

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1495-1

Критерии помех для защиты фиксированной службы от изменяющихся во времени совокупных помех со стороны других служб радиосвязи, совместно использующих частоты в полосе 17,7–19,3 ГГц на равной первичной основе

(Вопрос МСЭ-R 127/9)

(2000-2007)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определяются критерии помех, необходимые для защиты фиксированной службы от изменяющихся во времени совокупных помех со стороны других служб радиосвязи, совместно использующих частоты в полосе 17,7–19,3 ГГц на равной первичной основе.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что желательно определить критерии защиты систем фиксированной службы (ФС), действующих в диапазоне 18 ГГц (17,7–19,3 ГГц), от совокупных помех со стороны систем, работающих на равной первичной основе, в частности от кратковременных помех;
- b) что в помеховой обстановке с участием космических станций НГСО системы ФС в течение коротких периодов времени потенциально подвержены воздействию помех с высокими уровнями, которые могут повлиять на качество и готовность этих систем;
- c) что проектирование линий ФС в диапазоне 18 ГГц обусловлено влиянием ослабления в дожде, которое может быть смоделировано с применением Рекомендации МСЭ-R P.530;
- d) что в диапазоне 18 ГГц некоторые администрации на некоторых линиях ФС используют автоматическое регулирование мощности передатчика (АРМП) и что применение АРМП будет увеличивать чувствительность систем ФС, в частности к кратковременным помехам;
- e) что ряд систем ФС с малым чистым запасом на замирание невозможно полностью защитить от помех со стороны спутниковых систем НГСО, не накладывая на эти службы чрезмерных ограничений;
- f) что для типовых линий ФС с АРМП потребуются более жесткие критерии защиты чем те, которые необходимы для линий ФС с большим запасом на замирание, не использующих АРМП;
- g) что желательно определить критерии защиты ФС от совокупных помех, которые основаны на расчете допустимого ухудшения показателя качества по ошибкам (ЕРО) из-за воздействия помех и учитывают типовые линии ФС с применением АРМП;
- h) что определение максимально допустимого ухудшения ЕРО (10%) из-за помех со стороны других служб, совместно использующих ту же полосу частот на равной первичной основе, дается в Рекомендации МСЭ-R F.1094;
- j) что в Рекомендации МСЭ-R F.1668 приведены значения ЕРО, допустимые на реальных цифровых фиксированных беспроводных линиях, которые используются в гипотетических эталонных трактах (ГЭТ) длиной 27 500 км и соединениях;

к) что допустимое ухудшение качества работы систем ФС из-за воздействия помех со стороны других служб, совместно использующих те же полосы частот на первичной основе, выраженное в виде допустимой доли от суммарного ЕРО, определено в Рекомендации МСЭ-R F.1565 для реальных цифровых фиксированных беспроводных линий, используемых на международных и национальных участках ГЭТ длиной 27 500 км, со скоростью передачи, равной или превышающей первичную скорость передачи,

отмечая,

а) что применение критериев, определенных в настоящей Рекомендации, может в дальнейшем рассматриваться в рамках исследований совместного использования частот с другими службами;

б) что маловероятно, чтобы любое необходимое в дальнейшем изменение настоящей Рекомендации потребовало проведения дополнительных исследований приемлемости пределов п.п.м. для излучений спутников НГСО ФСС в этой полосе,

рекомендует,

1 что для защиты ФС от изменяющихся во времени совокупных помех со стороны других служб, использующих частоты в полосе 17,7–19,3 ГГц на равной первичной основе, должны использоваться следующие критерии:

1.1 для длительных помех отношение помехи к шуму (I/N) на входе приемника ФС не должно превышать –10 дБ в течение более чем 20% времени;

1.2 для кратковременных помех отношение I/N на входе приемника ФС не должно превышать +14 дБ в течение более чем 0,01% времени;

1.3 для кратковременных помех отношение I/N на входе приемника ФС не должно превышать +18 дБ в течение более чем 0,0003% времени;

2 что общее ухудшение ЕРО под воздействием кратковременных и длительных помех не должно превышать 10% (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1094);

3 что информация, содержащаяся в Приложении 1, должна применяться в качестве руководства при использовании настоящей Рекомендации.

