

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.1902-2

(01/2022)

## Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 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
<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, 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.1902-2

**Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц**

(Вопросы МСЭ-R 217-2/4 и МСЭ-R 288/4)

(2012-2019-2022)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации представлены характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (РНСС), работающих в полосе 1215–1300 МГц. Данная информация предназначена для проведения анализа воздействия радиочастотных помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, на приемники РНСС (космос-Земля), работающие в полосе 1215–1300 МГц. Следует отметить, что данная Рекомендация планируется к использованию в гражданских целях.

**Ключевые слова**

РНСС, критерии защиты, воздействие радиочастотных помех

**Сокращения/гlossарий**

AWGN	Additive white Gaussian noise	Аддитивный белый гауссов шум
PDC	Pulse duty cycle	Коэффициент заполнения импульса
PNT	Position, navigation and timing	Определение местоположения, навигация и синхронизация
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 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц
Recommendation ITU-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
Recommendation ITU-R М.1901-3	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.1903-1	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля) и приемников воздушной радио-навигационной 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 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
Report ITU-R M.2220-1	Calculation method to determine aggregate interference parameters of pulsed RF systems operating in and near the frequency bands 1 164-1 215 MHz and 1 215-1 300 MHz that may impact radionavigation-satellite service airborne and ground-based receivers operating in those bands
Report ITU-R M.2458-0	Radionavigation-satellite service applications in the 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, and 1 559-1 610 MHz frequency bands
Report ITU-R M.2496	Use of RNSS receiver characteristics in assessment of interference from pulsed sources in the 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz and 1 559-1 610 MHz frequency bands

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, включая аспекты безопасности для некоторых полос частот в определенных обстоятельствах, и для определенных применений;
- b)* что любая надлежащим образом оснащенная земная станция может получать навигационную информацию от систем и сетей РНСС на всемирной основе;
- c)* 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;

- d) что в Рекомендации МСЭ-R М.1904 приведены технические характеристики и критерии защиты приемных космических станций, работающих в РНСС (космос-космос) в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;
- e) что в Рекомендации МСЭ-R М.1463 содержатся системные характеристики для систем радиоопределения в полосе 1215–1400 МГц;
- f) что в Рекомендации МСЭ-R М.1901 содержится руководство по этой и другим Рекомендациям МСЭ-R, относящимся 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;
- g) 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;
- h) что в Отчете МСЭ-R М.2458 описаны применения радионавигационной спутниковой службы в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц;
- i) что в Отчете МСЭ-R М.2496 содержится информация о входных характеристиках приемника РНСС, в том числе о надлежащем использовании этих параметров при оценке помех, а также приводится рассмотрение моделей импульсных помех для приемников РНСС,

*признавая,*

- a) что полоса 1215–1300 МГц распределена во всех трех Районах спутниковой службе исследования Земли (ССИЗ) (активной), радиолокационной службе, РНСС (космос-Земля и космос-космос) и службе космических исследований (активной) на первичной основе;
- b) что в ряде стран полоса 1215–1300 МГц распределена также фиксированной и подвижной службам и/или радионавигационной службе (ограниченной в некоторых случаях воздушной радионавигацией, использующей часть этой полосы) на первичной основе;
- c) что пункт **5.329** Регламента радиосвязи (РР) гласит: "Использование радионавигационной спутниковой службы в полосе частот 1215–1300 МГц возможно только при условии, что она не будет создавать вредных помех радионавигационной службе, работа которой разрешается в соответствии с пунктом **5.331**, и не будет требовать защиты от таких помех со стороны этой службы. Кроме того, использование радионавигационной спутниковой службы в полосе частот 1215–1300 МГц возможно лишь при условии, что она не будет создавать вредных помех радиолокационной службе. В отношении радиолокационной службы не применяются положения пункта **5.43**. Применяется Резолюция **608 (ВКР-03)**";
- d) что согласно пункту **5.332** РР в полосе 1215–1260 МГц ССИЗ (активная) не должна создавать вредных помех РНСС,

