

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.386-8

Планы размещения частот радиостолов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 8 ГГц (7725–8500 МГц)

(Вопрос МСЭ-R 136/9)

(1963-1966-1982-1986-1992-1997-1999-2007)

Сфера применения

В данной Рекомендации представлены планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне частот 8 ГГц (7725–8500 МГц), которые могут использоваться для систем большой, средней и малой пропускной способности. Предпочтительные планы размещения частот радиостолов основаны на кратных значениях основных частотных интервалов шириной или 3,5 МГц, или 2,5 МГц. Примеры различных частей диапазона 8 ГГц представлены в Приложениях 1–5. В Приложении 6 приведен план размещения частот радиостолов для цифровых систем большой пропускной способности, используемый в некоторых странах. В целях обеспечения возможности переходного периода в Приложении 7 представлен план размещения частот радиостолов, который рассматривается как предпочтительный для развертывания аналоговых систем, но в тоже время может использоваться и для цифровых систем.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что на международных линиях может оказаться желательным соединять системы фиксированной беспроводной связи (ФБС) на радиочастотах в диапазоне 8 ГГц;
- b) что доступность полос частот в диапазоне от приблизительно 7725 МГц до 8500 МГц различна в разных странах;
- c) что некоторые администрации могут использовать для таких систем в диапазоне 8 ГГц только полосу частот шириной 300 МГц или менее;
- d) что некоторые планы размещения частот радиостолов были разработаны в прошлом только для нужд аналоговых систем;
- e) что желательно в этом диапазоне развертывать цифровые системы малой, средней и/или большой пропускной способности. В некоторых странах все еще используются аналоговые системы;
- f) что цифровые системы в большинстве случаев разрабатываются для охвата планов размещения частот радиостолов, основанных на кратных значениях растров с шагом 2,5 МГц или 3,5 МГц;
- g) что такие цифровые устройства, как подавители кроссполяризационных помех (ХРПС), могут в значительной степени содействовать выигрышу за счет развязки по кроссполяризации (ХИР, определен в Рекомендации МСЭ-R F.746), обеспечивая, таким образом, противодействие деполяризации, вызванной многолучевым распространением или распространением в дожде;
- h) что если требуются линии с очень большой пропускной способностью (например, с двойным режимом синхронной передачи-1 (STM-1)), дополнительная экономия может быть достигнута путем использования полос систем, ширина которых больше рекомендуемого разнесения частот, связанного с высокоэффективными форматами модуляции,

рекомендует,

- 1 чтобы предпочтительные планы размещения частот радиостволов основывались на значениях, кратных базовой ширине полосы пропускания или 3,5 МГц, или 2,5 МГц; примеры для различных частей диапазона 8 ГГц приведены в Приложениях 1–5;
- 2 чтобы на участке, где осуществляется международное соединение, все радиостволы прямого направления располагались в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот;
- 3 чтобы в соседних радиостволах, расположенных в одной и той же половине полосы частот, могли использоваться попеременно горизонтальная и вертикальная поляризации, а также предусматривалось размещение радиостволов на совпадающих частотах при условии, что обеспечивается достаточное ослабление соседних радиостволов;
- 4 чтобы в случае, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью и когда это позволяет координация сетей (при согласии заинтересованной администрации), можно было использовать любой из двух соседних радиостволов с разнесением 28 или 29,65 МГц, указанных в пункте 1 раздела *рекомендует*, для систем с более широкой полосой, центральная частота которых находится в центральной точке между двумя соседними радиостволами на частоте 28 или 29,65 МГц;
- 5 чтобы учитывался тот факт, что в некоторых странах используется другой план размещения частот радиостволов для цифровых систем большой пропускной способности до 140 Мбит/с или скоростей передачи битов синхронной цифровой иерархии. Описание этого плана размещения частот радиостволов дано в Приложении 6.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Следует обратить внимание на то, что в предыдущих версиях данной Рекомендации для развертывания аналоговых систем емкостью до 960 телефонных каналов было признано предпочтительным использовать другой план размещения частот радиостволов в диапазоне 8 ГГц; в дальнейшем не рекомендуется применять его для осуществления передачи в традиционных аналоговых системах. Однако его все еще можно использовать для некоторых цифровых систем в целях обеспечения возможности переходного периода; описание данного плана размещения частот радиостволов приведено в Приложении 7.

Приложение 1

Планы размещения частот радиостволов для передачи различных цифровых сигналов, действующих в полосе частот 7725–8275 МГц, с дуплексным разнесением 300 МГц, основанные на ширине полосы 2,5 МГц в соответствии с п. 1 раздела *рекомендует*

В данном Приложении описан план размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем связи пункта с пунктом малой, средней и большой пропускной способности, использующих цифровую модуляцию и работающих в полосе частот 7725–8275 МГц. Парные радиостволы обеспечиваются с обычным разнесением 300 МГц между направлениями передачи и приема.

