

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.1903-1**  
(09/2019)

**Характеристики и критерии защиты  
приемных земных станций  
радионавигационной спутниковой  
службы (космос-Земля) и приемников  
воздушной радионавигационной службы,  
работающих в полосе 1559–1610 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-T/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-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
<b>M</b>	<b>Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы</b>
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, 2020 г.

© ITU 2020

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.1903-1

**Характеристики и критерии защиты приемных земных станций  
радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля)  
и приемников воздушной радионавигационной службы<sup>1</sup>,  
работающих в полосе 1559–1610 МГц**

(Вопросы МСЭ-R 217-2/4 и МСЭ-R 288/4)

(2012-2019)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации представлены характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (РНСС) и определенных приемных станций воздушной радионавигационной службы (ВРНС), работающих в полосе 1559–1610 МГц. Данная информация предназначена для проведения анализа воздействия радиочастотных помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, на приемники РНСС (космос-Земля) и ВРНС, работающие в полосе 1559–1610 МГц.

**Ключевые слова**

Влияние радиочастотных помех, критерии защиты, РНСС.

**Сокращения/гlossарий**

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

**Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ**

Рекомендация МСЭ-R М.1318-1	Модель оценки непрерывных помех со стороны радиисточников, 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 М.1787-3	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

<sup>1</sup> См. Примечание 3.



Рекомендация МСЭ-R М.1901-1	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
Рекомендация МСЭ-R М.1902-0	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.1904-0	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.1905-0	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 критерии защиты 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

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a)* что системы и сети радионавигационной спутниковой службы (РНСС) на всемирной основе предоставляют точную информацию для множества применений, связанных с определением местоположения, навигацией и синхронизацией, включая аспекты безопасности для некоторых полос частот в определенных обстоятельствах и для определенных приложений;
- b)* что любая соответствующим образом оборудованная земная станция может принимать навигационную информацию от систем и сетей РНСС на всемирной основе;
- c)* что существует ряд работающих и планируемых к вводу в эксплуатацию систем и сетей РНСС;
- d)* что существует настоятельная необходимость в защите систем и сетей, работающих в РНСС в полосе 1559–1610 МГц;
- e)* что существуют службы безопасности РНСС и что эти службы будут более широко использоваться в будущем;
- f)* что Международная организация гражданской авиации (ИКАО) разработала стандарты для глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), чьи элементы включают системы и сети РНСС;
- g)* что Международная морская организация (ИМО) требует, чтобы суда были оснащены РНСС для навигации в узких водных путях и для постановки в док;

- h) что существует большое число применений РНСС, связанных и не связанных с воздушной навигацией, которые используются или планируются к использованию в полосе 1559–1610 МГц;
- i) что в Рекомендации МСЭ-R М.1787 приведены технические описания систем и сетей РНСС и технические характеристики передающих космических станций, работающих в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;
- j) что в Рекомендации МСЭ-R М.1904 приведены технические характеристики и критерии защиты приемных космических станций, работающих в РНСС (космос-космос) в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;
- k) что в Рекомендации МСЭ-R М.1901 приведено руководство по настоящей и другим Рекомендациям МСЭ-R, которые относятся к системам и сетям РНСС, работающим в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц, 5000–5010 МГц и 5010–5030 МГц,

*признавая,*

- a) что во всех трех Районах полоса 1559–1610 МГц распределена РНСС (космос-Земля и космос-космос) и ВРНС на первичной основе;
- b) что существует ряд приемников сигналов РНСС, используемых в применениях службы безопасности, которые обрабатывают эти сигналы различными способами, как описано в Приложении 2;
- c) что существует и планируется к вводу ряд различных расширений систем и сетей РНСС, которые поддерживают службы безопасности,

*отмечая,*

что в Рекомендации МСЭ-R М.1343 определены основные технические требования к подвижным земным станциям (ПЗС) для глобальных негеостационарных (НГСО) систем подвижных спутниковых служб (ПСС) в полосе 1–3 ГГц,

*рекомендует,*

**1** чтобы при проведении анализа воздействия помех на приемники РНСС (космос-Земля) и некоторые приемники ВРНС (см. Примечание 3), работающие в полосе 1559–1610 МГц, от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, использовались характеристики и критерии защиты приемных земных станций, приведенные в Приложении 2;

**2** чтобы при выполнении анализа помех в целях защиты аспектов безопасности и применений РНСС и ВРНС использовался запас безопасности, как это описывается в Приложении 1;

**3** чтобы нижеприведенные примечания рассматривались как часть настоящей Рекомендации.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – Настоящая Рекомендация не предназначена для использования в целях формирования основы для дальнейших изменений максимальных уровней мешающего излучения в полосе 1559–1610 МГц, которые указаны в Приложениях к Рекомендациям МСЭ-R М.1343-1 и МСЭ-R М.1480 для ПЗС ППС и МСЭ-R SM.1757 для сверхширокой полосы пропускания (UWB). Максимальные уровни нежелательного излучения для полосы 1559–1610 МГц, приведенные в Рекомендациях МСЭ-R М.1343-1 и МСЭ-R М.1480, разработаны согласно конкретному сценарию помех и не предназначены для применения любой другой службой, кроме станций ПЗС ПСС, работающих в полосе 1–3 ГГц, без дополнительного изучения. Уровни, приведенные в Рекомендации МСЭ-R SM.1757, относятся конкретно к сверхширокополосной связи.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** – Запас безопасности воздушной радионавигации в 6 дБ, как это описано в пункте 3 Приложения 1, был разработан для конкретного применения РНСС и ВРНС в воздушной радионавигации в полосе 1559–1610 МГц и не предназначался для использования в применениях, не относящихся к воздушной навигации. Если запас безопасности (при его наличии) используется для применений безопасности РНСС, не относящихся к воздушной навигации, то такое использование должно основываться на результатах дополнительного исследования.

**ПРИМЕЧАНИЕ 3.** – В ограниченном числе случаев, описанных в Приложении 2, некоторые типы приемников работают с наземными передатчиками, которые передают, используя для этого распределение на равной первичной основе ВРНС, РНСС-подобный радионавигационный сигнал, предназначенный для приемников станций воздушных судов, которые также принимают сигналы РНСС (космос-Земля).

## Приложение 1

### Запас для применений безопасности в РНСС

#### 1 Введение

В рамках МСЭ и ИКАО существует давняя предыстория резервирования части бюджета линии с помехами в качестве запаса, чтобы гарантировать защиту аспектов безопасности радионавигационной службы. Уровни этого запаса обычно находятся в диапазоне от 6 до 10 дБ или более. Кроме того, существует множество прецедентов применений запаса безопасности для радионавигационной службы в МСЭ-R, например:

"Независимо от первоначальных намерений лиц, занимающихся планированием радиочастотного спектра, нет сомнения в том, что давление на ресурс радиочастотного спектра для дополнительных распределений различным службам радиосвязи может привести к тому, что критерии защиты воздушной навигации будут фактически рассматриваться как критерии совместного использования службами, не относящимися к воздушной навигации. Как следствие, служба безопасности должна предпринимать серьезные меры для обеспечения того, чтобы совместное использование одной и той же полосы частот любыми радиослужбами было в достаточной степени ограничено для создания приемлемого запаса при любых возможных обстоятельствах и чтобы при этом совокупные вредные помехи ни в коем случае не превышали требуемых критериев защиты"<sup>2</sup>.