*отмечая,*

что в Рекомендации МСЭ-R RS.1749 содержатся характеристики различных РЛС с синтезированной апертурой на борту космических аппаратов в полосе 1215–1300 МГц, а в Рекомендации МСЭ-R RS.1347 предлагается считать возможным совместное использование полосы 1215–1260 МГц станциями РЛС с синтезированной апертурой на борту космических аппаратов и РНСС, на основании доказательств, включая наземные испытания совместимости,

*рекомендует,*

что при проведении анализа воздействия помех на приемники РНСС (космос-Земля), работающие в полосе 1215–1300 МГц, от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, следует использовать характеристики и критерии защиты приемных земных станций, приведенные в Приложении 1.

## Приложение 1

### Технические характеристики и критерии защиты приемных земных станций РНСС (космос-Земля), работающих в полосе частот 1215–1300 МГц

#### 1 Введение

Обычно несколько классов приемников, отличающихся функциями и эксплуатационными характеристиками, используют сигналы спутников РНСС в полосе частот 1215–1300 МГц. Ниже приведено общее описание каждого типа приемника РНСС и описание характеристик и критериев защиты приемника. Ряд описанных приемников относится к многодиапазонным приемникам, в которых одновременно используются или будут использоваться сигналы РНСС для этой или других полос РНСС.

#### 2 Описания применений приемников РНСС

В данном разделе описаны несколько типов приемников РНСС, которые используются в настоящее время и будут использоваться в будущем.

##### 2.1 Наземный эталонный приемник спутниковой системы дифференциальных поправок<sup>1</sup>

Такой тип приемника наземного базирования используется в работе наземной сети спутниковой системы дифференциальных поправок (SBAS), для того чтобы определить задержки в ионосфере и проверить целостность сигнала РНСС. Приемник использует полубескодовый метод, в котором применяется уникальная функция, включаемая конкретной структурой сигнала РНСС, в результате чего сигналы L1 и L2 P(Y) отслеживаются с помощью информации о динамической фазе несущей, получаемой из отслеживания кода L1 C/A<sup>2</sup> и несущей, и информации о средней тактовой частоте при шифровании. Такой метод взаимной корреляции предоставляет возможность измерить задержку сигнала для L2, позволяя таким образом определить изменения задержек сигнала в ионосфере. Эта 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, поскольку они работают без информации о коде Y<sup>3</sup>. Захват производится с использованием кодового сигнала L1 C/A. Захват для L2 не применяется для этого типа приемника. Характеристики и критерии защиты для такого приемника приведены в столбце 1 таблицы 1. Поскольку приемник использует сигналы L1 C/A и P(Y) одновременно с L2 P(Y), то он также чувствителен к помехам в полосе 1559–1610 МГц. Критерии защиты и другие характеристики для эталонного наземного приемника SBAS в этой полосе частот приведены в Рекомендации МСЭ-R М.1903.

Эталонные наземные приемники SBAS выполняют важные функции, такие как мониторинг целостности систем РНСС на наземных станциях SBAS в известных фиксированных местоположениях. Следовательно, для таких приемников существует подходящая защита для обеспечения постоянного бесперебойного доступа к сигналам РНСС, например, помимо прочего, физические буферные зоны.

---

<sup>1</sup> SBAS – это система для обеспечения коррекции ошибок региональных измерений (РНСС) и целостности данных с помощью сигналов спутников ГСО.

<sup>2</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 данные об этих сигналах приведены в Приложении 2 (GPS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

<sup>3</sup> Код Y – это измененный и зашифрованный код P, имеющий те же характеристики модуляции и скорости передачи элементов, что и код P.