1 План размещения частот радиостволов показан на рис. 1 и определяется следующим образом:

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (МГц),

$$f_0 = 8000 \text{ МГц},$$

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

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

тогда средние частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

1.1 для систем с шириной полосы частот радиоствола 30 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 290 + 30 n$ МГц,
 верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 10 + 30 n$ МГц,

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 8;$$

1.2 для систем с шириной полосы частот радиоствола 20 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 285 + 20 n$ МГц,
 верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 15 + 20 n$ МГц,

где:

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

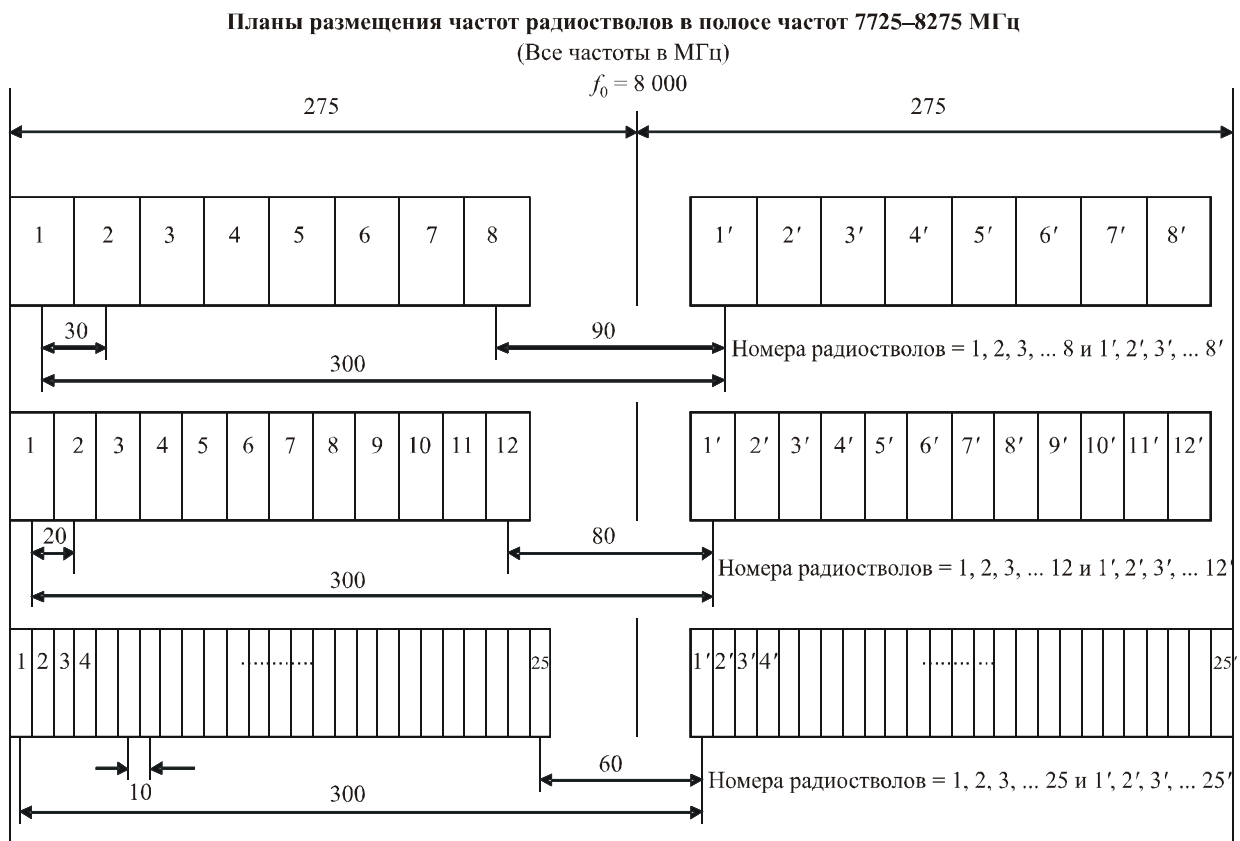
1.3 для систем с шириной полосы частот радиоствола 10 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 280 + 10 n$ МГц,
 верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 20 + 10 n$ МГц,

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 25.$$

РИСУНОК 1



0386-01

2 Дальнейшее разбиение раstra для радиостволов с шириной полосы частот 10 МГц, приведенного на рис. 1, может быть также использовано для систем малой пропускной способности со значениями ширины полосы частот радиостволов 1,25 МГц, 2,5 МГц и 5 МГц.

3 Все радиостволы прямого направления должны располагаться в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот.