Кроме того, в Приложении к Рекомендации МСЭ-R М.1318-1 приведена модель для оценки помех приемникам РНСС от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС. Эта модель включает использование фактора, называемого "запас на защиту (дБ)". В его описании отмечается, что он используется "для обеспечения защиты, предусмотренной в пункте 4.10 РР".

#### 2 Цель запаса безопасности

Запас безопасности, (который также называют фактором безопасности общего пользования), является крайне важным для применений по обеспечению безопасности человеческой жизни, когда речь идет о риске потери человеческой жизни из-за воздействия радиочастотных помех, которые реальны, но не поддаются количественному учету. Чтобы поддерживать применения в сфере безопасности человеческой жизни, должны учитываться все источники помех.

#### 3 Применения запаса безопасности в воздушной радионавигации

##### 3.1 Основы применения запаса безопасности в воздушной радионавигации

Вопросы использования запасов безопасности в навигационных системах хорошо изучены. ИКАО определяет запас безопасности для микроволновой системы посадки (MLS) в 6 дБ (Приложение 10 к Конвенции ИКАО: Международные стандарты и рекомендуемая практика в авиационной электросвязи, том 1, Радионавигационные средства (Дополнение G, таблица G-2)). В системе посадки по приборам (ILS) применяется запас безопасности в 8 дБ (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.1009-1, Дополнение 3 к Приложению 2). В каждом случае запас определяется с учетом мощности несущей навигационной системы.

То есть, чтобы проверить эксплуатационные характеристики этих систем, мощность полезного сигнала уменьшается с номинального уровня на величину запаса безопасности, а затем тестируется, чтобы определить, обеспечивает ли она требуемые эксплуатационные характеристики при наличии помех. Другими словами, производитель должен разработать оборудование, которое позволит справиться с наибольшим предполагаемым уровнем помех при приеме полезного сигнала с уменьшенным уровнем (на величину запаса безопасности) по сравнению с уровнем приема в обычных условиях.

---

<sup>2</sup> Этот текст, в частности, приводится в Приложении 5 Рекомендации МСЭ-R М.1477 (Женева, 2000 г.).

В ГНСС<sup>3</sup> такой подход невозможен, поскольку уменьшение мощности несущей ниже проектной мощности на 6 дБ или более может вызвать проблемы в алгоритме отслеживания на спутниковом приемнике. Это происходит из-за того, что мощность принимаемого сигнала со спутника ГНСС ограничена и, следовательно, приемники ГНСС работают в небольшом динамическом диапазоне. Для приемников ГНСС основной мерой качества принимаемого сигнала является отношение  $C/N_{0,EFF}$ , то есть отношение восстановленной мощности несущей  $C$  к эффективному шуму + спектральная плотность мощности помех,  $N_{0,EFF} = N_0 + I_0$ . Приемники ГНСС должны позволять работу вблизи минимального значения  $C/N_{0,EFF}$  в области, где важные рабочие параметры, такие как обнаруженная вероятность ошибок в кодовых словах или фазовая погрешность несущей, быстро ухудшаются при небольшом уменьшении  $C/N_{0,EFF}$ , например из-за помех.

### 3.2 Применение запаса безопасности для ГНСС в диапазоне 1559–1610 МГц

Как и в случае с MLS и ILS, способ использования такого запаса в ГНСС заключается в том, чтобы определить уровень радиочастотных (РЧ) помех от источников, не относящихся к воздушной навигации<sup>4</sup>, которые приемник должен быть способен принять и при этом удовлетворять эксплуатационным характеристикам. Для ГНСС испытательный предел РЧ-помех приемника (то есть проектный пороговый уровень) превышает максимально допустимый суммарный уровень помех окружающей среды на величину запаса безопасности. А именно если испытательный предельный уровень суммарной непрерывной помехи для ГНСС равен  $J_{agg,max}$  (дБВт) и используется запас безопасности  $M$  (дБ), то максимальный безопасный суммарный уровень непрерывных РЧ-помех окружающей среды определяется как:

$$J_{safe,max} = J_{agg,max} - M.$$

Для ГНСС в полосе 1599–1610 МГц необходимый запас безопасности  $M$  (дБ) составляет 6 дБ.

Запас безопасности в 5,6 дБ использовался при разработке предельного уровня излучения –70 дБ(Вт/МГц), принятого в Рекомендации МСЭ-R М.1343-1. Однако для общего применения этот запас немного корректируется до уровня в 6 дБ, приводя его в соответствие с уровнями запасов безопасности служб, принятыми МСЭ-R для других применений безопасности, как показано выше в пункте 3.1.

Например, аэронавигационный приемник типа 1 SBAS для заходов на посадку с категорией точности I (см. таблицу 2 Приложения 2), работающий в полосе  $1575,42 \pm 12$  МГц, проектируется и тестируется так, чтобы выдерживать пороговый суммарный уровень широкополосных помех –140,5 дБ (Вт/МГц) в режиме отслеживания сигнала. Применение запаса безопасности в 6 дБ, как показано в уравнении выше, к суммарным пороговым значениям дает в результате безопасный уровень допустимых принимаемых помех в –146,5 дБ(Вт/МГц).

Запас безопасности для воздушной навигации минимум в 6 дБ требуется для защиты применений безопасности ГНСС. Могут потребоваться дополнительные уровни запаса, в зависимости от следующего:

- последствия получения статистических данных по всем параметрам, используемым при анализе помех, если только не предполагается режим наилучших условий; и
- источники РЧ-помех, которые прямо не включены в анализ помех, но которые могут потенциально вносить вклад в помехи ГНСС.

<sup>3</sup> ГНСС – это глобальная навигационная спутниковая система, совокупность систем РНСС, обеспечивающих спутниковые сигналы воздушной радионавигации, как отмечается в ИКАО.

<sup>4</sup> Помехи, не связанные с воздушной навигацией, – это помехи от источников, не относящихся к аэронавигационному оборудованию, установленному на воздушных судах, оснащенных приемниками ГНСС.

### 3.3 Распределение рисков помех в воздушной радионавигации и соображения, касающиеся соблюдения определенных требований

#### 3.3.1 Распределение рисков помех

Анализ помех, проводимый для сетей связи, который основан на невозможности предоставления услуг, неприменим для служб обеспечения безопасности человеческой жизни, потому что отказ для такой службы неприемлем, если частота таких отказов превышает показатель  $1 \times 10^{-6}/\text{ч}$  (см. ниже). Кроме того, этот анализ не учитывает влияния побочных излучений, старения или неправильной работы оборудования и различий в эксплуатационных характеристиках отдельных модулей. Также существует искушение не учитывать воздействие источников помех, которые возникают на нерегулярной основе. Однако аэронавигационное сообщество предпринимает попытки количественно оценить риски, связанные с событиями, которые могут вызвать отказы или получение неверной информации, даже те, которые считаются маловероятными.