Приложение 1

Определение совокупных критериев защиты ФС в полосе 17,7–19,3 ГГц

1 Введение

Методика, представленная в настоящем Приложении, основывается на предположениях, что замирание в диапазоне 18 ГГц, главным образом, обусловлено дождями и что, следовательно, даже если на качество линии оказывает влияние длительная помеха, то какими бы ни были условия распространения радиоволн, основной причиной отказа на линии ФС является наличие помехи с уровнем, превышающим запас на замирание в линии.

На этой основе сделаны следующие предположения относительно разделения воздействия помех на ухудшение качества линии (и на ЕРО):

- 20% ухудшения качества линии ФС обусловлено длительными помехами,
- 80% ухудшения качества линии ФС обусловлено кратковременными помехами.

2 Показатель качества по ошибкам

Предполагается, что допустимое ухудшение качества систем ФС из-за помех со стороны других служб, совместно использующих те же полосы частот на первичной основе, которое выражается в виде допустимой доли (10%) от суммарного ЕРО и определяется в Рекомендации МСЭ-R F.1565 для реальных систем ФС, которые могут являться частью национального участка ГЭТ длиной 27 500 км, является показателем для линий ФС диапазона 18 ГГц, используемых, как правило, в сетях доступа или инфраструктуре сетей подвижной телефонной связи.

Соответствующие значения приведены в таблице 1 и согласуются со следующими предположениями:

- участок сети малой протяженности между коммутационными станциями (см. таблицу 4а в Рекомендации МСЭ-R F.1565), состоящий из пяти пролетов по 8 км;
- скорость передачи от 15 до 55 Мбит/с;
- $B = 8\%$.

ТАБЛИЦА 1

	ЕРО (часть любого месяца)		
	Суммарное допустимое значение из-за помех	Длительные помехи (20%)	Кратковременные помехи (80%)
Коэффициент секунд с ошибками (ESR)	$1,2 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-5}$	$9,6 \times 10^{-5}$
Коэффициент секунд со значительным количеством ошибок (SESR)	$3,2 \times 10^{-6}$	$6,4 \times 10^{-7}$	$2,6 \times 10^{-6}$
Коэффициент блоков с фоновыми ошибками (BBER)	$3,2 \times 10^{-7}$	$6,4 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-7}$

3 Критерии кратковременных помех

Как сказано в п. 1, какими бы ни были условия распространения радиоволн, основной причиной отказа линии ФС из-за воздействия кратковременных помех является превышение уровня помехи над запасом на замирание в линии.

Определение критериев кратковременных помех, таким образом, связано как со значениями запасов на замирание (или чистым запасом с учетом АРМП (см. Примечание 1), так и с долей ЕРО, обусловленной кратковременными помехами, как определено в таблице 1, учитывая, что запас на замирание полностью отводится критериям кратковременных помех.

Следующее определение критериев основывается на запасе на замирание 19 дБ (для КОБ = 1×10^{-3}). В Соединенном Королевстве и во Франции 23% и 20% линий в диапазоне 18 ГГц, соответственно, имеют запас на замирание (или чистый запас на замирание (см. Примечание 1)) менее 19 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для линии ФС с АРМП чистый запас на замирание = общий запас на замирание – диапазон АРМП.

Так как данный запас на замирание, который дается для значения КОБ = 1×10^{-3} , являющегося порогом для числа секунд со значительным количеством ошибок (SES) из Рекомендации МСЭ-T G.826, а также ЕРО упоминаются в определении Рекомендации МСЭ-T G.826, то необходимо экстраполировать значение запаса на замирание на данное число секунд с ошибками (ES) и уровень SES. На основе согласованных предположений, что запасы на замирание (FM) для ES и SES, соответственно, на 5 дБ и 1 дБ меньше значения FM, отнесенного к уровню КОБ = 1×10^{-3} , которое на 2 дБ выше значения FM, отнесенного к уровню КОБ = 1×10^{-6} , в таблице 2 приводятся эти различные значения запасов на замирание, которые вместе с соответствующими значениями ЕРО позволяют определить два критерия кратковременных помех для ФС в этих полосах частот.

ТАБЛИЦА 2

	Запас на замирание (дБ)	Коэффициент ЕРО
ES	14	$9,6 \times 10^{-5}$
КОБ 1×10^{-6}	17	
SES	18	$2,6 \times 10^{-6}$
КОБ 1×10^{-3}	19	

Таким образом, путем объединения ЕРО для ES и SES (см. таблицу 2) с соответствующими значениями I/N , приведенными в таблице 3, определяются критерии кратковременных помех, предлагаемые для использования в диапазоне 18 ГГц.