Приложение 2

Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и малой пропускной способности, действующих в полосе частот 8275–8500 МГц, основанные на ширине полосы 3,5 МГц в соответствии с п. 1 раздела *рекомендует*

1 В данном Приложении описан план размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем с пропускной способностью 34 Мбит/с и 2×8 Мбит/с, действующих в полосе частот 8275–8500 МГц. План размещения частот радиостволов показан на рис. 2 и определяется следующим образом:

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (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 частоты (МГц) отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

1.1 для систем с пропускной способностью 34 Мбит/с:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 108,5 + 14 n$ МГц,

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 10,5 + 14 n$ МГц,

где:

$n = 1, 2, 3, 4, 5$ или 6;

1.2 для систем с пропускной способностью 2×8 Мбит/с:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 108,5 + 7 n$ МГц,

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 17,5 + 7 n$ МГц,

где:

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

2 Все радиостволы прямого направления должны располагаться в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот.

3 Средняя частота f_0 равна 8387,5 МГц.

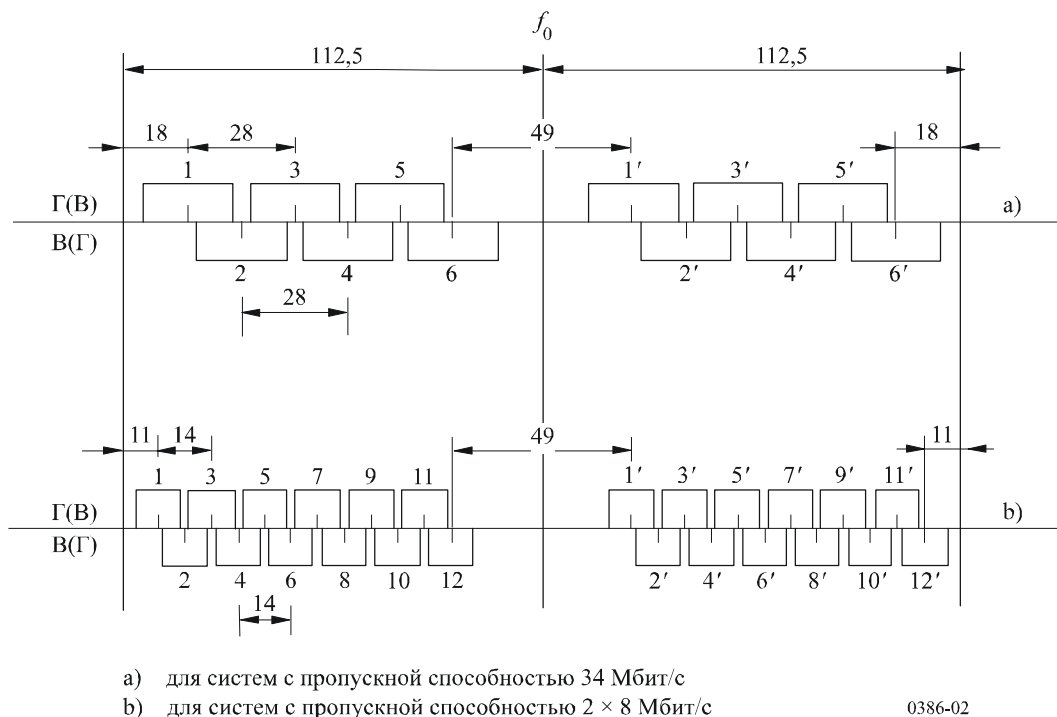
4 Планы размещения частот радиостволов для систем малой пропускной способности (2×8 Мбит/с) могут быть приняты в соответствии с растром, показанным на рис. 2, путем добавления радиостволов с частотами, сдвинутыми на 7 МГц.

5 В плане размещения радиостволов с перемежением частот, показанном на рис. 2, для соседних радиостволов, расположенных в одной и той же половине полосы частот, следует использовать разную поляризацию попеременно.

6 В планах размещения радиостволов с совпадающими частотами для каждого радиоствола следует использовать и горизонтальную, и вертикальную поляризацию.

РИСУНОК 2

Планы размещения частот радиостолов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и малой пропускной способности, действующих в полосе частот 8275–8500 МГц
(Все частоты в МГц)



Приложение 3

Планы размещения частот радиостолов для цифровых фиксированных беспроводных систем с пропускной способностью до 140 Мбит/с или до скоростей передачи битов синхронной цифровой иерархии, действующих в полосе частот 7900–8400 МГц, с частотным разнесением до 28 МГц, основанные на ширине полосы 3,5 МГц в соответствии с п. 1 раздела *рекомендует*

1 В данном Приложении описывается план размещения частот радиостолов, применимый для цифровых фиксированных беспроводных систем с пропускной способностью до 140 Мбит/с или до скоростей передачи битов синхронной цифровой иерархии, действующих в полосе частот 7900–8400 МГц, с частотным разнесением до 28 МГц, и предусматриваются 8 радиостолов шириной 28 МГц.

