

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.387-11
(04/2010)

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

Серия F
Фиксированная служба



Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publications/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службой
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация
Женева, 2010 г.

© ITU 2010

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.387-11

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

(Вопрос МСЭ-R 247/5)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002-2006-2010)

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,

- а) 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;
- б) что расстояние между промежуточными станциями, а также и другие аспекты проектирования систем в этом диапазоне частот, требуют знания важнейших метеорологических факторов;
- с) что на международных линиях желательно осуществлять соединение таких систем на радиочастотах;
- д) 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 плезихронной или синхронной цифровой иерархии или эквивалентными скоростями передачи бит (Примечание 1), действующих в диапазоне частот 11 ГГц, определялся 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),

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^1 равным 15 МГц),

¹ ZS определенный как разнос радиочастот между центральными частотами наиболее удаленных от центра радиочастотных стволов и границей полосы частот.

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:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 505 + 40 n$ МГц;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 - 15 + 40 n$ 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 поляризаций.

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)

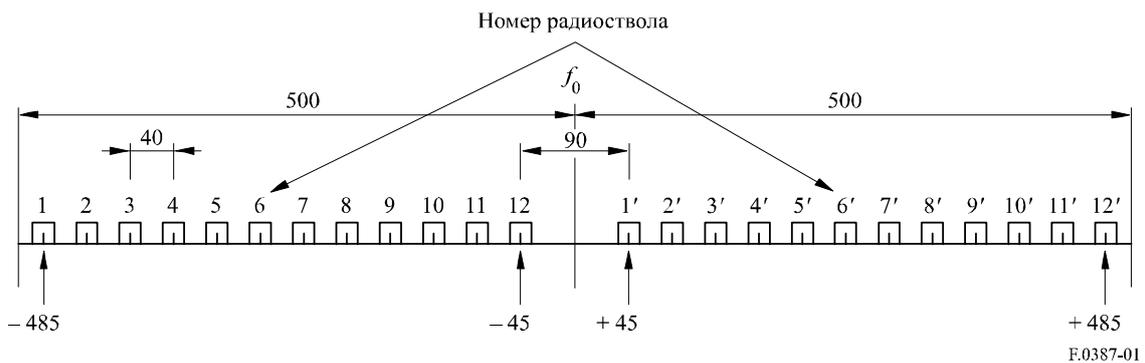
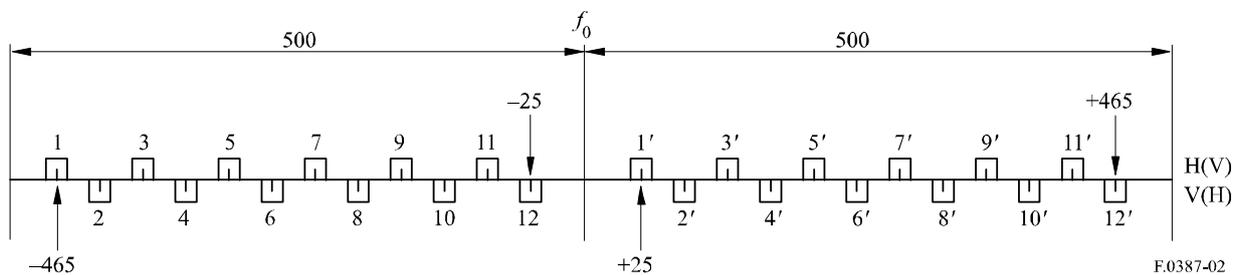


РИСУНОК 2

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 центральной частоты f_0 было равно 11 200 МГц; другие значения центральных 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. Центральная частота этого радиоствола определяется согласно п. 1 раздела *рекомендует* вне зависимости от реальных значений центральных 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. Центральную 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.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Следует обратить внимание на тот факт, что в некоторых странах применяются другие планы размещения частот радиостволов, основывающиеся на частотном разносе частот 28 МГц. Описание этих планов размещения частот радиостволов приведено в Приложении 5.

