

**Рекомендация МСЭ-R M.1469-2
(01/2010)**

Методика оценки возможности возникновения помех в приемниках фиксированной службы на линиях прямой видимости в диапазоне 1–3 ГГц при передачах систем многостанционного доступа с временным разделением каналов/многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДВР/МДЧР) подвижной спутниковой службы (ППС) Земля-космос

Серия М

Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 1 МСЭ-R. 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 онлайновой форме по адресу: <http://www.itu.int/publications/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 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

© ITU 2010

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.1469-2*

Методика оценки возможности возникновения помех в приемниках фиксированной службы на линиях прямой видимости в диапазоне 1–3 ГГц при передачах систем многостанционного доступа с временным разделением каналов/многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДВР/МДЧР) подвижной спутниковой службы (ППС) Земля-космос**

(Вопросы МСЭ-R 201/4 и МСЭ-R 118/5)

(2000-2005-2010)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводится методика, которая может быть использована для оценки возможности возникновения помех в приемниках фиксированной службы (ФС) на линиях прямой видимости в диапазоне 1–3 ГГц при развертывании подвижных земных станций (ПЗС), использующих ненаправленные антенны. Этот метод обеспечивает прогнозирование вероятности возникновения помех в приемниках фиксированной службы в зонах совместного использования частот этими двумя службами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса частот 1626,5–1660,5 МГц распределена подвижной спутниковой службе (ПСС) (Земля-космос) на первичной основе во всей Районах;
- b) что полосы частот 1626,5–1645,5 МГц и 1646,5–1660 МГц распределены также фиксированной службе на первичной основе в некоторых странах;
- c) что полоса частот 1668,4–1675 МГц распределена ПСС (Земля-космос) и фиксированной службе на равной первичной основе во всех Районах;
- d) что полосы частот 1980–2010 МГц во всех Районах и 2010–2025 МГц в Районе 2 распределены ПСС (Земля-космос) и фиксированной службе на равной первичной основе;
- e) что подвижные земные станции (ПЗС) могут потенциально создавать помехи в приемниках фиксированной службы на линиях прямой видимости, работающих в полосах частот ПСС 1626,5–1645,5 МГц, 1646,5–1660 МГц, 1668,4–1675 МГц и 1980–2025 МГц в пределах зоны координации ПЗС, определенной с использованием методов, содержащихся в Регламенте радиосвязи;
- f) что такие помехи имеют меняющийся во времени характер;
- g) что для содействия координации между администрациями, эксплуатирующими ПЗС, и затронутыми администрациями, эксплуатирующими приемники фиксированной службы, существует необходимость в средствах детального анализа,

* Настоящую Рекомендацию необходимо довести до сведения 3-й Исследовательской комиссии по радиосвязи.

** Настоящая Рекомендация подготовлена совместно 4-й и 5-й Исследовательскими комиссиями по радиосвязи, и в дальнейшем любые ее пересмотры должны осуществляться совместно.

рекомендует,

1 чтобы при оценке возможности возникновения в системах фиксированной службы помех, создаваемых ПЗС, учитывался меняющийся во времени характер принимаемых станциями фиксированной службы сигналов ПЗС, в том числе эффекты прогнозируемого временного и географического распределения сигналов передающей ПЗС, а также изменяющийся во времени уровень мощности полезного сигнала в системах фиксированной службы;

2 чтобы методика, представленная в Приложении 1, могла использоваться в двусторонней координации для детальной оценки возможности возникновения в приемниках фиксированной службы помех, создаваемых группой ПЗС, которые используют ненаправленные антенны (см. Примечания 1 и 2).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Применение методики, представленной в настоящей Рекомендации, потребует разработки алгоритмов или процедур расчета для реализации приведенных соображений. Использование либо адаптация этих алгоритмов или процедур в любой двусторонней координации будет осуществляться при условии согласия заинтересованных сторон.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – На территориях, где эксплуатируется большое число систем фиксированной службы, достаточным может оказаться применение представленной в Приложении 1 методики в отношении репрезентативного набора систем фиксированной службы при использовании их фактических параметров и при условии включения систем фиксированной службы, которые представляются наиболее уязвимыми к помехам в силу своего местоположения или характеристик.

Приложение 1

Методика детальной оценки возможности возникновения помех от ПЗС в приемниках ФС

(см. Примечание 1)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Представленная методика применима к системам фиксированной службы и обеспечивает в определенной степени упрощенный подход в отношении мощности мешающего сигнала и соответствующих уровней рабочих характеристик при единичном скачке в многоскаковых радиорелейных системах. Подобная методика, применяющаяся в пределах единичного скачка в многоскаковых радиорелейных системах, может быть разработана и применена в отношении соответствующих критериев показателей работы (т. е. критериев характеристик между конечными пунктами для многоскаковой аналоговой системы, которая была соответствующим образом пропорционально распределена в соответствии с количеством скачков).

