

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.1906-1
(09/2015)

**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**

Серия М

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



Международный
союз
электросвязи

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
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 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.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

(Вопросы МСЭ-R 217-2/4 и МСЭ-R 288/4)

(2012-2015)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены характеристики и критерии защиты приемных космических станций радионавигационной спутниковой службы (РНСС) и характеристики передающих земных станций РНСС, планируемых или работающих в полосе частот 5000–5010 МГц. Данная информация предназначена для проведения анализа воздействия радиочастотных помех от источников радиосигналов, не относящихся к РНСС, на системы и сети РНСС (Земля-космос), работающие в этой полосе.

Ключевые слова

РНСС, критерии защиты, воздействие радиочастотных помех

Сокращения/гlossарий

QPSK	Quadrature phase-shift keying	Квадратурная фазовая манипуляция
SoL	Safety-of-Life	Спасание жизни
UQPSK	Unbalanced quadrature phase-shift keying	Несбалансированная квадратурная фазовая манипуляция

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
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.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) предоставляют на всемирной основе точную информацию для множества применений, связанных с определением местоположения, навигацией и синхронизацией, включая аспекты безопасности для некоторых полос частоты в определенных обстоятельствах и применениях;
- b) что существует ряд работающих и планируемых к вводу в эксплуатацию систем и сетей РНСС;
- c) что проводятся исследования по воздействию помех от других служб радиосвязи на системы и сети РНСС,

признавая,

- a) что полоса 5000–5010 МГц распределена РНСС (Земля-космос) на всемирной первичной основе;
- b) что полоса 5000–5010 МГц распределена также воздушной радионавигационной службе (ВРНС) на первичной основе;
- c) что полоса 5000–5010 МГц распределена также воздушной подвижной спутниковой службе (на трассе) (ВПС(R)С) на первичной основе в соответствии с п. 5.367 Регламента радиосвязи (РР) при условии согласования по п. 9.21 РР;
- d) что в Рекомендации МСЭ-R М.1901 дается 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 (Земля-космос), работающих в полосе 5000–5010 МГц, использовались характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций, приведенные в Приложениях 1, 2 и 3;

2 чтобы допустимый уровень помех, создаваемых системам и сетям РНСС (Земля-космос), работающим в полосе 5000–5010 МГц, от всех источников радиосигналов первичных служб в этой полосе, не относящихся к РНСС, не превышал 6% от шума системы приемника РНСС.

Приложение 1

Технические характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций системы Галилео, работающих в полосе 5000–5010 МГц

1 Введение

Данная полоса используется системой Галилео для работы со станциями фидерных линий, передающими информацию навигационных сеансов на спутники. Через фидерные линии вся соответствующая системная информация и информация навигационных сеансов, включая эфемериды, информацию для коррекции времени, сообщения о целостности службы и все и другие элементы данных навигационного сообщения, которые требуют постоянного обновления, передается на спутники Галилео.

Фидерная линия не предназначена для доступа пользователей. До 20 земных станций линии вверх, использующих распределение РНСС (Земля-космос) в полосе частот 5000–5010 МГц, работают в разных географических точках по всему миру, чтобы предоставить доступ к каждому спутнику из группировки в любое время.

Архитектура системы включает:

- космический сегмент, включающий 27 активных спутников, равномерно распределенных по трем круговым земным орбитам на высоте 23 222 км, при этом плоскость каждой орбиты наклонена к экватору под углом 54°;
- наземный сегмент управления, обеспечивающий мониторинг и управление системой и спутниками и работающий на частотах в диапазоне 2 ГГц для контроля состояния спутников (телеуправление и телеметрия);
- наземный сегмент, загружающий данные для последующей вещательной передачи пользователям сообщений о целостности через спутники Галилео.

Элементы данных для орбитальных эфемерид и информация о целостности службы вычисляются по измерениям, определяемым и обрабатываемым всемирной сетью мониторинговых станций Галилео. Одним из наиболее критичных элементов является распространение информации о целостности на пользовательские приемники в службе "спасания жизни" (SoL) Галилео. Эта информация передается с помощью сигналов фидерной линии вверх в диапазоне 5 ГГц, причем предусматривается, что пользовательские приемники должны достигаться в течение 6 с после обнаружения заранее определенных пределов ухудшения службы. Информация SoL о местоположении и времени обеспечивается сигналами E5.

2 Характеристики фидерной линии вверх системы Галилео

Параметры для типовых земных станций фидерной линии вверх системы Галилео перечислены в таблице 1-1. Фильтрация передачи будет осуществляться для всех передающих сигналов Галилео.

