

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.387-10

**Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 11 ГГц**

(Вопрос МСЭ-R 136/9)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002-2006)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации приведены планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем (ФБС), действующих в диапазоне частот 11 ГГц (10,7–11,7 ГГц), которые могут быть использованы в применениях фиксированной службы большой, средней и малой пропускной способности, включая инфраструктуру подвижной связи. В основном тексте рекомендовано частотное разнесение 40 МГц с защитными интервалами 15 и 55 МГц, а также второй план размещения частот, который также использует частотное разнесение 40 МГц, но с защитным интервалом 35 МГц. Другие планы размещения частот с разнесением, отличным от 40 МГц и применяемым в некоторых странах, также приведены в разделе *рекомендует*, где имеются ссылки на ряд Приложений.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в диапазоне частот 11 ГГц представляется возможным создание цифровых систем с пропускной способностью до 140 Мбит/с или скоростями передачи синхронной цифровой иерархии или эквивалентными скоростями передачи бит, в зависимости от условий выпадения осадков;
- b) что расстояние между промежуточными станциями, а также и другие аспекты проектирования систем в этом диапазоне частот, требуют знания важнейших метеорологических факторов;
- c) что на международных линиях желательно осуществлять соединение таких систем на радиочастотах;
- d) что обе концепции цифровых фиксированных беспроводных систем (ФБС) – с одной несущей и с несколькими несущими, являются полезными для получения наилучших показателей при достижении компромисса между техническими и эксплуатационными аспектами проектирования системы,

*рекомендует,*

**1** чтобы предпочтительный план размещения частот радиостволов для ФБС со скоростью передачи бит соответствующей плездохронной или синхронной цифровой иерархии или эквивалентными скоростями передачи бит (Примечание 1), действующих в диапазоне частот 11 ГГц, определялся 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),

**1.1** чтобы частоты отдельных радиостволов основного раstra (обеспечивающего до 12 прямых и обратных радиостволов) определялись следующим образом:

нижняя половина полосы:  $f_n = f_0 - 525 + 40 n$  МГц

верхняя половина полосы:  $f'_n = f_0 + 5 + 40 n$  МГц,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$  в нижней и верхней полосах (для 12-ствольного плана с защитным интервалом ZS равным 15 МГц)

или  $n = 2, 3, 4, \dots, 12$  в нижней половине полосы, и

$n = 1, 2, 3, \dots, 11$  в верхней половине полосы (для 11-ствольного плана с защитным интервалом ZS равным 55 МГц).

План размещения частот радиостволов приведен на рисунке 1 (Примечания 2 и 3).

**1.2** чтобы частоты отдельных радиостволов второго варианта основного раstra (обеспечивающего до 12 радиостволов прямого и обратного направления) с защитным интервалом ZS равным 35 МГц, определялись следующим образом:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 505 + 40n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 15 + 40n \quad \text{МГц,}$$

где:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$  в зависимости от количества радиостволов.

План размещения частот показан на рисунке 2, на котором также представлено возможное размещение поляризацій.

РИСУНОК 1

План размещения частот радиостволов для ФБС большой пропускной способности, действующих в диапазоне частот 11 ГГц в соответствии с п. 1.1 раздела *рекомендует*

(Все частоты в МГц)