## 2.2 Полубескодовые приемники РНСС

### 2.2.1 Полубескодовые приемники РНСС высокой точности

Полубескодовые приемники РНСС высокой точности в первую очередь используются для топографической съемки и других применений по точному определению местоположения (например, в точной агротехнике или в научных целях), где требуются измерения задержек в ионосфере. Такие полубескодовые приемники действуют подобно рассмотренному выше эталонному наземному приемнику SBAS и используют метод, при котором сигналы L1 и L2 P(Y) отслеживаются с помощью информации о динамической фазе несущей, полученной по результатам отслеживания кода L1 C/A. Для этого существуют два основных метода: 1) сигналы L1 и L2 P(Y) взаимно коррелируются; или 2) сигналы фактически отслеживаются в независимом режиме. Приемники высокой точности для обеспечения своей надлежащей работы захватывают и отслеживают сигналы РНСС в двух или трех полосах частот и требуют защиты во всех используемых полосах.

Существуют также разновидности или комбинации этих двух методов. В любом случае целью является обеспечение оценки задержки в ионосфере или независимая совокупность измерений фазы несущей, которые позволяют быстро удалить неопределенности в длине волны, даже когда приемник находится в движении. Этот процесс дает улучшенную точность определения местоположения. Такая схема взаимной корреляции возможна из-за того, что сигналы L1 и L2 имеют идентичные, практически синхронизованные коды P(Y). Коды сигналов L2 P(Y) задерживаются в ионосфере относительно кодов сигналов L1 P(Y), а также сопровождаются опережением фазы несущей. Сигнал L1 P(Y) имеет идентичный код и доплеровский сдвиг несущей, как и сигнал L1 C/A, что позволяет задействовать полубескодовое отслеживание с использованием системы слежения в очень узкой полосе пропускания. Такой приемник будет иметь характеристики, аналогичные характеристикам описанного выше эталонного наземного приемника SBAS, но может отличаться своей чувствительностью к помехам. Характеристики такого типа приемника приведены в таблице 1, столбец 2. Поскольку данный приемник использует также сигналы в полосе 1559–1610 МГц, он также чувствителен к помехам в этой полосе. Критерии защиты и другие характеристики в полосе 1559–1610 МГц для приемника высокой точности типа CDMA приведены в Рекомендации МСЭ-R М.1903.

### 2.2.2 Переходные модели полубескодовых приемников высокой точности с возможностью приема сигналов L2C

Такой приемник имеет все характеристики полубескодового приемника высокой точности согласно пункту 2.2.1, а также захватывает и отслеживает новый сигнал L2C<sup>4</sup> на несущей L2, получаемый от доступных спутников последнего поколения. Такой приемник будет использовать описанный выше полубескодовый метод для захвата и отслеживания сигналов L2 P(Y) от других, более ранних, спутников, но может использовать этот метод по отношению к сигналам L2 P(Y), полученным со спутников последнего поколения, по крайней мере в целях предоставления калибровочной информации для смешанных операций с сигналами L2C/L2 P(Y). Такие смешанные операции требуют того, чтобы была известна разность фаз между сигналами L2C и L2 P(Y). Сигналы L2C дают больший уровень устойчивости к помехам, чем при работе полубескодовым методом с сигналом L2 P(Y), что весьма существенно при более сильных мешающих воздействиях. Однако поскольку приемники с такими возможностями используются в применениях систем, также используемых в устаревших полубескодовых приемниках сигналов L2 P(Y), то в целом такая повышенная устойчивость не всегда доступна. Таким образом, по-прежнему применяются пороговые уровни мощности помех, указанные в столбце 2 таблицы 1.

## 2.3 Приемники высокой точности

Категория приемников высокой точности представлена приемниками РНСС, которые в рамках сферы применения настоящей Рекомендации используются в применениях, требующих высокой точности определения местоположения (топографическая съемка, научные и сельскохозяйственные применения). Приемники высокой точности используют различные методы (например, полубескодовые методы)

---

<sup>4</sup> Дополнительные данные о сигнале L2C приведены в Приложении 2 (GPS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

для получения и отслеживания сигналов РНСС в двух или трех полосах частот РНСС для разрешения многозначности фазы несущей. Для таких приемников требуется защита во всех используемых полосах. Характеристики и уровни защиты для приемников высокой точности также применяются в приемниках РНСС, которые предназначены для работы в специальных применениях РНСС (например, одночастотные наземные сети и точная навигация).

