

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.384-10

Планы размещения частот радиостолов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и высокой пропускной способности, действующих в верхней части диапазона 6 ГГц (6425–7125 МГц)

(Вопрос МСЭ-R 136/9)

(1963-1966-1974-1982-1986-1990-1995-1999-2003-2006-2007)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводятся планы размещения частот радиостолов для фиксированных беспроводных систем, действующих в верхней части диапазона 6 ГГц (6425–7125 МГц), который может использоваться для фиксированных систем высокой, средней и малой пропускной способности. Для планов размещения с перемежением частот при возможном использовании планов размещения частот с повторным использованием полосы на совпадающих частотах рекомендуемые в основном тексте разности частот между радиостоловами составляют 40, 30, 20, 10 и 5 МГц. В Приложении 1 также рекомендована передача на многих несущих, основанная на этих планах размещения частот, и содержится подробное описание данного применения.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что фиксированные беспроводные системы (ФБС) средней и высокой пропускной способности должны быть реализуемы в верхней части диапазона 6 ГГц при тщательном планировании радиотрасс с целью уменьшения влияния многолучевости;
- b) что на международных линиях иногда желательно иметь возможность присоединения систем ФБС на радиочастотах в верхней части диапазона 6 ГГц;
- c) что общий план размещения частот радиостолов для ФБС имеет значительные преимущества;
- d) что использование некоторых видов цифровой модуляции (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1101) позволяет использовать план размещения частот радиостолов для передачи данных со скоростью порядка 140 Мбит/с или со скоростями передачи данных синхронной цифровой иерархии (СЦИ);
- e) что в этих цифровых радиосистемах можно получить еще большую экономию при подключении к одной антенне, имеющей соответствующие эксплуатационные характеристики, до восьми радиостолов прямого и обратного направлений;
- f) что многие мешающие воздействия могут быть значительно уменьшены путем тщательно спланированного размещения радиочастот в ФБС, использующей несколько радиостолов;
- g) что подходы на основе цифровых ФБС как с одной, так и со многими несущими, являются полезными для достижения оптимального компромисса между техническими и экономическими показателями при проектировании систем;
- h) что цифровые методы, например, корректоры кроссполаризационной развязки (ХРПС) могут внести значительный вклад в коэффициент подавления кроссполаризационной помехи (ХПФ, определенный в Рекомендации МСЭ-R F.746), и тем самым противодействовать деполаризации вследствие многолучевого распространения,

рекомендует,

1 что предпочтительный план размещения частот до восьми радиостолов прямого и до восьми радиостолов обратного направлений, каждый из которых имеет скорость передачи порядка 140 Мбит/с или скорость передачи синхронной цифровой иерархии (см. Примечание 2) и работает на частотах в верхней части диапазона 6 ГГц, следует определять следующим образом:

Пусть f_0 частота центра занимаемой полосы частот (МГц),

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 отдельных радиостолов определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 350 + 40n \quad \text{МГц}$$

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

где:

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

1.1 что на участке, где осуществляется международное соединение, все частоты радиостолов прямого направления должны быть размещены в одной половине полосы, а все частоты радиостолов обратного направления – в другой половине полосы;

1.2 что в соседних радиостолах в одной и той же половине полосы следует попеременно использовать разную поляризацию;

1.3 что в случае, когда используются общие приемно-передающие антенны, и на одну антенну работают не более четырех радиостолов, частоты радиостолов следует предпочтительно выбирать, принимая:

$$n = 1, 3, 5 \text{ и } 7 \text{ в обеих половинах полосы}$$

или

$$n = 2, 4, 6 \text{ и } 8 \text{ в обеих половинах полосы;}$$

1.4 что предпочтительное распределение поляризаций радиостолов должно быть одним из показанных на рисунке 1 (см. Примечание 2);

1.5 что для цифровых ФБС также может использоваться план размещения частот с повторным использованием полосы на совпадающих частотах, который может быть получен из планов, показанных на рисунках 1a) или 1b);

2 что предпочтительный план размещения до 16 радиостолов прямого и 16 радиостолов обратного направлений, каждый из которых имеет скорость передачи цифровых плездохронных или синхронных иерархий со средней пропускной способностью, должен быть получен путем перемежения дополнительных радиостолов с радиостолами основного плана и должен быть выражен следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 350 + 20n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 - 10 + 20n \quad \text{МГц,}$$

где:

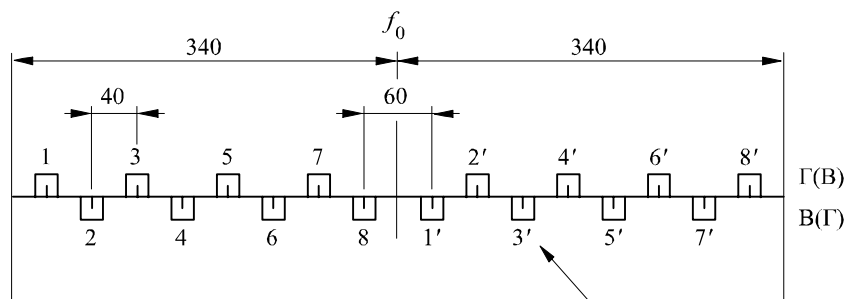
$$n = 1, 2, 3, \dots, 15, 16;$$

2.1 что на участке, где осуществляется международное соединение, все частоты радиостолов прямого направления следует располагать в одной половине полосы, а все частоты радиостолов обратного направления – в другой половине полосы;

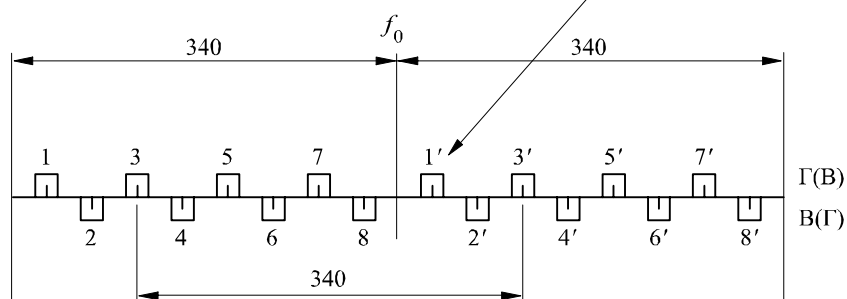
2.2 что в соседних радиостолах в одной и той же половине полосы следует попеременно использовать разную поляризацию;

РИСУНОК 1

**План размещения частот радиостволов для антенн
с одной или двойной поляризацией**
(Все частоты в МГц)



а) План размещения радиостволов для антенн с двойной поляризацией (Примечание 3)



б) План размещения частот радиостволов для антенн с одной поляризацией или обычных приемо-передающих антенн с двойной поляризацией (Примечание 3)

Номер
ствола

0384-01

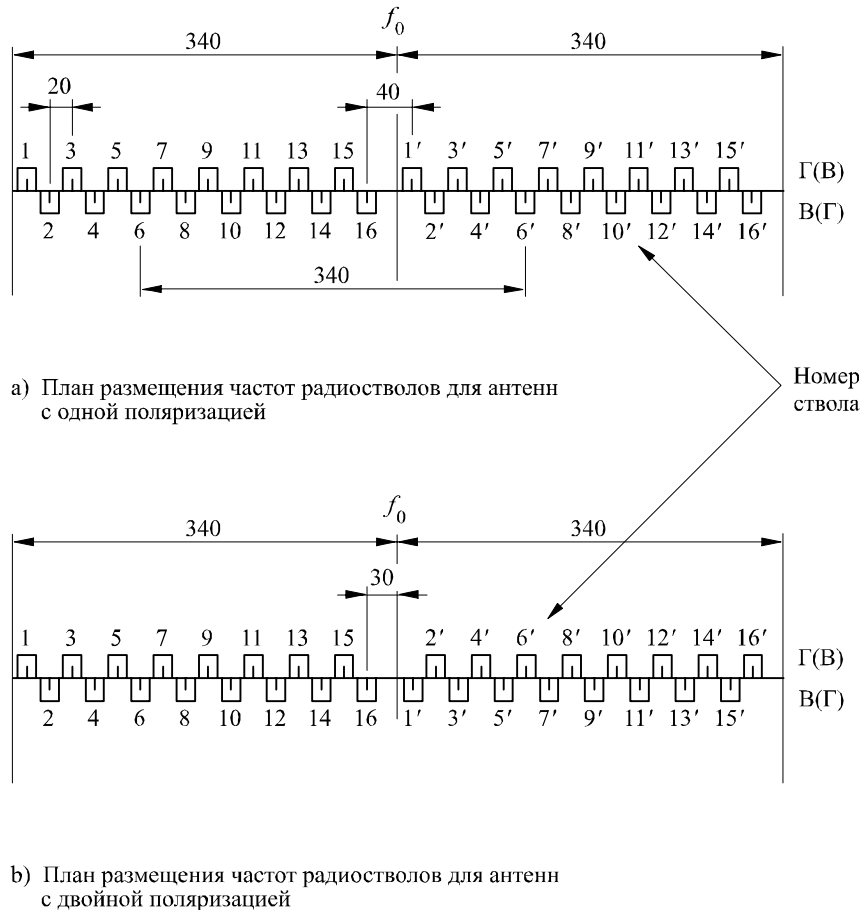
2.3 что в том случае, когда используются общие приемо-передающие антенны и на одну антенну работают не более четырех радиостволов, частоты радиостволов следует предпочтительно выбирать, принимая:

- $n = 1, 5, 9, 13$ или
- $n = 2, 6, 10, 14$ или
- $n = 3, 7, 11, 15$ или
- $n = 4, 8, 12, 16,$

в обеих половинах полосы, и что предпочтительное распределение поляризаций радиостволов должно быть таким, как показано на рисунке 2;

РИСУНОК 2

**План размещения частот радиостволов для антенн
с одной или двойной поляризацией**
(Все частоты в МГц)



0384-02

3 что в том случае, когда применяется передача со многими несущими (Примечание 3), общее число несущих, n , следует рассматривать как один радиоствол. Центральная частота этого радиоствола должна рассчитываться на основе пп. 1 и 2 раздела *рекомендует*, вне зависимости от действительных центральных частот отдельных несущих, которые могут изменяться по техническим причинам, в соответствии с практической реализацией. Более подробно работа систем со многими несущими рассмотрена в Приложении 1;

4 что предпочтительный план размещения частот до десяти радиостволов прямого и до десяти радиостволов обратного направлений, каждый из которых имеет скорость передачи порядка 155 Мбит/с или скорость передачи СЦИ (см. Примечание 1) и работает на частотах в верхней части диапазона 6 ГГц, следует определять 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 отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 30n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 30n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \text{ и } 10;$$

4.1 что в случаях, когда позволяют характеристики оборудования и сети, при согласии заинтересованной администрации в целях повышения эффективности использования спектра может применяться повторное использование полосы на совпадающих частотах;

4.2 что в случаях, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, удвоенный модуль синхронной передачи первого уровня (STM-1)) и позволяют условия координации сетей, при согласии заинтересованных администраций возможно использование любых двух соседних радиостволов 30 МГц, определенных в пункте 4 раздела *рекомендует*, для систем с более широкой полосой, при этом центральная полоса лежит в центральной точке расстояния между этими двумя соседними радиостволами 30 МГц;

5 что предпочтительный план размещения частот для числа радиостволов 10 МГц до 32 в прямом направлении и до 32 в обратном направлении должен быть выражен следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 10 n \quad \text{МГц}$$

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

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 31, 32;$$

6 что предпочтительный план размещения частот для числа радиостволов 5 МГц до 64 в прямом направлении и до 64 в обратном направлении должен быть выражен следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 5 n \quad \text{МГц}$$

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

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 63, 64.$$

7 что предпочтительным значением центральной частоты, f_0 , является 6770 МГц; кроме того, по согласованию между заинтересованными администрациями могут использоваться другие значения центральных частот;

8 что план размещения частот радиостволов с разносом 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц может быть также получен в качестве альтернативы путем разбиения радиостволов с разносом 40 МГц из плана размещения частот в пункте 1 раздела *рекомендует*.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Реальная общая скорость передачи, включая вспомогательные данные, может быть выше эффективной скорости передачи на 5% или более.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Допускается работа на одну антенну семи радиостволов прямого и обратного направлений при размещении частот радиостволов согласно рисунку 1a). Размещение частот радиостволов согласно рисунку 1b) при соответствующих характеристиках антенн дает лучшую развязку между ближайшими стволами передачи и приема, что позволяет использовать восемь радиостволов прямого и обратного направлений.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Система со многими несущими – это система с n (где $n > 1$) несущими, модулированными цифровыми сигналами, которые одновременно передаются (или принимаются) при помощи одного и того же РЧ оборудования. Центральную частоту следует рассматривать как среднее арифметическое от n отдельных несущих частот системы со многими несущими.

Приложение 1

Описание системы со многими несущими

Система со многими несущими – это система с n (где $n > 1$) несущими, модулированными цифровыми сигналами, которые одновременно передаются (или принимаются) при помощи одного и того же РЧ оборудования.

