

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R SF.674-3
(12/2013)

**Определение воздействия на
фиксированную службу, работающую
в полосе 11,7–12,2 ГГц, когда
геостационарные сети фиксированной
спутниковой службы в Районе 2
превышают координационные пороговые
значения плотности потока мощности**

Серия SF

**Совместное использование частот и координация
между системами фиксированной спутниковой
службы и фиксированной 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
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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, 2014 г.

© ITU 2014

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 SF.674-3

Определение воздействия на фиксированную службу, работающую в полосе 11,7–12,2 ГГц, когда геостационарные сети фиксированной спутниковой службы в Районе 2 превышают координационные пороговые значения плотности потока мощности

(1990-1997-2002-2013)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлен метод, который может использоваться для определения уровня помех, причиняемых системам фиксированной службы со стороны систем ГСО фиксированной спутниковой службы, работающих с уровнями плотности потока мощности, превышающими координационный порог, который определен в Регламенте радиосвязи.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что полоса 11,7–12,2 ГГц распределена фиксированной службе (ФС) на всемирной основе и фиксированной спутниковой службе (ФСС) (космос-Земля) в Районе 2;
- b)* что использование этой полосы геостационарными спутниковыми сетями в ФСС в Районе 2 обусловлено координационными пороговыми уровнями, которые определены в таблице 5-1 Приложения 5 Регламента радиосвязи;
- c)* что совместное использование частоты службами ФС и ФСС будет упрощено при введении метода оценки уровней помех от ФСС в отношении ФС, в случае если значения п.п.м. превышают координационный пороговый уровень,

рекомендует,

чтобы представленный в Приложении 1 метод использовался в качестве средства определения уровней помех, причиняемых ФСС системам ФС, в случае если уровни п.п.м. превышают пороговый уровень, о котором говорится в п b) раздела *учитывая*, выше.

Приложение 1**Определение помех, причиняемых системам ФС****Введение**

Настоящее Приложение расширяет метод, используемый в Рекомендациях МСЭ-R F.1107 и МСЭ-R F.1108, для цифровых систем ФС. В Рекомендации МСЭ-R F.1108 для цифровых станций ФС используется концепция частичного ухудшения качественных показателей (FDP). FDP – это частичное увеличение процентной доли времени, в течение которого регулирующий критерий качественных показателей не будет удовлетворяться из-за наличия помех. В Рекомендации МСЭ-R F.1108 для FDP предлагается значение 10% в качестве надлежащего для проведения исследований совместного использования частоты. Соответственно, с помощью описанных здесь методов можно определить часть приемников ФС, для которых FDP превышает 10%. Показатель FDP не должен превышать 10% для более чем согласованной небольшой процентной доли наземных станций. В Прилагаемом документе 1 рассматривается метод, используемый для анализа помех цифровым системам. Следует отметить, что в представленном в настоящей Рекомендации методе не применяется какое-либо орбитальное уклонение.

В Прилагаемом документе 1 представлена детальная информация об используемом методе, а также некоторые результаты. Приведенный в Прилагаемом документе 1 анализ показывает, что рост ухудшения качественных показателей в цифровых системах ФС, вызванное превышением системами ФСС координационных пороговых уровней, о которых говорится в п. б) раздела *учитывая*, зависит от выбранных параметров. Результаты основаны на шумовой температуре для цифровых станций ФС, составляющей 1100 К. Это значение взято из таблицы 7b Дополнения 7 Приложения 7 РР.

В данном методе учитываются также воздействия затухания в атмосферных газах, для чего используется метод, описанный в Рекомендации МСЭ-R SF.1395.

В применяемом в настоящем Приложении методе не учитываются потери вследствие расходимости луча спутниковой антенны на трассе Земля-космос. Согласно рисунку 1 Рекомендации МСЭ-R P.834, средние долговременные потери вследствие расходимости луча могут составлять 2,5 дБ при угле места 0,1; 0,85 дБ при угле места 1° и 0,45 дБ при угле места 2°.