Аэронавигационное оборудование должно быть разработано таким образом, чтобы справиться с очень редкими событиями, при условии что они действительно могут возникнуть. В сравнении с миллионами летных часов в год для гражданских воздушных судов вероятность возникновения где-либо очень редкого события ( $1 \times 10^{-6}/\text{ч}$ ) в течение года может считаться виртуальной определенностью. Важно признать, что риск, создаваемый воздействием помех, должен оцениваться при проведении анализа помех.

Стандарты ИКАО для приемников на борту воздушных судов спутниковой системы дифференциальных поправок (SBAS) и наземной системы дифференциальных поправок (GBAS) ГНСС требуют визуальной индикации навигационной тревоги при превышении уровня чувствительности к РЧ-помехам в приемнике. Анализ рисков для ГНСС определяет вероятность  $1 \times 10^{-5}$  на потерю непрерывности при заходе на посадку для помех, не относящихся к ГНСС, для заходов на посадку по категории I. Требование непрерывности нужно для ограничения событий РЧ-помех до одного на 100 000 заходов на посадку. Во время точных заходов на посадку запас безопасности в 6 дБ для воздушной радионавигации может быть израсходован за счет изменений  $C/N_{0,EFF}$  ГНСС, как отмечено в пункте 3.1. Поэтому любое превышение суммарной помехой, не связанной с воздушной навигацией, предельного уровня  $-146,5$  дБ(Вт/МГц) (из примера в пункте 3.2) вызовет событие потери непрерывности в приемнике ГНСС. Основной смысл такой интерпретации приведен в определении запаса МСЭ-R для системы ILS в пункте 3.1. Как отмечается там, РЧ-помехи оцениваются при условиях минимального отношения  $C/N_{0,EFF}$  в выбранных пространственных точках объема, охватываемого ILS. Другими словами, в связи с наличием запаса безопасности мешающему сигналу не придается никакого значения.

#### 3.3.2 Соображения, касающиеся соблюдения определенных требований

Любое предложение о совместном использовании полос частот системами ВРНС/РНСС должно учитывать соображения о режимах сбоя предлагаемой услуги. Предложение должно определять любые сбои, которые могут представлять угрозу местной службе безопасности и описывать, как такие режимы должны определяться. Также должно обсуждаться то, как пользователи службы безопасности будут оповещаться и анализировать время подачи такого тревожного оповещения. В предложении должно быть также описано то, как основные особенности соответствующего сбоя будут сохраняться для дальнейшего анализа. Такие сбои должны включать отклонения мощности излучения внутри полосы или вне полосы частот. Они также должны включать изменения в излучаемом спектре – например, узкополосный в сравнении с широкополосным.

Такое предложение должно также приводить подробности того, как во всех соответствующих рабочих сценариях будет поддерживаться конкретный запас безопасности. Эти виды анализа будут включать расчеты потерь на трассе в отношении предлагаемой услуги для всех пользователей службы безопасности. Такие виды анализа потребуют учета всех возможных случаев близкого расположения предлагаемой службы к воздушным судам, морским судам и пользователям сухопутной аварийной радиосвязи службы безопасности.

Они также потребуют обоснованно рассмотреть возможность наличия множества источников помех. Данное предложение должно также учитывать возможную близость предлагаемой службы к фиксированным радиосредствам, используемым службой безопасности.

В заключение в этом предложении потребуется учитывать влияние недавних или планируемых дополнений к службе безопасности.



### 3.4 Выводы

1 Запас безопасности ГНСС в 6 дБ дает в результате запас для  $C/N_{0,EFF}$ , значительно меньший 6 дБ. Это более низкое значение  $C/N_{0,EFF}$  меньше, чем запасы безопасности для других определенных навигационных систем ИКАО, но находится в пределах диапазона значений запаса, принятых МСЭ-R для служб безопасности.

2 Оценка безопасности радионавигационными службами требует, чтобы вероятность появления источников РЧ-помех, не относящихся к воздушной навигации и превышающих предел защиты, была меньше 1 на 100 000 заходов на посадку по категории I. Риск потери непрерывности не включается в запас безопасности ГНСС.

3 Допустимый уровень помех, не относящихся к воздушной навигации, – это фиксированное число, которое представляет собой суммарный уровень помех от всех известных источников. Если устанавливаются новые службы, то их излучения должны быть ограничены, чтобы не превышался допустимый суммарный уровень помех.

## Приложение 2

### Технические характеристики и критерии защиты для приемных земных станций РНСС (космос-Земля), работающих в полосе 1559–1610 МГц

#### 1 Введение

Настоящее Приложение предназначено для того, чтобы предоставить описание некоторых применений приемников РНСС, краткое описание сигналов РНСС в полосе 1559–1610 МГц и уровней защиты приемников РНСС. Более подробная информация по сигналам РНСС, используемых в этих приемниках, дана в Рекомендации МСЭ-R М.1787. В разделе 2 приводятся описания применений РНСС. В разделах 3 и 4 описывается использование пороговых значений для максимальной суммарной мощности помех при приеме для защиты приемников РНСС и перечисляются технические характеристики и критерии защиты. Приведенные там уровни защиты в целом предназначены для рассмотрения ситуаций с источниками непрерывных и импульсных<sup>5</sup> помех, не относящимися к РНСС.

Пороговые значения для максимальной суммарной мощности помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, приведены в таблице 2. Для узкополосных помех уровень принимаемой мощности сигнала используется вместе с верхней границей ширины полосы мешающих сигналов. Для широкополосных помех спектральная плотность мощности принимаемого сигнала используется вместе с нижней границей ширины полосы мешающих сигналов. Пороговые значения относятся к суммарной помехе на выходе приемной антенны.

#### 2 Применения РНСС

В этом Приложении описываются несколько типов приемников РНСС для конкретных применений. Существует несколько типов аэронавигационных приемников, требования для которых довольно хорошо изучены. На настоящий момент известно, что некоторые применения, не связанные с авиацией, сравнительно более чувствительны к помехам. В первую очередь в ряде случаев это происходит из-за излишних потерь на трассе (то есть слабого принимаемого сигнала) или в других

---

<sup>5</sup> Под импульсными помехами здесь понимаются помехи, состоящие из передач пакетных сигналов с перерывами между ними. Совместимость с РНСС зависит от мощности и длительности пакета, а также коэффициента заполнения передачи.

случаях из-за дополнительных потерь при обработке сигнала (например, полубескодовым методом). Поскольку РНСС продолжает развиваться, в этой службе могут применяться приемники с большей чувствительностью к РЧ-помехам, что потребует обновления настоящей Рекомендации для их учета.

