

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R М.1474-1 (01/2010)

Методика оценки влияния помех со стороны систем подвижной спутниковой службы (ПСС) с использованием многостанционного доступа с временным разделением каналов / многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДВР / МДЧР) на характеристики группового сигнала цифровых приемников фиксированной службы на линиях прямой видимости, основанная на статистических данных о радиочастотных помехах в диапазоне частот 1–3 ГГц

Серия М

Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 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 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 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.1474-1*

Методика оценки влияния помех со стороны систем подвижной спутниковой службы (ПСС) с использованием многостанционного доступа с временным разделением каналов/многостанционного доступа с частотным разделением каналов (МДВР/МДЧР) на характеристики группового сигнала цифровых приемников фиксированной службы на линиях прямой видимости, основанная на статистических данных о радиочастотных помехах в диапазоне частот 1–3 ГГц

(Вопросы МСЭ-R 201/4 и МСЭ-R 118/5)

(2000-2010)

Сфера применения

Настоящая Рекомендация содержит методику оценки влияния помех со стороны передач в направлении космос-Земля и Земля-космос подвижной спутниковой службы (ПСС) с использованием МДВР/МДЧР на качественные показатели приемников цифровой линии прямой видимости (LoS) фиксированной службы (ФС) в диапазоне частот 1–3 ГГц. Эта методика может также использоваться для подробной координации ПСС/ФС.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что полоса частот 1518–1525 МГц во всех Районах распределена подвижной спутниковой службе (ПСС) (космос-Земля) и фиксированной службе (ФС) на равной первичной основе;
- b) что полосы частот 1525–1559 МГц и 1626,5–1660,5 МГц во всех Районах также распределены ПСС (космос-Земля и Земля-космос соответственно) на первичной основе;
- c) что полоса частот 1525–1530 МГц также распределена фиксированной службе на первичной основе в Районах 1 и 3, а в некоторых странах полосы частот 1550–1559 МГц, 1626,5–1645,5 МГц и 1646,5–1660 МГц также распределены фиксированной службе на первичной основе;
- d) что полоса частот 1668,4–1675 МГц во всех Районах распределена ПСС (Земля-космос) и фиксированной службе на равной первичной основе;
- e) что полосы частот 1980–2010 МГц и 2170–2200 МГц во всех Районах, 2010–2025 МГц и 2160–2170 МГц в Районе 2 распределены ПСС (Земля-космос и космос-Земля) и фиксированной службе на равной первичной основе;
- f) что передачи от подвижных спутников могли бы создавать помехи приемникам на линии прямой видимости (LoS) фиксированной службы, работающим в данных полосах;
- g) что передачи от подвижных спутников и связанных с ними подвижных земных станций (ПЗС) могли бы создавать помехи приемникам LoS фиксированной службы, работающим в данных полосах;
- h) что эти помехи включают в себя изменяющиеся во времени явления, например геометрия помех, условия распространения и трафик ПСС;
- j) что компьютерное моделирование обычно является единственным способом точной оценки этих помех;
- k) что результаты таких моделирований обычно имеют вид статистических данных C/I , C/N и $C/(N + I)$;

* Это совместная Рекомендация 4-й и 5-й Исследовательских комиссий по радиосвязи, и любой ее пересмотр должен выполняться совместно.

- l) что влияние таких помех зачастую можно оценить, изучая только РЧ статистические данные;
- m) что в критических случаях требуется оценить влияние помех на показатели качества группового сигнала фиксированной службы,

рекомендует,

1 что методику, изложенную в Приложении 1, следует использовать в ходе подробной двусторонней координации для первоначальной оценки влияния помех от спутников ПСС с МДВР/МДЧР и связанных с ними ПЗС, работающих в распределенных для ПСС участках полосы частот 1–3 ГГц, на характеристики группового сигнала в цифровых приемниках LoS фиксированной службы на основании статистических данных РЧ помех.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Методики, изложенные в Приложении 1, считаются предварительными. Администрациям предлагается вносить вклады в данное приложение с целью дальнейшей разработки этих методик.

Приложение 1

1 Введение

Совместное использование частот ПСС и фиксированной службой затрагивает такие изменяющиеся во времени явления, как геометрия помехи, условия распространения и т. д. Обычно единственным способом точно оценить помехи между системами ПСС и системами фиксированной службы является моделирование. Как правило, результат таких моделирований представляется в виде статистических данных отношений C/I , C/N и $C/(N+I)$ по радиочастоте, обычно предоставленных в виде интегральной функции распределения.

