

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R М.1469-1*

Методика оценки возможности возникновения помех в приемниках фиксированной службы на линиях прямой видимости в диапазоне 2 ГГц при передачах систем многостанционного доступа с временным разделением каналов/многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДВР/МДЧР) подвижной спутниковой службы (ППС) (Земля-космос)**

(Вопрос МСЭ-R 201/8)

(2000-2005)

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 2 ГГц при развертывании подвижных земных станций (ПЗС), использующих ненаправленные антенны. Этот метод обеспечивает прогнозирование вероятности возникновения помех в приемниках ФС в зонах совместного использования частот двумя службами.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- а) что подвижные земные станции (ПЗС) могут потенциально создавать помехи в приемниках фиксированной службы (ФС) на линиях прямой видимости, работающих в полосах частот ПСС 1980–2010 МГц и 2010–2025 МГц в пределах зоны координации ПЗС, как это определено с использованием методов, содержащихся в Приложении 7 к Регламенту радиосвязи (РР);
- б) что такие помехи имеют меняющийся во времени характер;
- с) что для содействия координации между администрациями, эксплуатирующими ПЗС и затронутыми администрациями, эксплуатирующими приемники ФС, существует необходимость в средствах детального анализа,

признавая,

- а) что полосы частот 1980–2010 МГц во всех районах и 2010–2025 МГц в Районе 2 распределены ПСС (Земля-космос) и ФС на совместной первичной основе;
- б) что в п. 4.3 Резолюции 716 (Пересм. ВКР-2000) администрации призывались, где это возможно, разрабатывать планы последовательного перевода частотных присвоений своих станций ФС в полосах частот 1980–2010 МГц и 2170–2200 МГц во всех трех районах и 2010–2025 МГц и 2160–2170 МГц в Районе 2 в другие полосы частот;
- с) что в результате, в целях предотвращения возникновения вредных помех в системах ПСС (Земля-космос), для рассмотрения администрациями были разработаны технические руководящие указания в целях содействия перевода ФС из этих полос частот (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1335),

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

** Настоящая Рекомендация была подготовлена совместно 8-й и 9-й Исследовательскими комиссиями по радиосвязи, и в дальнейшем любые пересмотры будут также осуществляться совместно.

рекомендует,

1 чтобы при оценке возможности возникновения помех от ПЗС в системах ФС, принимался во внимание меняющийся во времени характер принимаемых станциями ФС 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 ФС;

2 чтобы методика, представленная в Приложении 1, может использоваться в двусторонней координации для детальной оценки возможности возникновения помех в приемниках ФС, создаваемых группой ПЗС, использующих ненаправленные антенны (см. Примечания 1 и 2).

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

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – На территориях, где эксплуатируется большое число систем ФС, может оказаться достаточным применить методику, представленную в Приложении 1, в отношении репрезентативного ряда систем ФС, используя их фактические параметры, принимая во внимание включение систем ФС, 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 ФС и обеспечивает в определенной степени упрощенный подход, который касается мощности мешающего сигнала и соответствующих уровней показателей работы при единичном скачке в многоскачковых радиорелейных системах. Подобная методика, применяющаяся к единичным скачкам в многоскачковых аналоговых радиорелейных системах, может быть разработана и применена в отношении соответствующих критериев показателей работы (т. е. критериев характеристик между конечными пунктами для многоскачковой аналоговой системы, которая была соответствующим образом пропорционально распределена в соответствии с количеством скачков).

1 Введение

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

2 Общее описание

Моделирование осуществляется через большое количество рабочих интервалов. В каждый рабочий интервал выполняются следующие расчеты:

2.1 Уровень полезного сигнала приемной станции ФС в рамках эталонной ширины полосы 1 МГц рассчитывается с использованием характеристик передачи ФС в сочетании с моделью замирания при многолучевом распространении, представленной в Рекомендации МСЭ-R P.530. (См. п. 3 для более подробной информации).

