

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.746-8*

**Планы размещения частот радиостолов для систем
фиксированной службы**

(Вопросы МСЭ-R 108/9 и МСЭ-R 136/9)

(1991-1994-1995-1997-1999-2001-2002-2003-2006)

Сфера применения

В данной Рекомендации представлены общие руководящие указания для разработки планов размещения частот радиостолов для фиксированных беспроводных систем. Она также содержит обзор всех современных планов размещения частот радиостолов, содержащихся в различных Рекомендациях, а в ряде Приложений приведены конкретные планы размещения частот радиостолов, не охваченные в рамках других конкретных Рекомендаций.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что в соответствии со Статьей 5 Регламента радиосвязи некоторые полосы частот распределены фиксированной службе (ФС) на всемирной основе;
- b) что другие полосы частот распределены фиксированной службе на региональной основе;
- c) что некоторые системы уже используются и ожидается, что в будущем они получат более широкое применение;
- d) что в этих полосах частот может оказаться желательным выполнение соединений фиксированных беспроводных систем (ФБС) на международных цепях;
- e) что некоторые полосы частот не были исследованы до настоящего времени, и для них не существует соответствующих рекомендаций для определения конкретных планов размещения частот радиостолов, которые могли бы быть пригодны в качестве международных, как это уже сделано в других частях частотного спектра;
- f) что для МСЭ-R было бы полезным иметь перечень рекомендованных планов размещения частот радиостолов;
- g) что обе концепции цифровых ФБС – с одной несущей и с несколькими несущими – являются полезными для получения наилучших показателей при достижении компромисса между техническими и экономическими аспектами проектирования систем,

рекомендует,

1 что в качестве основы для планов размещения частот радиостолов предпочтительно использовать однородные частотные растры;

2 что предпочтительные планы размещения частот радиостолов следует разрабатывать исходя из однородного раstra в соответствии с планом размещения частот радиостолов на чередующихся частотах и с планами радиостолов при повторном использовании полосы частот на совпадающих и на сдвинутых частотах (см. Примечание 1), как показано на рисунках 1a), 1b) и 1c), соответственно.

* 9-я Исследовательская комиссия по радиосвязи в 2003 и 2004 гг. приняла редакционные поправки к этой Рекомендации в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 44.

Основными параметрами, влияющими на выбор планов размещения частот радиостолов, являются:

XS определяется как разнос частот между средними частотами соседних радиостолов с одинаковой поляризацией в одном и том же направлении передачи; Рекомендацией МСЭ-R F.1191 определено, что XS равен удвоенному *разносу частот* для плана размещения частот радиостолов на чередующихся частотах по рисунку 1a) и разному частот для планов размещения частот радиостолов при повторном использовании полосы частот на совпадающих и на сдвинутых частотах согласно рисункам 1b) и 1c).

Разнос частот иногда идентифицируется с термином *частотное разнесение* радиостолов и также считается равным *ширине полосы частот радиостолов*.

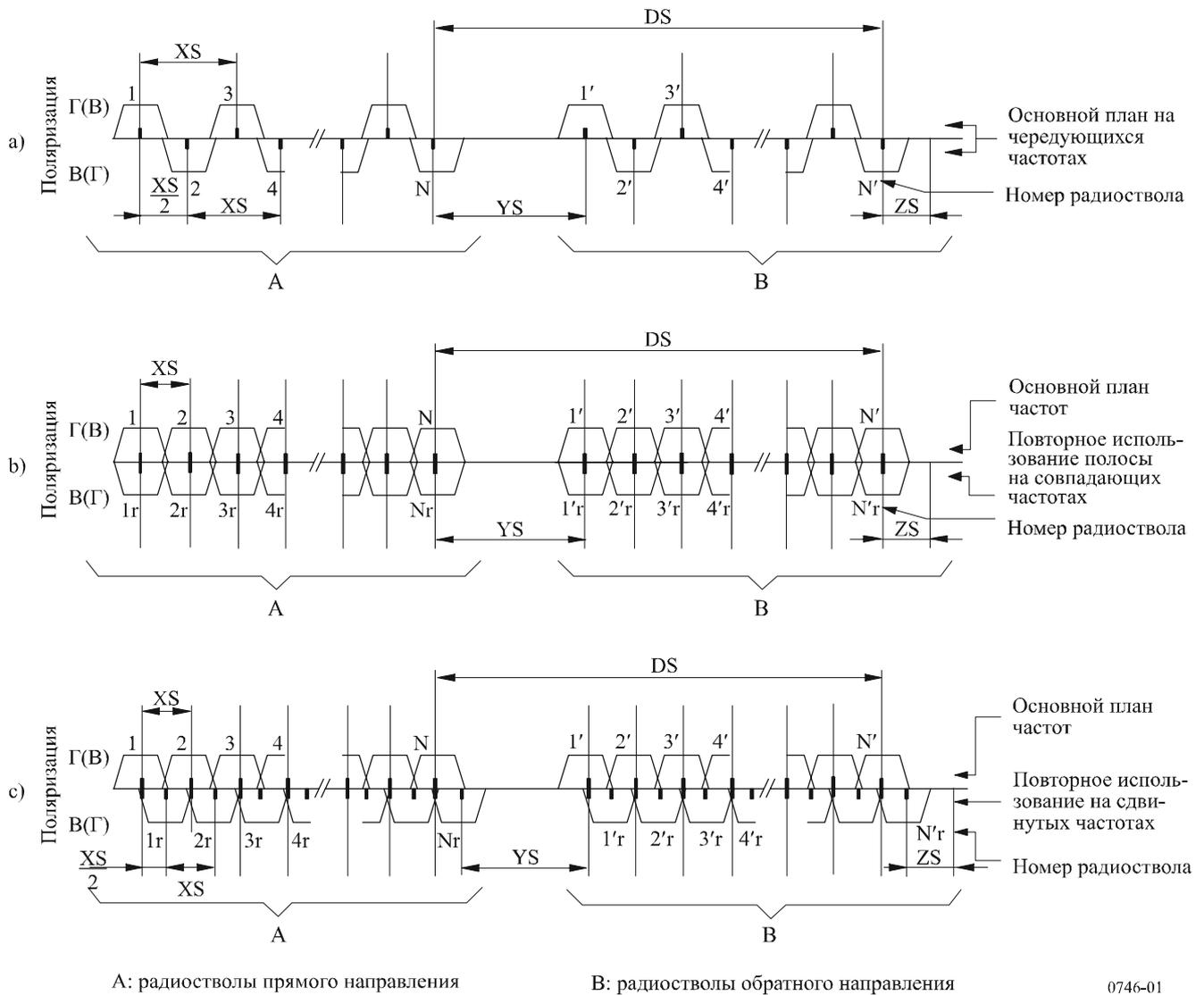
YS определяется как разнос частот между средними частотами ближайших друг к другу радиостолов прямого и обратного направлений (также называемые внутренними крайними разнонаправленные радиостолы). Если субполосы частот для прямого и обратного направлений не являются соседними, т. е. в промежутке между ними имеется (имеются) полоса(ы) частот, распределенная(ые) другой(им) службе(ам), то YS следует рассматривать, включая разнос полос частот (BS), равный общей ширине полосы (полос) частот, распределенной этой(им) службе(ам).