Для передачи на многих несущих, которой свойственна большая пропускная способность, центральная частота радиоствола должна совпадать с одной из соответствующих частот основных планов размещения частот радиостволов, приведенных в пп. 1 и 2 раздела *рекомендует*. Частотное разнесение может быть кратной целым значениям, определенным в пп. 1 и 2 раздела *рекомендует*. При выборе подходящего варианта требуется принимать в расчет совместимость с существующими конфигурациями.

Ниже приведены примеры планов размещения частот радиостволов с одинаковой поляризацией, использующих систему с двумя несущими 64-QAM. Каждая несущая модулируется со скоростью 155,52 Мбит/с (STM-1).

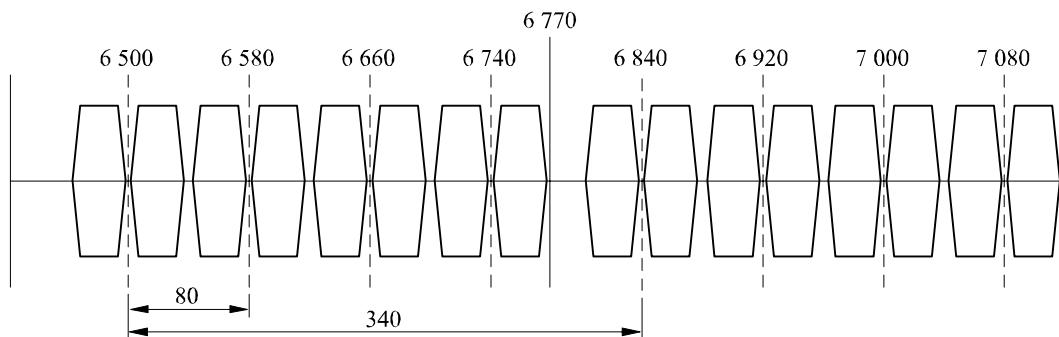
В условиях одновременной работы аналоговых и цифровых систем предпочтительно использовать план размещения частот, показанный на рисунке 3а), так как в нем частоты несущих существующих аналоговых систем расположены посередине между парами цифровых несущих.

Центральные частоты этого плана размещения частот получаются из п. 1 раздела *рекомендует* путем установки значений $n = 2, 4, 6, 8$. Частотное разнесение составляет 80 МГц. Каждый радиоствол содержит 2×2 несущих, расположенных на расстоянии $\pm 17,5$ МГц от центральной частоты и использующих обе поляризации.

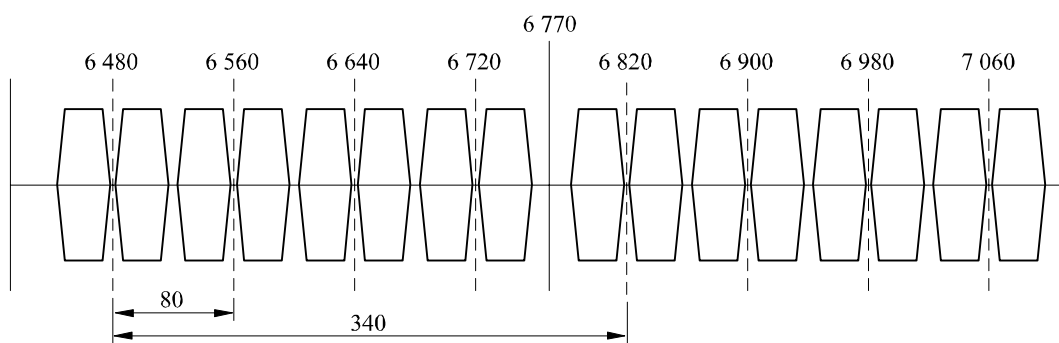
На рисунке 3б) показан план размещения с перемежением частот радиостволов, в котором центральные частоты получены из п. 2 раздела *рекомендует* путем установки значений $n = 3, 7, 11, 15$. Этот план размещения частот пригоден для использования в чисто цифровых линиях и является предпочтительным, так как он обеспечивает более симметричные защитные интервалы на краях полосы частот.

РИСУНОК 3

**Пример плана размещения частот радиостолов для фиксированной беспроводной системы
 $2 \times 2 \times 155,52$ Мбит/с ($4 \times$ STM-1), работающей с частотным разнесением 80 МГц
 в верхней части диапазона 6 ГГц
 (Все частоты в МГц)**



а) Предпочтительный план размещения частот радиостолов для случая, когда требуется совместимость с аналоговыми радиорелейными системами



б) Предпочтительный план размещения частот радиостолов для случая, когда не требуется совместимости с аналоговыми радиорелейными системами