Приемники РНСС высокой точности и приемники, предназначенные для работы в специальных применениях РНСС, также могут работать в сложных условиях окружающей среды (например, под листвой деревьев). В таблице 1, столбец 3 и столбец 3а, приведены два типа приемников, каждый из которых использует разные типы сигналов спутника РНСС (либо сигнал L2C, либо сигналы В3 и В3А).

Приемник первого типа представляет собой приемник наземного базирования, который захватывает и отслеживает сигнал L2C, но не обязательно сигнал L2 P(Y). Функция такого приемника такая же, как и функция описанного выше полубескодового приемника высокой точности, но с более высокой устойчивостью, обеспечиваемой при захвате и отслеживании сигнала L2C.

Приемники этого типа захватывают и отслеживают новый код L2C, полученный от определенных спутников последнего поколения. Такой приемник также может использовать описанный выше полубескодовый метод для захвата и отслеживания сигналов L2 P(Y) от этих и других спутников, по крайней мере для обеспечения калибровочной информации для смешанных операций с сигналами L2C/L2 P(Y). Эти смешанные операции требуют того, чтобы была известна разность фаз между сигналами L2C и L2 P(Y). Характеристики приемников такого типа, которые захватывают и отслеживают сигнал L2C, приведены в столбце 3 таблицы 1. Сигналы L2C дают больший уровень устойчивости, чем при работе полубескодовым методом с сигналом L2 P(Y), что весьма существенно при более сильных мешающих воздействиях. Однако поскольку приемники с такими возможностями используются в применениях систем, также используемых в устаревших полубескодовых приемниках сигналов L2 P(Y), то в целом такая повышенная устойчивость не всегда доступна. Таким образом, по-прежнему применяются пороговые уровни мощности помех, указанные в столбце 2 таблицы 1.

Приемник второго типа – это наземный приемник, который принимает и отслеживает сигналы В3 и В3А<sup>5</sup>. Характеристики и критерии защиты для приемника данного типа указаны в таблице 1, столбец 3а.

#### **2.4 Приемники высокой точности с аутентификацией, использующие сигналы Е6-ВС и L6**

Приемники этого типа представляют собой наземные приемники, отслеживающие сигнал Е6-ВС. Они предназначены для отслеживания одного или обоих компонентов широкополосного сигнала Е6-В (данные) и сигнала Е6-С (пилот-сигнал). В случае сигнала Е6-В приемник также демодулирует данные, передаваемые в этом компоненте сигнала, который содержит, среди прочего, поправки точного определения местоположения (PPP). При обработке сигнала Е6-С приемник выполняет расширенную аутентификацию, включая расшифровку кода расширения.

Характеристики такого типа приемника, который обрабатывает сигнал Е6-ВС, приведены в таблице 1, столбец 3б. Данный приемник использует также сигналы в полосе 1559–1610 МГц (по крайней мере Е1-ВС для приема сигнала), поэтому он чувствителен к помехам и в этой полосе<sup>6</sup>. Критерии защиты и другие характеристики в полосе 1559–1610 МГц для приемника высокой точности типа CDMA приведены в Рекомендации МСЭ-R М.1903.

Характеристики, приведенные в столбце 3б, также охватывают типы наземных приемников для приема сигнала L6 (подробная информация приведена в Приложении 4 (QZSS) к Рекомендации МСЭ-R М.1787).

---

<sup>5</sup> Дополнительные данные о сигналах В3 и В3А приведены в Приложении 7 (COMPASS) Рекомендации МСЭ-R М.1787.

<sup>6</sup> Сигнал Е1-ВС находится в полосе частот РНСС 1559–1610 МГц, а сигнал Е6-ВС – в полосе частот РНСС 1215–1300 МГц. Дополнительная информация об этих сигналах приведена в Приложении 3 (Galileo) к Рекомендации МСЭ R М.1787.



## 2.5 Приемник воздушной навигации

Приемник воздушной навигации – это приемник на борту воздушного судна, предназначенный для использования на всех этапах полета. Приемник такого типа может использовать сигналы CDMA и/или FDMA РНСС<sup>7</sup> и может работать на нескольких несущих частотах одновременно. Характеристики этого типа приемников приведены в столбце 4 таблицы 1.

