

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R М.2031-1**  
(09/2015)

**Характеристики и критерии защиты  
приемных земных станций и  
характеристики передающих  
космических станций в  
радионавигационной спутниковой  
службе (космос-Земля), работающих  
в полосе 5010–5030 МГц**

**Серия М**

**Подвижные службы, служба радиоопределения,  
любительская служба и относящиеся к ним  
спутниковые службы**



## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-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, 2016 г.

© ITU 2016

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.2031-1<sup>1</sup>**Характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций в радионавигационной спутниковой службе (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц**

(Вопросы МСЭ-R 217-2/4 и МСЭ-R 288/4)

(2012-2015)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации представлены характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (РНСС) и характеристики передающих космических станций РНСС, планируемых или работающих в полосе 5010–5030 МГц. Данная информация предназначена для проведения анализа совместного использования частот и анализа совместимости при воздействии радиочастотных помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, на системы и сети РНСС (космос-Земля), работающие в полосе 5010–5030 МГц.

**Ключевые слова**

РНСС, критерии защиты, воздействие радиочастотных помех

**Сокращения/Глоссарий**

AWGN	additive white Gaussian noise	Аддитивный белый гауссов шум
PDC	pulse duty cycle	Коэффициент заполнения импульсов
PNT	position, navigation and timing	Местоположение, навигация и время
PRF	pulse repetition frequency	Частота повторения импульсов
RHCP	Right-hand circular polarization	Правосторонняя круговая поляризация
SQPN	Staggered quadrature pseudo-random noise	Чередующаяся квадратурная модуляция по псевдослучайному шуму
SQPSK	Staggered quadrature phase-shift keying	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 радиоисточников, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.1787-2	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> Эту Рекомендацию следует довести до сведения 5-й Исследовательской комиссии МСЭ-R и Международной организации гражданской авиации (ИКАО).



Рекомендация МСЭ-R М.1831-1	Методика координации для оценки межсистемных помех в РНСС
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.1903-0	Характеристики и критерии защиты приемных земных станций радионавигационной спутниковой службы (космос-Земля) и приемников воздушной радионавигационной службы, работающих в полосе 1559–1610 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.1904-0	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 защитные критерии приемных космических станций и характеристики передающих земных станций в радионавигационной спутниковой службе (Земля-космос), работающих в полосе частот 5000–5010 МГц
Рекомендация МСЭ-R М.2030-0	Модель оценки импульсных помех от соответствующих источников радиосигналов, кроме источников в радионавигационной спутниковой службе, системам и сетям радионавигационной спутниковой службы, работающим в полосах частот 1164–1215 МГц, 1215–1300 МГц и 1559–1610 МГц

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что системы и сети радионавигационной спутниковой службы (РНСС) предоставляют на всемирной основе точную информацию для множества применений, связанных с определением местоположения, навигацией и синхронизацией, включая аспекты безопасности, в некоторых полосах частот при определенных обстоятельствах и применениях;
- b) что в РНСС существуют различные работающие и планируемые системы и сети;
- c) что проводятся исследования помех, создаваемых системам и сетям РНСС другими радиослужбами,

*признавая,*

- a) что во всех трех Районах полоса 5010–5030 МГц распределена РНСС (космос-Земля и космос-космос) на первичной основе;
- b) что во всех трех Районах полоса 5010–5030 МГц распределена также воздушной радионавигационной службе (ВРНС) на первичной основе;
- c) что во всех трех Районах полоса 5010–5030 МГц распределена также воздушной подвижной спутниковой службе (на трассе) (ВПС(R)С) на первичной основе согласно п. 9.21 РР;

d) что согласно п. 5.328В РР "Использование полос 1164–1300 МГц, 1559–1610 МГц и 5010–5030 МГц системами и сетями радионавигационной спутниковой службы, в отношении которых полная информация для координации или заявления, в зависимости от случая, получена Бюро радиосвязи после 1 января 2005 года, осуществляется в соответствии с положениями пп. 9.12, 9.12А и 9.13", и планируется проведение исследований для определения дополнительных методик и критериев для содействия такой координации;

e) что в п. 5.443В РР и в Резолюции 741 (Пересм. ВКР-12) приводятся предельные значения суммарной плотности потока мощности для космических станций РНСС для того, чтобы не создавать вредных помех радиоастрономической службе (РАС), работающей в полосе 4990–5000 МГц;

f) что в п. 5.443В РР приводятся предельные значения суммарной плотности потока мощности для космических станций РНСС, для того чтобы не создавать вредных помех микроволновой системе посадки, работающей в ВРНС на частотах выше 5030 МГц;

g) что в Рекомендации МСЭ-R М.1901 содержится руководство по Рекомендациям МСЭ-R, относящимся к системам и сетям РНСС,