ZS определяется как разнос частот между средними частотами крайних радиостолов и границами полосы частот (также определяемые как *защитные полосы частот* в Рекомендации МСЭ-R F.1191). В случае когда нижний и верхний разносы различаются по величине, Z_1S относится к нижнему разному, а Z_2S – к верхнему разному. Если субполосы частот для прямого и обратного направлений не являются соседними, т. е. в промежутке между ними имеется (имеются) полоса(ы) частот, распределенная(ые) другой(им) службе(ам), то ZS_i будет определяться для внутренних крайних частот обеих субполос и будет включен в YS .

DS *дуплексное разнесение* частот Tx/Rx (передатчик/приемник), определяемое как разнос частот между соответствующими радиостоломи прямого и обратного направлений, постоянное для каждой пары i -ой и i' -ой частот в пределах данного плана размещения радиостолов.

РИСУНОК 1

Планы размещения частот радиостолов для трех возможных схем, рассматриваемых в тексте



0746-01

Выбор плана размещения частот радиостолов зависит от значений развязки по кроссполаризации (XPD) и от общей избирательности фильтров (NFD), причем эти параметры определяются как:

$$XPD_{\Gamma(B)} = \frac{\text{Мощность, принимаемая в поляризации } \Gamma(B), \text{ передаваемая в поляризации } \Gamma(B)}{\text{Мощность, принимаемая в противоположной поляризации } B(\Gamma), \text{ передаваемая в поляризации } B(\Gamma)} \quad (\text{см. Примечание 2});$$

$$NFD = \frac{\text{Мощность, принимаемая от соседнего радиостолва}}{\text{Мощность от соседнего радиостолва, принимаемая основным приемником после ВЧ, ПЧ фильтров и фильтров основной полосы частот (ВВ)}} \quad (\text{см. Примечание 3}).$$

Параметры XPD и NFD (дБ) вносят вклад в величину отношения сигнала несущей частоты к помехе.

Если XPD_{min} является минимальным значением, достигаемым при требуемом проценте времени, то из этого значения и из значения NFD по соседнему радиостволу можно оценить общую величину мощности помехи, и эту величину следует сравнить с минимальным отношением несущая/помеха $(C/I)_{min}$, приемлемым для принятого метода модуляции (см. Примечание 4).

Можно использовать планы размещения частот радиостволы на чередующихся частотах (пренебрегая вкладом помехи от соседнего радиоствола на совпадающей поляризации), если:

$$XPD_{min} + (NFD - 3) \geq (C/I)_{min}. \quad \text{дБ}$$

Можно использовать планы размещения частот радиостволы на совпадающих частотах, если:

$$10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{XPD + XIF}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{NFD_a - 3}{10}}}} \geq (C/I)_{min}. \quad \text{дБ}$$

Можно использовать планы размещения частот радиостволы на сдвинутых частотах, если:

$$10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{XPD + (NFD_b - 3)}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{NFD_a - 3}{10}}}} \geq (C/I)_{min}, \quad \text{дБ}$$

где:

NFD_a : общая избирательность фильтров, определяемая при разнесении частот X/S ;

NFD_b : общая избирательность фильтров, определяемая при разнесении частот $X/S/2$;

XIF : выигрыш за счет XPD , обусловленный подавлением любых помех из-за кроссполяризации, если оно осуществляется в приемнике, испытывающем помехи;

3 чтобы планы размещения частот радиостволы, показанные на рисунке 1, могли использоваться для цифровых ФБС как с передачей на одной несущей частоте, так и с передачей на нескольких несущих частотах (см. Примечание 5);