ТАБЛИЦА 1-1

**Характеристики передающих земных станций Галилео,
работающих в полосе 5000–5010 МГц**

Параметр	Значение
Центральная частота (МГц)	5 005
Диаметр антенны (м)	3,0
Поляризация	RHCP
Диаграмма направленности антенны	Рек. МСЭ-R S.465-5
Теоретическое усиление антенны (дБи)	41,8
э.и.и.м. (дБВт)	50,3
Модуляция/кодирование	QPSK/расширение спектра
Ширина полосы по РЧ (МГц)	10

RHCP: Правая круговая поляризация.

3 Характеристики спутникового приемника

Типовые характеристики спутниковых приемников перечислены в таблице 1-2.

ТАБЛИЦА 1-2

**Характеристики приемных космических станций Галилео,
работающих в полосе 5000–5010 МГц**

Параметр	Значение
Центральная частота (МГц)	5 005
Ширина полосы частот (МГц)	10
Поляризация	RHCP
Диаграмма направленности/тип антенны	Коническая рупорная антенна
Наведение антенны	Надир
Максимальное усиление приемной антенны (дБи)	12,8
Ширина луча антенны по половинной мощности (°) (при угле места 5°)	12,4
Минимальный угол места (°)	5
Высота спутника (км)	23 222
Спектральная плотность мощности шума приемника (дБВт/Гц)	–201
Допустимое эффективное значение I_0 (основанное на DT/T в 6%) (дБВт/Гц)	–213,2

Приложение 2

Технические характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций глобальной системы определения местоположения, работающих в полосе 5000–5010 МГц

1 Введение

Фидерные линии вверх и вниз Глобальной системы определения местоположения (GPS) обеспечивают связь для мониторинга, управления и контроля спутников и систем, обновления орбитальных эфемерид и синхронизации по времени. Фидерная линия вверх в полосе 5000–5010 МГц рассматривается для будущих модернизаций системы GPS в качестве резервной по отношению к действующей фидерной линии вверх 2,2 ГГц. Для связи по фидерным линиям может использоваться фильтрованная квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) или другой метод модуляции с эффективным использованием ширины полосы частот.

2 Характеристики фидерной линии вверх системы GPS

Для системы GPS планируется использовать рабочую полосу частот линии вверх шириной 1,1 МГц при скорости передачи данных 1,1 Мбит/с или меньше. Предполагается, что передающей антенной для линии вверх земной станции является круглая параболическая антенна с питанием в средней точке, которую также планируется использовать в качестве приемной антенны для фидерной линии вниз в полосе 5010–5030 МГц. Однако из-за того, что полосы 5000–5010 МГц (Земля-космос) и 5010–5030 МГц (космос-Земля) являются соседними, одновременное использование фидерных линий вверх и вниз с одной космической станцией GPS потребует дополнительных исследований. Наиболее вероятным решением является применение спутниковых фильтров с крутыми срезами. Однако на данный момент исследования не дали ответа на вопрос о том, должны ли для спутников одновременно использоваться фидерные линии вверх и вниз в диапазоне 5 ГГц. В настоящее время проводится дополнительное исследование для усовершенствования этой и других существующих систем РНСС в диапазоне 5 ГГц.

В таблицах 2-1 и 2-2 приведены характеристики для передающих наземных станций GPS и характеристики и критерии защиты для приемных космических станций фидерной линии соответственно для работы в полосе 5000–5010 МГц. Фильтрация передачи будет применяться для всех передающихся сигналов GPS. Предполагается, что побочные излучения будут составлять –60 дБ относительно пиковых уровней сигнала. Хотя эти параметры получены из действующих технических требований GPS и согласуются с ними, их еще можно изменять.

ТАБЛИЦА 2-1

Передачи сигналов GPS по фидерной линии вверх в полосе 5000–5010 МГц

Параметр	Значение параметра
Диапазон частот сигнала (МГц) (Примечание 1)	5 000,605 ± 0,6
Скорость передачи данных (символы/с)	2 200 000 символов/с
Метод модуляции сигнала	Фильтрованный QPSK
Поляризация	RHCP
Коэффициент эллиптичности (дБ)	1,5 максимум
э.и.и.м. передачи (дБВт)	66,6

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

ТАБЛИЦА 2-2

**Характеристики и критерии защиты приемных космических станций GPS,
работающих в полосе 5000–5010 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаметр антенны (м)	0,150
Поляризация	RHCP
Диаграмма направленности антенны	Круглая параболическая антенна с питанием в средней точке
Теоретический коэффициент усиления антенны (дБи)	17,91
Потери коэффициента полезного действия антенны (дБ)	4,00
Максимальные потери рассогласования по поляризации (дБ)	0,31
Максимальный коэффициент усиления приемной антенны (дБи)	13,60
Шумовая температура спутниковой приемной системы (К)	590
Минимальный угол места (°)	5,0
Высота спутника (км)	20 200