1 Введение

В настоящем Приложении представлен метод детального моделирования, который может использоваться для оценки возможности возникновения помех в приемниках фиксированной службы на линиях прямой видимости при фактическом развертывании ПЗС, использующих ненаправленные антенны. Этот метод обеспечивает детальное прогнозирование вероятности возникновения помех в приемниках фиксированной службы в зонах совместного использования частот этими двумя службами.

2 Общее описание

Моделирование осуществляется на базе большого числа рабочих интервалов времени. В каждый рабочий интервал времени выполняются следующие расчеты:

2.1 Рассчитывается уровень полезного сигнала в приемной станции фиксированной службы в пределах эталонной ширины полосы 1 МГц с использованием характеристик передачи фиксированной службы в сочетании с моделью замирания при многолучевом распространении, представленной в Рекомендации МСЭ-R P.530 (более подробную информацию см. в п. 3).

2.2 На входе каждого приемника фиксированной службы рассчитывается совокупная мощность мешающего сигнала в эталонной ширине полосы от всех активных ПЗС, размещенных в пределах определенной зоны. Для определения профиля местности для трассы помех от каждой ПЗС к каждому приемнику фиксированной службы используются цифровые данные о местности. Основная потеря передачи для каждой трассы помех рассчитывается при помощи методов, представленных в Рекомендации МСЭ-R Р.452 (более подробную информацию см. в п. 4).

2.3 В каждом приемнике фиксированной службы рассчитывается $C/(N+I)$ (более подробную информацию см. в п. 5). При расчете значения N следует включать влияние всех отклонений в системах фиксированной службы (например, см. Рекомендацию МСЭ-R М.1319).

При проведении моделирования в течение достаточно длительного периода времени (т. е. на базе очень большого числа временных приращений) могут быть собраны статистически значимые результаты. Этот процесс применяется к различным фактическим развертываниям ПЗС с целью устранения уязвимости результатов к конкретным рассматриваемым развертываниям, что может быть особенно важным в случаях, когда число одновременно передающих ПЗС, размещенных в переделах линии прямой видимости какой-либо станции фиксированной службы, может существенно изменяться во времени. Далее распределение суммарной вероятности $C/(N+I)$ можно сравнивать с требуемыми рабочими характеристиками системы фиксированной службы (выраженными в значениях эквивалентных пороговых уровней $C/(N+I)$ в пределах эталонной ширины полосы частот).

3 Моделирование фиксированной службы

3.1 Параметры фиксированной службы

Характеристики развертывания, оборудования и качества работы систем фиксированной службы следует моделировать с использованием параметров, перечисленных в таблице 1. Глубину замираний следует рассчитывать согласно Рекомендации МСЭ-R Р.530, этот параметр совместно с потерями в свободном пространстве используется для определения основных потерь при передаче на трассе полезного сигнала.

ТАБЛИЦА 1
Список требуемых параметров фиксированной службы

Параметры
Усиление антенны, G (дБи)
Диаграмма направленности антенны, $G(\theta)^{(1)}$ (дБи)
Шумовая температура антенны, T (К)
Частота передачи, f (МГц)
Э.И.И.М.ФС (дБВт)
Потери в фидере, L_S (дБ)
Шумовая температура в фидере (К)
Занимаемая приемником ширина полосы частот (МГц)
Расположение станции ФС ($^{\circ}$ с. ш., $^{\circ}$ в. д.)
Высота антенны относительно среднего уровня моря (м)
Геоклиматический фактор, K
Шумовая температура приемника (К)

⁽¹⁾ Усиление антенны фиксированной службы в направлении источника помех.

3.2 Расчет уровня мощности полезного сигнала

Первым шагом является расчет уровня принимаемой мощности полезного сигнала в момент времени, $C(t)$. Это осуществляется с помощью генератора случайных чисел для прогнозирования глубины замирания, A , соответствующей распределению, представленному в п. 2.3 Рекомендации МСЭ-Р Р.530. Уровень принимаемого сигнала в каждый рабочий интервал времени рассчитывается на входе приемника фиксированной службы каждой рассматриваемой приемной станции, используя следующее уравнение:

$$C(t) = \text{э.и.и.м.ф}_C - L_{bf} + G - A(t) - L_s, \quad (1)$$

где L_{bf} – основная потеря передачи в свободном пространстве. В некоторых случаях (например, основанных на данных измерений) возможно принимать во внимание суточные и/или сезонные изменения в динамике замирания при многолучевом распространении.