Один из методов ослабления влияния помех, который может быть применен к существующим приемным антеннам ФС, заключается в осуществлении некоторой переориентации антенны для уменьшения связи главного лепестка и излучений спутника. Теоретический анализ показывает, что достигаемые улучшения в целом умеренны, зависят от начального угла от главного луча к спутнику и увеличиваются при увеличении отношения помехи к шуму (I/N). При I/N величиной +10 дБ и выше могут достигаться улучшения в несколько дБ, если спутник изначально находится за пределами ширины луча по уровню 3 дБ антенны ФС. Практические соображения по реализации данного метода уменьшения влияния помех не рассматривались, и его эффективность полевыми испытаниями не подтверждалась.

Прилагаемый документ 1

к Приложению 1

Определение помех, причиняемых цифровым системам ФС

1 Метод

Метод анализа, приведенный в Рекомендации МСЭ-R F.1107, кратко можно представить следующим образом. Сети ФСС размещены по порядку с равными интервалами разнесения на геостационарной дуге: например, 2°. Предполагается, что уровни п.п.м. их излучений на поверхности Земли составляют:

$$\begin{array}{ll} pfd_{low} & \text{при } 0^\circ \leq \theta \leq 5^\circ \\ pfd_{low} + 0,05 (pfd_{high} - pfd_{low}) (\theta - 5) & \text{при } 5^\circ \leq \theta < 25^\circ \\ pfd_{high} & \text{при } 25^\circ \leq \theta \leq 90^\circ. \end{array}$$

Применяемый здесь метод отличается от метода, представленного в Рекомендации МСЭ-R F.1107, в одном важном аспекте. Для измерения воздействия какого-либо спутника ФСС, превышающего пороговые значения п.п.м., анализ допускает спецификацию дополнительных спутников (в любых орбитальных местоположениях), превышающих пороговые уровни п.п.м. на β дБ. Предполагается, что все п.п.м., создаваемые этими спутниками, имеют следующий вид:

$$\begin{array}{ll} pfd_{low} + \beta & \text{при } 0^\circ \leq \theta \leq 5^\circ \\ pfd_{low} + 0,05 (pfd_{high} - pfd_{low}) (\theta - 5) + \beta & \text{при } 5^\circ \leq \theta < 25^\circ \\ pfd_{high} + \beta & \text{при } 25^\circ \leq \theta \leq 90^\circ. \end{array}$$

Каждая цифровая станция подвергается анализу независимо от всех прочих станций. Для целей анализа помех моделируется комплекс приемников так, чтобы каждая станция имела ту же широту, а значения долготы отбираются произвольно в диапазоне 60° (эта последняя часть аналогична методу, используемому в Рекомендации МСЭ-R F.1107). Каждая антенна ФС имеет угол места 0° и произвольно выбранный угол по азимуту, равномерно распределенные в интервале от 0° до 360° . Помеха преобразуется в значение FDP для каждой станции, также как в Рекомендации МСЭ-R F.1108. Далее для этого FDP рассчитывается интегральная функция распределения.

2 Результаты

На рисунках 1, 2 и 3 представлены результаты анализа помех для сети спутников ГСО цифровой ФСС, разнесенных на 2° и создающих помехи цифровой сети ФС. Работа системы ФСС с базовым уровнем выполняется при $pdf_{low} = -124$ и $pdf_{high} = -114$ дБ(Вт/ (м² · МГц)). Система ведет передачу на частоте 11,95 ГГц. Широта системы ФС составляет 40° . В этом примере предполагается, что максимальное усиление антенны каждой станции ФС составляет 44 дБ, а шумовая температура всех приемников составляет 1100 К. Используется значение потерь в фидере 3 дБ, а диаграмма направленности излучения антенны соответствует Рекомендации МСЭ-R F.1245. В целом, "Nsats" означает число спутников, которые превышают базовый уровень п.п.м. на $\beta = 10$ дБ: то есть эти спутники характеризуются $pdf_{low} + \beta = -114$ и $pdf_{high} + \beta = -104$ дБ(Вт/ (м² · МГц)). На рисунке 1 спутники, превышающие пороговое значение п.п.м., были спутниками Nsats, ближайшими к горизонту сети ФС (низшие углы места). На рисунке 2 спутники, превышающие пороговое значение п.п.м., были спутниками Nsats, ближайшими к центру сети ФС (наивысшие углы места). На рисунке 3 представлены различные альтернативные сценарии. Базовый граф здесь соответствует Nsats = 30, и эти спутники являются ближайшими к горизонту сети ФС.

