

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1670-1\*

**Защита систем фиксированной беспроводной связи от систем наземного цифрового телевизионного и звукового вещания в совместно используемых диапазонах ОВЧ и УВЧ**

(Вопрос МСЭ-R 216/9)

(2004-2006)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации рассматривается защита систем фиксированной беспроводной связи от систем наземного цифрового телевизионного и звукового вещания в совместно используемых диапазонах ОВЧ и УВЧ.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в соответствующих случаях важно установить критерии совместимости и совместного использования частот фиксированной службой (ФС) и радиовещательной службой в диапазонах ОВЧ и УВЧ;
- b) что характеристики излучения наземного цифрового телевизионного радиовещания (DVB) и цифрового звукового радиовещания (DAB) в этих полосах частот могут быть аппроксимированы гауссовским шумом в отношении приема системой фиксированной беспроводной связи (СФБС);
- c) что направление прихода сигнала наземного DVB или DAB по отношению к главному лучу СФБС влияет на максимально допустимую напряженность поля на приемной антенне,

*рекомендует,*

**1** чтобы пороговый уровень мощности помехи,  $P_r$  на входе приемника станции СФБС, при совместном использовании частот со станциями наземного DVB или DAB мог бы определяться по следующей формуле:

$$P_r = -114 + 10 \log B_v + F + I/N + P_o \quad \text{дБм} \quad (1)$$

$F$ : коэффициент шума приемника СФБС (дБ)

$I/N$ : критерий защиты для приемника СФБС (дБ)

$B_v$ : эквивалентная ширина полосы шума приемника СФБС (МГц)

$P_o$ : типичное значение увеличения шума (дБ), вызванного искусственным шумом, составляет 1 дБ для диапазона ОВЧ и 0 дБ для диапазона УВЧ;

**2** чтобы максимально допустимая напряженность мешающего поля на антенне СФБС от сигнала наземного DVB или DAB (дБ(мкВ/м)), полученная из п. 1 раздела *рекомендует*, в полосе передатчика шириной  $B_s$ , могла быть рассчитана следующим образом (см. руководство в Приложении 1, относящееся к соотношению между напряженностью поля и мощностью):

$$\text{Напряженность поля (дБ(мкВ/м))} = -37 + F + I/N - G + L + 10 \log (B_s) + P_o + 20 \log f - K \quad (2)$$

\* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения 1-й и 6-й Исследовательских комиссий по радиосвязи.

- $G$ : усиление антенны СФБС (дБи)  
 $L$ : потери в кабельном фидере приемника СФБС (дБ)  
 $B_i$ : ширина полосы цифрового радиовещания (МГц)  
 $f$ : центральная частота мешающего радиовещательного сигнала (МГц)  
 $K$ : поправочный коэффициент перекрытия (дБ) из таблиц 1 и 2 в Приложении 2, если применимо;

3 чтобы для данного случая в этих полосах (см. Примечание 1) мог применяться критерий помехи  $I/N = -6$  дБ;

4 чтобы Рекомендация МСЭ-R F.699 могла быть использована при отсутствии той или иной реальной диаграммы направленности излучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Это эквивалентно увеличению в 1 дБ минимального шума приемника СФБС.