4 Моделирование ПЗС

4.1 Географическое расположение ПЗС

Географическое расположение ПЗС определяется внутри зоны, представляющей интерес (ЗПИ), которая должна быть достаточно широкой, для того чтобы могли учитываться вклады всех существенных помех. ЗПИ покрыта сеткой точек широты/долготы, представляющих собой возможные местоположения ПЗС. Профиль трафика ПЗС определяется с помощью двух основных параметров:

- число активно работающих ПЗС в час наибольшей нагрузки по местному времени;
- время суток.

Для обеспечения возможности изменения вышеуказанных параметров ЗПИ может быть подразделена на меньшие секции.

В каждый рабочий интервал времени число ПЗС, осуществляющих передачу в пределах отдельной соты, определяется исходя из профиля трафика ПЗС и времени суток. Далее отдельная ПЗС в каждой точке ЗПИ определяется как передающая либо как неработающая. Это устанавливается путем определения в первую очередь вероятности того, является ли отдельная ПЗС передающей, $p(\text{активная})$, в данный момент времени. Затем генерируется случайное число, и если это случайное число меньше $p(\text{активная})$, предполагается, что ПЗС является передающей, в ином случае она считается неработающей.

Предполагается, что географическое расположение ПЗС не изменяется от одного рабочего интервала времени к другому. Это предположение может быть сделано, поскольку цель метода – получение долгосрочной статистики помех, а не эволюции помех во времени.

4.2 Распространение сигнала ПЗС

Для точного прогнозирования основной потери передачи на трассах мешающего сигнала между ПЗС и приемником ФС необходима база данных о местности. Характеристика местности разрабатывается для траектории по дуге большого круга между каждой рассматриваемой передающей ПЗС и рассматриваемым приемником фиксированной службы, и основные потери передачи в каждом рабочем интервале времени рассчитываются с использованием метода прогнозирования помех в чистой атмосфере, представленного в Рекомендации МСЭ-Р Р.452. Поскольку эта модель прогнозирования определяет основные потери передачи, превышающие для процента времени 50% или ниже (а не полное суммарное распределение), необходимо соответствующим образом расширить прогнозируемое суммарное временное распределение потерь до более высокого процента времени, с тем чтобы охватить относительно высокие потери, которые могут произойти (а не предполагать, что значение 50% является максимальным уровнем основных потерь передачи). Аналогично этому может быть уместной экстраполяция основных потерь передачи в очень маленький процент времени (например, менее 0,001%) путем принятия подходящего небольшого значения за минимальные основные потери передачи. Даже с экстраполяцией эта модель прогнозирования в некоторых

ситуациях может недооценивать основные потери передачи (например, как результат местных явлений, не учтенных в модели, таких как блокировка сигнала мешающими зданиями, не включенными в данные о местности, и "головная блокировка" пользователем). Это ведет к завышенной оценке уровней мощности мешающего сигнала.

4.3 Расчет помех

Мощность помех в каждый рабочий интервал времени на входе приемника фиксированной службы рассчитывается следующим образом:

$$I(t) = \text{э.и.и.м.ПЗС} - L_b(t) + G(\theta) - L_s, \quad (2)$$

где

э.и.и.м.ПЗС : эквивалентная изотропно излучаемая мощность ПЗС в пределах эталонной ширины полосы частот (дБВт);

L_b : основные потери распространения для мешающего сигнала (см. п. 4.2).

Для развертываний, включающих несколько передающих ПЗС, суммарный мешающий сигнал в каждый рабочий интервал времени берется как сумма всех единичных уровней мощности мешающего сигнала.

$$I_{agg}(t) = 10 \log \left(\sum_i 10^{I_i(t)/10} \right), \quad (3)$$

где

$I_i(t)$: единичные мешающие сигналы (дБ).

5 Результаты

Каждый рабочий интервал времени моделирования образует значения $C/(N+I)$ для каждого приемника фиксированной службы, рассматриваемого в моделировании. Эти значения соответствующим образом квантуются (например, с интервалом 1 дБ) и запоминаются (например, как выборка квантованной величины). По окончании моделирования могут быть рассчитаны функции суммарного распределения, которые далее могут сравниваться с соответствующими требуемыми рабочими характеристиками фиксированной службы, например представленными в Рекомендациях МСЭ-R F.634 либо МСЭ-R F.697, выраженными в эквивалентных пороговых уровнях $C/(N+I)$.