4 чтобы при передаче на нескольких несущих частотах общее число несущих частот рассматривалось как один радиоствол, для которого центральная частота и частотное разнесение радиостволы определены на рисунке 1 независимо от действительной средней частоты несущих, которая может изменяться по техническим причинам в соответствии с практическими реализациями;

5 что там, где это практически возможно (например, в новых и перераспределяемых полосах частот, имеющих сравнимую ширину), полезно иметь одинаковый дуплексный разнос радиостволы в различных соседних полосах частот;

6 чтобы в таблицах 1 и 2 содержался обзор планов размещения частот радиостволы, определенных МСЭ-R на сегодняшний день, с указанием соответствующей Рекомендации. Некоторые планы размещения частот радиостволы в полосах, для которых нет конкретной Рекомендации, и которые, тем не менее, используются рядом администраций, описаны в Приложениях 1–8.

ТАБЛИЦА 1

**План размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы
в диапазонах частот ниже примерно 17 ГГц**

Диапазон (ГГц)	Полоса частот (ГГц)	Рекомендации МСЭ-R серии F	Разнос радиостолов (МГц)
0,4	0,4061–0,430 0,41305–0,450	1567, Приложение 1 1567, Приложение 1	0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,6; 0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1; 1,75; 3,5
1,4	1,35–1,53	1242	0,25; 0,5; 1; 2; 3,5
2	1,427–2,69 1,7–2,1; 1,9–2,3 1,7–2,3 1,9–2,3 1,9–2,3 1,9–2,3 2,3–2,5 2,29–2,67 2,5–2,7	701 382 283 1098 1098, Приложения 1, 2 1098, Приложение 3 746, Приложение 1 1243 283	0,5 (растр) 29 14 3,5; 2,5 (растры) 14 10 1; 2; 4; 14; 28 0,25; 0,5; 1; 1,75; 2; 3,5; 7; 14; 2,5 (растр) 14
3,6	3,4–3,8 3,4–3,8	1488, Приложение 1 1488, Приложение 2	25 ⁽¹⁾ 0,25 ⁽²⁾
4	3,8–4,2 3,7–4,2 3,6–4,2 3,6–4,2	382 382, Приложение 1 635 635, Приложение 1	29 28 10 (растр) 90; 80; 60; 40; 30
5	4,4–5,0 4,4–5,0 4,4–5,0 4,54–4,9	746, Приложение 2 1099 1099, Приложение 1 1099, Приложение 2	28 10 (растр) 40; 60; 80 40; 20
L6	5,925–6,425 5,85–6,425 5,925–6,425	383 383, Приложение 1 383, Приложение 1	29,65 90; 60 40
U6	6,425–7,11 6,425–7,11	384 384, Приложение 1	40; 30; 20, 10 80

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Диапазон (ГГц)	Полоса частот (ГГц)	Рекомендации МСЭ-R серии F	Разнос радиостволов (МГц)
7	7,25–7,55 7,425–7,725 7,425–7,725 7,435–7,75 7,11–7,75	385, Приложение 5 385 385, Приложение 1 385, Приложение 2 385, Приложение 3	3,5 7 28 5 28
8	8,2–8,5 7,725–8,275 7,725–8,275 8,275–8,5 7,9–8,4	386 386, Приложение 1 386, Приложение 2 386, Приложение 3 386, Приложение 4	11,662 29,65 40,74 14; 7 28
10	10,0–10,68 10,15–10,65 10,15–10,65 10,3–10,68 10,5–10,68 10,55–10,68	746, Приложение 3 1568, Приложение 1 1568, Приложение 2 746, Приложение 3 747, Приложение 1 747, Приложение 2	3,5, 7, 14, 28 (растры) 28 ⁽¹⁾ 30 ⁽¹⁾ 5; 2 7; 3,5 (растры) 5; 2,5; 1,25 (растры)
11	10,7–11,7 10,7–11,7 10,7–11,7 10,7–11,7 10,7–11,7	387 387, Приложение 1 387, Приложение 3 387, Приложение 2 387, Приложение 4	40 67 60 80 5; 10; 20
12	11,7–12,5 12,2–12,7	746, Приложение 4, § 3 746, Приложение 4, § 2	19,18 20 (растр)
13	12,75–13,25 12,75–13,25 12,7–13,25	497 497, Приложение 1 746, Приложение 4, § 1	28; 7; 3,5 35 25; 12,5
14	14,25–14,5 14,25–14,5	746, Приложение 5 746, Приложение 6	28; 14; 7; 3,5 7, 14, 28
15	14,4–15,35 14,5–15,35 14,5–15,35	636 636, Приложение 1 636, Приложение 2	28; 14; 7; 3,5 2,5 (растр) 2,5

(1) Ширина полосы частотного блока.

(2) Основной частотный интервал для группирования более широкой полосы частотного блока.