ТАБЛИЦА 3

	I/N (дБ)	Процент времени, который не должен превышаться (%)
Критерий 1	14	0,01
Критерий 2	18	0,0003

4 Критерии длительных помех

4.1 Критерий длительных помех, который определен в Рекомендации МСЭ-R F.758 и должен использоваться для диапазона 18 ГГц, составляет $I/N = -10$ дБ (что дает уменьшение запаса на замирание на 0,5 дБ) и не должен превышать в течение более чем 20% времени. Однако в некоторых случаях для защиты систем ФС недостаточно только одного порогового уровня для критерия длительных помех, и должно также учитываться распределение величины I/N до первого критерия кратковременных помех, с тем чтобы убедиться, что общее ухудшение ЕРО не превысит 10 %.

Наконец, учитывая, что чистый запас на замирание невелик, и, основываясь на информации, представленной Рабочей группой по радиосвязи ЗМ, о том что в условиях чистого неба необходимо учитывать влияние многолучевого распространения, признано, что некоторое ухудшение качества может быть обусловлено одновременным воздействием помех и замирания вследствие многолучевого распространения, и его можно рассчитать с применением, например, подхода на основе частичного ухудшения качественных показателей (FDP) (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1108) или следующей формулы:

$$D_{иЕРО} \approx \left(0,89 \times \int_{10^{-4}}^1 \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100\%,$$

где:

$D_{иЕРО}$: ухудшение показателей качества по ошибкам.

Может потребоваться также оценить степень влияния ухудшения на готовность.

4.2 Хотя для приемников без АРМП может быть достаточно FDP, представленного в Рекомендации МСЭ-R F.1108, для приемников с АРМП определение FDP требует дополнительных соображений. Рассмотрим систему, оборудованную АРМП. Она работает с пониженным уровнем мощности передач, до тех пор пока замирание желательного сигнала не превышает пороговый уровень A_T (дБ). Если замирание превышает пороговое значение, то мощность передачи

увеличивается, чтобы поддерживать фактически постоянный уровень мощности на приемнике, до тех пор пока замирание сигнала не составит A_M (дБ). Если замирание превышает A_M , то передатчик работает с максимальной мощностью. Таким образом, диапазон АРМП составляет A_R , где $A_R = A_M - A_T$. Обозначим запас на замирание через A_{FM} , тогда разность между запасом на замирание и максимальной глубиной замирания обозначим через $A_w = A_{FM} - A_M$.

Можно показать, что для приемников, оборудованных АРМП, FDP можно выразить как:

$$FDP = FDP_0 + \Delta FDP,$$

где FDP_0 – обычное FDP, которое определяется в Рекомендации МСЭ-R F.1108 и описывается следующей формулой:

$$FDP_0 = \sum_{All\ k} f_k (i/n)_k,$$

а влияние АРМП и помехи имеет вид:

$$\Delta FDP = (10^{0,1A_R} - 1) \sum_{k > k_c} f_k (1 + (i/n)_k).$$

Предположим здесь, что $(i/n)_{k+1}$ больше чем $(i/n)_k$ и что k_c – самый большой индекс, при котором:

$$10 \log(1 + (i/n)_k) < A_w.$$

Альтернативный подход к определению D_{HEPO} для приемников с АРМП описывается следующей формулой:

$$D_{HEPO} \approx \left[0,89 \times \left(\int_{t_f}^1 \frac{I(t)}{N} dt + 10^{0,1A_w} \int_{10^{-4}}^{t_f} \frac{I(t)}{N} dt \right) \right] \times 100 \quad \%,$$

где:

$I(t)$: мощность помехи (ВТ), которая превышает в течение доли времени t ;

t_f : доля времени, в течение которой отношение $I(t)/N$ (дБ) превышает A_w .

4.3 Следует отметить что в некоторых из этих случаев, в которых учитываются высокие значения отношения I/N , описанные в п. 4.1, критерии длительных помех могут обеспечить требуемую защиту ФС. Также можно взять в другой пропорции ухудшения из-за длительных и кратковременных помех в пределах общего допустимого ухудшения ЕРО на 10%.