## **2.1 Аэронавигационные приемники РНСС**

### **2.1.1 Аэронавигационные приемники SBAS, используемые при заходах на посадку с точностью по категории I**

Система SBAS предназначена для предоставления данных по коррекции ошибок региональных измерений и по проверке целостности через сигналы спутников, находящихся на геостационарной орбите.

#### **Тип 1**

Этот тип аэронавигационного приемника является бортовым приемником воздушной навигации, разработанным для обеспечения заходов на посадку с точностью по категории I ИКАО. Такие приемники должны соответствовать требованиям спецификации SBAS. Они отслеживают как сигналы L1 C/A РНСС, так и сигналы CDMA L1 SBAS<sup>6</sup>. Сигналы L1 SBAS используют коды, аналогичные сигналам L1 C/A, и передаются на той же центральной частоте (1575,42 МГц). Характеристики такого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 1.

#### **Тип 2**

Этот тип аэронавигационного приемника также является бортовым приемником воздушной навигации, предназначенным для обеспечения заходов на посадку с точностью по категории I ИКАО. Однако приемник такого типа использует сигналы FDMA<sup>7</sup> РНСС и SBAS и работает на нескольких несущих частотах одновременно. Он отслеживает сигналы РНСС и SBAS, которые могут передаваться на разных несущих частотах. Характеристики такого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 2.

### **2.1.2 Приемники GBAS, используемые при заходах на посадку с точностью по категориям II/III**

#### **Тип 1**

Этот тип аэронавигационного приемника является бортовым приемником воздушной навигации, предназначенным для обеспечения заходов на посадку с точностью по категории II/III ИКАО. Они должны отслеживать спутниковые сигналы РНСС (L1 C/A) и сигналы в линии передачи данных GBAS в диапазоне ОВЧ. Этот приемник принимает сигналы CDMA. Характеристики такого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 3.

#### **Тип 2**

Этот тип аэронавигационного приемника также является бортовым приемником воздушной навигации, предназначенным для обеспечения заходов на посадку с точностью по категории II/III ИКАО. Приемник такого типа использует сигналы FDMA РНСС и работает на нескольких несущих частотах одновременно. Они должны отслеживать спутниковые сигналы РНСС и сигналы в линии передачи данных GBAS в диапазоне ОВЧ. Такой приемник также может работать с информацией от наземных передатчиков ВРНС, которые передают на станции воздушных судов радионавигационные сигналы, подобные сигналам РНСС (космос-Земля). Характеристики такого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 4.

---

<sup>6</sup> Термин "CDMA" означает модуляцию методом многостанционного доступа с кодовым разделением, когда все спутники РНСС и/или SBAS передают сигнал на той же несущей частоте, но с разными кодами модуляции. Дополнительные подробные данные об этих сигналах приведены в Приложении 1 (ГЛОНАСС) и Приложении 2 (GPS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

<sup>7</sup> Термин FDMA означает модуляцию методом многостанционного доступа с частотным разделением каналов, когда все спутники РНСС используют один код модуляции, но каждый спутник передает сигналы на разных несущих частотах. Дополнительные подробные данные об этих сигналах приведены в Приложении 1 (ГЛОНАСС) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

### 2.1.3 Эталонный наземный приемник SBAS

Этот тип аэронавигационного приемника является эталонным наземным приемником, который используется в работе наземной сети SBAS для определения задержки в ионосфере и целостности сигнала РНСС. Такой приемник использует полубескодовый метод, при котором задействуется уникальная функция, запускаемая конкретной структурой сигнала РНСС, в результате чего кодовые сигналы L1 и L2 P(Y) отслеживаются с помощью информации о динамической фазе несущей, полученной из кода L1 C/A<sup>8</sup> и данных по отслеживанию несущей, и информации о средней тактовой частоте шифрования. Этот метод взаимной корреляции предоставляет возможность измерить задержку сигнала для L2, позволяя, таким образом, определить изменения задержек сигнала в ионосфере. Такая схема взаимной корреляции возможна частично из-за того, что сигналы L1 и L2 P(Y) имеют идентичные коды. Такой приемник должен также захватить и отследить сигналы спутников SBAS на той же частоте, что и несущая L1 C/A. Полубескодовые приемники более чувствительны к помехам, потому что они работают без информации о коде Y<sup>9</sup>. Наземные приемники SBAS выполняют важные функции, такие как мониторинг целостности сигналов РНСС на наземных станциях SBAS в известных фиксированных местоположениях. Следовательно, должна существовать подходящая защита для таких приемников в целях обеспечения постоянного непрерывного доступа к сигналам РНСС; такой защитой, помимо прочего, могут служить физические буферные зоны. Характеристики этого типа приемников указаны в таблице 2, столбец 5.

Эталонные наземные приемники SBAS исполняют важные функции, такие как мониторинг систем РНСС на земных станциях SBAS в известных положениях. Следовательно, существует подходящая защита для таких приемников, например физические буферные зоны (но не только), которая может гарантировать непрерывный доступ к сигналам РНСС.

### 2.1.4 Приемник воздушной навигации, используемый для точных заходов на посадку

Этот тип приемника воздушной навигации предназначен для обеспечения точного захода на посадку. Приемник такого типа может использовать сигналы CDMA и FDMA РНСС и работать на нескольких несущих частотах одновременно. Характеристики этого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 6.

Характеристики для приемников воздушной навигации могут также применяться к приемникам, разработанным для сухопутных и морских применений, которые не описываются в настоящем Приложении.

## 2.2 Приемники высокой точности

В категории приемников высокой точности представлены приемники, предназначенные для обеспечения определения местоположения с точностью один-два сантиметра в динамическом режиме работы в масштабе реального времени, используя сигналы на двух или трех частотах, а также сети SBAS. Их характеристики аналогичны тем, которые используются в описанных выше эталонных наземных аэронавигационных полубескодовых приемниках SBAS, но в некоторых применениях они могут быть более чувствительны, чем в применениях для воздушной навигации, поскольку эти приемники высокой точности работают в более сложных условиях окружающей среды (например, под листвой). Приемники и системы высокой точности используются в прикладных задачах, требующих высокой точности при определении местоположения, таких как сельское хозяйство, строительство, горное дело, рациональное использование природных ресурсов, наука и топографическая съемка.

Приемники РНСС высокой точности используют полубескодовый метод, при котором два или три сигнала РНСС с разными несущими захватываются и отслеживаются (например, сигналы L1 и L2 P(Y)) с помощью информации о динамической фазе несущей, полученной из отслеживания кода одного из сигналов (например, L1 C/A). Для таких приемников требуется защита во всех используемых полосах РНСС. Используются два основных метода: 1) сигналы РНСС в разных полосах взаимно коррелируются; или 2) сигналы РНСС реально отслеживаются на независимой основе. Существуют также разновидности или комбинации этих двух методов. В любом случае целью является обеспечение

---

<sup>8</sup> Сигналы L1 C/A и L1 P(Y) передаются в полосе частот РНСС 1559–1610 МГц, в то время как сигналы L2 P(Y) – в полосе РНСС 1215–1300 МГц. Дополнительные подробные данные об этих сигналах приведены в Приложении 2 (GPS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

<sup>9</sup> Код Y – это измененный и зашифрованный код P, имеющий те же характеристики модуляции и скорости передачи элементов, что и код P.