ТАБЛИЦА 2

**План размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы
в диапазонах частот выше примерно 17 ГГц**

Диапазон (ГГц)	Полоса частот (ГГц)	Рекомендации МСЭ-R серии F	Разнос радиостолов (МГц)
18	17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 17,7–19,7 18,58–19,16	595 595, Приложение 1 595, Приложение 2 595, Приложение 3 595, Приложение 4 595, Приложение 5 595, Приложение 6 595, Приложение 7 595, Приложение 7	220; 110; 55; 27,5 60 (блок) 50; 40; 30; 20; 10; 5; 2,5 7; 3,5 27,5; 13,75; 7,5; 5; 2,5; 1,25 7; 3,5; 1,75 55; 110 55; 27,5; 13,75 60
23	21,2–23,6 21,2–23,6 21,2–23,6 21,2–23,6 21,2–23,6 22,0–23,6	637 637, Приложение 1 637, Приложение 2 637, Приложение 3 637, Приложение 4 637, Приложение 5 637, Приложение 1	3,5; 2,5 (растры) от 112 до 3,5 28; 3,5 от 112 до 3,5 50 от 112 до 3,5 от 112 до 3,5
27	24,25–25,25 24,25–25,25 25,25–27,5 25,27–26,98 24,5–26,5 27,5–29,5 27,5–29,5	748 748, Приложение 3 748 748, Приложение 3 748, Приложение 1 748 748, Приложение 2	3,5; 2,5 (растры) 40 ⁽¹⁾ 3,5; 2,5 (растры) 60 ⁽¹⁾ от 112 до 3,5 3,5; 2,5 (растры) от 112 до 3,5
31	31,0–31,3 31,0–31,3	746, Приложение 7 746, Приложение 8	25; 50 28; 14; 7; 3,5
32	31,8–33,4 31,8–33,4	1520, Приложение 1 1520, Приложение 2	3,5; 7; 14; 28; 56 56 ⁽¹⁾
38	36,0–40,5 36,0–37,0 37,0–39,5 38,6–39,48 38,6–40,0 39,5–40,5	749 749, Приложение 2 749, Приложение 1 749, Приложение 2 749, Приложение 2 749, Приложение 3	3,5; 2,5 (растры) от 112 до 3,5 140; 56; 28; 14; 7; 3,5 60 ⁽¹⁾ 50 ⁽¹⁾ от 112 до 3,5
52	51,4–52,6	1496, Приложение 1	56; 28; 14; 7; 3,5
57	55,78–57,0 57,0–59,0	1497, Приложение 1 1497, Приложение 2	56; 28; 14; 7; 3,5 100; 50

⁽¹⁾ Ширина полосы частотного блока.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данный план размещения частот радиостолов может рассматриваться либо как план с чередующимися частотами, либо как план со сдвинутыми частотами, в зависимости от скорости передачи символов в радиосистемах. Планы размещения частот радиостолов с чередующимися частотами, в принципе, в дальнейшем могут быть реализованы в режиме с повторным использованием полосы частот на совпадающих частотах.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Определение и использование XPD отличается от случая кроссполаризационного разделения (XPI), определенного в Рекомендации МСЭ-R P.310.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При определении NFD сделаны следующие допущения:

- развязка по соседнему радиостволу, XPD , если она имеется, не учитывается;
- учитывается мешающий радиоствол только с одной стороны от несущей; для двусторонних помех, подобных модулированным сигналам, значение NFD должно приниматься на 3 дБ ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Этот аргумент используется в методах прогнозирования отказов и условий распространения радиоволн, описываемых в Рекомендациях МСЭ-R F.1093 и МСЭ-R P.530.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Система с несколькими несущими частотами – это система, в которой одно и то же радиочастотное оборудование одновременно передает (или принимает) n (где $n > 1$) сигналов несущих частот, модулированных цифровым сигналом. Центральную частоту следует рассматривать как среднее арифметическое от n отдельных несущих частот в системе с несколькими несущими частотами. При использовании системы с несколькими несущими частотами в рамках уже существующего плана размещения частот радиостволов может быть удобным сдвинуть центральную частоту системы с несколькими несущими частотами к середине двух соседних радиостволов базового частотного плана.

Приложение 1

План размещения частот радиостволов для полосы частот 2300–2500 МГц

(Таблица 1)

1 План размещения частот радиостволов для вышеупомянутых ФБС основан на разнесении в 1 МГц между соседними радиостволами и определяется следующим образом:

Пусть f_0 опорная частота частотного раstra (МГц);
 f_n средняя частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц);
 f'_n средняя частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

тогда средние частоты отдельных радиостволов могут быть выражены следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 87 + n;$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 7 + n,$$

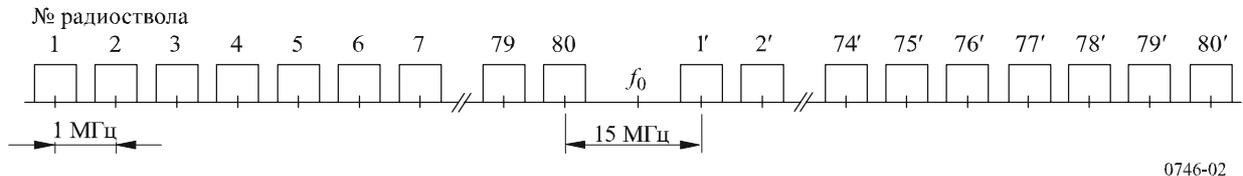
где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 80.$$

Это проиллюстрировано на рисунке 2.

