

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.383-8

**План размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи высокой пропускной способности, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц (5925–6425 МГц)**

(Вопрос МСЭ-R 136/9)

(1959-1963-1966-1982-1986-1990-1992-1999-2001-2007)

**Сфера применения**

В настоящей Рекомендации приводятся планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи (ФБС) высокой пропускной способности, действующих в полосе 5925–6425 МГц, который также может использоваться для систем малой и средней пропускной способности. В основном тексте и в Приложениях 1–3 к настоящей Рекомендации представлен ряд планов размещения частот в данной полосе с разносом частот между радиостволами 5, 10, 20, 28, 29,65, 40, 60, 80 и 90 МГц.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что на международных линиях желательно иметь возможность присоединения систем фиксированной беспроводной связи (ФБС) на радиочастотах (РЧ) в диапазоне 6 ГГц;
- b) что многие мешающие воздействия могут быть значительно уменьшены путем тщательного планирования размещения радиочастот в системах ФБС, использующих несколько радиостволов;
- c) что использование цифровой модуляции допускает применение для передачи цифровых радиостволов со скоростью порядка 140 Мбит/с или скоростями передачи синхронной цифровой иерархии, плана размещения частот радиостволов, изначально определенного для систем емкостью 1800 телефонных каналов;
- d) что для этих цифровых радиосистем возможна дальнейшая экономия при подключении к одной антенне радиостволов прямого и обратного направлений;
- e) что цифровые методы, например корректоры кроссполяризационной развязки (ХРПС), могут внести значительный вклад в коэффициент подавления кроссполяризационной помехи (ХП), определен в Рекомендации МСЭ-R F.746), обеспечивая, таким образом, противодействие деполяризации, вызванной многолучевым распространением;
- f) что в случаях когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, с удвоенным модулем синхронной передачи первого уровня (STM-1)), дополнительная экономия может быть достигнута путем использования полос систем, ширина которых больше рекомендуемого разнеса частот между радиостволами, связанного с высокоэффективными форматами модуляции;
- g) что некоторым администрациям, возможно, требуется развертывать также системы с низкой и средней пропускной способностью,

отмечая,

что дальнейшее использование перемежающихся частот<sup>1</sup> может оказаться практически невозможным из-за ширины полосы, занятой модулированной несущей,

рекомендует,

1 что предпочтительный план размещения частот радиостволов при их числе до восьми в прямом и обратном направлениях, из которых каждый имеет пропускную способность порядка 140 Мбит/с или скорость передачи синхронной цифровой иерархии, действующих на частотах в нижней части диапазона 6 ГГц (Примечание 5), должен быть таким, как показано на рисунке 1, и должен определяться следующим образом:

пусть  $f_0$  – частота центра занимаемой полосы частот (МГц)

$f_n$  – центральная частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц)

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

тогда частоты (МГц) каждого радиоствола определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы:  $f_n = f_0 - 259,45 + 29,65 n$  МГц

верхняя половина полосы:  $f'_n = f_0 - 7,41 + 29,65 n$  МГц,

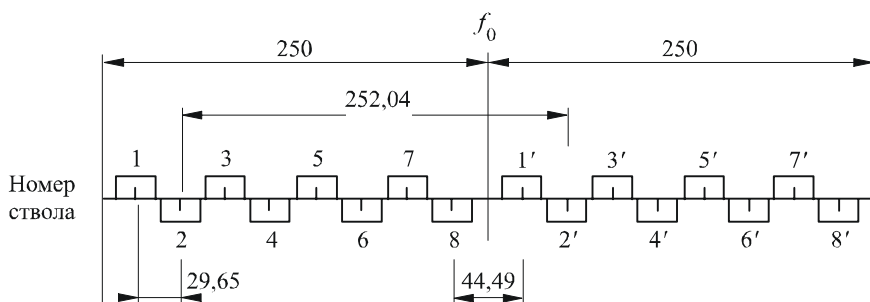
где:

$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$  или  $8$ ;

РИСУНОК 1А

**План размещения частот радиостволов с чередующейся поляризацией для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц, которые предназначены для использования в международных соединениях**

(Все частоты в МГц)



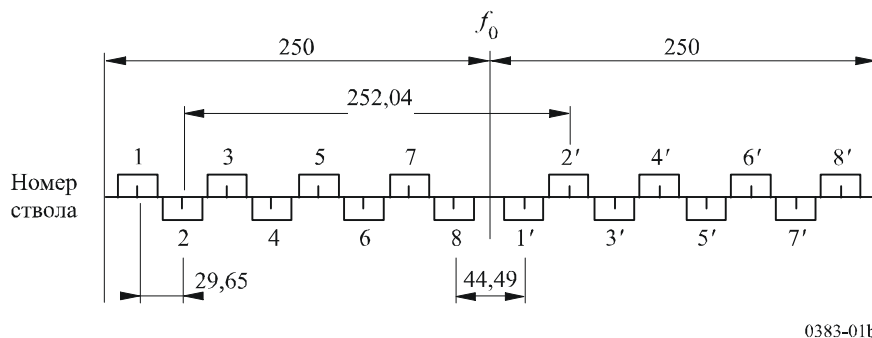
0383-01a

<sup>1</sup> Для аналоговых систем были рекомендованы дополнительные радиостволы (с разносом 29,65 МГц), перемежающиеся с радиостволами основного плана; значения центральных частот этих радиостволов на 14,825 МГц ниже значений соответствующих значений частот основных радиостволов. Возможно, они были сохранены для их перевода в цифровые системы высокой пропускной способности; эти радиостволы все еще могут использоваться.

РИСУНОК 1В

План размещения частот радиостволов с чередующейся поляризацией для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц, которые предназначены для использования в международных соединениях

(Все частоты в МГц)

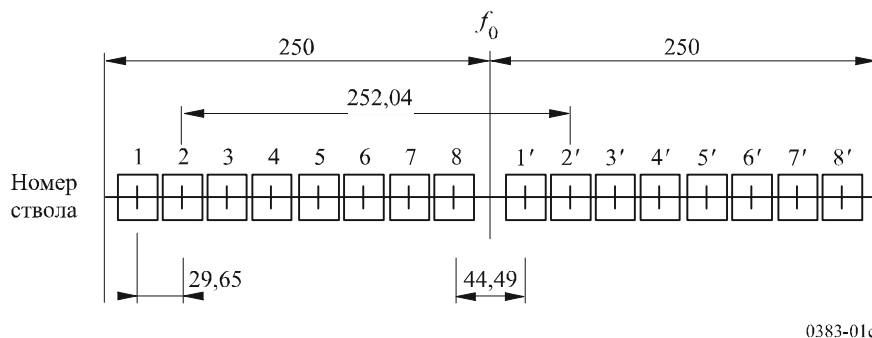


0383-01b

РИСУНОК 1С

План размещения частот радиостволов с повторным использованием полосы на совпадающих частотах для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц, которые предназначены для использования в международных соединениях

(Все частоты в МГц)



0383-01c

2 что на участке, где осуществляется международное соединение, все частоты радиостволов прямого направления должны располагаться в одной половине полосы частот, а все частоты радиостволов обратного направления – в другой половине полосы частот;

3 что на данном участке радиостволы прямого и обратного направлений должны иметь предпочтительно поляризации, показанные ниже и на рисунке 1А (см. Примечание 1):

|      | <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'                 |

В прошлом при развертывании аналоговых систем емкостью до 1800 каналов использовались следующие планы размещения с чередующейся поляризацией, которые возможно сохранились на начальном этапе перехода к цифровым системам; возможно они все еще применяются по согласованию между заинтересованными администрациями (см. Примечание 1):

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

4 что в случае, когда позволяют характеристики оборудования и сети, при согласии заинтересованной администрации, в целях повышения эффективности использования спектра может применяться план размещения частот с повторным использованием полосы на совпадающих частотах, изображенный на рисунке 1С;