План размещения частот радиостолов показан на рис. 3 и определяется следующим образом:

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (МГц),

f_n – средняя частота одного радиостола в нижней половине полосы частот (МГц),

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

тогда частоты отдельных радиостолов с разнесением 28 МГц определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 259 + 28n \quad \text{МГц,}$$

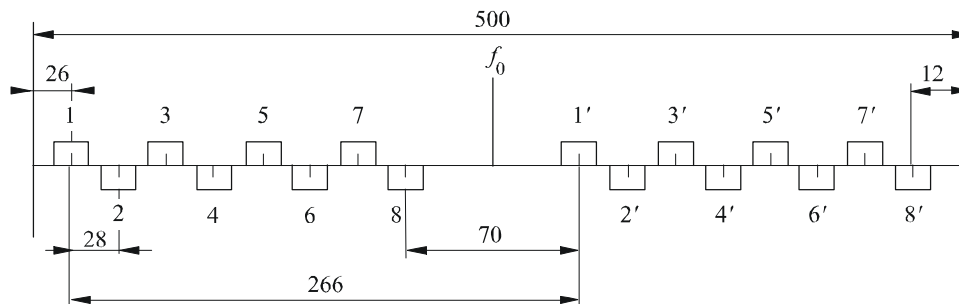
$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 7 + 28n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 8.$$

РИСУНОК 3

План размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем с пропускной способностью до 140 Мбит/с или до скоростей передачи битов синхронной цифровой иерархии, действующих в полосе частот 7900–8400 МГц
(Все частоты в МГц)



0386-03

2 Восемь радиостволов с разнесением 28 МГц можно разбить на части и получить 16 радиостволов с разнесением 14 МГц или 32 радиостола с разнесением 7 МГц.

Частоты отдельных радиостволов определяются следующими выражениями:

2.1 для радиостволов с разнесением 14 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы} \quad f_n = f_0 - 259 + 14 n \quad \text{МГц,}$$

$$\text{верхняя половина полосы:} \quad f'_n = f_0 + 7 + 14 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 16.$$

2.2 для радиостволов с разнесением 7 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы} \quad f_n = f_0 - 252 + 7 n \quad \text{МГц,}$$

$$\text{верхняя половина полосы:} \quad f'_n = f_0 + 14 + 7 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 32.$$

3 Все радиостволы прямого направления должны находиться в одной половине диапазона, а все радиостволы обратного направления – в другой половине диапазона.

4 Средняя частота f_0 равна 8157 МГц.

Приложение 4

Планы размещения частот радиостолов для передачи различных цифровых сигналов, действующих в полосе частот 7725–8275 МГц в соответствии с п. 1 раздела *рекомендует*

1 В данном Приложении описан план размещения частот радиостолов, применимый для передачи различных цифровых сигналов в полосе частот 7725–8275 МГц с частотным разнесением 40, 20, 10 и 5 МГц.

План размещения частот радиостолов показан на рис. 4 и определяется следующим образом:

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (МГц),

f_n – средняя частота одного радиостолба в нижней половине полосы частот (МГц),

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

а) для систем с частотным разнесением 40 МГц:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 295 + 40 n$ МГц,

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 15 + 40 n$ МГц,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots 6$;

б) для систем с частотным разнесением 20 МГц:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 275 + 20 n$ МГц,

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 35 + 20 n$ МГц,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots 11$;

в) для систем с частотным разнесением 10 МГц:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 275 + 10 n$ МГц,

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 35 + 10 n$ МГц,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots 23$;

г) для систем с частотным разнесением 5 МГц:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 275 + 5 n$ МГц

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 35 + 5 n$ МГц

где:

$n = 1, 2, 3, \dots 47$.

Средняя частота f_0 равна 8000 МГц.

2 Реальный план размещения частот радиостолов с разнесением 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц может быть также получен в качестве альтернативы путем разбиения раstra с шириной полосы частот 40 МГц, как показано на рис. 5.

РИСУНОК 4

Планы размещения частот радиостолов для передачи различных цифровых сигналов, с частотным разнесением 40 МГц, 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц в полосе частот 7725–8275 МГц (Все частоты в МГц)