Приложение 3

Технические характеристики и критерии защиты приемных космических станций и характеристики передающих земных станций квазизенитной спутниковой системы (QZSS), работающих в полосе 5000–5010 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

Спутники QZSS включают полезную нагрузку RHCC, работающую в полосе 5000–5010 МГц (спутниковые приемники) и в полосе 5010–5030 МГц (спутниковые передатчики). Поскольку эти полосы являются соседними, в полезной нагрузке спутников QZSS в целях избежания собственных помех используется метод снижения таких помех.

Фидерная линия вверх системы QZSS в полосе 5000–5010 МГц включает функции управления, полезной нагрузки навигационных сообщений и измерения дальности. Для каждого спутника QZSS, за исключением первого спутника QZSS, будет введено несколько линий полезной нагрузки навигационных сообщений на одной радиочастоте несущей.

Для оценки потенциальных помех, причиняемых линии управления и линии вверх для полезной нагрузки навигационных сообщений системы QZSS, должны использоваться характеристики, приведенные в таблицах 3-1, 3-2, 3-3 и 3-4.

Для оценки помех в линии измерения дальности характеристики и критерии защиты должны обсуждаться в двухсторонних дискуссиях, что является обычной практикой для спутниковой межсистемной координации частот. Это нужно делать, потому что правильная оценка воздействия любых помех на линию измерения дальности в системе QZSS требует оценки общей величины отношения C/N_0 , учитывая сегменты 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 передающих земных станций системы QZSS (для первого спутника QZSS), работающих в полосе 5000–5010 МГц

Параметр	Значение параметра
Максимальное усиление антенны	49,0 дБи
Диаграмма направленности антенны	Рек. МСЭ-R S.465-5
Поляризация	LHCP
Минимальная э.и.и.м. передачи (дБВт)	56,1 для целей управления 55,4 для полезной нагрузки навигационных сообщений
Модуляция	PCM-PSK/PM

LHCP: Левая круговая поляризация.

ТАБЛИЦА 3-2

Характеристики передающих земных станций системы QZSS (для последующих спутников), работающих в полосе 5000–5010 МГц

Параметр	Значение параметра
Максимальное усиление антенны	51,0 дБи
Диаграмма направленности антенны	Рек. МСЭ-R S.465-5
Поляризация	LHCP
Минимальная э.и.и.м. передачи для каждого канала (дБВт)	48,3 для целей управления 53,3 для полезной нагрузки навигационных сообщений
Модуляция	UQPSK

LHCP: Левая круговая поляризация.

UQPSK: Несбалансированная квадратурная фазовая манипуляция – модуляция QPSK, при которой применяются различные скорости, мощность и/или форматы данных между каналом I и каналом Q.

ТАБЛИЦА 3-3

**Характеристики и критерии защиты приемных космических станций
системы QZSS (для первого спутника QZSS), работающих в полосе 5000–5010 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Глобальный луч
Необходимая ширина полосы пропускания (кГц)	400
Шумовая температура (К)	400
Усиление сигнала на спутнике (дБи)	Максимальное: 16,8 Минимальное: 8,0 (включая потери в фидере)
Минимальная высота спутника (км)	31 600

ПРИМЕЧАНИЕ. – В таблицах 3-1–3-4 содержатся характеристики только для линий управления и полезной нагрузки навигационных сообщений. Для информации о характеристиках и критериях защиты линии измерения дальности системы QZSS см. абзац перед таблицей 3-1.

ТАБЛИЦА 3-4

**Характеристики и критерии защиты приемных космических станций
системы QZSS (для последующих спутников), работающих в полосе 5000–5010 МГц**

Параметр	Значение параметра
Диаграмма направленности антенны	Глобальный луч
Необходимая ширина полосы пропускания (кГц)	10 000
Шумовая температура (К)	300
Усиление сигнала на спутнике (дБи)	Максимальное: 16,8 Минимальное: 8,0 (включая потери в фидере)
Минимальная высота спутника (км)	31 600

ПРИМЕЧАНИЕ. – В таблицах 3-1–3-4 содержатся характеристики только для линий управления и полезной нагрузки навигационных сообщений. Для информации о характеристиках и критериях защиты линии измерения дальности системы QZSS см. абзац перед таблицей 3-1.