5 что в случае, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, с двойным модулем STM-1) и когда это позволяет координация сетей, при согласии заинтересованной администрации, возможно использование любого из двух соседних радиостволов с разнесением 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 каналами с разнесением 29,65;

6 что предпочтительное значение центральной частоты равно 6175,0 МГц; кроме того, по согласованию между заинтересованными администрациями, могут применяться другие центральные частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В случае, когда применяются общие приемо-передающие антенны и радиоствол 8 используется совместно с радиостволом 1', либо как в плане размещения на рисунке 1А, либо даже как в более проблематичных планах на рисунках 1В и 1С, может потребоваться особое размещение с разделением и фильтрацией, для того чтобы ограничить создаваемое взаимное ухудшение и допустить их совместную работу.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В ряде администраций в Районе 1 в полосе частот 5925–6425 МГц используется план размещения частот радиостволов, приведенный в Приложении 2 к настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Некоторые администрации используют другой план размещения частот радиостволов в полосе частот 5925–6425 МГц для цифровых систем ФБС высокой пропускной способности с пропускными способностями до  $2 \times \text{STM-1}$  (см. Приложение 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Некоторые администрации используют другие планы размещения частот радиостволов в полосе частот 5925–6425 МГц для цифровых систем ФБС различными пропускными способностями вплоть до STM-1 (см. Приложение 3).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Реальные скорости передачи, с учетом вспомогательных данных, могут превышать исходную скорость передачи на 5% или более.

## Приложение 1

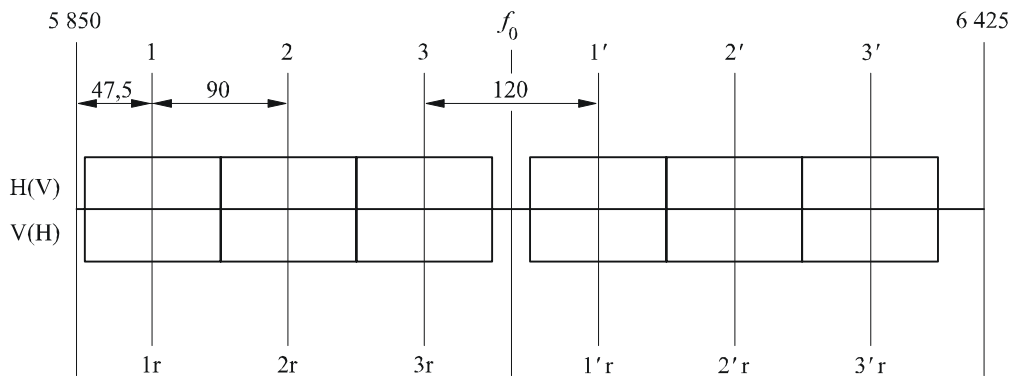
### Планы размещения частот, полученные из однородного частотного раstra для диапазона 6 ГГц с разносами частот между радиостволами 90, 60 и 40 МГц

Ниже описаны планы размещения частот радиостволов для диапазона 6 ГГц, полученные из Рекомендации МСЭ-R F.635.

#### 1 Планы размещения частот радиостволов с совпадающими частотами с разносом между стволами 90 МГц для нижней части диапазона 6 ГГц

На рисунке 2 показаны планы размещения частот радиостволов в полосе 5850–6425 МГц, предназначенные для систем с пропускной способностью 140 Мбит/с, использующих четырехпозиционную фазовую манипуляцию с уменьшенной полосой (4-ФМ УП).

РИСУНОК 2  
 Планы размещения частот радиостволов в нижней части диапазона 6 ГГц  
 (Все частоты в МГц)



$f_0$  (центральная частота) = 6 137,5 МГц  
 Скорость передачи символов = 74 МБд  
 $X = 1,22$   $Y = 1,62$   $Z = 0,64$

0383-02

## 2 Планы размещения частот радиостволов с разносом между стволами 60 МГц для диапазона 6 ГГц

В таблице 1 приведены планы размещения частот радиостволов в полосе 5925–6425 МГц, которые используются для систем с модуляцией 16-QAM и 256-QAM. Дополнительная информация о применениях, указанных в таблице 1, дана в Рекомендации МСЭ-R F.635.