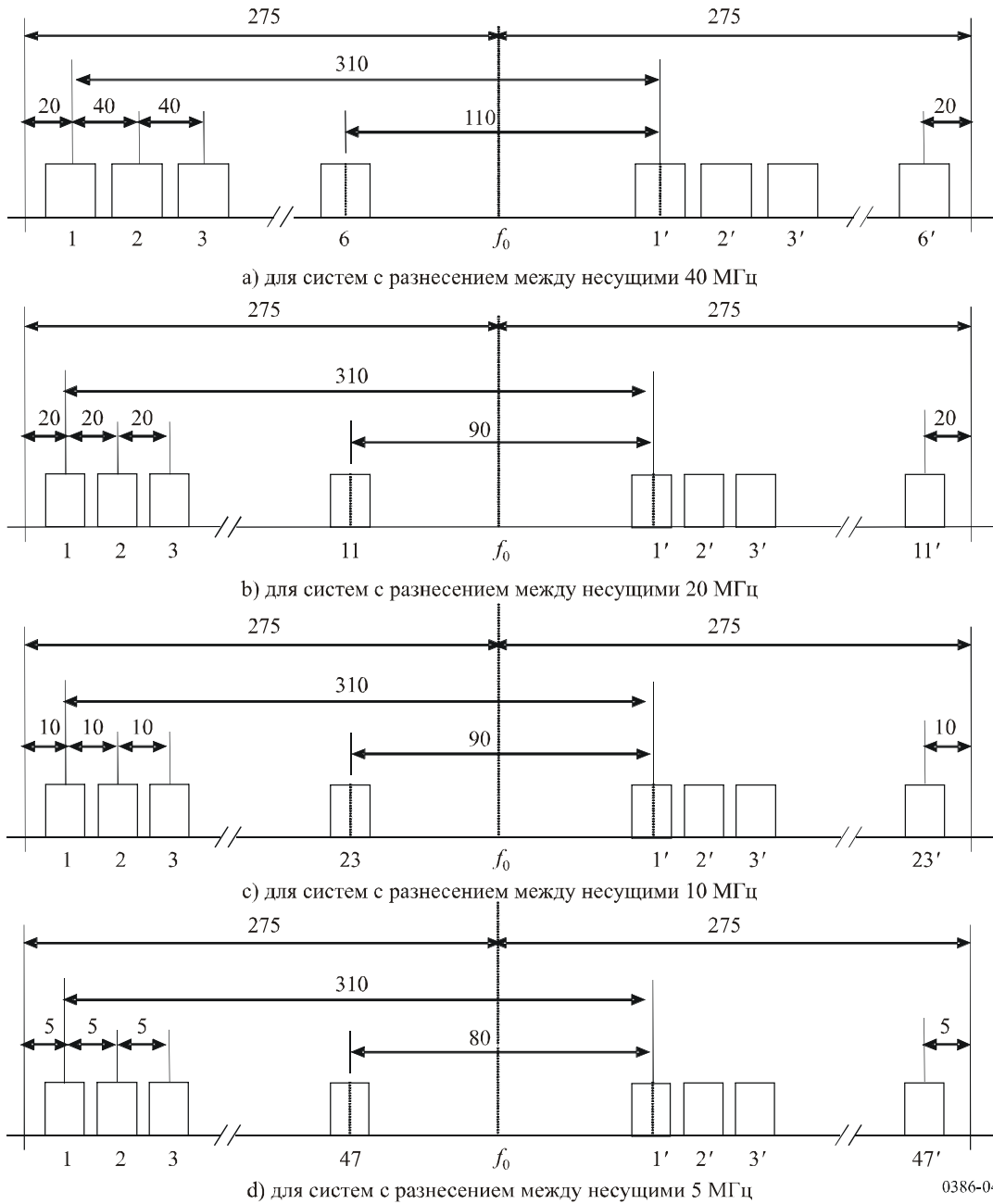
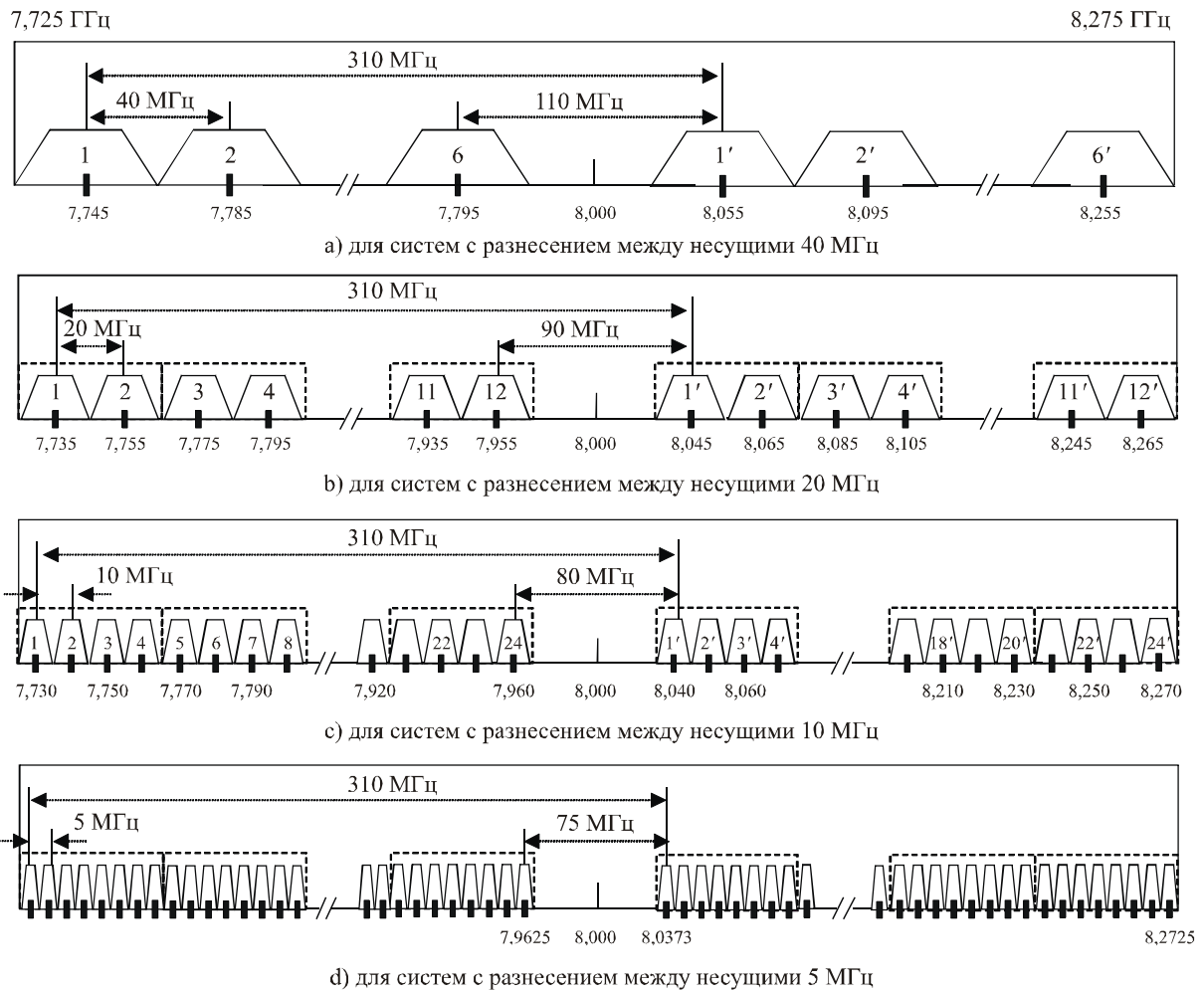