*рекомендует,*

1 чтобы при проведении анализа воздействия радиочастотных помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, на системы и сети РНСС (космос-Земля), работающие в полосе 5010–5030 МГц, использовались характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций, приведенные в Приложениях 1, 2 и 3;

2 чтобы допустимый уровень помех, создаваемых служебным линиям систем и сетей РНСС (космос-Земля), указанным в Приложениях 1 и 2 и работающим в полосе 5010–5030 МГц, от всех источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, не превышал пороговые значения помех, приведенные в таблицах 1-1 и 2-4.

## Приложение 1

### Типовые технические характеристики и критерии защиты приемных земных станций системы Галилео, работающих в полосе 5010–5030 МГц

#### 1 Введение

Служебная линия системы определения местоположения Галилео обеспечивает информацию, которая используется для определения местоположения, навигации и времени (PNT) с помощью должным образом оборудованных приемников навигационной службы. В данном приложении основное внимание уделяется характеристикам приема служебной линии системы определения местоположения Галилео, и не рассматриваются передающие космические станции этой же сети. Предполагается, что данное приложение будет обновлено в будущем пересмотре настоящей Рекомендации, как только появятся характеристики передающей космической станции.

#### 2 Характеристики служебной линии системы Галилео

Услуга PNT системы Галилео обеспечивает линии вниз в полосе 5010–5030 МГц для потребностей в PNT пользователей подвижных служб (сухопутной, морской, воздушной).

PNT системы Галилео предлагает две услуги: одна с глобальной зоной обслуживания и другая – с использованием точечных лучей, которые обеспечивают более высокое значение  $C/N_0$  в конкретных районах. Для обеспечения высоких показателей точности и определения местоположения большое значение имеет передача широкополосного сигнала. Аналогично передаче сигнала РНСС в диапазоне L передача в диапазоне С реализуется как сигналы с расширением спектра с элементами мультиплексированного сигнала.

По сравнению с условиями совместного использования частот в распределениях РНСС в полосах между 1164 МГц и 1610 МГц, в полосе 5010–5030 МГц предлагаются гораздо более низкие уровни возможных помех, что делает ее привлекательной для служебных применений, важнейших для безопасности, и служебных применений такого же высокого уровня.

В представленной ниже таблице 1-1 приводятся критерии защиты приемников, рассчитанные с использованием условий линии вниз для луча с глобальной зоной обслуживания. Различные элементы сигнала мультиплексируются с использованием модуляций с постоянной огибающей. Полное качество обслуживания, как это требуется согласно запросам рынка, должно обеспечиваться для всех углов места выше  $5^\circ$ .

Полагается, что служебная линия обеспечивает услуги РНТ для подвижных приемников РНСС со спутников, видимых при угле места выше  $5^\circ$ , с использованием антенн с полусферическим покрытием с усилением  $-5$  дБи. Усиление для предполагаемой типовой приемной антенны меняется от  $-5$  дБи до  $+4$  дБи для углов места между  $5^\circ$  и  $90^\circ$ .

### 3 Критерии защиты приемников РНСС

Пороговые суммарные уровни помех, приведенные в таблице 1-1, рассчитаны только для помех от непрерывных передач, которые считаются белым шумом.

Значения пороговых суммарных уровней узкополосных помех, приведенные в таблице 1-1, являются предварительными. Как подчеркивается в Рекомендации МСЭ-R М.1831, хотя имеется подходящий метод моделирования сценариев непрерывных широкополосных помех от внешних источников, необходимо определить дополнительные методы для узкополосных и импульсных помех, и в настоящее время не имеется Рекомендации, в которой бы рассматривались узкополосные помехи.