РИСУНОК 1

Помехи от цифровой ФСС в отношении цифровой ФС, спутники Nsats являются ближайшими к горизонту

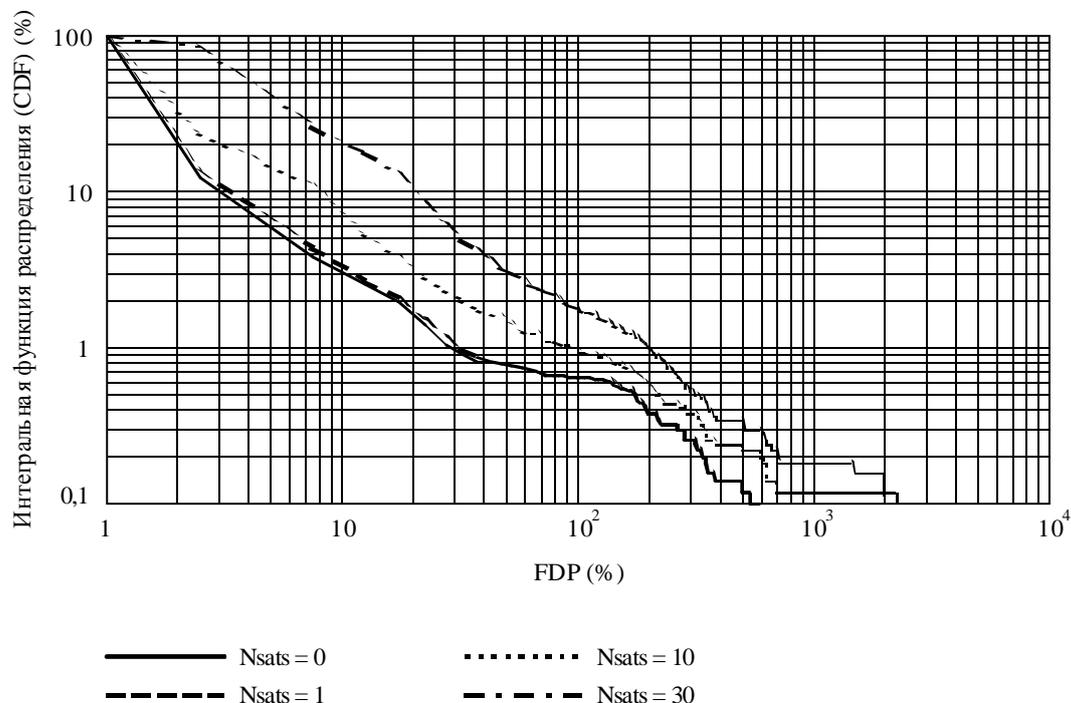


РИСУНОК 2

Помехи от цифровой ФСС в отношении цифровой ФС, спутники Nsats являются ближайшими к центру сети ФС

