

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.384-9

Планы размещения частот радиостолов для цифровых систем фиксированной беспроводной связи средней и большой емкости, работающих в верхней части диапазона 6 ГГц

(Вопрос МСЭ-R 136/9)

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

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводятся планы размещения частот радиостолов для систем фиксированной беспроводной связи, работающих в верхней части диапазона 6 ГГц (6430–7110 МГц), который может использоваться для фиксированных систем большой и средней емкости. Разносы каналов, рекомендуемые в основном тексте, составляют 40, 30, 20 и 10 МГц с чередующимися частотными планами и возможным использованием планов размещения частот совмещенных радиостолов. Передача на нескольких несущих, основанная на этих планах размещения частот, рекомендована также в Приложении 1, в котором содержится подробное описание данного приложения.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a) что системы фиксированной беспроводной связи (СФБС) средней и большой емкости 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 соединения систем ФБС на радиочастотах в верхней части диапазона 6 ГГц;
- c) что общий план размещения частот радиостолов для СФБС имеет значительные преимущества;
- d) что использование некоторых типов 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 со скоростью передачи 140 Мбит/с 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 СФБС, использующей несколько радиостолов;
- g) что цифровые СФБС как с одной, так и с несколькими несущими, являются полезными концепциями для достижения оптимального компромисса между техническими и экономическими показателями при проектировании систем;
- h) что цифровые СФБС могут предоставлять возможности для передачи STM-1 СЦИ при использовании методов модуляции высокого порядка, которые уменьшают необходимую ширину полосы,

рекомендует

1 что предпочтительный план размещения частот для числа радиостволов, работающих на частотах до восьми в прямом и обратном направлениях со скоростью передачи порядка 140 Мбит/с или скоростями передачи синхронной цифровой иерархии (см. Примечание 2), работающих на частотах в верхней части диапазона 6 ГГц, следует определять следующим образом:

Пусть f_0 центральная частота 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:

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

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

где:

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

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

1.2 что в соседних радиостволах в каждой половине полосы следует попеременно использовать разную поляризацию;

1.3 что в том случае, когда используются общие приемно-передающие антенны, и на одну антенну работает не более четырех радиостволов, частоты радиостволов должны предпочтительно выбираться при:

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

или

$$n = 2, 4, 6 \text{ и } 8 \text{ в обеих половинах полосы (см. Примечание 2);}$$

1.4 что предпочтительным расположением поляризаций радиостволов является одно из показанных на рисунке 1;

1.5 что для цифровых СФБС также может использоваться план размещения частот совмещенных радиостволов, который может быть получен из планов, показанных на рисунках 1а) или 1б);

2 что предпочтительный частотный план для числа радиостволов до 16 в прямом направлении и до 16 в обратном направлении, в каждом из которых размещается до 1260 телефонных каналов, или эквивалентных, или цифровых плездохронных или синхронных каналов со средней пропускной способностью, должен быть получен путем чередования дополнительных каналов с каналами 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:

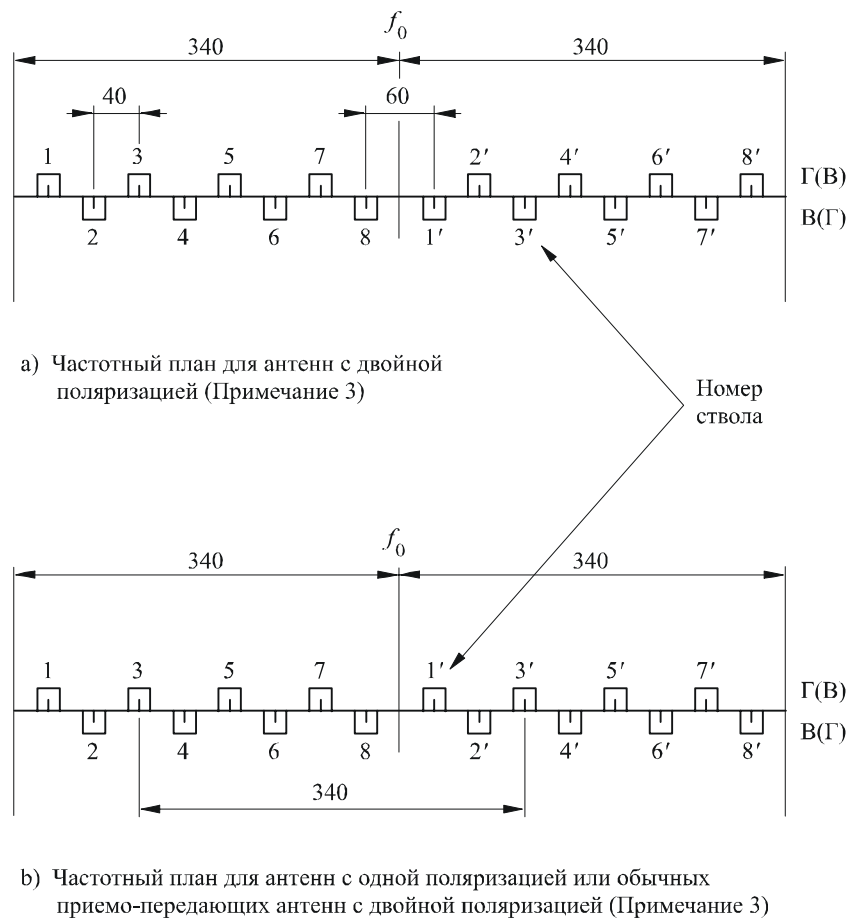
$$n = 1, 2, 3, \dots 15, 16;$$

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

2.2 что в соседних радиостволах в каждой половине полосы следует попеременно использовать разную поляризацию;

РИСУНОК 1

Частотный план для антенн с одной или двойной поляризацией
(Все частоты в МГц)



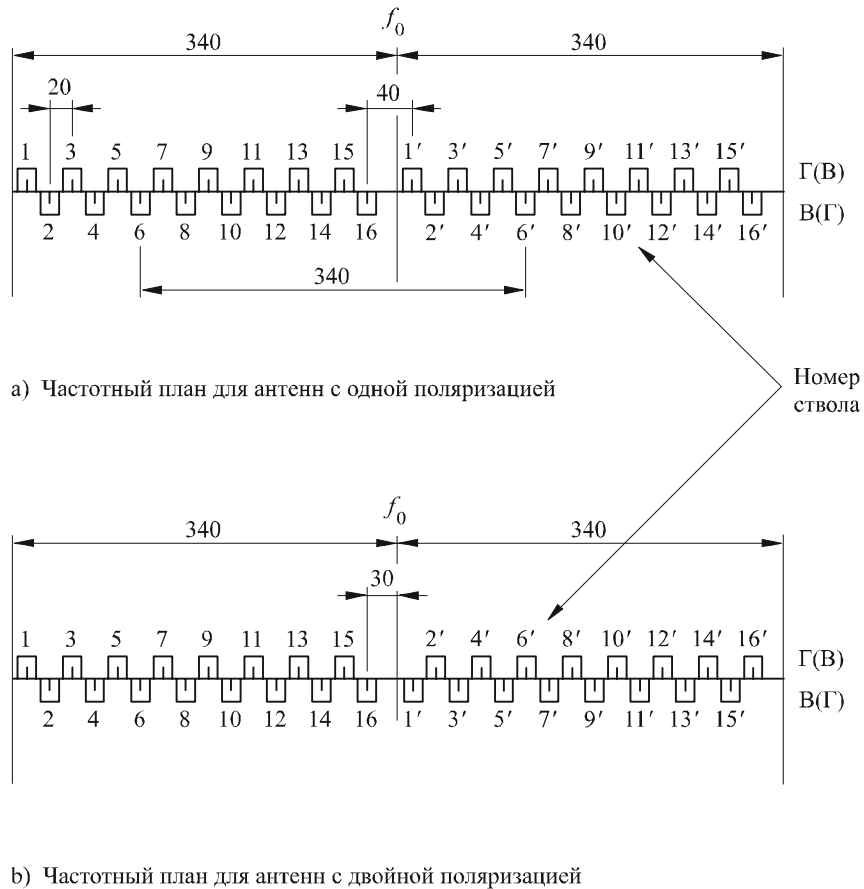
0384-01

2.3 что в том случае, когда используется общая приемо-передающая антенна 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
Частотный план для антенн с одной или двойной поляризацией
 (Все частоты в МГц)



0384-02

3 что в том случае, когда применяется передача с несколькими 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 с несколькими несущими рассмотрена в Приложении 1;

4 что предпочтительным значением центральной частоты f_0 является 6770 МГц; другие значения центральных частот могут использоваться по согласованию между заинтересованными администрациями.