В Рекомендации МСЭ-R М.1319 представлена методика, в соответствии с которой *среди прочего* показатели КОБ для цифровых систем ФС можно перевести в эквивалентные РЧ требования по $C/(N+I)$ для соответствующего процента времени. Эти эквивалентные РЧ показатели качества отображаются на схемах кумулятивного распределения $C/(N+I)$, для того чтобы определить, являются ли помехи от спутников ПСС приемлемыми.

Несмотря на то что метод, описанный в Рекомендации МСЭ-R М.1319 требует расширенного компьютерного моделирования, он является относительно простым для программной реализации, поскольку все вычисления и сравнения проводятся в радиочастотной области. Методику, предложенную в Рекомендации МСЭ-R М.1319, следует использовать на этапе детальной координации между администрациями, когда координация формально требуется и начинается на основе применения Регламента радиосвязи (РР), для того чтобы определить, являются ли помехи приемлемыми или не учитываемыми в контексте фактической информации о системе фиксированной службы и соответствующих требуемых МСЭ-R показателей качества и готовности.

В некоторых случаях в ходе этапа двусторонней координации для заинтересованных сторон может потребоваться дальнейшее изучение влияния помех от ПСС на целевые показатели качества цифровых систем фиксированной службы. Это мог бы быть случай, когда результаты моделирования, по методу, описанному в Рекомендации МСЭ-R М.1319, не будут достаточно определенными для вынесения окончательного заключения о координации использования частот.

Цель данного приложения – представить методики для преобразования РЧ статистических данных $C/(N+I)$ в значения показателей качества группового сигнала для несущих цифровой фиксированной службы.

2 Преобразование $C/(N + I)$ в КОБ

Величина $C/(N + I)$ может быть преобразована в эквивалентный коэффициент ошибок по символам (SER) при помощи уравнений или графиков, приведенных в Рекомендации МСЭ-R SF.766. Например, для несущей с модуляцией M -PSK:

$$SER = \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\log_2(M) \gamma_b} \sin \frac{\pi}{M} \right), \quad (1)$$

где:

- $\gamma_b = E_b/(N_0 + I_0) = [C/(N + I)](B/R)$ (цифровое отношение);
- B : ширина полосы шума приемника фиксированной службы;
- R : скорость передачи;
- M : количество состояний.

Затем значение SER может быть преобразовано в КОБ, в предположении что $КОБ = SER/\log_2(M)$.

3 Другие целевые показатели качества

Другие целевые показатели качества цифровой фиксированной службы (помимо КОБ) это:

- неготовность;
- коэффициент секунд с ошибками (ESR);
- коэффициент секунд, пораженных ошибками (SESR);
- коэффициент блоков с фоновыми ошибками (BBER).

Для точной оценки этих показателей требуется непрерывный мониторинг показателей качества систем фиксированной службы. В ходе моделирования это будет означать, что в идеале интервал времени будет очень маленьким, скажем, порядка миллисекунд. Это может быть непрактично для компьютерной программы, моделирующей помехи от НГСО системы ПСС приемникам фиксированной службы, из-за необходимости одновременного моделирования более длительного изменения во времени, поскольку ограничивающим фактором может оказаться время работы программы.

По этим причинам предлагается оценивать вышеприведенные показатели качества на основе усредняющего подхода, т. е. предполагается, что между временными отсчетами КОБ является постоянным. Далее предполагается, что ошибки по битам равномерно распределены во времени. Такой подход, как правило, дает осторожные оценки, так как ошибки по битам будут распределены по максимальному числу блоков (определение блока дано в п. 3.2); большее изменение при кластеризации ошибок по битам приведет к тому, что будет затронуто меньшее число блоков, в предположении, что известно общее число ошибок по битам. В последующих разделах описаны методы, которые можно использовать для такой оценки.

3.1 Неготовность

Рекомендация МСЭ-R F.557 определяет неготовность для цифровых линий фиксированной службы:

"Период времени неготовности начинается в тот момент, когда, по крайней мере, в одном направлении передачи наблюдается 10 последовательных пораженных секунд. Эти десять секунд считаются временем неготовности. Определение пораженных секунд (SES) дано в Рекомендациях МСЭ-T G.821 и G.826.

Новый период готовности начинается в момент начала десяти последовательных не пораженных секунд для обоих направлений передачи. Эти десять секунд считаются временем готовности. Определение пораженных секунд дано в Рекомендациях МСЭ-T G.821 и G.826".