## 3 Планы размещения частот радиостволов с разносом между стволами 40 МГц для нижней части диапазона 6 ГГц

Приведенный ниже план размещения частот радиостволов обеспечивает шесть радиостволов прямого и обратного направлений с пропускной способностью до  $2 \times 155$  Мбит/с для систем с приемлемыми видами модуляции более высокого уровня и эффективностью использования спектра до 7,75 бит/с/Гц. Этот план размещения частот радиостволов должен определяться следующим образом:

пусть  $f_0$  – частота центра занимаемой полосы частот (МГц),  $f_0 = 6175$

$f_n$  – центральная частота одного радиостола в нижней половине полосы частот (МГц)

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

тогда частоты (МГц) каждого радиостола определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 260 + 40 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 20 + 40 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ или } 6.$$

В приведенном выше плане размещения может применяться "двойная поляризация на совпадающей частоте", как показано на рисунке 3.

ТАБЛИЦА 1

## Планы размещения частот радиостволов для диапазона 6 ГГц

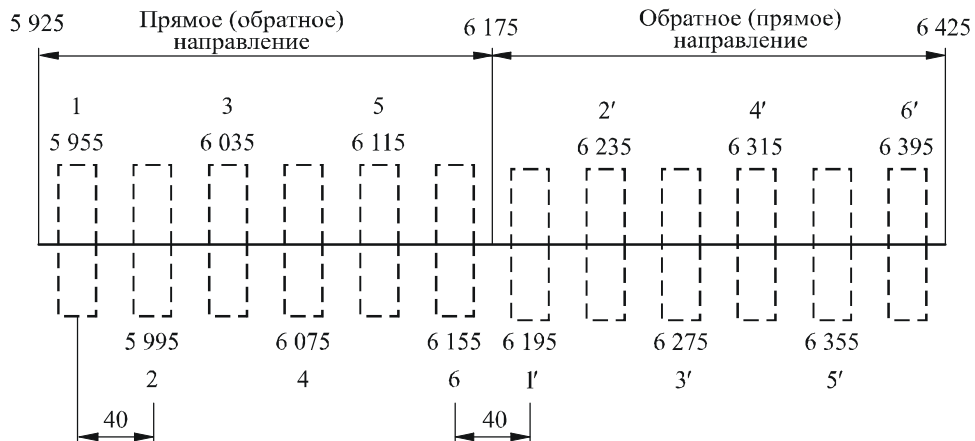
| Модуляция (пропускная способность на ствол) | 16-КАМ (STM-1)                           | 16-КАМ (STM-1)<br>256-КАМ (2 × STM-1)                             | 256-КАМ (2 × STM-1) <sup>(1)</sup>                                 |
|---|--|---|--|
| Полоса частот (МГц)                         | 5925–6425                                | 5925–6425   | 5925–6425  |
| Центральная частота полосы $f_0$ (МГц)      | 6175                                     | 6175  | 6175   |
| Центральная частота несущих $f_n$ (МГц)     | $f_0 \pm (40 + 60n)$<br>$n = 0, 1, 2, 3$ | $f_0 \pm 20n$<br>$n = 0, 1, \dots, 12$                            | $f_0 \pm (15 + 10n)$<br>$n = 0, 1, \dots, 23$                      |
| Сдвинутые или совпадающие частоты           | Совпадающие                              | Совпадающие   | Совпадающие  |
| Метод передачи                              | Метод передачи с одной несущей           | Метод передачи с тремя несущими (ширина полосы 20 МГц на несущую) | Метод передачи с шестью несущими (ширина полосы 10 МГц на несущую) |
| Число стволов                               | 8  | 8   | 8  |
| Разнос между стволами<br>$XS$ (МГц)<br>$X$  | 60<br>1,54                               | 60<br>1,54  | 60<br>1,54   |
| Центральный разнос<br>$YS$ (МГц)<br>$Y$     | 80<br>2,06                               | 80<br>2,06  | 80<br>2,06   |
| Защитная полоса<br>$ZS$ (МГц)<br>$Z$        | 30<br>0,77                               | 30<br>0,77  | 30<br>0,77   |