РИСУНОК 5

Альтернативные планы размещения частот радиостолов для передачи различных цифровых сигналов, с частотным разнесением 40 МГц, 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц в полосе частот 7725–8275 МГц



0386-05

Приложение 5

Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем, действующих в полосе частот 8025–8500 МГц, основанные на ширине полосы 3,5 МГц в соответствии с п. 1 раздела *рекомендует*

В данном Приложении описан план размещения частот радиостволов, применимый для цифровых фиксированных беспроводных систем, действующих в полосе частот 8025–8500 МГц с частотным разнесением, кратным 3,5 МГц.

План размещения частот радиостволов показан на рис. 6 и определен следующим образом:

Пусть f_n – средняя частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц),
 f'_n – средняя частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),
 f_0 – эталонная частота (МГц),

$$f_0 = 8\,253 \text{ МГц},$$

а) для систем с частотным разнесением 28 МГц (32×2 Мбит/с):

$$\text{нижняя половина полосы} \quad f_n = f_0 - 217 + 28n \quad \text{МГц},$$

$$\text{верхняя половина полосы} \quad f'_n = f_0 - 9 + 28n \quad \text{МГц},$$

где:

$$n = 2, 3, \dots, 7;$$

б) для систем с частотным разнесением 14 МГц (16×2 Мбит/с):

$$\text{нижняя половина полосы} \quad f_n = f_0 - 210 + 14n \quad \text{МГц},$$

$$\text{верхняя половина полосы} \quad f'_n = f_0 - 9 + 14n \quad \text{МГц},$$

где:

$$n = 2, 3, \dots, 14;$$

с) для систем с частотным разнесением 7 МГц (8×2 Мбит/с):