Характеристики приемников воздушной навигации могут также применяться для приемников, разработанных для сухопутных и морских применений, которые не рассматриваются в настоящем Приложении.

## 2.6 Определение местоположения с помощью приемников, находящихся внутри помещения

Категория приемников, определяющих местоположение внутри помещения, предназначена для использования внутри помещений и имеет обычно низкую величину отношения  $C/N_0$  (то есть очень чувствительные приемники). Поскольку отслеживание несущей не может использоваться для сигналов низкой мощности в закрытых помещениях, для этого типа приемников используется только кодовое отслеживание. В столбце 5 таблицы 1 представлены четыре типа приемников, каждый из которых использует отдельный тип спутникового сигнала РНСС (либо CDMA для сигнала L2C или для сигналов ВЗ и ВЗА, либо CDMA и/или FDMA для сигналов ГЛОНАСС).

## 2.7 Приемники общего назначения

В категории приемников общего назначения представлено несколько типов приемников РНСС. Эти приемники предназначены для автомобильной навигации, навигации пешеходов, общего определения местоположения и т. д. В столбце 6 таблицы 1 представлено четыре типа приемников, каждый из которых использует отдельный тип спутникового сигнала РНСС (либо CDMA для сигнала L2C или для сигналов ВЗ и ВЗА, либо CDMA и/или FDMA для сигналов ГЛОНАСС).

## 3 Воздействие импульсных<sup>8</sup> радиочастотных помех

Кроме непрерывных помех от множества источников, включая космические станции РНСС, приемники РНСС, работающие в полосе 1215–1300 МГц, подвергаются воздействию импульсных радиочастотных помех (РЧ-помех) внутри полосы частот и со стороны соседней полосы от РЛС и передатчиков ВРНС. Присутствие таких импульсных РЧ-помех уменьшает количество непрерывных РЧ-помех, допустимых для приемника РНСС. Количество импульсных РЧ-помех зависит от количества импульсных источников в пределах радиогоризонта приемной антенны РНСС.

Для того чтобы учесть импульсные РЧ-помехи в полосе 1215–1300 МГц, требуется другой метод анализа РЧ-помех, чем, например, в полосе 1559–1610 МГц, где такие РЧ-помехи незначительны. Две организации по разработке авиационных стандартов<sup>9</sup> провели исследования для определения метода анализа, который рассматривает совместное воздействие импульсных и непрерывных

---

<sup>7</sup> Термин FDMA означает метод модуляции с многостанционным доступом с частотным разделением, когда все спутники РНСС используют один и тот же код модуляции, но каждый спутник передает сигнал на разной несущей частоте. Термин CDMA означает метод модуляции с кодовым разделением, когда все спутники РНСС передают сигналы на одной несущей частоте, но с разными кодами модуляции. Дополнительные данные об этих сигналах приведены в Приложении 1 (ГЛОНАСС) и в Приложении 2 (GPS) к Рекомендации МСЭ-R М.1787.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> RTCA (Радиотехническая комиссия по авионавигации), чья штаб-квартира находится в Соединенных Штатах Америки, и EUROCAE (Европейская организация по оборудованию для гражданской авиации) в Европе.

РЧ-помех<sup>10</sup>. Две используемые разновидности основного метода зависят от метода ослабления влияния помех от импульсных источников на приемник РНСС: одна – для приемников с технологией импульсного гашения (которая разработана для работы в условиях РЧ-помех с высоким коэффициентом заполнения импульса), а другая – для насыщающихся приемников более общего назначения (подходит для работы в условиях РЧ-помех с низким коэффициентом заполнения импульса). Например, в эталонном наземном приемнике SBAS (см. пункт 2.1) используется технология импульсного гашения для улучшения эксплуатационных характеристик при наличии импульсных РЧ-помех.

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

В таблице 1 приведены технические характеристики и критерии защиты (пороговые значения максимальной суммарной помехи) для нескольких репрезентативных приемников и применений РНСС в полосе 1215–1300 МГц. В Рекомендации МСЭ-R М.1787 представлена более обширная информация о сигналах РНСС.