(1) Настоящий план размещения частот применим для пролетов с весьма сложными условиями распространения.

РИСУНОК 3

## План размещения частот радиостволов с разносом между двумя стволами 40 МГц для радиорелейных систем, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц

(Все частоты в МГц)



## Приложение 2

### План размещения частот радиостволов с разносом частот между радиостволами 28 МГц для системы ФБС, действующей в диапазоне 6 ГГц

В настоящем Приложении приводится план размещения частот радиостволов, пригодный для цифровых систем ФБС с шириной полосы радиоствола 28 МГц. План размещения полос радиостволов изображен на рисунке 4 и определяется следующим образом:

пусть  $f_0$  – частота центра занимаемой полосы частот (МГц),

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

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

$f_0 = 6172$  МГц,

дуплексное разнесение = 266 МГц,

тогда частоты (МГц) каждого радиоствола определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы:  $f_n = f_0 - 259 + 28n$

верхняя половина полосы:  $f'_n = f_0 + 7 + 28n$ ,

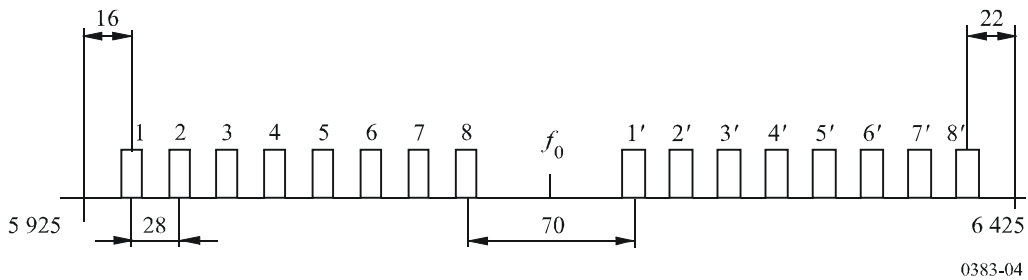
где:

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

РИСУНОК 4

План размещения частот радиостволов с разносом частот между стволами 28 МГц для системы ФБС, действующей в диапазоне 6 ГГц

(Все частоты в МГц)



0383-04

### Приложение 3

#### Планы размещения полос частот радиостволов в нижней части диапазона 6 ГГц с использованием разноса частот между стволами 5, 10, 20 и 40 МГц

Некоторые администрации могут использовать полосу частот 5925–6425 МГц для передачи цифровых телевизионных сигналов и для организации магистральных сетей между отдаленными районами по радиостволам с различной шириной полосы.

Базовый вариант плана размещения частот радиостволов с разносом 40 МГц должен определяться следующим образом:

Пусть  $f_0$  – частота центра занимаемой полосы частот (МГц),  $f_0 = 6175$ ,

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

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

дуплексное разнесение = 240 МГц,

центральный разнос = 20 МГц

Тогда центральные частоты радиостволов с разносом 40 МГц определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 270 + 40n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 10 + 40n \quad \text{МГц,}$$

где:

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

Предпочтительное размещение частот для базового варианта с разносом 40 МГц показано на рисунке 5.

Планы размещения частот радиостволов с меньшими разносами, составляющими 5, 10 и 20 МГц, получаются путем деления основных стволов с разносом 40 МГц.

РИСУНОК 5

План размещения частот радиостволов с разносом между стволами 40 МГц для цифровых систем ФБС, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц

(Все частоты в МГц)