оценки задержки в ионосфере или независимого набора измерений фазы несущей, которые позволяют быстро удалить неопределенности в длине волны. Этот процесс обеспечивает повышенную точность в определении местоположения, даже когда приемник находится в движении. Схема с взаимной корреляцией возможна, если сигналы имеют идентичные, почти синхронизированные коды. Сигналы на одной несущей частоте передаются со сдвигом фазы и с задержкой в ионосфере относительно сигналов на другой несущей частоте от того же спутника. Однако, когда сигналы имеют такой же код и доплеровский сдвиг несущей, существует возможность облегчить процедуру полубескодового отслеживания, используя сверхузкополосную систему отслеживания.

Новые модификации таких приемников могут также отслеживать сигнал L2C<sup>10</sup>, если он передается с какого-либо определенного спутника. В этом случае они могут не работать в полубескодовом режиме для данного спутника. Однако, поскольку такие приемники работают в наземной сети совместно с полубескодовыми приемниками и в сочетании с полубескодовым отслеживанием спутниковых сигналов без L2C, их чувствительность к помехам является такой же, как и в случае полубескодовой чувствительности к помехам.

Многодиапазонные приемники могут также использоваться в коммерческих сетях. В таких применениях сигналы РНСС могут обрабатываться полубескодовыми методами для определения задержек сигналов в ионосфере. Эта информация используется сетью для повышения точности в большом регионе.

Многодиапазонные приемники коммерческой наземной сети обычно более чувствительны к помехам, чем описанные выше в пункте 2.1 аэронавигационные полубескодовые приемники, даже если они могут отслеживать сигнал L2C от отдельных спутников. Как правило, они предназначены для работы в динамической окружающей среде и не используют точную эталонную частоту. Пороговые уровни помех, заявленные ниже в таблице 2 для приемников РНСС высокой точности, также применяются для коммерческих полубескодовых приемников.

Следует отметить, что соответствующие пороговые уровни отслеживания для этих полубескодовых приемников (см. столбец "Приемники высокой точности" в таблице 2) основываются на наиболее чувствительных из отслеживаемых сигналов. Например, в некоторых применениях с использованием нескольких полос, включая приемники, работающие в полосе 1559–1610 МГц, наиболее чувствительные сигналы могут передаваться в полосе 1215–1300 МГц, в которой применяются соответствующие критерии защиты, указанные в Рекомендации МСЭ-R М.1902.

В столбце 11 таблицы 2 приведены три типа приемников, каждый из которых использует отдельный тип спутникового сигнала РНСС (для сигналов L1 P(Y) и C/A – CDMA; для сигналов ГЛОНАСС – CDMA и/или FDMA), полосу частот и полосы пропускания фильтра. Критерии защиты и другие характеристики сохраняются теми же.

### 2.3 Приемники РНСС, работающие с использованием дополнительных данных (А-РНСС)

Термин "А-РНСС" относится к коммерческим портативным приемникам и приемникам с РНСС, использующим дополнительные данные. Этот класс приемников работает в сложных условиях окружающей среды, таких как густая листва, прием внутри помещений или в местах с высокими вертикальными поверхностями ("городские каньоны"). Иногда такие приемники являются приемниками, получающими дополнительные данные по сотовым телефонам, поскольку дополнительная информация (доплеровский сдвиг, время, навигационные данные) добавляется в режиме реального времени, чтобы позволить провести захват и отслеживание сигнала РНСС при значительном ослаблении (например, при прохождении через стены зданий). Из-за ослабления в густой листве или в стенах нецелесообразно определять стандартные уровни принимаемых сигналов РНСС. Таким образом, нельзя определить пороговые значения мощности помех в зависимости от уровней принимаемого сигнала.

Поэтому принятым подходом является определение порогового значения суммарной плотности мощности помех на уровне, который не увеличит нижнее значение общего шума более чем на 1 дБ выше нижнего уровня шума окружающей среды. В данной Рекомендации нижний уровень шума окружающей среды соответствует шуму окружающей среды внутри помещения (–144 дБВт/МГц) при передаче на приемник шума с плотностью мощности –141 дБВт/МГц, для приемника с коэффициентом шума в 3 дБ. В результате получается пороговое значение плотности мощности

---

<sup>10</sup> Дополнительные подробные данные о сигнале L2C приведены в Приложении 2 (GPS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

суммарной широкополосной помехи, равное  $-146,9$  дБВт/МГц, на выходе пассивной антенны с круговой поляризацией при усилении 0 дБи. В случае суммарной узкополосной помехи (см. рисунок 1) пороговое значение мощности помех составляет  $-156,9$  дБВт. Поскольку такие приемники обычно работают с использованием дополнительных данных, пороговые уровни захвата и отслеживания остаются одинаковыми. Характеристики этого типа приемников приведены в таблице 2, столбец 7.

#### 2.4 Приемники общего назначения

В категории приемников общего назначения представлены несколько типов приемников РНСС. Эти приемники предназначены для автомобильной навигации, навигации пешеходов, общего определения местоположения и т. д. В столбце 8 таблицы 2 перечислены три типа приемников, а в столбце 9 – один тип. Три приемника общего назначения типа 1 в столбце 8 используют разные типы сигнала (для сигналов L1 C/A – CDMA; для сигналов ГЛОНАСС – CDMA и/или FDMA), полосу частот и полосы пропускания предварительного корреляционного фильтра. Критерии защиты и другие характеристики сохраняются теми же. Приемник общего назначения типа 2 (столбец 9) использует сигналы CDMA (B1-C)<sup>11</sup>, и их характеристики и критерии защиты отличаются от приемника общего назначения типа 1.

#### 2.5 Приемник определения местоположения, работающий внутри помещения

Категория приемников определения местоположения, работающих внутри помещения, представляет приемники РНСС, предназначенные для использования внутри помещений, и приемники, имеющие, как правило, низкое отношение  $C/N_0$  (то есть очень чувствительные приемники). Поскольку отслеживание несущей не может использоваться для маломощных сигналов в условиях окружающей среды в помещениях, для этого типа приемника используется только кодовое отслеживание. В таблице 2, столбец 10, приведены три типа приемников, каждый из которых использует разный тип спутникового сигнала РНСС (CDMA, а для сигналов ГЛОНАСС – CDMA и/или FDMA), полосу частот и полосы пропускания предварительного корреляционного фильтра.

### 3 Пороговые значения непрерывных помех РНСС для источников радиосигналов, не относящихся к РНСС

В описаниях, приведенных ниже, уровни мощности принимаемого сигнала на выходе антенны относятся к уровням мощности, учитываемым для максимального усиления антенны, направленной на источники помех. Пример спецификации РНСС касательно относительных уровней суммарной помехи в зависимости от полосы пропускания источников помех для приемников, использующих сигнал L1 C/A, приведен на рисунке 1. Уровни помех на рисунке 1 нормализованы относительно порогового уровня мощности при ширине полосы мешающего сигнала 1,0 МГц, в режиме отслеживания, для определенных типов приемника L1 C/A в таблице 2 (как показано в Примечании 1).