$$\text{нижняя половина полосы} \quad f_n = f_0 - 206,5 + 7n \quad \text{МГц},$$

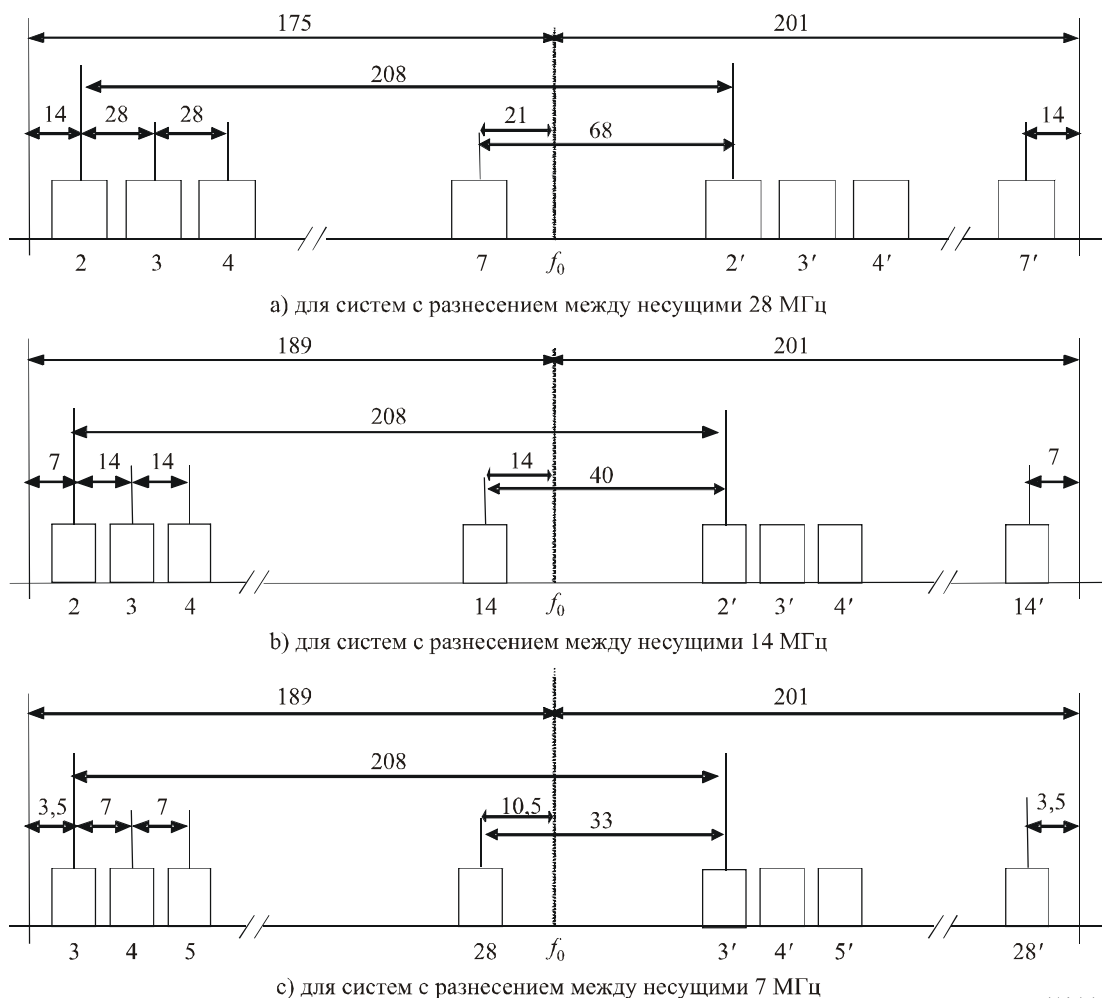
$$\text{верхняя половина полосы} \quad f'_n = f_0 + 1,5 + 7n \quad \text{МГц},$$

где:

$$n = 3, 4, \dots, 28.$$

РИСУНОК 6

Планы размещения частот радиостолов для цифровых фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 8025–8500 МГц с частотным разнесением кратным 3,5 МГц (Все частоты в МГц)



0386-06

Приложение 6

Описание плана размещения частот радиостолов в соответствии с п. 5 раздела *рекомендует*

1 План размещения частот радиостолов в полосе частот на 250 МГц ниже 7975 МГц и на 250 МГц выше 8025 МГц для до восьми прямых и восьми обратных радиостолов, каждый из которых предназначен для цифровых систем большой пропускной способности до 140 Мбит/с или до скорости передачи битов синхронной цифровой иерархии, действующих в диапазоне частот 8 ГГц, показан на рис. 7 и определен следующим образом:

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (МГц),

f_n – средняя частота одного радиостолова в нижней половине полосы частот (МГц),

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

тогда частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

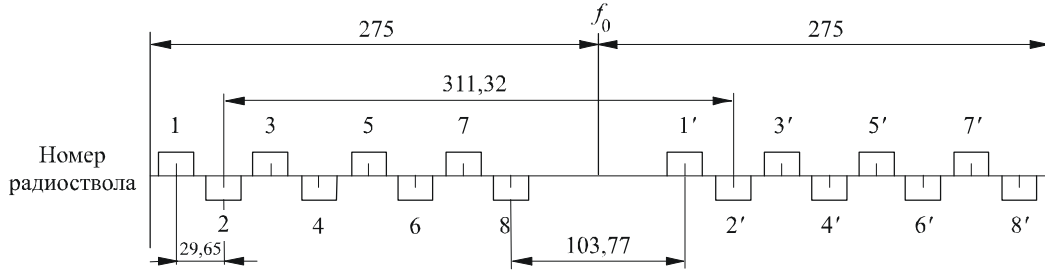
$$\begin{aligned} \text{нижняя половина полосы} \quad f_n &= f_0 - 281,95 + 29,65 n && \text{МГц,} \\ \text{верхняя половина полосы} \quad f'_n &= f_0 + 29,37 + 29,65 n && \text{МГц,} \end{aligned}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ или } 8.$$

РИСУНОК 7

Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем с пропускной способностью до 140 мбит/с или до скоростей передачи битов синхронной цифровой иерархии, действующих в полосе частот 7725–8275 МГц
(Все частоты в МГц)



0386-07

2 На участке, где осуществляется международное соединение, все радиостволы прямого направления должны быть расположены в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот.