РИСУНОК 2

План размещения частот радиостволов для ФБС до 300 телефонных каналов, действующих в полосе 2300–2500 МГц



0746-02

- 2 Опорной частотой, предпочтительно, должна быть частота $f_0 = 2394$ МГц.
- 3 На участке, где выполняется международное соединение или соединение с линией сельской связи, а также на узловой станции сети, все радиостволы прямого направления должны быть расположены в одной половине полосы радиочастот, и все радиостволы обратного направления – в другой ее половине.
- 4 Предпочтительные значения разноса частот соседних радиостволов с одинаковой поляризацией для радиостволов с различной пропускной способностью перечислены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3

Пропускная способность радиоствола	Разнос частот радиостволов (МГц)	n
12 ЧРК	1	1, 2, 3, 4, ...
24 ЧРК	2	1, 3, 5, 7, ...
60 ЧРК	4	1, 5, 9, 13, ...
120 ЧРК	14	1, 15, 29, 43, ...
300 ЧРК	28	1, 29, 57
24 ИКМ	2	1, 3, 5, 7, ...
30 ИКМ	2	1, 3, 5, 7, ...
48 ИКМ	4	1, 5, 9, 13, ...
60 ИКМ	4	1, 5, 9, 13, ...
30 ИКМ ⁽¹⁾	1	1, 2, 3, 4, ...
60 ИКМ ⁽¹⁾	2	1, 3, 5, 7, ...

⁽¹⁾ Использование многопозиционной модуляции (например, 16-QAM).

- 5 Когда, например, либо в узловом пункте, либо в рамках участка линии (при использовании кроссполаризационной развязки), для систем емкостью 24 или более телефонных каналов потребуются дополнительные радиостволы, то следует использовать следующие номера радиостволов:

24 телефонных канала:	$n = 2, 4, 6, 8, \dots$	$(n \leq 80)$
60 телефонных каналов:	$n = 3, 7, 11, 15, \dots$	$(n \leq 79)$
120 телефонных каналов:	$n = 8, 22, 36, 50, \dots$	$(n \leq 78)$
300 телефонных каналов:	$n = 15, 43, 71.$	

6 Для системы емкостью 60 или более телефонных каналов дополнительные частоты с номерами радиостволов:

$n = 2, 4, 6, 8, \dots$ для 60 телефонных каналов

$n = 5, 12, 19, 26, \dots$ для 120 телефонных каналов

$n = 8, 22, 36, 50, \dots$ для 300 телефонных каналов

пригодны для использования как смещенные частоты. Использование этих частот может помочь уменьшить помехи, возникающие вдоль трассы из-за приема сигнала через несколько пролетов, или снизить требования к избирательности антенны сетевого узла.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Требуются дальнейшие исследования проблем интермодуляционных помех, возникающих между различными системами, действующими на одной и той же трассе.

Приложение 2

План размещения частот радиостволов для полосы частот 4400–5000 МГц

(Таблица 1)

В настоящем Приложении описывается план размещения частот радиостволов для цифровых систем в полосе частот 4400–5000 МГц. План размещения частот радиостволов предусматривает до 10 радиостволов прямого направления и до 10 радиостволов обратного направления с пропускной способностью каждого либо 4×34 Мбит/с, либо $1 \times 139\,368$ кбит/с.

Работу системы на этих скоростях передачи позволяет осуществлять метод модуляции 64-КАМ.

1 План размещения частот радиостволов, показанный на рисунке 3, определяется следующим образом:

Пусть f_0 средняя частота полосы частот:

$$f_0 = 4700 \text{ МГц};$$

f_n средняя частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц);

f'_n средняя частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

средние частоты отдельных радиостволов выражаются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 310 + 28 n;$$

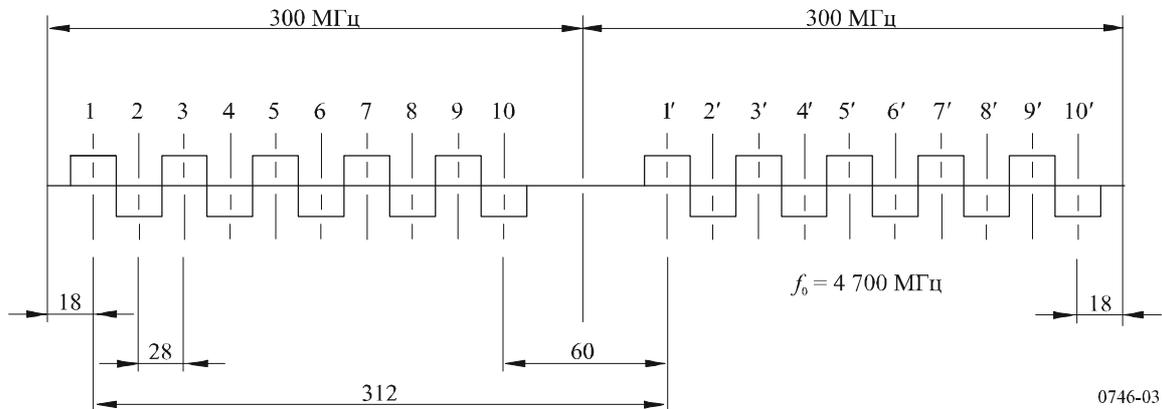
$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 2 + 28 n,$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.$$

РИСУНОК 3

План размещения частот радиостволов для полосы 4400–5000 МГц
с разнесением частот радиостволов 28 МГц



- 2 Все радиостволы прямого направления должны быть в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот.
- 3 Этот план размещения частот радиостволов позволяет также передавать сигналы СЦИ, STM-1 на скорости 155 520 кбит/с с использованием соответствующего метода модуляции.