Поскольку предполагается, что единственной доступной информацией является функция плотности вероятности для $C/(N+I)$, здесь придется использовать упрощенный подход. Следовательно, неготовность будет оцениваться как процент времени, в течение которого КОБ превышает значение 1×10^{-3} . Тогда время неготовности T_U (с) равно:

$$T_U = N_s \sum_{i=a}^x pdf_i, \quad (2)$$

где:

- N_s : общее время моделирования (с);
- pdf_i : рассчитанная функция плотности вероятности для $C/(N+I)$;
- a : наименьшее значение $C/(N+I)$, имеющееся в распределении;
- x : значение $C/(N+I)$, соответствующее КОБ = 1×10^{-3} .

Следовательно, в процентах неготовность составляет $100 T_U/N_s$.

3.2 Секунды с ошибками

Рекомендация МСЭ-T G.826 определяет секунду с ошибками (ES) как "односекундный интервал с одним или несколькими блоками с ошибками или как минимум с одним дефектом". Блок с ошибкой определяется как блок, в котором один или несколько битов являются ошибочными. При расчете коэффициента секунд с ошибками ESR следует учитывать только время готовности:

$$ESR = \frac{ES}{N_s - T_U}, \quad (3)$$

где ES – число секунд с ошибками на протяжении времени готовности.

Число секунд с ошибками на протяжении времени готовности можно рассчитать как:

$$ES = N_s \sum_{i=x}^b pdf_i \min[1, BlockE_s(i)], \quad (4)$$

где:

- b : наибольшее значение $C/(N+I)$ в распределении;
- $BlockE_s(i)$: среднее число ошибок в блоке за одну секунду для $C/(N+I) = i$.

Отметим, что если среднее число ошибок в блоке за одну секунду больше 1, то все секунды, где $C/(N+I) = i$ считаются секундами с ошибками:

$$BlockE_s(i) = N_{Blocks/s} \min[1, BE_{Block}(i)], \quad (5)$$

где:

- $N_{Blocks/s}$: число блоков в секунду;
- $BE_{Block}(i)$: среднее число битов с ошибками на блок для $C/(N+I) = i$. Аналогично тому, что сказано выше, если среднее число битов с ошибками в блоке больше 1, все блоки для $C/(N+I) = i$ считаются с ошибочными:

$$BE_{Block}(i) = BER_i \cdot N_{B/block}, \quad (6)$$

где:

- BER_i : КОБ, соответствующий $C/(N+I) = i$;
- $N_{B/block}$: число битов в блоке.

3.3 Секунды, пораженные ошибками

Рекомендация МСЭ-T G.826 определяет среднее число ошибок в блоке как "односекундный интервал, который содержит блок с ошибками или, по крайней мере, один дефект". В дальнейшем понятие дефекта игнорируется. При расчете SESR следует учитывать только время готовности.

$$SESR = \frac{SES}{N_s - T_U}, \quad (7)$$

где:

SES: число SES на протяжении времени готовности:

$$SES = N_s \sum_{i=x}^b pdf_i \cdot CHECK1_i, \quad (8)$$

где:

$CHECK1_i = 1$, если $BlockE_s(i) > 0,3 N_{Block/s}$, в ином случае $CHECK1_i = 0$.

3.4 Блок с фоновыми ошибками (BBE)

Рекомендация МСЭ-T G.826 определяет BBE как "блок с ошибками, не являющийся частью SES".

$$BBER = \frac{BBE}{N_s - T_U}, \quad (9)$$

где:

BBE: число ошибок в блоке, встречающихся протяжении времени готовности:

$$BBE = N_s \cdot N_{Block/s} \sum_{i=x}^b pdf_i \min[1, BE_{Block}(i)] CHECK2_i, \quad (10)$$

где:

$CHECK2_i = 1$, если $BlockE_s(i) < 0,3 N_{Block/s}$, в ином случае $CHECK2_i = 0$.

4 Вывод

В данном приложении представлены уравнения, которые можно использовать для получения оценок влияния помех на показатели качества группового сигнала в цифровых системах фиксированной службы на основании РЧ статистических показателей $C/(N+I)$. Эти методы основаны на усредняющем подходе, который дает осторожные оценки, так как ошибки по битам будут распределены по максимальному числу блоков; большее изменение при кластеризации ошибок по битам приведет к тому, что будет затронуто меньшее число блоков, в предположении, что общее число ошибок по битам задано.

Методы, приведенные в этом приложении, следует использовать только в критических случаях, когда оценки РЧ статистических показателей не дают результатов, достаточно определенных для того, чтобы сделать вывод для частотной координации.