В таблице 1 приводятся разные уровни защиты в зависимости от применений РНСС. В таблицу включены следующие приемники и применения РНСС:

- эталонный наземный приемник SBAS (см. пункт 2.1 и столбец 1 таблицы 1);
- полубескодовый приемник высокой точности (см. пункт 2.2.1 и столбец 2 таблицы 1) (следует отметить, что столбец 2 также относится к переходному полубескодовому приемнику высокой точности для приема сигналов L2C, см. пункт 2.2.2);
- приемники высокой точности (двух типов, см. пункт 2.3 и столбцы 3 и 3а таблицы 1);
- приемники высокой точности с аутентификацией, использующие сигналы E6-BC/L6 (см. пункт 2.4 и столбец 3b таблицы 1);
- приемник воздушной навигации (два типа) (см. пункт 2.5 и столбец 4 таблицы 1);
- приемник для определения местоположения при использовании внутри помещения (четыре типа) (см. пункт 2.6 и столбец 5 таблицы 1);
- приемники общего назначения (четыре типа) (см. пункт 2.7 и столбец 6 таблицы 1).

---

<sup>10</sup> RTCA SC-159, "Assessment of the radio frequency interference relevant to the GNSS L5/E5A frequency band", RTCA Document No. RTCA/DO-292, Washington, DC, 29 July 2004.

ТАБЛИЦА 1

## Технические характеристики и критерии защиты для приемников РНСС (космос-Земля), работающих в полосе 1215–1300 МГц

Параметр	1	2	3	3а	3б		4	5				6				
					Приемник высокой точности с аутентификацией, использующий E6-BC/L6	Приемник высокой точности, использующий ВЗ и ВЗА		Приемник воздушной навигации (Примечание 10)		Приемник определения местоположения внутри помещения		Приемники общего назначения				
Диапазон изменения частоты сигнала (МГц)	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 268,52 ± 12	1 278,75 ± 21		1 246 + 0,4375*K ± ± 5,11, где K = -7, ..., +6 (Примечание 8)	1 248,06 ± 7,7	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± ± 5,11, где K = -7, ..., +6	1 248,06 ± 7,7	1 268,52 ± 12	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± ± 5,11, где K = -7, ..., +6	1 248,06 ± 7,7	1 268,52 ± 12
Максимальное усиление антенны приемника в верхней полусфере (дБи)	-2,0 (круговое) (Примечание 3)	3,0 (круговое)	3,0 (круговое)	3,0 (круговое)	3 (круговое)		7 (круговое) (Примечание 11)		6		3		6		3	
Максимальное усиление антенны приемника в нижней полусфере (дБи)	-5,0 (круговое) (Примечание 3)	-7 (линейное) (угол места < 10°)	-7 (линейное) (угол места < 10°)	-7 (линейное) (угол места < 10°)	-6 (круговое) (Примечание 15)		-10 (круговое)		6 (Примечание 12)		-9		6 (Примечание 12)		-10	
Полоса пропускания РЧ-фильтра на уровне 3 дБ (МГц)	24,0	24,0	24,0	24,0	40,92 (Примечание 18)	42,0 (Примечание 18)	30		32	30		24	32	30		24
Полоса пропускания предварительного корреляционного фильтра на уровне 3 дБ (МГц)	20,46	20,46	20,46	20,46	40,92 (Примечание 18)	42,0 (Примечание 18)	20	25	2	20	25	20,46	2	20	25	20,46
Шумовая температура приемной системы (К)	513	513	513	513	722 (Примечание 18)	645 (Примечание 18)	400		645		330		645		330	