Приложение 3

Использование полосы частот 10,0–10,68 ГГц

(Таблица 1)

В Рекомендации МСЭ-R F.747 приведены планы размещения частот радиостволов для использования в полосе частот 10,5–10,68 ГГц, а в Рекомендации МСЭ-R F.1568 приведены планы размещения частотных блоков для использования в полосах частот 10,15–10,3 ГГц и 10,5–10,65 ГГц. Однако некоторые администрации используют другие планы, например:

1 2 МГц план в полосе частот 10,5–10,68 ГГц

В Соединенном Королевстве эта полоса частот используется для систем связи пункта со многими пунктами с шириной полосы частот радиоствола 2 МГц. Для обеспечения сосуществования с действующими службами, в различных районах Соединенного Королевства используются разные планы размещения частот радиостволов.

2 5 МГц план в полосах частот 10,38–10,45 ГГц и 10,58–10,65 ГГц

В Швеции эти полосы частот используются для передачи сигналов по радиостволам емкостью 120 телефонных (ЧРК) или 30 цифровых каналов. План размещения частот радиостволов предполагает разнос 5 МГц.

Необходимо учитывать тот факт, что в Районе 2 полоса частот 10,38–10,45 ГГц не предназначена для ФБС.

3 3,5, 7, 14 и 20 МГц план в полосе частот 10,0–10,68 ГГц

В Италии эти полосы частот используются для передачи по радиостволам различной ширины сигналов цифрового телевидения с различными форматами кодирования.

План размещения частот радиостволов основан на однородном растре с интервалом 3,5 МГц, определенном для радиостволов шириной 3,5 МГц или, при объединении интервалов, для радиостволов шириной 7, 14 и 28 МГц.

План размещения частот радиостволов предлагает парные (в прямом и обратном направлениях) радиостволы в полосе частот 10,15–10,3 ГГц в паре с полосой частот 10,5–10,65 ГГц, а также непарные радиостволы в нижней части полосы частот 10,0–10,15 ГГц, в верхней части полосы частот 10,65–10,68 ГГц и в центральной промежутке 10,3–10,5 ГГц.

Также отмечено, что 28 МГц радиостволы в полосах частот 10,15–10,3 ГГц в паре с 10,5–10,65 ГГц совпадают с 28 МГц планом размещения частотного блока, приведенного Рекомендации МСЭ-R F.1568.

Приложение 4

Использование полосы частот 11,7–13,25 ГГц

(Таблица 1)

В Рекомендации МСЭ-R F.497 приведены планы размещения частот радиостволов для цифровых и аналоговых систем в полосе частот 12,75–13,25 ГГц. Однако некоторые администрации используют также части полосы частот 11,7–13,25 ГГц, например:

1 12,5/25 МГц план

В Соединенных Штатах Америки полоса частот 12,7–12,95 ГГц широко используется главным образом для подачи телевидения в кабельные распределительные системы (кабельное телевидение). Эти системы часто перекрывают расстояния в 100–500 км и обычно являются однонаправленными, поэтому применяется частотный растр без защитного интервала с использованием основного плана размещения частот радиостволов с разнесением 25 МГц и сдвинутого плана с частотами, расположенными в середине интервала разнесения радиостволов для целей координации (например, для ответвляющихся трасс).

Данная полоса частот пригодна также для систем передачи многопрограммного телевидения и в режиме с частично подавленной боковой полосой (ЧПБП)/ОБП, и при ЧМ с частично подавленной боковой полосой ЧПБП/ЧМ. Они обычно используются на коротких пролетах (5–15 км) и подают сигнал на многие приемные пункты. Остальная часть полосы частот (12,95–13,25 ГГц) используется для аналогичного размещения частот радиостволов, но в этом случае основное ее назначение – подача сигнала на вход телевизионных радиовещательных систем как с фиксированной, так и с мобильной структурой. В Японии вся полоса частот 12,7–13,25 ГГц используется для передающих линий между телевизионной камерой и студией с тем же разносом частот между радиостволами 25 МГц.

2 20 МГц план

В Соединенных Штатах Америки и в Японии полоса частот 12,2–12,7 ГГц используется как для телевизионных передач, так и для передачи данных по линиям телефонной связи. Планы размещения частот радиостволов основаны на растре с шагом 20 МГц. Эти радиостволы используются для ЧРК телефонных систем (емкостью до 1200 каналов) или цифровых потоков со скоростью передачи до 45 Мбит/с. В число пользователей данной полосы входят коммунальные службы, учебные заведения, органы государственного управления и торговые предприятия.

3 Полоса частот 11,7–12,5 ГГц

Разработка плана размещения частот радиостолов с разнесением частот 19,18 МГц (выбор радиостолов из плана размещения радиочастот с разнесением 19,18 МГц должен определяться по согласованию между заинтересованными администрациями) в полосе 11,7–12,5 ГГц приведет к необходимости учитывать требования радиовещательной спутниковой службы (РСС), которой, в соответствии с решениями Всемирной административной радиоконференции по планированию радиовещательной спутниковой службы (Женева, 1977 г.) (ВАРК РС-77), Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1979 г.) (ВАРК-79) и первой сессии Всемирной административной радиоконференции по использованию геостационарной орбиты и планированию космических служб, использующих ее (Женева, 1985 г.) (ВАРК Орб-85), данная полоса или ее часть также распределена. Исследования в отношении Районов 1 и 3 показывают, что план размещения частот радиостолов должен иметь следующие основные характеристики для облегчения совместного использования частот обеими службами:

- частотное разнесение между соседними радиостоловами должно быть равным или кратным разнесению, согласованному для РСС (19,18 МГц);
- частоты радиостолов должны совпадать или быть сдвинуты относительно частот РСС, т. е.:

$$f = 11\,708,3 + 19,18 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{или } f = 11\,717,89 + 19,18 n, \quad \text{МГц}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 40;$$

- частотное разнесение радиостолов прямого и обратного направлений должно быть совместимо с группированием частот для РСС.