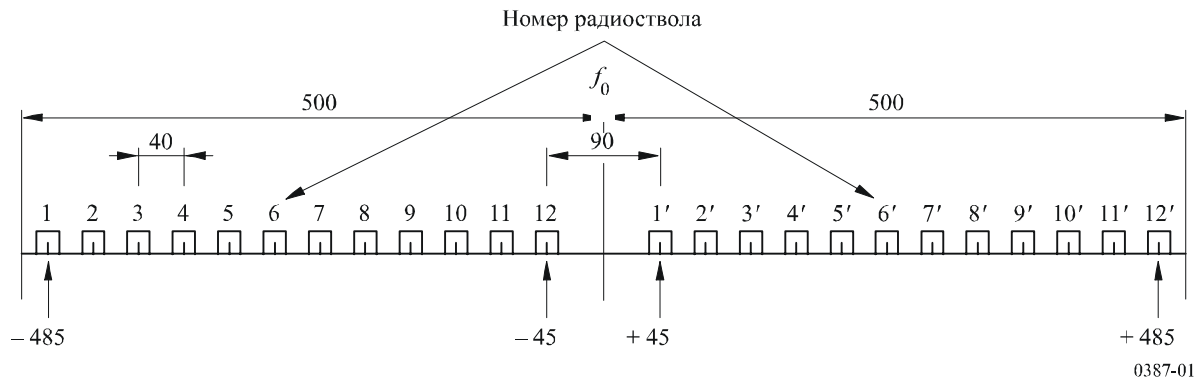
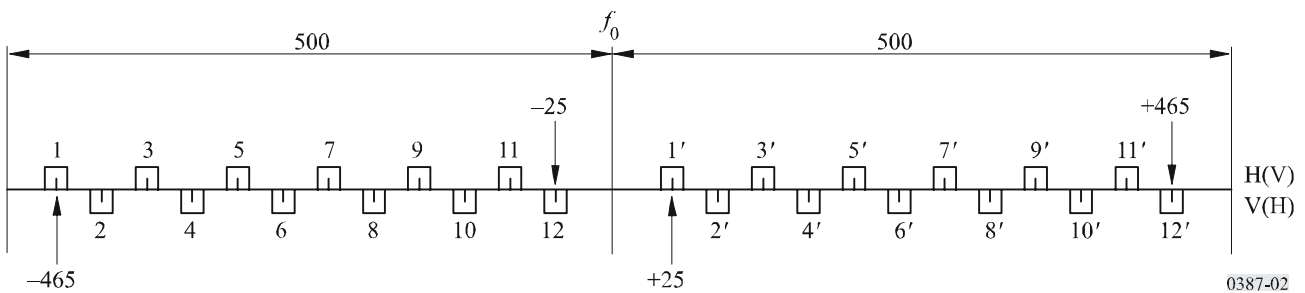


РИСУНОК 2

План размещения частот радиостволов для ФБС большой пропускной способности, действующих в диапазоне частот 11 ГГц в соответствии с п. 1.2 раздела *рекомендует*

(Все частоты в МГц)



- 2 чтобы на участке, где осуществляется международное соединение, все радиостволы прямого направления размещались в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления – в другой половине полосы частот;
- 3 чтобы для соседних радиостволов, расположенных в одной и той же половине полосы частот, различные поляризации использовались предпочтительно попеременно (см. также п. 6 раздела *рекомендует*);
- 4 чтобы предпочтительное значение средней частоты  $f_0$  было равно 11 200 МГц; другие значения средних частот могут применяться по согласованию между заинтересованными администрациями;
- 5 чтобы в тех случаях, когда в диапазоне частот 11 ГГц применяются цифровые ФБС малой и средней пропускной способности, использовались планы размещения частот радиостволов в соответствии с растром в п. 1.2 раздела *рекомендует* (см. также Примечание 7);
- 6 чтобы для цифровых ФБС также мог использоваться план размещения на совпадающих частотах с двумя поляризациями, получаемый из планов, показанных на рисунке 1 или 2, при помощи добавления к каждому радиостволу еще одного дополнительного радиоствола;
- 7 чтобы в случае, когда используется передача с несколькими несущими частотами (см. Примечание 5) общая совокупность  $n$  несущих частот рассматривалась как один радиоствол. Средняя частота этого радиоствола определяется согласно п. 1 раздела *рекомендует* вне зависимости от реальных значений средних частот отдельных несущих, которые могут изменяться по техническим особенностям и в соответствии с вариантами практической реализации. Эксплуатация систем с несколькими несущими частотами более детально описана в Приложении 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Реальные общие скорости передачи могут превышать исходные скорости передачи на 5% или более.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Допустима работа на одну антенну 12 радиостволов прямого направления и 12 радиостволов обратного направления на основе плана размещения частот радиостволов, представленного на рисунке 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Следует обратить внимание, что другой план размещения частот радиостволов со сдвинутыми частотами с радиостволами, сдвинутыми на 20 МГц ниже основного раstra в п. 1.1 раздела *рекомендует*, был также рекомендован в предыдущей версии данной Рекомендации и использовался в прошлом для внедрения цифровых сетей средней пропускной способности в дополнение к существующим аналоговым сетям. Радиоствол 1 из данного плана расположен вне нижнего края полосы частот 10,7 ГГц и, в соответствии с п. 5430 Регламента радиосвязи (РР), его применение не допускается, однако, в соответствии с п. 5483 РР, этот план может все еще использоваться в некоторых странах.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Признано, что некоторые администрации используют альтернативные планы размещения частот радиостволов для 140 Мбит/с, как описано в Приложении 1.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Система с несколькими несущими – это система, в которой одно и то же радиочастотное оборудование одновременно передает (или принимает)  $n$  (где  $n > 1$ ) цифровых сигналов. Среднюю частоту следует рассматривать как среднее арифметическое  $n$  отдельных несущих частот в системе с несколькими несущими.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Следует обратить внимание, что в одной стране используется план размещения частот радиостволов с разносом частот между радиостволами 60 МГц. Описание этого плана размещения частот радиостволов приведено в Приложении 3.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Следует обратить внимание на тот факт, что в некоторых странах применяются другие планы размещения частот радиостволов для цифровых систем средней и малой пропускной способности. Описание этих планов размещения частот радиостволов приведено в Приложении 4.