## Приложение 1

### Технические соображения, включая соотношение между напряженностью поля и мощностью

- а) Сигналы от наземных систем DVB и DAB, работающих в полосах частот ОВЧ и УВЧ, аналогичны белому шуму (см. рисунок 1) и могут считаться однородными при передаче по ТВ каналу шириной 7 или 8 МГц (что не имеет места для аналогового ТВ) (см. рисунок 1) и каналу DAB шириной 1,3 МГц (что не имеет места для аналогового звукового радиовещания).
- б) Для точных расчетов потенциальной помехи необходимы характеристики всех СФБС. Может быть нецелесообразно проверять конкретные помехи и защитные отношения для оценки помех от наземных DVB и DAB системам ФБС.
- с) В радиовещательной службе обычно используются единицы измерения напряженности поля в мкВ/м и дБ(мкВ/м); в то же время в Рекомендациях МСЭ-R серии F указываются значения мощности (дБм).
- д) Результирующие напряженности поля значительно различаются для разных полос пропускания приемников. В Рекомендации МСЭ-R SM.1541 предоставляются спектральные маски для наземного DVB, а в Рекомендации МСЭ-R BS.1114 – для наземного DAB.
- е) Критерий допустимой помехи используется для определения максимально допустимой напряженности поля (аналогично напряженности мешающего помехового поля), которая должна быть эквивалентна минимальной используемой напряженности поля (см. Рекомендацию МСЭ-R V.573) минус защитное отношение (см. п. 1.170 Регламента радиосвязи).
- ф) Чувствительность систем "из пункта в пункт" или "из пункта во многие пункты" равна  $(k T B F)_{дБ} + (C/N)_{дБ}$ . Максимально допустимый мешающий сигнал (и максимальная напряженность мешающего поля) равен: чувствительность  $- C/I$ . Если  $C/N = C/I$ , то сигналы мешающих наземных DVB и DAB равны эквивалентной  $k T B F$ . При эквивалентной дополнительной защите в 6 дБ помеха,  $I$ , равна  $k T B$ . Значение  $k T B F$  должно быть защищено при ухудшении чувствительности на 3 дБ, а  $(k T B F) - 6$  дБ – при ухудшении на 1 дБ. Для эквивалентного коэффициента шума 3 дБ критерий помехи,  $I$ , от наземных DVB и DAB на входе приемника СФБС независимо от частоты равен  $-144$  дБ(Вт/МГц) или  $-114$  дБ(м/МГц). В этом случае порог мешающего шума зависит только

от ширины полосы на ПЧ приемника СФБС, не учитывая модуляции сигналов мешающих наземных DVB или DAB и испытывающих помехи СФБС.

g) В диапазоне ОВЧ чувствительность СФБС может быть определена не с использованием  $(k T B F)_{\text{дБ}} + (C/I)_{\text{дБ}}$ , а с помощью искусственного шума, который может быть выше чувствительности, определяемой минимальным шумом. В этом случае чувствительность и порог напряженности поля оказываются выше (см. Рекомендацию МСЭ-R Р.372 – Радиошум), см. значение  $P_o$ .

h) Соотношение (в физических единицах) между напряженностью поля на входе антенны,  $E$  (мкВ/м), и мощностью,  $P_r$  (Вт), на выходе антенны приемника в свободном пространстве задается формулой:

$$P_r = \frac{E^2 g \lambda^2}{Z_0 4\pi} = \frac{E^2 g c^2}{480 \pi^2 f^2} \quad (3)$$

$g$ : усиление антенны

$c$ : скорость света (м/с)

$f$ : несущая частота (Гц)

$\lambda$ : длина волны (м)

$Z_0$ : сопротивление свободного пространства (Ом) (120л Ом).

При выводе формулы для мощности на входе приемника в уравнение (3) необходимо ввести потери в фидере,  $L$ . Уравнение (3) может быть представлено в логарифмической форме:

$$P_r(\text{дБм}) = E(\text{дБ(мкВ/м)}) - 20 \log(f) (\text{МГц}) + G - L - 77. \quad (4)$$

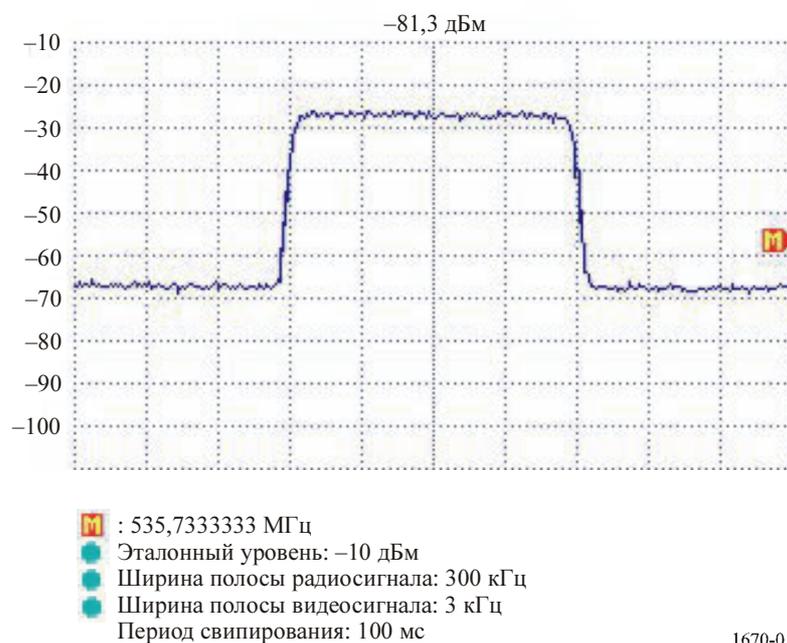
i) Развернутые антенны СФБС могут иметь вертикальную или горизонтальную поляризацию. Любая перекрестная поляризация между антенной с горизонтальной поляризацией (в основном используемой) наземных систем DVB или DAB и антенной СФБС (используются обе поляризации) приведет к более высокой мощности мешающего сигнала наземных систем DVB или DAB.