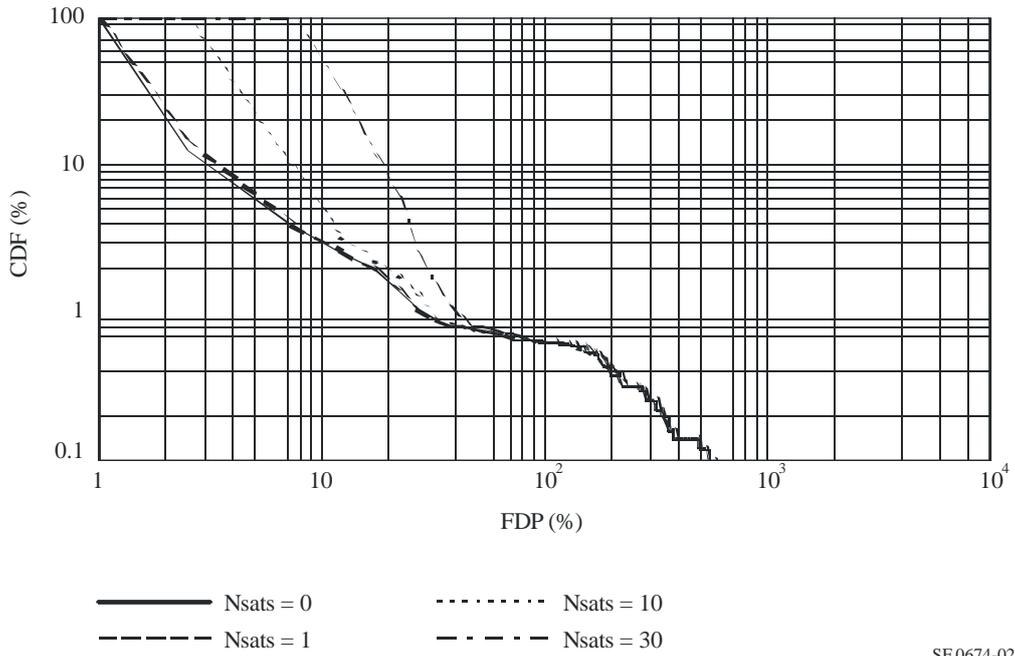
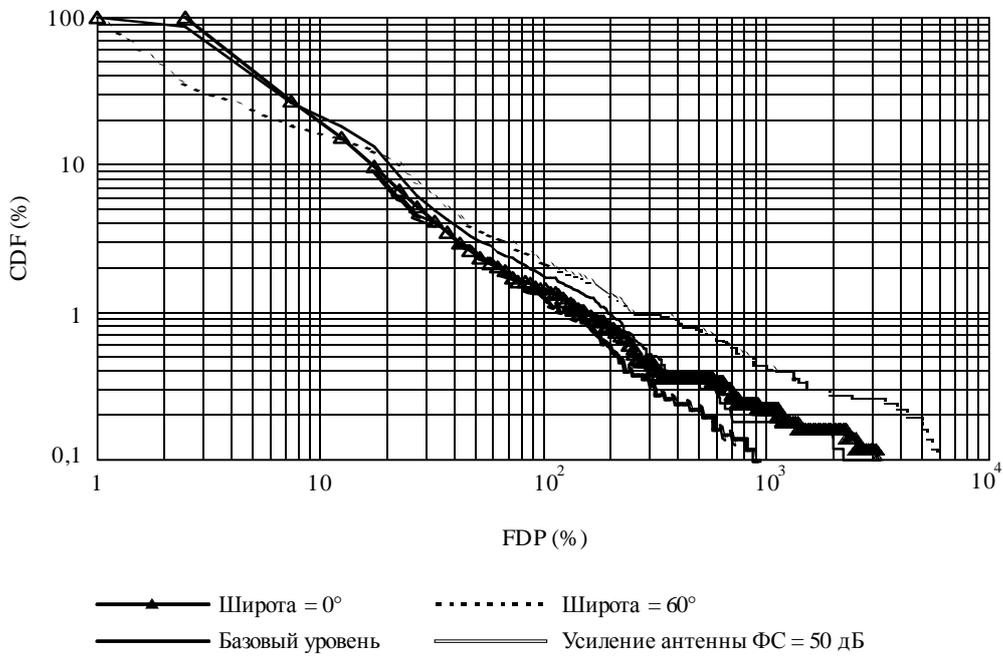


РИСУНОК 3

Помехи от цифровой ФСС в отношении цифровой ФС, альтернативные сценарии



Представленные на рисунках 1 и 2 результаты показывают, что в обоих случаях будет возникать пренебрежимо малое увеличение помех, если один спутник превысит базовый уровень п.п.м. на $\beta = 10$ дБ, если 10 спутников превысят этот базовый уровень, то менее 10% станций ФС будут испытывать FDP выше 10%, а если 30 спутников превысят этот базовый уровень, то все станции ФС будут испытывать FDP выше 10%. Однако эти два случая существенно различаются. Для случая низких углов возможны значительно более высокие уровни помех, если значение N_{sats} станет большим по сравнению со случаем $N_{sats} = 0$, хотя и с малой вероятностью. Этот граф показывает, что при изменении широты системы ФС на 60° или на 0° помехи изменяются лишь незначительно, за исключением случая 60° , при котором помехи возрастают до значений, характеризующихся малой вероятностью. Если максимальное усиление антенны ФС увеличивается до 50 дБ, помехи уменьшаются.