## Приложение 1

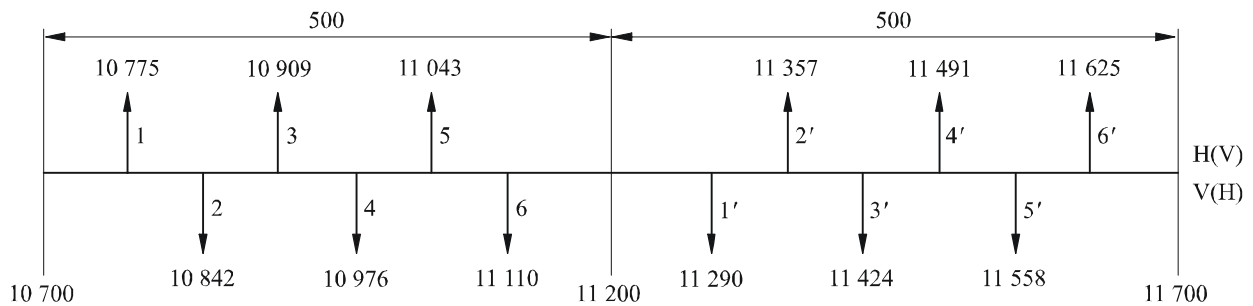
### Практический план размещения частот радиостолов для системы с модуляцией 4-ФМ

План размещения частот радиостолов, показанный на рисунке 3, используется в Соединенном Королевстве и основан на применении метода модуляции 4-ФМ с целью использования на существующих фиксированных беспроводных линиях связи, включающих пролеты протяженностью до 65 км.

РИСУНОК 3

План размещения частот радиостолов для цифровых ФБС с 4-ФМ

(Все частоты в МГц)



0387-03

## Приложение 2

### Описание системы с несколькими несущими частотами

Система с несколькими несущими частотами – это система, в которой одно и то же радиочастотное оборудование одновременно передает (или принимает)  $n$  (где  $n > 1$ ) сигналов с цифровой модуляцией.

Для системы передачи большой пропускной способности с несколькими несущими частотами средняя частота радиостолова должна совпадать с одной из соответствующих частот основного плана размещения частот радиостолов, приведенного в п. 1 или п. 2 раздела *рекомендует*. Частотное разнесение может быть кратным основным значениям, определенным в п. 1 или п. 2 раздела *рекомендует*. При выборе подходящего плана следует учитывать совместимость с существующими конфигурациями.

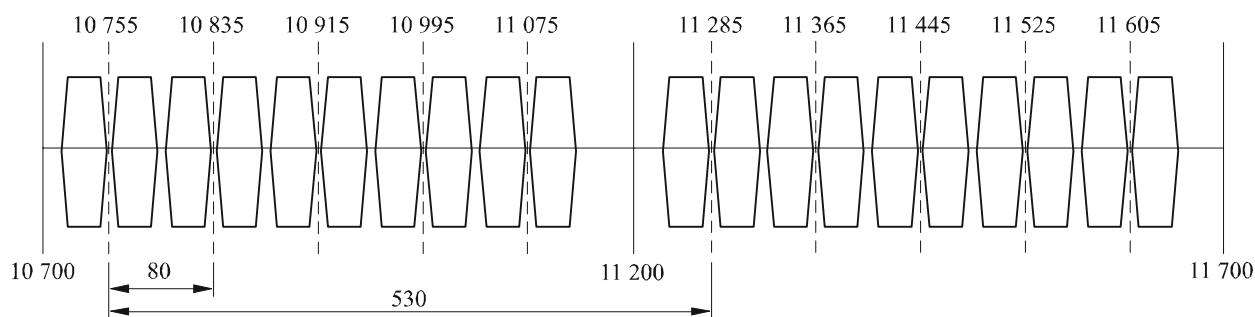
Ниже приведен пример плана размещения частот радиостолов с совпадающими частотами для системы 64-КАМ с двумя несущими частотами.