Для представления информации РНТ в приемниках РНСС применяются несколько важнейших этапов при приеме РЧ и обработке сигналов с расширением спектра. Эти этапы процесса являются следующими: обнаружение сигнала (несущая и фаза), отслеживание несущей и фазы, отслеживание кодов и поднесущей и декодирование навигационного сообщения.

Поэтому защите рабочих характеристик указанных выше процессов в приемниках необходимо уделять особое внимание, поскольку они могут привести не только к ухудшению отношения  $C/N_0$  из-за помех, упрощенных до уровня белого шума, но и к такой спектральной форме этих помех, которая могла бы сильно ухудшить рабочие характеристики приемника. Иными словами, цветной шум может привести к ухудшению рабочих характеристик приемника даже в случае предположительно безвредного ухудшения  $C/N_0$ , если руководствоваться неподходящей моделью помех на основе аддитивного белого гауссова шума (AWGN).

Цветной шум также оказывает воздействие на внедрение декорреляторов опережения-запаздывания, которые являются одним из важнейших элементов процессов в приемниках РНСС.

В Рекомендации МСЭ-R М.1831 описан процесс расчета для координации между системами РНСС, при котором учитываются специальные характеристики сигнала с применением коэффициента спектрального разделения (SSC).

Аналогично непрерывным помехам ухудшение  $C/N_0$  рассчитывается с учетом импульсных помех и при предположении, что белый шум не является характерным реальным воздействием на рабочие характеристики приемников. Помимо новых параметров непрерывных помех, таких как пиковая мощность, для адекватной оценки ухудшения рабочих характеристик приемника необходимо принимать во внимание рабочий цикл импульса (PDC) и частоту повторения импульсов (PRF). При замкнутой форме выражения эти дополнительные параметры могут учитываться, но пределы моделирования становятся очевидными, если необходимо принимать во внимание нелинейные эффекты для второго каскада приемников.

В случае импульсных помех время, которое требуется для перехода от входного каскада приемника в режиме насыщения в течение импульса к устойчивому режиму, при котором действительны линейные уравнения, в значительной степени зависит от реализаций приемника. В период времени

длительности импульса, добавленного к предыдущему времени восстановления, выборки, предусматриваемые для коррелятора, бесполезны для отслеживания или демодуляции данных.

Чем больше количество импульсов на интервал когерентной интеграции, тем больше будет ухудшение при фиксированном PDC в связи с накопленными эффектами времени восстановления. Длительность импульса должна составлять лишь незначительную часть периода когерентной интеграции. В целом любой период времени с сильно ухудшенными выборками в результате насыщения входного каскада приемника из-за высокомоощных импульсов, которые больше или равны десятой части времени когерентной интеграции приемника (как правило, около 1 мс), мог бы пагубным образом ухудшить процесс интеграции. Чтобы избежать повторения указанных выше эффектов, необходимо, чтобы PRF была непропорциональна скорости передачи символов сигналов РНСС или любой их части.

Считается, что стратегиями по снижению воздействия для защиты приемника от импульсных помех должны заниматься разработчики и производители приемников в качестве средства конкуренции, вместо того чтобы снижать ограничения, налагаемые Регламентом радиосвязи.

ТАБЛИЦА 1-1

**Характеристики служебной линии и критерии защиты приемных земных станций системы Галилео, работающих в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Описание параметра РНСС
Диапазон изменения частоты сигнала (МГц)	5 010–5 030
Максимальное усиление антенны приемника (дБи)	4
Полоса пропускания РЧ-фильтра по уровню 3 дБ (МГц)	20
Полоса пропускания предварительного корреляционного фильтра по уровню 3 дБ (МГц)	20
Шумовая температура приемной системы (К)	530
Пороговый уровень мощности (в режиме отслеживания) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	–157,1
Пороговый уровень мощности (в режиме обнаружения) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	–160,1
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме отслеживания) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	–147,1
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме обнаружения) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	–150,1

## Приложение 2

**Технические характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций Глобальной системы определения местоположения (GPS) (космос-Земля), работающих в полосе 5010–5030 МГц**

### 1 Введение

Фидерные линии вверх и вниз Глобальной системы определения местоположения (GPS) обеспечивают связь для мониторинга, управления и контроля спутников; обновления орбитальных

эфемерид; и синхронизации по времени. Минимальный рабочий угол места для работы фидерных линий системы GPS составляет  $5^\circ$ , что приводит к максимальной длине трассы в 25 252 км. Служебные линии GPS будут обеспечивать информацию, используемую для определения PNT надлежащим образом оборудованными приемниками навигационной службы.