Пусть f_0 центральная частота 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:

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

5 что предпочтительный план размещения частот для числа радиостволов частотой 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 предпочтительным значением центральной частоты f_0 является 6770 МГц; другие значения центральных частот могут использоваться по согласованию между заинтересованными администрациями.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Реальная скорость передачи, включая вспомогательные данные, может быть выше исходной 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 1а). Размещение частот радиостволов согласно рисунку 1б) 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 с несколькими 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 с несколькими несущими.

Приложение 1

Описание системы с несколькими несущими

Система с несколькими несущими – это система с n (где $n > 1$) одновременно передаваемыми (или принимаемыми) при помощи одного и того же РЧ оборудования цифровыми сигналами модулированных несущих.

Для передачи на нескольких несущих, которой свойственна большая пропускная способность, центральная частота радиостола должна совпадать с одной из соответствующих частот основных планов размещения частот радиостволов, показанных в пп. 1 и 2 раздела *рекомендует*. Разнос каналов может быть кратным 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 с 64-КАМ. Каждая несущая модулируется со скоростью 155,52 Мбит/с (STM-1).

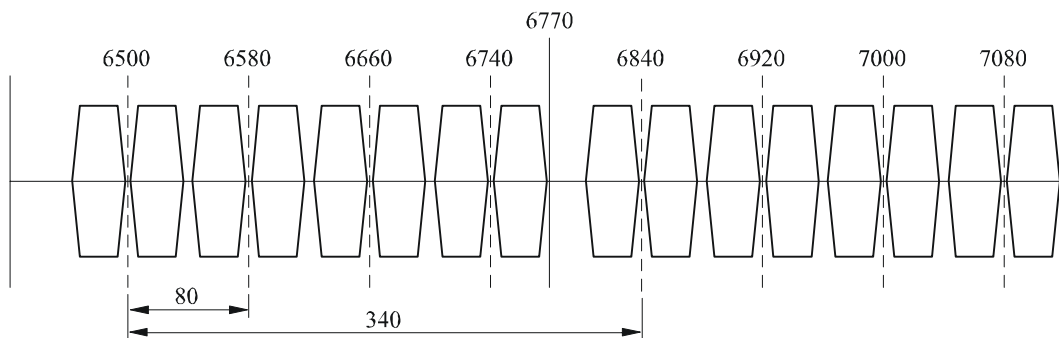
В условиях одновременной работы аналоговых и цифровых систем предпочтительно использовать частотный план, показанный на рисунке 3а), так как в нем частоты несущих существующих аналоговых систем расположены посередине между парами цифровых несущих.

Центральные частоты этого частотного плана получают из п. 1 раздела *рекомендует* путем установки значений $n = 2, 4, 6, 8$. Разнос каналов составляет 80 МГц. Каждый радиочастотный ствол содержит 2×2 несущих, расположенных на расстоянии $\pm 17,5$ МГц от центральной частоты и использующих обе поляризации.

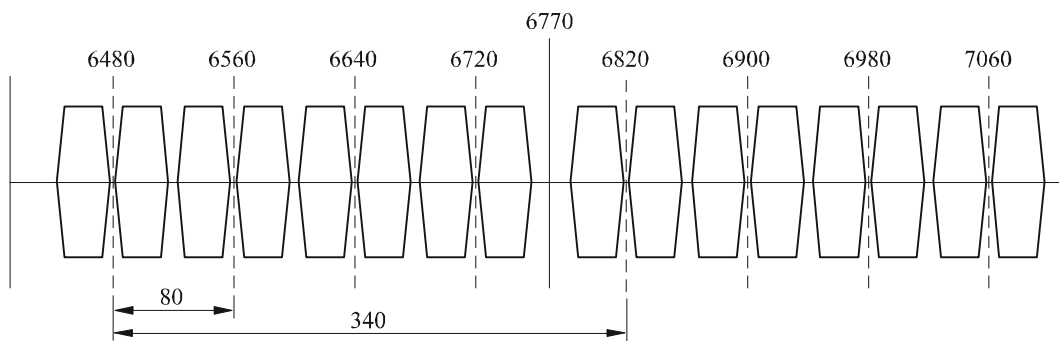
На рисунке 3b) показан частотный план с чередованием, в котором центральные частоты получены из п. 2 раздела *рекомендует* путем установки значений $n = 3, 7, 11, 15$. Этот частотный план пригоден для использования в чисто цифровых линиях и является предпочтительным, так как он обеспечивает более симметричные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

РИСУНОК 3

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



а) Предпочтительный частотный план для случая, когда требуется совместимость с аналоговыми радиорелейными системами



б) Предпочтительный частотный план для случая, когда не требуется совместимости с аналоговыми радиорелейными системами