2.2 Совокупная мощность мешающего сигнала в эталонной ширине полосы от всех активных ПЗС, размещенных в рамках определенной зоны, рассчитывается на входе каждого приемника ФС. Цифровые данные о местности используются для определения профиля местности для трассы помех от каждой ПЗС к каждому приемнику ФС. Основная потеря передачи для каждой трассы помех рассчитывается при помощи методов, представленных в Рекомендации МСЭ-R P.452. (См. п. 4 для более подробной информации).

2.3 Рассчитывается $C/(N+I)$ в каждом приемнике ФС. (См. п. 5 для более подробной информации). При расчете значения N следует включать влияние всех отклонений в системах ФС (например, см. Рекомендацию МСЭ-R М.1319).

При проведении моделирования в течение достаточно долгого периода времени (т. е. при очень большом числе временных инкрементов), могут быть собраны статистически значимые результаты. Этот процесс применяется к различным фактическим развертываниям ПЗС с целью устранения уязвимости результатов к определенным рассматриваемым развертываниям, которые могут быть особенно важными в случаях, когда число одновременно передающих ПЗС, размещенных в пределах линий прямой видимости какой-либо станции ФС, может существенно изменяться во времени. Функцию распределения вероятности $C/(N+I)$ можно затем будет сравнить с требуемыми рабочими характеристиками систем ФС (выраженных в значениях, эквивалентных $C/(N+I)$ пороговых уровней в пределах эталонной ширины полосы частот).

3 Моделирование ФС

3.1 Параметры ФС

Характеристики развертывания, оборудования и качества работы систем ФС следует смоделировать с использованием параметров, перечисленных в таблице 1. Глубину замираний следует рассчитывать с помощью Рекомендации МСЭ-R P.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 ФС

Параметры
Усиление антенны, G (дБи)
Диаграмма направленности антенны, $G(\theta)^{(1)}$ (дБи)
Шумовая температура антенны, T (К)
Частота передачи, f (МГц)
э.и.м.ФС (дБВт)
Потери в фидере, L_f (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 ФС 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-R P.530. Уровень принимаемого сигнала в каждый интервал времени рассчитывается на входе приемника ФС каждой рассматриваемой приемной станции, используя следующее уравнение:

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

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:

- числа 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 число ПЗС, осуществляющих передачу в рамках отдельной соты, определяется исходя из профиля трафика ПЗС и времени суток. Отдельная ПЗС в каждой точке ЗПИ затем определяется как передающая либо как неработающая. Это устанавливается путем определения в первую очередь вероятности того, является ли отдельная ПЗС передающей, p (активная) в данный момент времени. Затем создается случайное число, и если это случайное число меньше p (активная), предполагается, что ПЗС является передающей, в ином случае она считается неработающей.

Предполагается, что географическое расположение ПЗС независимо от одного рабочего интервала 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

База данных о местности требуется для точного прогнозирования основной потери передачи на трассе мешающего сигнала между ПЗС и приемником ФС. Характеристика местности разрабатывается для траектории по дуге большого круга между каждой рассматриваемой передающей ПЗС и рассматриваемым приемником ФС, и основные потери передачи в каждом рабочем интервале рассчитываются с использованием метода прогнозирования помех в чистой атмосфере, представленного в Рекомендации МСЭ-R P.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, возможно уместно экстраполировать основные потери 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 вследствие мешающих зданий, не

включенных 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 на входе приемника ФС 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 многоканальные передающие ПЗС, суммарный мешающий сигнал в каждый рабочий интервал берется как сумма всех единичных входных уровней мощности мешающего сигнала.

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

где:

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

5 Результаты

Каждый рабочий интервал моделирования образует значения $C/(N+I)$ для каждого приемника ФС, рассматриваемого в моделировании. Эти значения соответствующим образом квантуются (например, с интервалом 1 дБ) и запоминаются (например, как выборка квантованной величины). В конце моделирования функции суммарного распределения могут затем быть рассчитаны и сравнены с соответствующими нормами качества ФС, например, представленных в Рекомендациях МСЭ-R F.634 либо МСЭ-R F.697, переведенные в эквивалентные пороговые уровни $C/(N+I)$.