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

	1	2	3	3а	3б	4	5		6	
Параметр	Эталонный наземный приемник SBAS*	Полубескодированный приемник высокой точности*	Приемник высокой точности, использующий L2C*	Приемник высокой точности, использующий В3 и В3А	Приемник высокой точности с аутентификацией, использующий E6-BC/L6	Приемник воздушной навигации (Примечание 10)	Приемник определения местоположения внутри помещения		Приемники общего назначения	
<i>Пороговые уровни для непрерывных помех</i>										
Пороговый уровень мощности (в режиме отслеживания) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	-137,5 (Р(У)) (Примечание 1)	-137,4 (Р(У)) (Примечание 1)	-151,4 (Примечание 1)	-157,4 (Примечание 2)	-134,5 (Примечание 16)	-149 (Примечание 1) (Примечание 9)	-193 (Примечание 1)	-193 (Примечание 2)	-158 (Примечание 1)	-150 (Примечание 2)
Пороговый уровень мощности (в режиме захвата) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	См. Примечание 4	См. Примечание 5	-157,4 (Примечание 1)	-157,4 (Примечание 2)	См. Примечание 17	-155 (Примечание 1) (Примечание 9)	-199 (Примечание 1)	-199 (Примечание 2)	-164 (Примечание 1)	-156 (Примечание 2)
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме отслеживания) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	-147,5 (Р(У)) (Примечание 1)	-147,4 (Р(У)) (Примечание 1)	-147,4 (Примечание 1)	-147,4 (Примечание 2)	-140 (Примечание 16)	-140 (Примечание 1) (Примечание 9)	-150 (Примечание 1)	-145 (Примечание 2)	-139 (Примечание 1)	-140 (Примечание 2)
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме захвата) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	См. Примечание 4	См. Примечание 5	-147,4 (Примечание 1)	-147,4 (Примечание 2)	См. Примечание 17	-146 (Примечание 1) (Примечание 9)	-156 (Примечание 1)	-151 (Примечание 2)	-145 (Примечание 1)	-146 (Примечание 2)
<i>Пороговые уровни для импульсных помех (см. Примечание 14)</i>										
Уровень насыщения сигнала на входе приемника (дБВт) (Примечание 14)	-135,0 (Примечание 6) (Примечание 13)	-120 (Примечание 6)	-120 (Примечание 6)	-120 (Примечание 6)	-120 (Примечание 6)	-80	-70	-100	-70	-100

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

	1	2	3	3а	3б	4	5		6	
Параметр	Эталонный наземный приемник SBAS*	Полубескодированный приемник высокой точности*	Приемник высокой точности, использующий L2C*	Приемник высокой точности, использующий ВЗ и ВЗА	Приемник высокой точности с аутентификацией, использующий E6-BC/L6	Приемник воздушной навигации (Примечание 10)	Приемник определения местоположения внутри помещения		Приемники общего назначения	
Уровень сохранения работоспособности приемника (дБВт) (Примечание 14)	-10,0 (Примечание 7)	-20	-20	-20	-20	-1	-20	-17	-20	-17
Время восстановления после перегрузки (с) (Примечание 14)	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$(1-30) \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$		$30 \times 10^{-6}$	

## Примечания к таблице 1

\* В этих столбцах таблицы содержатся характеристики и пороговые значения для приемников РНСС, работающих в полосе 1215–1300 МГц. (Приемники такого типа работают с сигналами, описанными в Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1787.) В отношении характеристик и критериев защиты при работе приемников в полосах 1559–1610 МГц и/или 1164–1215 МГц см. также подходящие столбцы в таблицах Рекомендаций МСЭ-R М.1903 и/или МСЭ-R М.1905 соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При обработке сигналов Р(У), включая использование полубескодированного метода, считается, что узкополосные помехи имеют ширину полосы менее 100 кГц, а широкополосные помехи имеют ширину полосы более 1 МГц. При обработке сигнала L2C считается, что узкополосные помехи имеют ширину полосы менее 1 кГц, а широкополосные помехи – более 1 МГц. При обработке сигналов FDMA и CDMA (несущая частота 1248,06 МГц) считается, что узкополосные непрерывные помехи имеют ширину полосы менее 1 кГц, а широкополосные непрерывные помехи – более 500 кГц. Пороговые уровни для значений ширины полосы мешающих сигналов от 100 кГц (для Р(У)) или 1 кГц (для L2C и FDMA/CDMA) (несущая частота 1248,06 МГц) до 1 МГц (или до 500 кГц для FDMA) не определены и требуют дальнейшего изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Считается, что узкополосные непрерывные помехи имеют ширину полосы менее 700 Гц. Считается, что широкополосные помехи имеют ширину полосы более 1 МГц. Пороговые уровни для значений ширины полосы мешающих сигналов от 700 Гц до 1 МГц требуют дальнейшего изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Перечисленные максимальные значения усиления для верхней полусферы применяются для угла места  $30^\circ$  (то есть угол прихода максимальных ожидаемых помех). Перечисленные максимальные значения усиления для нижней полусферы применяются для угла места  $5^\circ$ .