Кривая для режима захвата на рисунке 1 применяется к приемникам типа 1 SBAS и GBAS. Кривая захвата для А-РНСС и приемников высокой точности идентична кривой для режима отслеживания на рисунке 1. Точки излома по ширине полосы и значения относительных уровней на рисунке 1 приведены в таблице 1.

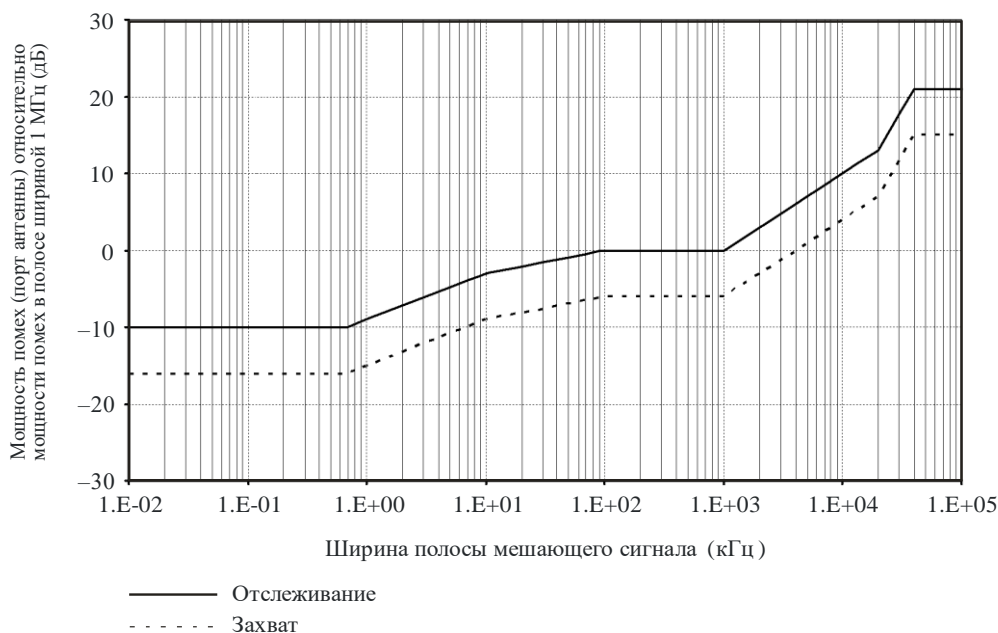
---

<sup>11</sup> Более подробные данные о сигнале B1-C приведены в Приложении 7 (COMPASS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.



РИСУНОК 1

Относительные пороговые значения мощности непрерывных помех для некоторых типов приемников, использующих сигнал L1 C/A



М.1903-01

ТАБЛИЦА 1

Относительные пороговые значения мощности непрерывных помех для некоторых типов приемников, использующих сигнал L1 C/A

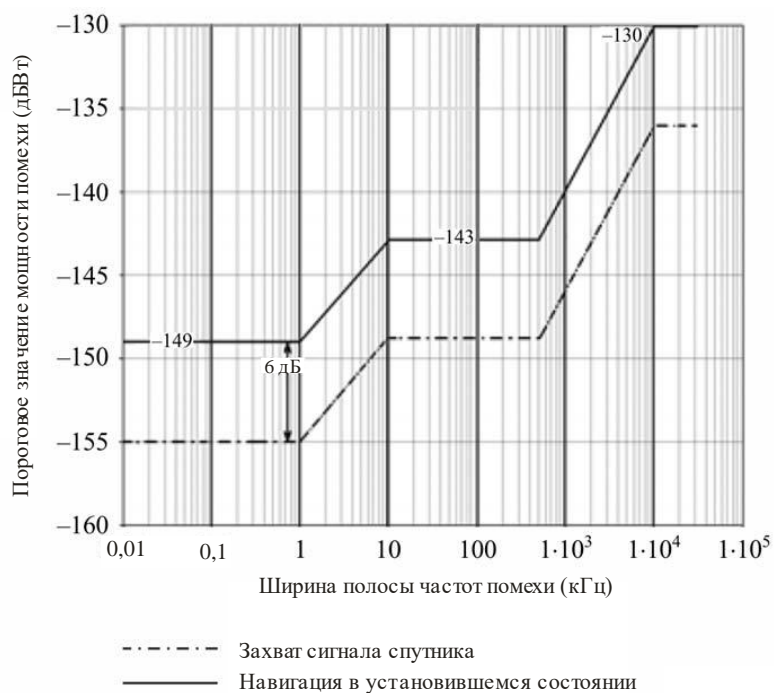
Ширина полосы	Относительный уровень помех
$0 \leq BW_I \leq 700$ Гц	-10 дБ
$700 \text{ Гц} < BW_I \leq 10$ кГц	Линейное возрастание от -10 до -3 дБ
$10 \text{ кГц} < BW_I \leq 100$ кГц	Линейное возрастание от -3 до 0 дБ
$100 \text{ кГц} < BW_I \leq 1$ МГц	0 дБ
$1 \text{ МГц} < BW_I \leq 20$ МГц	Линейное возрастание от 0 до 13 дБ <sup>(1)</sup>
$20 \text{ МГц} < BW_I \leq 30$ МГц	Линейное возрастание от 13 до 19,4 дБ <sup>(1)</sup>
$30 \text{ МГц} < BW_I \leq 40$ МГц	Линейное возрастание от 19,4 до 21 дБ <sup>(1)</sup>
$40 \text{ МГц} < BW_I$	21 дБ <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Для значений ширины полосы мешающих сигналов более 1 МГц уровень спектральной плотности мощности помех не превышает соответствующий пороговый уровень для широкополосной помехи, приведенный в таблице 2 для значений частоты  $1575,42 \pm 10$  МГц.

На рисунке 2 иллюстрируется случай аэронавигационных приемников, отслеживающих сигналы FDMA РНСС, и предоставляются соответствующие данные о пороговых уровнях помех в зависимости от полосы пропускания источника помех. Следует отметить, что пороговые значения, приведенные на рисунке 2, не учитывают запас безопасности (около 6 дБ), который обычно применяется ИКАО в соответствующих стандартах.

РИСУНОК 2

## Пороговые значения помех для приемников FDMA



М.1903-02

#### 4 Технические характеристики и критерии защиты приемника РНСС

В таблице 2 приведены технические характеристики и критерии защиты (пороговые уровни максимальной суммированной помехи) для нескольких типичных применений РНСС в полосе частот 1559–1610 МГц. Дополнительную информацию о сигналах РНСС можно найти в Рекомендации МСЭ-R М.1787. Возможность применения запасов безопасности и их конкретные применения для защиты приемников РНСС приводятся в Приложении 1.