j) Было бы целесообразно допустить выигрыш по кроссполяризации в размере от 10 до 18 дБ, по крайней мере, для станции СФБС с вертикальной поляризацией. Для СФБС избирательность антенны по поляризации для горизонтально поляризованных излучений радиовещания может достигать 18 дБ (см. Рекомендацию МСЭ-R SM.851). При использовании излучений радиовещания с поляризацией смешанного типа избирательность антенны по поляризации учитываться не должна. Возможно также существование затухания в диаграмме направленности антенны угла места вследствие наклона антенны СФБС или ввиду расположения наземных систем DVB или DAB в горных районах.

к) Поясняющий пример: при ширине полосы СФБС 8 МГц (9 дБ относительно 1 МГц) чувствительность составляет -105 дБм, усиление антенны СФБС = 15 дБи, потери в фидере достигают значения  $L = 8$  дБ, и мощность на входе приемника с учетом усиления антенны составляет -112 дБм. Данное значение сигнала мощности подлежит защите. Соответствующие пороги напряженности поля на каждые 8 МГц, которая может создавать помехи системам ФБС, с учетом усиления антенны 7 дБ и защитных отношений, составляют: 10 дБ(мкВ/м) для 174 МГц; 13 дБ(мкВ/м) для 230 МГц; 19 дБ(мкВ/м) для 470 МГц; 23 дБ(мкВ/м) для 790 МГц и 24 дБ(мкВ/м) для 862 МГц.

l) На рисунке 1 изображен передаваемый по каналу 29 (беспроводной) сигнал с центральной частотой 538 МГц; ширина полосы разноса 8 МГц, четырехпозиционная фазовая манипуляция (ЧФМН) (4-КАМ), упреждающая коррекция ошибок (FEC)-1/2 быстрое преобразование Фурье (БПФ) в режиме 8К, защитный интервал-1/8.

РИСУНОК 1



## Приложение 2

### Пример поправочного коэффициента перекрытия $K$ для DVB-T

При расчете помехи, которую испытывает приемник, следует добавлять коэффициент  $K$  с целью учета возможных перекрывающихся частей спектральных масок излучения (см. таблицу 4).

Для расчета поправочного коэффициента  $K$ :

рассчитывается перекрывающаяся ширина полосы  $B_o$

$$B_o = \text{Min} (B_v, (B_v + B_i)/2 - \Delta f),$$

где  $\Delta f$  является абсолютным значением разницы между центральной частотой,  $f_w$ , системы ФБС и центральной частотой,  $f_i$ , мешающего сигнала (DVB-T 8 и 7 МГц).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если  $B_o$  отрицательна, то это подразумевает отсутствие перекрытия между шириной полосы, в которую попадает помеха, и шириной полосы DVB-T, определяемой реальным разнесом каналов DVB-T.

ТАБЛИЦА 1  
Для маски DVВ-Т – некритичные случаи

$B_o$ (МГц) для DVВ-Т 8 МГц	$B_o$ (МГц) для DVВ-Т 7 МГц	Коэффициент перекрытия $K$ (дБ)
$B_o = B_v$	$B_o = B_v$	0
$B_v > B_o > 10^{-4} B_v$	$B_v > B_o > 10^{-4} B_v$	$10 \log_{10} (B_o/B_v)$
$10^{-4} B_v > B_o > -0,5$	$10^{-4} B_v > B_o > -0,5$	-40
$B_o = -1$	$B_o = -0,8$	-45
$B_o = -2$	$B_o = -1,75$	-52
$B_o = -4$	$B_o = -3,4$	-60
$B_o = -8$	$B_o = -7$	-77