План размещения частот радиостолов, изображенный на рисунке 4, основывается на использовании системы с двумя несущими частотами, передающей сигнал со скоростью  $2 \times 2 \times 155,52$  Мбит/с ( $4 \times \text{STM-1}$ ) при помощи двух пар несущих частот с использованием обеих поляризаций в плане размещения частот радиостолов с совпадающими частотами.

РИСУНОК 4

План размещения частот радиостволов для  $2 \times 2 \times 155,52$  Мбит/с ( $4 \times$  STM-1) ФБС, действующей в полосе частот 10,7–11,7 ГГц с частотным разнесением 80 МГц, используемый в Швейцарии

(Все частоты в МГц)



0387-04

### Приложение 3

#### Описание плана размещения частот радиостволов с разнесом между стволами 60 МГц

План размещения частот радиостволов, упомянутый в Примечании 6 и обеспечивающий до 16 радиостволов прямого и обратного направлений, основанный на растре с совпадающими частотами, изображен на рисунке 5 и определяется следующим образом:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 470 + 60(n - 1) \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1) \quad \text{МГц,}$$

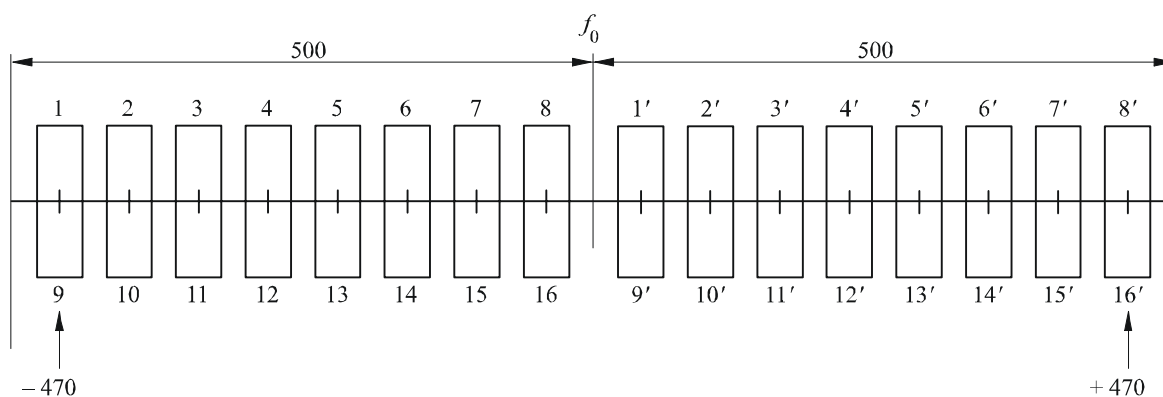
где:

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

РИСУНОК 5

План размещения частот радиостволов для ФБС большой пропускной способности, действующих в диапазоне частот 11 ГГц

(Все частоты в МГц)



0387-05

## Приложение 4

### План размещения частот радиостволов для цифровых ФБС средней и малой пропускной способности, действующих в полосе частот 10,7–11,7 ГГц с частотным разнесением 20, 10 и 5 МГц

Планы размещения частот радиостволов согласно Примечанию 7 п. 5 раздела *рекомендует* для частотного разнесения 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц показаны на рисунке 6 и определяются 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),

а) для систем с частотным разнесением 20 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 505 + 20n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 25 + 20n \quad \text{МГц,}$$

где:

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

б) для систем с частотным разнесением 10 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 505 + 10n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 25 + 10n \quad \text{МГц,}$$

где:

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

с) для систем с частотным разнесением 5 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 500 + 5n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 30 + 5n \quad \text{МГц,}$$

где:

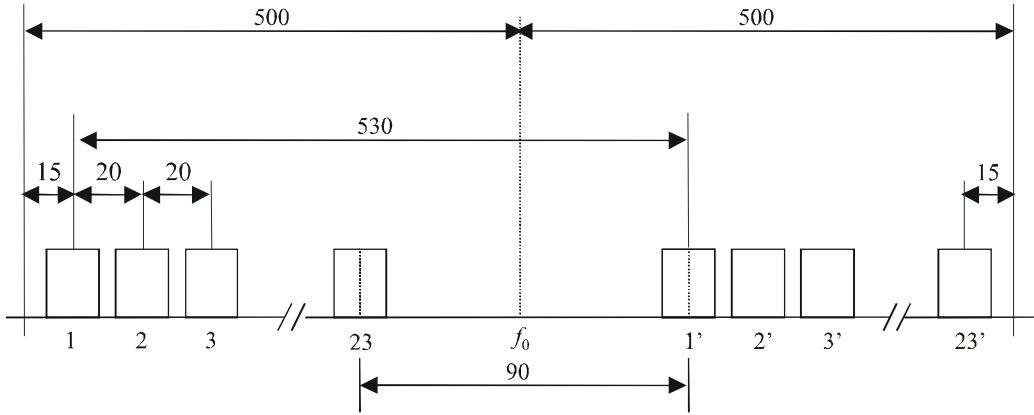
$$n = 1, 2, 3, \dots 93.$$

Средняя частота  $f_0$  равна 11 200 МГц.

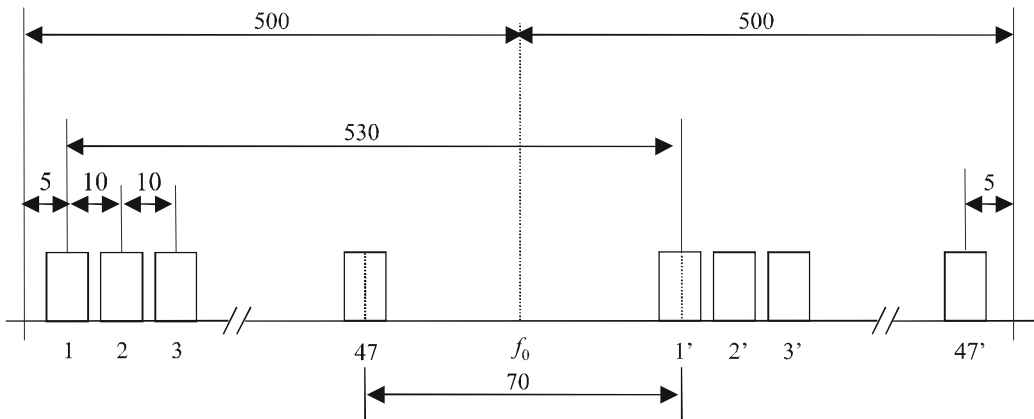
РИСУНОК 6

План размещения частот радиостволов для ФБС, действующих в полосе частот 10,7–11,7 ГГц с частотным разнесением 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц

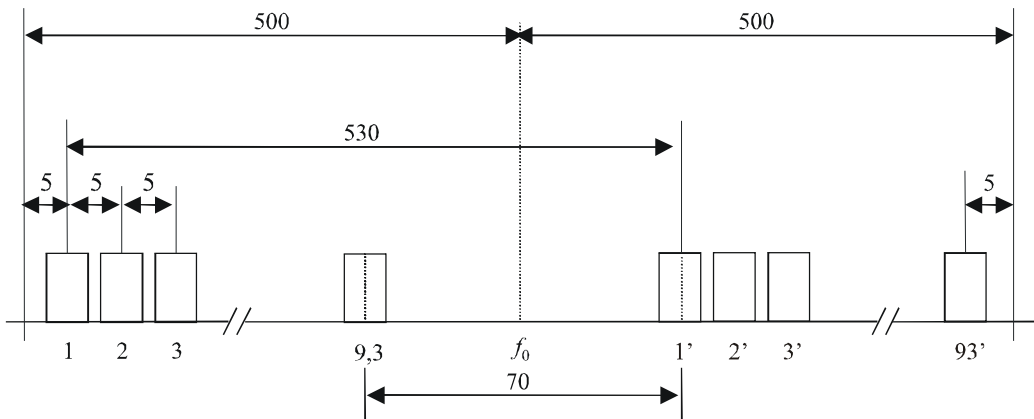
(Все частоты в МГц)



а) для систем с частотным разнесением 20 МГц



б) для систем с частотным разнесением 10 МГц



с) для систем с частотным разнесением 5 МГц

0387-06