Приложение 1

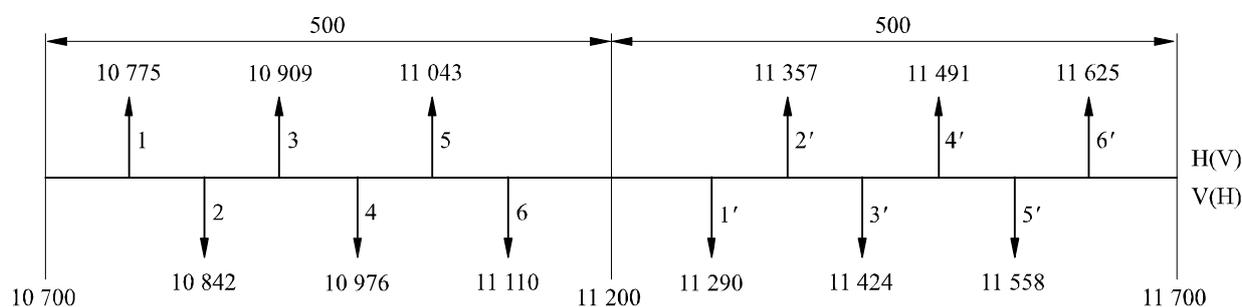
Практический план размещения частот радиостволов для системы с модуляцией 4-ФМ

План размещения частот радиостволов, 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 радиостволов для цифровых ФБС с 4-ФМ

(Все частоты в МГц)



F.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 центральная частота радиостола должна совпадать с одной из соответствующих частот основного плана размещения частот радиостволов, приведенного в п. 1.1 или п. 1.2 раздела *рекомендует*. Частотное разнесение может быть кратным основным значениям, определенным в п. 1.1 или п. 1.2 раздела *рекомендует*. При выборе подходящего плана следует учитывать совместимость с существующими конфигурациями.

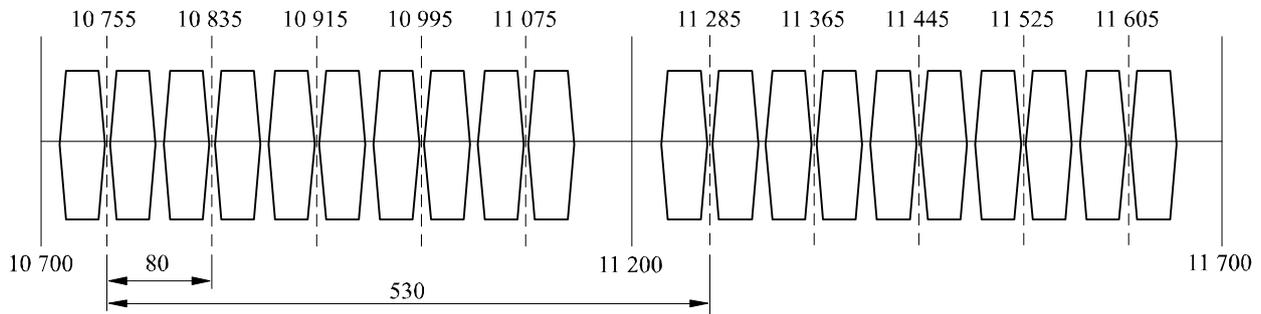
Ниже приведен пример плана размещения частот радиостволов с совпадающей поляризацией для системы 64-КАМ с двумя несущими частотами.