## 2 Характеристики фидерной линии вниз системы GPS

Для системы GPS планируется использовать рабочую полосу частот фидерной линии вниз шириной 6,6 МГц при скорости передачи кодированных данных 6,6 Мбит/с. Предполагается, что антенной для фидерной линии вниз космической станции является круглая параболическая антенна с питанием в средней точке. Однако из-за того, что полоса 5000–5010 МГц (Земля-космос) для фидерных линий вверх и смежная полоса 5010–5030 МГц (космос-Земля) для служебных линий и фидерных линий вниз используются одновременно, в надлежащих конструктивных характеристиках необходимо не допускать возможных помех. Важным элементом для этого является внедрение фильтров передачи с очень крутыми срезами как на спутниках, так и на земных станциях. Фильтрация передачи будет введена для всех сигналов передачи, и предполагается, что побочные излучения составят  $-60$  дБ относительно пикового значения.

В таблице 2-1 приведены характеристики приемных фидерных линий земных станций GPS, работающих в полосе 5010–5030 МГц. Хотя значения параметров выведены из спецификаций GPS и соответствуют им, эти значения все же могут изменяться. В таблице 2-2 приводятся характеристики передач соответствующих фидерных линий космических станций GPS.

В странах, где развернуты земные станции РНСС с фидерными линиями вниз, администрации, также желающие развертывать наземные системы в этих полосах, вероятно потребуют принятия национальных планов в рамках национальных границ. Если администрация хочет обеспечить защиту приемной земной станции РНСС с фидерной линией вниз, которая расположена на ее территории, от передающих наземных станций, расположенных в соседних странах, в МСЭ следует зарегистрировать конкретные земные станции, расположенные на границах территории, с применением процедуры координации и заявления согласно положениям Статей 9 и 11 РР. Если предварительные исследования покажут, что суммарная помеха в полосе пропускания приемника фидерной линии от всех источников радиосигналов первичных служб в полосе, не относящейся к РНСС, превышает 6 процентов шумовой температуры приемной системы РНСС с фидерной линией на выходе приемной антенны, следует провести дальнейшие исследования для определения возможности межсистемной совместимости.

ТАБЛИЦА 2-1

### Характеристики приемных земных станций GPS с фидерными линиями, работающих в полосе 5010–5030 МГц

Параметр	Значение параметра
Диаметр антенны (м)	5,00
Поляризация	РНСП
Диаграмма направленности антенны	Круглая параболическая антенна с питанием в средней точке
Теоретическое усиление антенны (дБи)	48,39
Потери полезного действия антенны (дБ)	1,50
Максимальное усиление приемной антенны (дБи)	46,63
Шумовая температура приемной системы (К)	140
Минимальный угол места (градусы)	5,0



ТАБЛИЦА 2-2

**Передачи сигналов GPS по фидерной линии вниз в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диапазон частот сигнала (МГц) (Примечание 1)	5 013,63 ± 3,3
Скорость передачи закодированных данных (бит/с)	6 600 000
Метод модуляции сигнала	QPSK с фильтрацией
Поляризация	Правосторонняя круговая (RHCP)
Эллиптичность (дБ)	Максимум 1,5
э.и.и.м. передачи (дБВт)	34,6

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Несущая частота полезного сигнала RHSS ± половина ширины полосы сигнала.

**3 Характеристики и критерии защиты служебных линий PNT системы GPS**

Служебные линии вниз PNT системы GPS для полосы 5010–5030 МГц могут разрабатываться при существующих спутниковых технологиях. Простой расчет бюджета линии показывает, что в рамках нынешних спутниковых технологий вполне возможно предоставлять услуги PNT RHSS пользователям RHSS, которые применяют предполагаемые антенны с идеальным единообразным усилением на уровне 3 дБи над полусферическим покрытием.