В таблице 2 предлагаются разные уровни защиты в зависимости от типа приемника или применений РНСС. В таблицу включены следующие приемники и применения:

- приемник SBAS категории I (два типа) и приемник GBAS категорий II/III (два типа) (см. пункты 2.1.1 и 2.1.2 выше и таблицу 2, столбцы 1–4);
- эталонный наземный приемник SBAS (см. пункт 2.1.3 выше и таблицу 2, столбец 5);
- аэронавигационный приемник для точного захода на посадку (см. пункт 2.1.4 выше и таблицу 2, столбец 6);
- приемники высокой точности (три типа) (см. пункт 2.2 выше и таблицу 2, столбец 11);
- А-РНСС (см. пункт 2.3 выше и таблицу 2, столбец 7);
- приемники общего назначения № 1 (три типа) (см. пункт 2.4 выше и таблицу 2, столбец 8);
- приемники общего назначения № 2 (см. пункт 2.4 выше и таблицу 2, столбец 9);
- приемники определения местоположения внутри помещения (три типа) (см. пункт 2.5 выше и таблицу 2, столбец 10).

ТАБЛИЦА 2

## Технические характеристики и критерии защиты для приемников РНСС (космос-Земля), работающих в полосе 1559–1610 МГц

Параметр рассматриваемого применения (см. пункт 4)	1	2	3	4	5	6		7	8			9	10			11		
	SBAS Категория I Тип 1	SBAS Категория I Тип 2	GBAS Категория II/III Тип 1	GBAS Категория II/III Тип 2	Эталонный наземный приемник SBAS*	Аэронавигационный приемник для точных заходов на посадку		A-РНСС	Приемник общего назначения № 1			Приемник общего назначения № 2	Приемник определения местоположения внутри помещения			Приемники высокой точности* (Примечание 11)		
Диапазон изменения частоты сигнала (МГц)	1575,42 ± 15,345	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6 и 1602 + 0,5625N ± 0,511, где N = +7, ..., +12 (Примечание 12)	1575,42 ± 15,345	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6 и 1602 + 0,5625N ± 0,511, где N = -12, ..., -8 (Примечание 15)	1575,42 ± 15,345	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6 (Примечание 17)	1600,995 ± 7,7	1575,42 ± 15,345	1575,42 ± 12	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6	1600,995 ± 7,7	1561,098 ± 2,046 1589,742 ± 2,046	1575,42 ± 12	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6	1600,995 ± 7,7	1575,42 ± 15,345	1602 + 0,5625K ± 5,11, где K = -7, ..., +6	1600,995 ± 7,7
Максимальное усиление антенны приемника в верхней полусфере (дБи)	+3,0 (круговое) (Примечание 5)	+7 (круговое) (Примечание 13)	+3,0 (круговое) (Примечание 5)	+7 (круговое) (Примечания 13 и 16)	-2,0 (круговое) (Примечание 6)	+7 (круговое) (Примечание 13)	0,0	6	3	6	+3,0							
Максимальное усиление антенны приемника в нижней полусфере (дБи)	-5,0 (линейное) (Примечание 7)	-10 (круговое)	-5,0 (линейное) (Примечание 8)	-10 (круговое)	-9,0 (круговое) (Примечание 6)	-10 (круговое)	0,0	6 (Примечание 18)	-10	6 (Примечание 18)	-5,0 (Примечание 10)							
Полоса пропускания РЧ-фильтра на уровне 3 дБ (МГц)	24,0	30	24,0	30	24,0	30	30,69	32	30	4,196	32	30	30,69 или 32	30				
Полоса пропускания предварительного корреляционного фильтра на уровне 3 дБ (МГц)	20,46	22	20,46	22	20,46	22	25	20,46	2	22	25	4,096	2	22	25	20,46	22	25
Шумовая температура приемной системы (К)	513	400	513	400	513	400	513	645	330	645	513							

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Параметр рассматриваемого применения (см. пункт 4)	SBAS Категория I Тип 1	SBAS Категория I Тип 2	GBAS Категория II/III Тип 1	GBAS Категория II/III Тип 2	Эталонный наземный приемник SBAS*	Аэронавигационный приемник для точных заходов на посадку	A-RHCC	Приемник общего назначения № 1	Приемник общего назначения № 2	Приемник определения местоположения внутри помещения	Приемники высокой точности* (Примечание 11)	
<b>Пороговые значения мощности непрерывных помех</b>												
Пороговый уровень мощности (в режиме отслеживания) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	-150,5 (Примечания 1 и 2)	-149 (Примечания 3 и 14)	-150,5 (Примечания 1 и 2)	-149 (Примечания 3 и 14)	-160 (Примечание 9)	-149 (Примечания 3 и 14)	-156,9 (Прим. 2)	-152 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-150 (Прим. 4)	-184 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-157,4 (Прим. 2)	-157,4 (Прим. 3)
Пороговый уровень мощности (в режиме захвата) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	-156,5 (Примечания 1 и 2)	-155 (Примечания 3 и 14)	-156,5 (Примечания 1 и 2)	-155 (Примечания 3 и 14)	-157,4 (Примечание 9)	-155 (Примечания 3 и 14)	-156,9 (Прим. 2)	-158 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-156 (Прим. 4)	-190 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-157,4 (Прим. 2)	-157,4 (Прим. 3)
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме отслеживания) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	-140,5 (Примечания 1 и 2)	-140 (Примечания 3 и 14)	-140,5 (Примечания 1 и 2)	-140 (Примечания 3 и 14)	-146,0 (Примечание 9)	-140 (Примечания 3 и 14)	-146,9 (Прим. 2)	-136 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-140 (Прим. 4)	-142 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-147,4 (Прим. 2)	-147,4 (Прим. 3)

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Параметр рассматриваемого применения (см. пункт 4)	SBAS Категория I Тип 1	SBAS Категория I Тип 2	GBAS Категория II/III Тип 1	GBAS Категория II/III Тип 2	Эталонный наземный приемник SBAS*	Аэронавигационный приемник для точных заходов на посадку	A-RHCC	Приемник общего назначения № 1	Приемник общего назначения № 2	Приемник определения местоположения внутри помещения	Приемники высокой точности* (Примечание 11)	
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме захвата) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	-146,5 (Примечания 1 и 2)	-146 (Примечания 3 и 14)	-146,5 (Примечания 1 и 2)	-146 (Примечания 3 и 14)	-147,4 (Примечание 9)	-146 (Примечания 3 и 14)	-146,9 (Прим. 2)	-142 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-146 (Примечание 4)	-148 (Примечание 2, CDMA) (Примечание 3, FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц))	-147,4 (Прим. 2)	-147,4 (Прим. 3)
<b>Пороговые значения мощности импульсных помех (см. Примечание 22)</b>												
Уровень насыщения на входе приемника (дБВт) (Примечание 19) (Примечание 22)	-135 (Примечание 20)	-80	-135 (Примечание 20)	-80	-135 (Примечание 20)	-80		-70	-70	-100	-120	
Уровень сохранения работоспособности приемника (дБВт) (Примечание 22)	-10 (Примечание 21)	-1	-10 (Примечание 21)	-1	-10 (Примечание 21)	-1		-20	-20	-17	-20	
Время восстановления после перегрузки (с) (Примечание 22)	$25,0 \times 10^{-6}$	(от 1 до 5) $\times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	(от 1 до 5) $\times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	(от 1 до 5) $\times 10^{-6}$		$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	(1-30) $\times 10^{-6}$	