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Захват сигнала осуществляется с использованием сигнала L1 C/A. См. соответствующую строку с пороговыми значениями в режиме захвата в Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1903, таблица 2-2, столбец "Эталонный наземный приемник SBAS".

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Захват сигнала осуществляется с использованием сигнала L1 C/A. См. соответствующую строку с пороговыми значениями в режиме захвата в Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1903, таблица 2-2, столбец "Приемник высокой точности".

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Уровни насыщения сигнала на входе приемника применяются для соответствующей ширины полосы РЧ-фильтра на уровне 3 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Уровень сохранения работоспособности – это пиковый уровень мощности для импульсного сигнала с максимальным коэффициентом загрузки 10%.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Такой тип приемника работает одновременно на нескольких несущих частотах сигналов РНСС. Несущие частоты определяются по формуле  $f_c$  (МГц) =  $1246,0 + 0,4375 K$ , где  $K$  = от  $-7$  до  $+6$ .

ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Этот пороговый уровень должен учитываться для суммарной мощности всех мешающих сигналов. Это пороговое значение не включает никакого запаса безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ 10. – Данные значения представляют типичные характеристики приемников. При определенных условиях используются более жесткие значения для некоторых параметров (например, время восстановления после перегрузки, пороговые значения суммарной помехи и т. д.).

ПРИМЕЧАНИЕ 11. – Минимальное усиление приемной антенны при угле места  $5^\circ$  составляет  $-5,5$  дБи.



*Примечания к таблице 1 (окончание)*

ПРИМЕЧАНИЕ 12. – Поскольку антенна в некоторых применениях приемников РНСС может быть потенциально ориентирована почти в любом направлении, то максимальное усиление антенны в нижней полусфере может (при наилучших условиях) быть равным значению для верхней полусферы.

ПРИМЕЧАНИЕ 13. – Уровень насыщения сигнала на входе приемника при мощности в полосе шириной 1 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 14. – Значения, приведенные в этих строках, следует использовать для оценки помех от импульсных источников с использованием методики Рекомендации МСЭ-R М.2030.

ПРИМЕЧАНИЕ 15. – Максимальные значения усиления в нижней полусфере применимы для угла места  $5^\circ$ .

ПРИМЕЧАНИЕ 16. – Считается, что узкополосные непрерывные помехи имеют ширину полосы менее 128 кГц. Считается, что широкополосные помехи имеют ширину полосы более 1 МГц. Пороговые уровни для мешающих сигналов с шириной полосы от 128 кГц до 1 МГц требуют дальнейшего изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 17. – Захват сигнала Е6-ВС осуществляется с использованием сигнала Е1-ВС. См. соответствующую строку с пороговыми значениями в режиме захвата в Приложении 2 к Рекомендации МСЭ-R М.1903, таблица 2-2, столбец "Приемник высокой точности". Что касается сигнала L6, то одни приемники выполняют захват сигнала, используя сигналы в диапазоне L1, а другие в режиме захвата могут иметь пороговый уровень на 6 дБ ниже, чем в режиме отслеживания.

ПРИМЕЧАНИЕ 18. – Полоса частот 40,92 МГц предназначена для приемника Е6-ВС, а 42,0 МГц – для приемника L6. Шумовая температура приемника Е6-ВС составляет 722 К, а приемника L6 – 645 К.

---