Модуляция сигнала линии вниз, которая соответствует требованиям в отношении служебной линии в диапазоне 5 ГГц, является квадратурной фазовой манипуляцией со сдвигом (SQPSK) с фильтрацией и с псевдослучайным кодом расширения со скоростью 10 Мбит/с (SQPSK(10)). Сигнал SQPSK может иметь при интегрировании с компонентами данных такой компонент, в котором отсутствуют данные, чтобы содействовать обнаружению сигнала. Фильтрация обеспечит защиту служб в других полосах, а SQPSK(10) с фильтрацией обеспечит хорошие характеристики PNT, мощность передачи и генерирование сигнала. Сигнал будет иметь круговую поляризацию, но правостороннюю или левостороннюю – в соответствии с выбором при проектировании, который может зависеть от поляризации других сигналов в этой полосе; а именно фидерных линий RHSS.

В таблице 2-3 представлены основные параметры передач сигналов GPS по служебной линии в диапазоне 5 ГГц. Хотя значения параметров служебных линий, представленные в этом разделе, выведены из спецификаций GPS и соответствуют им, эти значения все же могут изменяться.

ТАБЛИЦА 2-3

**Передачи сигналов GPS по служебной линии в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диапазон частот сигнала (МГц)	5 019,861 ± 9,86
Скорость передачи элементов псевдослучайного кода (PRN) (Мэлемент/с)	10,23
Скорость передачи навигационных данных (бит/с)	50–50 000
Метод модуляции сигнала	SQPSK(10) с фильтрацией
Поляризация	Круговая
Эллиптичность (дБ)	Максимум 1,5
Минимальный уровень мощности принимаемого сигнала на выходе эталонной антенны (дБВт)	–171,6

Предполагается, что приемники в полосе 5010–5030 МГц будут реагировать на помехи таким же образом, как и приемники RHSS, использующие модернизированные коды PRN сигналов PNT; например, GPS L1C, L2C и L5, работающие в полосах 1164–1300 МГц и 1559–1610 МГц, а также

ождается, что исследования в области совместимости и совместного использования частот со службами, не относящимися к РНСС, будут проводиться по таким же направлениям.

Пороговые уровни суммарных помех, приведенные в таблице 2-4, относятся только к непрерывным помехам при передаче. Хотя значения параметров выведены из спецификаций GPS и соответствуют им, эти значения все же могут изменяться.

ТАБЛИЦА 2-4

**Характеристики и критерии защиты служебных линий приемных земных станций пользователей системы GPS для работы в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диапазон частот сигнала (МГц)	5 019,861 ± 9,86
Максимальное усиление антенны приемника в верхней полусфере (дБи)	3
Максимальное усиление антенны приемника в нижней полусфере (дБи)	3 (см. Примечание 2)
Полоса пропускания РЧ-фильтра приемника по уровню 3 дБ (МГц)	20
Полоса пропускания предварительного корреляционного фильтра приемника по уровню 3 дБ (МГц)	20
Шумовая температура приемной системы (К)	500
Пороговый уровень мощности (в режиме отслеживания) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	-154,6 (см. Примечание 1)
Пороговый уровень мощности (в режиме обнаружения) суммарной узкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБВт)	-157,6 (см. Примечание 1)
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме отслеживания) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	-144,6 (см. Примечание 1)
Пороговый уровень плотности мощности (в режиме обнаружения) суммарной широкополосной помехи на выходе пассивной антенны (дБ(Вт/МГц))	-147,6 (см. Примечание 1)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Считается, что в полосе 5010–5030 МГц узкополосные непрерывные помехи имеют ширину полосы менее 700 Гц. Считается, что в полосе 5010–5030 МГц широкополосные помехи имеют ширину полосы более 1 МГц. Пороговые уровни мощности для помех с шириной полосы 700 Гц – 1 МГц выведены с помощью прямо пропорциональной интерполяции между предельным значением мощности для узкой полосы при ширине полосы 700 Гц и предельным значением плотности мощности для широкой полосы при ширине полосы 1 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поскольку антенна при некоторых применениях приемников РНСС может быть потенциально ориентирована почти в любом направлении, то максимальное усиление антенны в нижней полусфере может (при наихудших условиях) быть равным значению для верхней полусферы.