**Примечания к таблице 2**

\* Столбцы в этой таблице содержат характеристики и пороговые значения для приемников, работающих в полосе 1559–1610 МГц. (Приемники CDMA такого типа работают с сигналами, описанными в Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1787.) В отношении характеристик и пороговых уровней для приемников, захватывающих и отслеживающих сигналы RHCC в полосах 1215–1300 МГц и/или 1164–1215 МГц, см. также Рекомендации МСЭ-R М.1903 и/или МСЭ-R М.1905.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** – При использовании модели оценки помех согласно Рекомендации МСЭ-R М.1318-1, пороговое значение вставляется в строку (а), а величина 6 дБ (запас безопасности, как это описано в Приложении 1) вставляется в строку (б) шаблона оценки.



ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Считается, что ширина полосы частот узкополосной непрерывной помехи составляет менее 700 Гц, а широкополосной непрерывной помехи – более 1 МГц. Пороговые значения для помех с шириной полосы от 700 Гц до 1 МГц приведены в пункте 3 (см. рисунок 1 и таблицу 1). Эти значения относятся к коду L1 C/A и не предназначены для использования в условиях окружающей среды со значительными импульсными помехами.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При обработке сигналов FDMA и CDMA (несущая частота 1600,995 МГц) считается, что ширина полосы узкополосных непрерывных помех составляет менее 1 кГц. Считается, что ширина полосы широкополосных непрерывных помех составляет более 500 кГц. Пороговые значения для помех с шириной полосы от 1 до 500 кГц приведены на рисунке 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Считается, что ширина полосы узкополосных непрерывных помех составляет менее 700 Гц. Считается, что ширина полосы широкополосных непрерывных помех составляет более 1 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Максимальное усиление приемной антенны с правой круговой поляризацией в верхней полусфере применяется для угла места в 75° или более относительно горизонтальной плоскости антенны.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Перечисленные максимальные значения усиления в верхней полусфере применимы для угла места 30° (максимальный ожидаемый угол прихода РЧ-помех). Перечисленные максимальные значения усиления в нижней полусфере применимы для угла места 5°.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Перечисленные значения усиления применимы для угла места 0°. Для углов места между 0° и –30° максимальное усиление уменьшается до –10 дБи и остается неизменным на уровне –10 дБи для углов места между –30° и –90°.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Перечисленные значения максимального усиления в нижней полусфере применимы для угла места 0°. Для углов места между 0° и –30° максимальное усиление уменьшается до –10 дБи и остается неизменным на уровне –10 дБи для углов места между –30° и –45°. Для углов места между –45° и –90° максимальное усиление составляет –13 дБи.

ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Уровни помех в режиме отслеживания применяются к сигналу L1 SBAS. Пороговые уровни помех в режиме отслеживания основываются на спецификации FAA "FAA-E-2892B, Modification No. 0012". Уровни помех в режиме захвата применяются к сигналу L1 C/A с  $I/N = -6$  дБ. Предельные значения ширины полосы непрерывных узкополосных и широкополосных помех соответственно составляют 700 Гц (макс.) и 1 МГц (мин.). Пороговые значения для ширины полосы помех между этими пределами не установлены и могут потребовать дальнейшего изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 10. – Перечисленные значения максимального усиления в нижней полусфере применимы для углов места менее +10°.

ПРИМЕЧАНИЕ 11. – Характеристики и уровни защиты, приведенные в этом столбце, также применяются к приемникам РНСС, которые предназначены для работы в специальных применениях РНСС (например, одночастотные наземные сети и высокоточная навигация (см. определение приемника высокой точности в пункте 2.2 выше)). Параметры, связанные с откликом на импульсные помехи этого типа приемников, подлежат дальнейшему изучению наряду с работой МСЭ-R по общему методу оценки импульсных РЧ-помех.

ПРИМЕЧАНИЕ 12. – Этот тип приемников работает на нескольких несущих частотах одновременно. Несущие частоты определяются по формулам  $f_c$  (МГц) = 1602 + 0,5625K, где K = –7, ..., +6 (сигналы РНСС), и  $f_c$  (МГц) = 1602 + 0,5625N, где N = +7, ..., +12 (сигналы SBAS).

ПРИМЕЧАНИЕ 13. – Минимальное усиление антенны приемника для угла места в 5 градусов составляет –5,5 дБи (относительно несущей).

ПРИМЕЧАНИЕ 14. – Это пороговое значение должно учитываться для всех суммарных помех. Данное пороговое значение не включает запаса безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ 15. – Этот тип приемников работает на нескольких несущих частотах одновременно. Несущие частоты определяются по формулам  $f_c$  (МГц) = 1602 + 0,5625K, где K = –7, ..., +6 (сигналы РНСС), и  $f_c$  (МГц) = 1602 + 0,5625N, где N = –12, ..., –8 (сигналы ВРНС).

ПРИМЕЧАНИЕ 16. – Минимальное усиление приемной антенны для угла места в 5 градусов составляет –21 дБи (сигналы ВРНС).

ПРИМЕЧАНИЕ 17. – Этот тип приемников работает на нескольких несущих частотах одновременно. Несущие частоты определяются по формуле  $f_c$  (МГц) = 1602 + 0,5625K, где K = –7, ..., +6. Навигационные приемники, изготовленные до 2006 года, могут работать с навигационными сигналами, имеющими номера частот несущей (K) от –7 до +12.

ПРИМЕЧАНИЕ 18. – Поскольку антенна в некоторых применениях приемников РНСС может быть в принципе ориентирована почти в любом направлении, то максимальное усиление антенны в нижней полусфере может (в наихудших условиях) быть равным значению для верхней полусферы.

ПРИМЕЧАНИЕ 19. – Если не указано иное, для приемников, работающих на несущей частоте 1575,42 МГц, уровень насыщения на входе приемника действует в пределах полосы частот на уровне 3 дБ соответствующего РЧ-фильтра в строке 4 этой таблицы, при условии что эта полоса не простирается за пределы полосы 1559–1610 МГц. Вопрос о ширине полосы частот соответствующего РЧ-фильтра для определения уровня насыщения на входе приемника в настоящее время изучается.

ПРИМЕЧАНИЕ 20. – Эти уровни насыщения на входе приемника приведены для мощности в полосе шириной 1 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 21. – Эти уровни сохранения работоспособности представляют собой пиковые уровни мощности для импульсного сигнала с коэффициентом заполнения не более 10%.

ПРИМЕЧАНИЕ 22. – Значения в этих строках предназначены для оценки помех от импульсных источников по методике, изложенной в Рекомендации МСЭ-R М.2030.

---