Некоторые страны предлагают использовать в полосе частот 11,7–12,5 ГГц системы ФБС с ОБП модуляцией для одновременной передачи нескольких телевизионных и звуковых радиовещательных программ одним или несколькими передатчиками нескольким приемным станциям. Частоты, определяющие радиостол, используемый для отдельного телевизионного сигнала совместно со звуковым сигналом, должны соответствовать центру полосы модуляции этого индивидуального сигнала.

Приложение 5

План размещения частот радиостолов в полосе частот 14,25–14,5 ГГц при использовании частотного разнесения радиостолов 14/28 МГц

(Таблица 1)

В Соединенном Королевстве базовый частотный растр 14/28 МГц используется в полосе частот 14,25–14,5 ГГц как расширение диапазона частот 13 ГГц по Рекомендации МСЭ-R F.497 для организации аналоговых телевизионных или цифровых радиостолов средней и малой пропускной способности с частотным разнесением радиостолов 28, 14, 7 и 3,5 МГц.

В Рекомендации МСЭ-R F.636 приведены предпочтительные планы размещения частот радиостолов в полосе 14,4–15,35 ГГц с использованием базового частотного растра, который учитывает различные ограничения, налагаемые разными администрациями в середине полосы частот.

Базовый 28 МГц план размещения частот радиостволов имеет следующий вид:

$$\text{нижняя половина полосы частот} \quad f_n = f_r + 2534 + 28 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот:} \quad f'_n = f_r + 2674 + 28 n, \quad \text{МГц}$$

где:

f_r : опорная частота

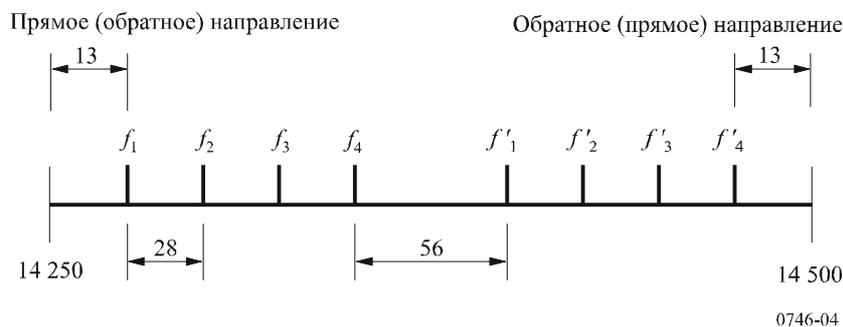
$$n = 1, 2, 3, 4.$$

План размещения частот радиостволов при $f_r = 11\,701$ МГц показан на рисунке 4.

РИСУНОК 4

План размещения частот радиостволов в полосе 14,25–14,5 ГГц

(Все частоты в МГц)



0746-04

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Из-за узости защитных интервалов в центре полосы и по ее краям радиостволы 1 и 4 непригодны для использования при пропускной способности 34 Мбит/с с частотным разнесением радиостволов 28 МГц. Использование этих радиостволов, поэтому, ограничивается системами передачи сигналов 625-строчного аналогового телевидения или цифровыми системами малой пропускной способности с радиостволами, разнесенными на 7 и 3,5 МГц, аналогично одобренному в Рекомендации МСЭ-R F.497, § 10, Варианты I и III.

Приложение 6

План размещения частот радиостволов в полосе частот 14,25–14,5 ГГц при использовании частотного разнесения радиостволов 7, 14 и 28 МГц

(Таблица 1)

В Италии полоса частот 14,25–14,5 ГГц используется с радиостволами различной ширины для передачи сигналов цифрового телевидения с различными форматами кодирования.

Основной 28 МГц план размещения частот радиостволов может быть представлен следующим образом:

$$\text{нижняя половина полосы частот:} \quad f_n = f_r + 2\,536 + 28 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот:} \quad f'_n = f_r + 2\,672 + 28 n, \quad \text{МГц}$$

где:

f_r : опорная частота

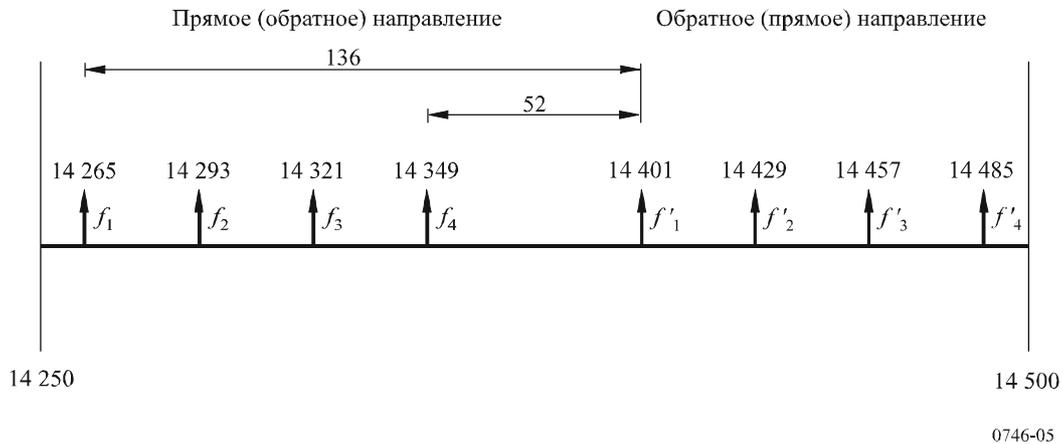
$$n = 1, 2, 3, 4.$$

План размещения частот радиостволов при $f_r = 11\,701$ МГц показан на рисунке 5.