По сравнению с аналогичными системами, реализуемыми в диапазоне 1,5 ГГц, системы РНСС, разработанные для диапазона 5 ГГц, будут сталкиваться с не менее чем на 10 дБ большими потерями в свободном пространстве, а также с ослаблением, обусловленным повышенным количеством водяного пара, дождем и растительностью. Кроме того, в настоящее время технологии для диапазона 5 ГГц являются более дорогостоящими по сравнению с другими полосами РНСС.

Если не учитывать эти недостатки, то в реализации в диапазоне 5 ГГц имеются некоторые преимущества. Первое из них состоит в том, что меньшая длина волны дает возможность использовать антенны и антенные решетки с более высоким усилением в рамках заданной зоны обслуживания антенны. Фактически, поскольку длина волны составляет около 30 процентов от длины волны в других полосах РНСС, диаметр, физическая апертура и вес антенн с такими же диаграммами усиления, как и у аналогичной антенны в диапазоне 1,5 ГГц, уменьшаются приблизительно в 0,3 раза,  $(0,3)^2 = 0,09$  и  $(0,3)^3 = 0,027$ , соответственно. Это может быть пригодным

для применений, для которых размер и вес представляют собой существенные ограничения для системы в плане как пользовательского оборудования, так и полезной нагрузки спутника. В свою очередь, это может позволить использовать адаптивные антенны с возможностью увеличивать мощность приемного сигнала или сводить к нулю сигналы источников радиочастотных помех, или же применять оба этих способа. Такие возможности полезны, так как нежелательные излучения от других служб могут причинять краткосрочные помехи сигналам РНСС. Но такие антенны могут не подходить для всех применений. Кроме того, поскольку такая антенна состоит из ряда элементов, входных каскадов приемника и электронного оборудования формирования/направления луча, архитектура приемника становится сложной.

Другим преимуществом реализации в диапазоне 5 ГГц является возможность обеспечить большую точность позиции и синхронизации. Это связано с меньшей изменчивостью задержек при ионосферном распространении.

Как отмечается в пункте 2, выше, не проводилось никаких исследований о том, как служебные линии в диапазоне 5 ГГц будут работать при наличии фидерных линий вниз РНСС. Дальнейшее исследование могло бы включать такие методы, как ортогональная круговая поляризация, модуляции с низкими характеристиками кросс-корреляции, а также включение большего запаса линии для радиочастотных помех от фидерных линий вниз. Кроме того, необходимо рассмотреть совместимость одновременно передаваемых сигналов фидерной линии вниз и служебной линии от различных систем РНСС.

Критерии защиты для сигналов служебной линии необходимо разрабатывать далее по мере совершенствования проектов систем РНСС. В таких критериях защиты следует принимать во внимание характеристики РНСС, необходимые для обеспечения того, чтобы приемник мог работать в предназначенной для него среде, в том числе при любых ограничениях, связанных с шириной полосы сигнала и фильтрованием, чтобы обеспечить совместимость с радиоастрономической службой. Кроме того, если линия РНСС будет фильтроваться в условиях аэропорта, то она должна быть спроектирована таким образом, чтобы допускать нежелательные излучения от стандартной микроволновой системы посадки (MLS) ИКАО, работающей в смежной полосе. После того как проекты первоначальной системы будут завершены, появится больше подробных сведений о приемниках РНСС в диапазоне 5 ГГц.

## Приложение 3

### **Технические характеристики и критерии защиты приемных земных станций и характеристики передающих космических станций квазизенитной спутниковой системы (QZSS), работающих в полосе 5010–5030 МГц**

#### **1 Введение**

Фидерные линии вверх и вниз квазизенитной спутниковой системы (QZSS) обеспечивают связь для мониторинга, управления, контроля и загрузки навигационных сообщений систем и спутников. Станции управления QZSS расположены в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

#### **2 Характеристики QZSS**

В таблицах 3-1 и 3-2 представлены характеристики приемной земной станции с фидерной линией в системе QZSS, работающей в полосе 5010–5030 МГц. В таблицах 3-3 и 3-4 представлены характеристики передающей космической станции с фидерной линией в системе QZSS, работающей в полосе 5010–5030 МГц.