3 Радиостволы прямого и обратного направлений на данном участке предпочтительно должны иметь поляризации, показанные ниже:

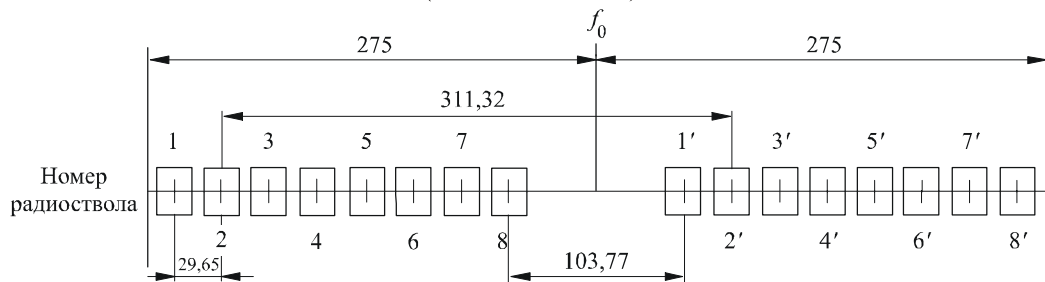
	<i>Прямое направление</i>				<i>Обратное направление</i>			
Г(В)	1	3	5	7	1'	3'	5'	7'
В(Г)	2	4	6	8	2'	4'	6'	8'

4 При возникновении необходимости в дополнительных радиостволах, частоты которых сдвинуты относительно частот радиостволов основного раstra, значение средних частот таких радиостволов должны быть на 14,825 МГц ниже соответствующих частот основных радиостволов.

5 Для цифровых фиксированных беспроводных систем с планами размещения частот с повторным использованием полосы на совпадающих частотах следует использовать план, приведенный на рис. 8.

РИСУНОК 8

План размещения частот с повторным использованием полос на совпадающих частотах для цифровых систем фиксированной беспроводной связи, действующих в полосе частот 7725–8275 МГц
(Все частоты в МГц)



0386-08

6 Для международных соединений средняя частота должна быть:

$$f_0 = 8000 \text{ МГц.}$$

Это значение соответствует полосе частот 7725–7975 МГц в нижней половине полосы и 8025–8275 МГц в верхней половине полосы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – План размещения частот радиостолов, показанный на рис. 7, перекрывает план, приведенный в Рекомендации МСЭ-R F.385 для средней частоты 7700 МГц, на 125 МГц между 7725 МГц и 7850 МГц. Во избежание взаимных помех между системами фиксированной беспроводной связи, использующими данные планы размещения частот радиостолов, необходимо принимать соответствующие меры.

Приложение 7

План размещения частот радиостолов в полосе частот от 8200 до 8500 МГц в соответствии с Примечанием 1 к разделу *рекомендует*

План размещения частот радиостолов в диапазоне 8 ГГц, описанный в данном Приложении, был признан предпочтительным для аналоговых систем с емкостью до 960 телефонных каналов; однако в целях обеспечения возможности переходного периода он также может использоваться и для некоторых цифровых систем.

1 Радиостолы следует определять следующим образом (см. Примечание 1):

Пусть f_0 – средняя частота занимаемой полосы частот (МГц),

f_n – средняя частота одного радиостола в нижней половине полосы частот (МГц),

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

тогда частоты отдельных радиостолов определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы $f_n = f_0 - 151,614 + 11,662 n$ МГц,

верхняя половина полосы $f'_n = f_0 + 11,662 n$ МГц,

где $n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 12$;

2 На участке, где осуществляется международное соединение, все радиостолы прямого направления должны быть расположены в одной половине полосы частот, а все радиостолы обратного направления – в другой половине полосы частот.

3 В соседних радиостолах, расположенных в одной и той же половине полосы частот, следует использовать горизонтальную и вертикальную поляризации попеременно.

4 Для международных соединений средняя частота предпочтительно должна быть равна:

$$f_0 = 8350 \text{ МГц.}$$

Это значение соответствует полосе частот 8200–8500 МГц. Кроме того, другие значения могут использоваться при взаимной договоренности заинтересованных администраций.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Исторически сложилось, что план размещения частот радиостолов, описанный в данном Приложении, позволяет получать все частоты гетеродинов от общего генератора с частотой 11,662 МГц.