План размещения частот радиостолов в нижней части полос 7 и 14 МГц получается путем деления базовых радиостолов 28 МГц.

РИСУНОК 5

План размещения частот радиостолов систем ФБС, действующих в полосе 14 ГГц с частотным разнесением радиостолов 28 МГц



Приложение 7

План размещения частот радиостолов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц

(Таблица 2)

В Соединенных Штатах Америки эта полоса частот предназначена для использования без предварительной координации и без защиты от вредных помех. Могут быть использованы радиостолы либо по 25, либо по 50 МГц.

План размещения частот для 25 МГц радиостолов может быть представлен следующим образом:

$$f_n = f_r + 25 n,$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$f_r \text{ (опорная частота) } = 30\,987,5 \text{ МГц.}$$

Соответствующий план размещения частот для 50 МГц радиостолов может быть представлен следующим образом:

$$f_n = f_r + 50 n,$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

$$f_r \text{ (опорная частота) } = 30\,975 \text{ МГц.}$$

Для дуплексной работы при любом плане размещения частот радиостолов разнос частот между радиостолом прямого и обратного направления составляет 150 МГц.

Приложение 8

План размещения частот радиостолов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц

(Таблица 2)

Эта полоса частот используется в некоторых странах СЕПТ в соответствии с планами размещения частот радиостолов для ВРД или ЧРД систем ФБС.

1 План размещения частот радиостолов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц для систем ВРД

Центральные частоты для значений частотного разнеса 3,5 МГц, 7 МГц, 14 МГц и 28 МГц, определяются следующим образом:

Пусть : f_r опорная частота 31 000 МГц;

f_n центральная частота радиостолов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц,

тогда центральные частоты отдельных радиостолов определяются следующими соотношениями:

а) для систем с частотным разнесом 28 МГц:

$$f_n = f_r + 3 + 28 n, \quad \text{МГц}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 9;$$

б) для систем с частотным разнесом 14 МГц:

$$f_n = f_r + 10 + 14 n, \quad \text{МГц}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 18;$$

с) для систем с частотным разнесом 7 МГц:

$$f_n = f_r + 13,5 + 7 n, \quad \text{МГц}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 36;$$

д) для систем с частотным разнесом 3,5 МГц:

$$f_n = f_r + 15,25 + 3,5 n, \quad \text{МГц}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 72.$$

ТАБЛИЦА 4

$X\mathcal{S}$ (МГц)	n	f_1 (МГц)	f_n (МГц)	$Z_1\mathcal{S}$ (МГц)	$Z_2\mathcal{S}$ (МГц)
28	1,...9	31 031	31 255	31	45
14	1,...18	31 024	31 262	24	38
7	1,...36	31 020,5	31 265,5	20,5	34,5
3,5	1,...72	31 018,75	31 267,25	18,75	32,75

2 План размещения частот радиостволов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц для систем ВРД

Центральные частоты для значений частотного разноса 3,5 МГц, 7 МГц, 14 МГц и 28 МГц, определяются следующим образом:

Пусть: f_r опорная частота 31 150 МГц;
 f_n центральная частота радиоствола (МГц) в нижней половине полосы частот;
 f'_n центральная частота радиоствола (МГц) в верхней половине полосы частот,

Дуплексное разнесение = 140 МГц,

Центральный интервал = 28 МГц.

Тогда частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

- а) для частотного разноса 28 МГц:
нижняя половина полосы частот: $f_n = f_r - 147 + 28 n$
верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_r - 7 + 28 n$,

где:

$$n = 1, 2, \dots 4;$$

- б) для частотного разноса 14 МГц:
нижняя половина полосы частот: $f_n = f_r - 140 + 14 n$
верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_r + 0 + 14 n$,

где:

$$n = 1, 2, \dots 8;$$

- с) для частотного разноса 7 МГц:
нижняя половина полосы частот: $f_n = f_r - 136,5 + 7 n$
верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_r + 3,5 + 7 n$,

где:

$$n = 1, 2, \dots 16;$$

- д) для частотного разноса 3,5 МГц:
нижняя половина полосы частот: $f_n = f_r - 134,75 + 3,5 n$
верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_r + 5,25 + 3,5 n$,

где:

$$n = 1, 2, \dots 32.$$

ТАБЛИЦА 5

XS (МГц)	n	f_1 (МГц)	f_n (МГц)	f'_1 (МГц)	f'_n (МГц)	ZS_1 (МГц)	ZS_2 (МГц)	YS (МГц)	DS (МГц)
28	1...4	31 031	31 115	31 171	31 255	31	45	56	140
14	1...8	31 024	31 122	31 164	31 262	24	38	42	140
7	1...16	31 020,5	31 125,5	31 160,5	31 265,5	20,5	34,5	35	140
3,5	1...32	31 018,75	31 127,25	31 158,75	31 267,25	18,75	32,75	31,5	140