Для того чтобы избежать собственных помех, в спутниках QZSS используется метод фильтрации.

Фидерная линия вниз в системе QZSS в полосе 5010–5030 МГц включает функции телеметрии и измерения дальности.

Для оценки возможных помех, причиняемых линии телеметрии в системе QZSS, следует использовать характеристики, приведенные в таблицах 3-1, 3-2, 3-3 и 3-4.

Для оценки линии измерения дальности характеристики и критерии защиты должны рассматриваться в ходе двусторонних обсуждений в соответствии с обычной практикой спутниковой межсистемной координации частот. Это следует делать, поскольку для правильной оценки воздействия любых помех на линию измерения дальности в системе QZSS требуется оценка общей величины  $C/N_0$  с учетом сегментов линии вверх и линии вниз. (Невозможно оценить характеристики линии измерения дальности в системе QZSS, основываясь только на помехах для линии вверх).

ТАБЛИЦА 3-1

**Характеристики приемных земных станций с фидерными линиями в системе QZSS  
(для первого спутника QZSS) работающих в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Рек. МСЭ-R S.465-5
Максимальное усиление антенны (дБи)	49,0
Необходимая ширина полосы (кГц)	400
Шумовая температура (К)	150

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В таблицах 3-1 и 3-3 содержатся характеристики только для линии телеметрии системы QZSS. Для информации о характеристиках и критериях защиты линии измерения дальности системы QZSS см. пункт перед таблицей 3-1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Характеристики, представленные в таблице 3-1, можно использовать для проведения предварительных исследований, упомянутых в пункте, следующем за таблицей 3-2.

ТАБЛИЦА 3-2

**Характеристики приемных земных станций с фидерными линиями в системе QZSS  
(для последующих спутников) работающих в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Рек. МСЭ-R S.465-5
Максимальное усиление антенны (дБи)	51,0
Необходимая ширина полосы (кГц)	10 000
Шумовая температура (К)	150

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В таблицах 3-2 и 3-4 содержатся характеристики только для линии телеметрии системы QZSS. Для информации о характеристиках и критериях защиты линии измерения дальности системы QZSS см. пункт перед таблицей 3-1.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Характеристики, представленные в таблице 3-2, можно использовать для проведения предварительных исследований, упомянутых в пункте, следующем за таблицей 3-2.

В странах, где развернуты земные станции РНСС с фидерными линиями вниз, администрации, также желающие развертывать наземные системы в этих полосах, вероятно потребуют принятия национальных планов в рамках национальных границ. Если администрация хочет обеспечить защиту приемной земной станции РНСС с фидерной линией вниз, которая расположена на ее территории, от передающих наземных станций, расположенных в соседних странах, в МСЭ следует зарегистрировать конкретные земные станции, расположенные на границах территории, с применением процедуры координации и заявления согласно положениям Статей 9 и 11 РР. Если предварительные исследования покажут, что суммарная помеха в полосе пропускания приемника фидерной линии от всех источников радиосигналов первичных служб в полосе, не относящейся к РНСС, превышает 6 процентов шумовой температуры приемной системы РНСС с фидерной линией

на выходе приемной антенны, следует провести дальнейшие исследования для определения возможности межсистемной совместимости.

ТАБЛИЦА 3-3

**Характеристики передающих космических станций с фидерными линиями в системе QZSS  
(для первого спутника QZSS), работающих в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Глобальный луч
Поляризация	RHCP
Минимальная э.и.и.м. передачи (дБВт)	9,8
Модуляция	PCM-PSK/PM

RHCP: Правосторонняя круговая поляризация

ТАБЛИЦА 3-4

**Характеристики передающих космических станций с фидерными линиями в системе QZSS  
(для последующих спутников), работающих в полосе 5010–5030 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Глобальный луч
Поляризация	RHCP
Минимальная э.и.и.м. передачи (дБВт)	9,3
Модуляция	SQPN

SQPN: чередующаяся квадратурная модуляция по псевдослучайному шуму – формат модуляции с расширением спектра, когда последовательность данных псевдослучайного шума модулирует РЧ несущую, используя вариантность модуляции QPSK, при которой один канал отстает относительно другого канала на половину периода символа модуляции (это также называется QPSK со сдвигом).