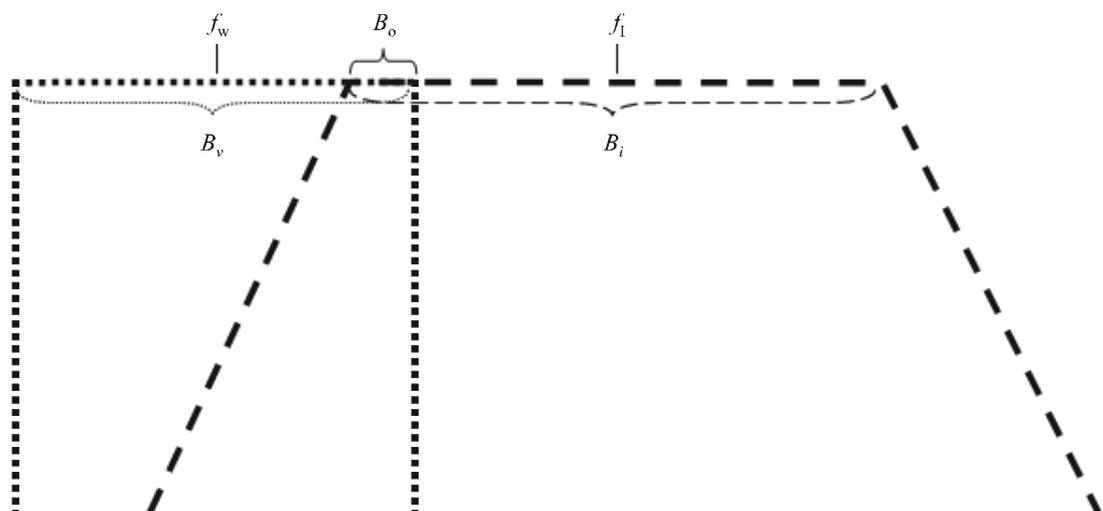
ТАБЛИЦА 2  
Для маски DVВ-Т – критичные случаи

$B_o$ (МГц) для DVВ-Т 8 МГц	$B_o$ (МГц) для DVВ-Т 7 МГц	Коэффициент перекрытия $K$ (дБ)
$B_o = B_v$	$B_o = B_v$	0
$B_v > B_o > 10^{-5} B_v$	$B_v > B_o > 10^{-5} B_v$	$10 \log_{10} (B_o/B_v)$
$10^{-5} B_v > B_o > -0,5$	$10^{-5} B_v > B_o > -0,5$	-50
$B_o = -1$	$B_o = -0,8$	-55
$B_o = -2$	$B_o = -1,75$	-62
$B_o = -4$	$B_o = -3,4$	-70
$B_o = -8$	$B_o = -7$	-87

где  $B_o$ ,  $B_i$  и  $B_v$  показаны на рисунке 2:

РИСУНОК 2

Случай частичного перекрытия



Предполагается, что:  $B_v = 0,2$  МГц;  $B_i = 8$  МГц.

ТАБЛИЦА 3

## Примерный случай DVB-T – некритичные случаи

$\Delta f$ (МГц)	3,8	4,0	4,1	4,8
$B$ (МГц)	0,2	0,1	0	-0,7
$K$ (дБ)	0	$10 \log (0,1/0,2) = -3$	-40	См. ниже $K = -42$

Пример интерполяции  $\Delta f = 4,8$  МГц из смещения в приведенном выше примере  $= -B_o = 0,7$  МГц.

Из таблицы 1 для некритичных случаев: 0,5 МГц      -40 дБ 1 МГц      -45 дБ

$$K = ((0,7 - 0,5)/(1,0 - 0,5)) * (-45 - (-40)) - 40, \text{ поэтому } K = -42 \text{ дБ.}$$

## DVB-T

В таблице 4 представлены две симметричные спектральные маски (как для каналов DVB-T шириной 7 МГц, так и для каналов шириной 8 МГц).

ТАБЛИЦА 4

## Симметричные спектральные маски для некритичных и критичных случаев

Точки излома					
$\Delta f$ (МГц)	Каналы 8 МГц		Каналы 7 МГц		
	Некритичные случаи	Критичные случаи		Некритичные случаи	Критичные случаи
	Относительный уровень (дБ)	Относительный уровень (дБ)	Относительная частота (МГц)	Относительный уровень (дБ)	Относительный уровень (дБ)
0	-32,8	-32,8	0	-32,2	-32,2
+3,81	-32,8	-32,8	+3,4	-32,2	-32,2
+4,2	-73	-83	+3,7	-73	-83
+6	-85	-95	+5,25	-85	-95
+12	-110	-120	+10,5	-110	-120

Ширина полосы измерения для всех случаев: 4 кГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Маска для критичного случая используется при обнаружении проблем, связанных с совместным использованием частот.