭ-R М.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	Пользовательский приемник	М.1905	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 1164–1215 МГц
1 215–1 300	Пользовательский приемник	М.1902	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 1215–1300 МГц
1 559–1 610	Пользовательский приемник	М.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	Пользовательский приемник; приемник земной станции	М.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	М.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	Пользовательский бортовой приемник космического аппарата	М.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	М.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	М.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	М.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	М.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 М.1787.

ТАБЛИЦА 3

Описание параметров РНСС, относящихся к Рекомендациям МСЭ-R М.1905, МСЭ-R М.1902, МСЭ-R М.1903, МСЭ-R М.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 \pm половина ширины полосы сигнала (если не указано иначе); для систем МДЧР: базовая частота + (номер канала * разнос каналов) \pm 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 (К)	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.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Значения ширины полосы узкополосных непрерывных помех и широкополосных непрерывных помех приведены в Рекомендациях МСЭ-R М.1905, МСЭ-R М.1902, МСЭ-R М.1903, МСЭ-R М.1904 и МСЭ-R М.2031.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Значения, представленные для этих параметров, следует использовать для оценки помех от импульсных источников с использованием Рекомендации МСЭ-R М.2030.