План размещения частот радиостволов, 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 радиостволов 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)



F.0387-04

Приложение 3

Описание плана размещения частот радиостволов с разномом 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:

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

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

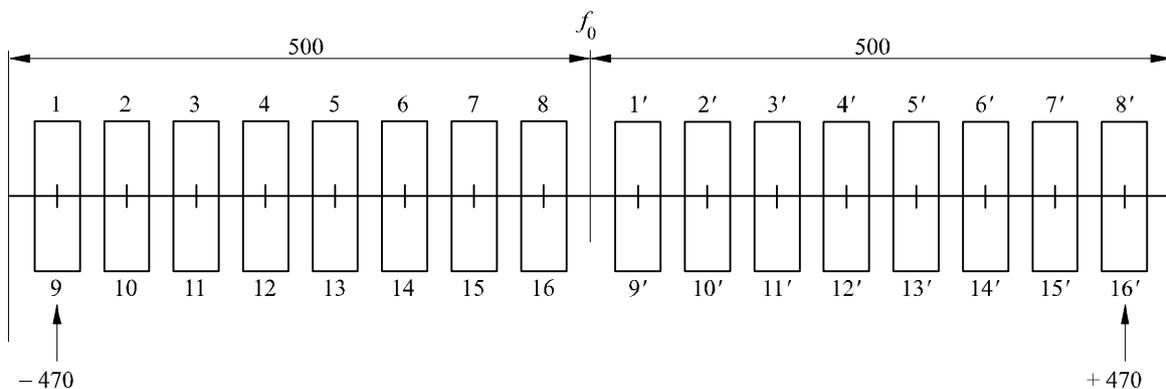
где:

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

РИСУНОК 5

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

(Все частоты в МГц)



F.0387-05

Приложение 4

План размещения частот радиостолов для цифровых ФБС средней и малой пропускной способности, действующих в полосе частот 10 700–11 700 МГц с частотным разнесением 20, 10 и 5 МГц

Планы размещения частот радиостолов 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 – частота центра занимаемой полосы частот (МГц);

f_n – центральная частота одного радиостолова в нижней половине полосы частот (МГц);

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

а) для систем с разнесением несущих 20 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 505 + 20 n$ МГц;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 25 + 20 n$ МГц,

где:

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

б) для систем с разнесением несущих 10 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 505 + 10 n$ МГц;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 25 + 10 n$ МГц,

где:

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

с) для систем с разнесением несущих 5 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 500 + 5 n$ МГц;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 30 + 5 n$ МГц,

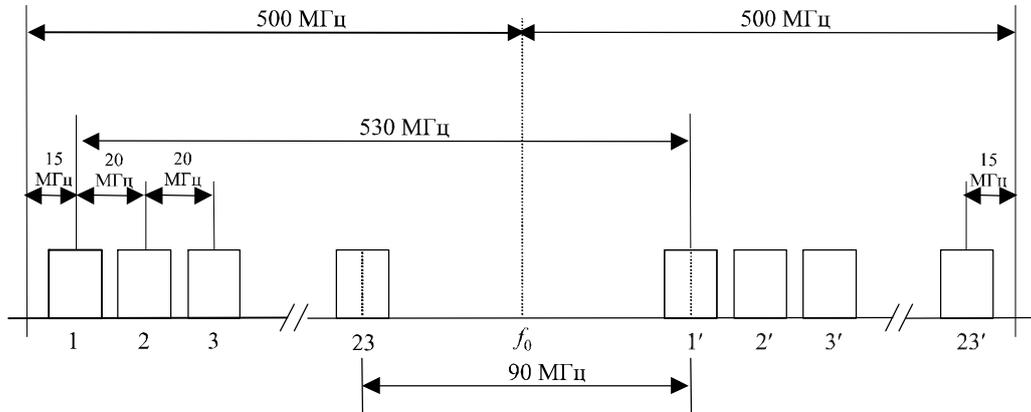
где:

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

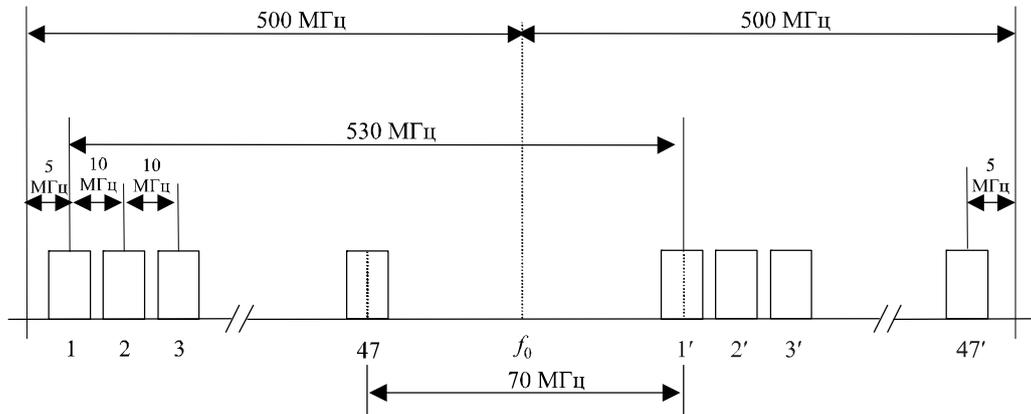
Центральная частота f_0 равна 11 200 МГц.

РИСУНОК 6

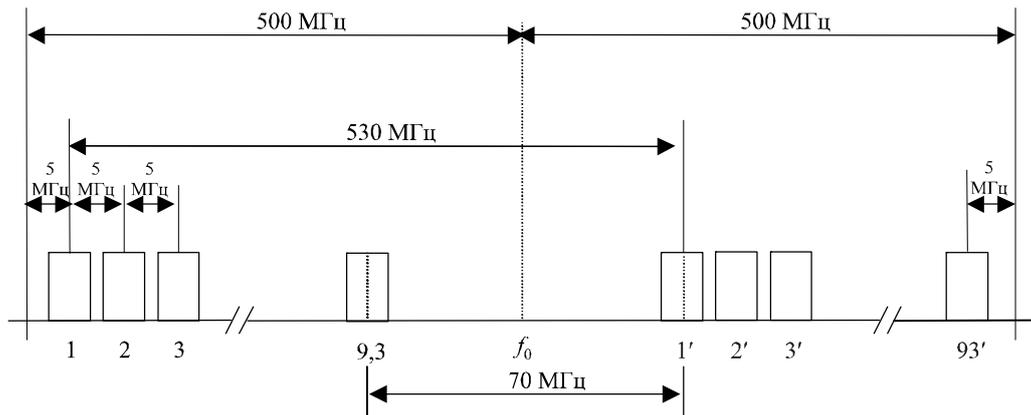
План размещения частот радиостолов для ФБС, действующих в полосе частот 10,7–11,7 ГГц с частотным разнесением 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц



а) для систем с разнесением несущих 20 МГц



б) для систем с разнесением несущих 10 МГц



с) для систем с разнесением несущих 5 МГц

F.0387-06

Приложение 5

Планы размещения частот радиостолов для цифровых фиксированных беспроводных систем, действующих в полосе частот 10 700–11 700 МГц с частотным разнесением 28, 14 и 7 МГц

Планы размещения частот радиостолов, о которых говорится в Примечании 8 п. 5 раздела *рекомендует* с разнесением несущих 28 МГц, 14 МГц и 7 МГц показаны на рисунке 7 и определяются следующим образом:

Пусть f_0 – частота центра занимаемой полосы частот (МГц);

f_n – центральная частота одного радиостолова в нижней половине полосы частот (МГц);

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

а) для систем с разнесением несущих 28 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 505 + 28 n$;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 25 + 28 n$,

где:

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

б) для систем с разнесением несущих 14 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 498 + 14 n$;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 32 + 14 n$,

где:

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

с) для систем с разнесением несущих 7 МГц:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 494,5 + 7 n$;

верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 35,5 + 7 n$,

где:

$$n = 1, 2, \dots 65.$$

Центральная частота f_0 равна 11 200 МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Когда требуются линии с очень большой пропускной способностью (например, дважды STM-1, Режим синхронной передачи-1) и позволяет координация сети по согласованию с заинтересованными администрациями возможно использование любых двух соседних радиостолов по 28 МГц, описанных в а), для системы с большей шириной полосы, в которой центральная частота лежит в центральной точке расстояния между двумя соседними радиостоловами по 28 МГц.

