

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.387-12
(03/2012)

Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 10,7–11,7 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 МСЭ-R 1. 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/publ/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 службы
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 МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2012 г.

© ITU 2012

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.387-12

Планы размещения частот радиостволов для фиксированных беспроводных систем, действующих в диапазоне частот 10,7–11,7 ГГц

(Вопрос МСЭ-R 247/5)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002-2006-2010-2012)

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. Планы размещения частот радиостволов 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;
- e) что в случаях, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, вдвое большей по сравнению с режимом синхронной передачи первого уровня (STM-1)), можно достичь дополнительной экономии за счет использования систем с шириной полосы больше, чем рекомендованное разнесение радиостволов, соответствующее высокоэффективным видам модуляции,

рекомендует,

1 чтобы предпочтительный план размещения частот радиостволов для ФБС со скоростью передачи бит соответствующей псевдосинхронной или синхронной цифровой иерархии или эквивалентными скоростями передачи бит (см. 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 радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц);

f'_n – центральная 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^1 , 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^1 , равным 55 МГц).

План размещения частот радиостволов приведен на рисунке 1 (Примечание 2); возможны планы чередующегося размещения, размещения для совпадающей поляризации и размещения на основе повторного использования частот;

1.2 чтобы частоты отдельных радиостволов второго варианта основного растра (обеспечивающего до 12 радиостволов прямого и обратного направления) с защитным интервалом ZS^1 , 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,

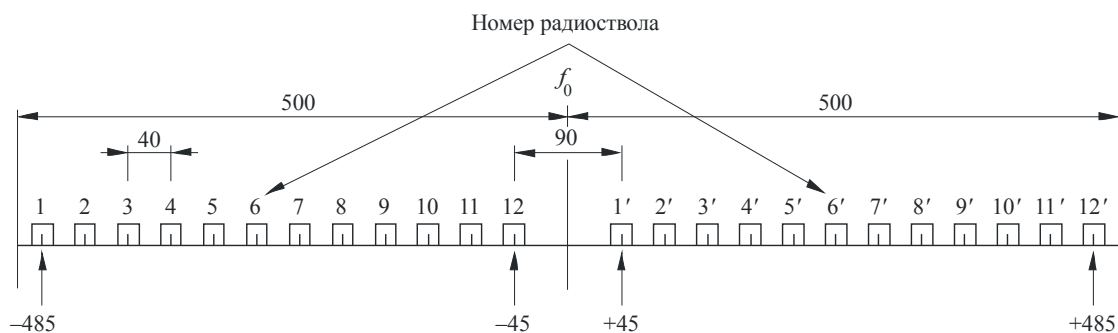
где:

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

План размещения частот показан на рисунке 2; возможны планы чередующегося размещения, размещения для совпадающей поляризации и размещения на основе повторного использования частот;

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)

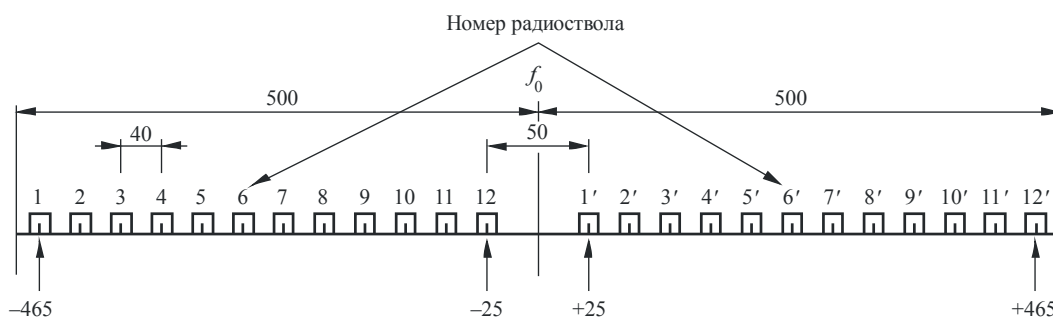


F.0387-01

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

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)



F.0387-02

1.3 что в случаях когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, с удвоенным STM-1) и позволяет координация сетей, при согласии заинтересованных администраций возможно использование любых двух соседних радиостволов с разнесением 40 МГц, указанных в пункте 1.1 или 1.2 раздела *рекомендует*, для систем с более широкой полосой и центральной частотой, находящейся в средней точке между двумя соседними стволами с разнесением 40 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. Примечание 5);

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 3) общая совокупность n несущих частот рассматривалась как один радиоствол. Центральная частота этого радиоствола определяется по упомянутому в 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 1.

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

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Следует обратить внимание, что радиостволы 1 и 12' в этом плане располагаются всего в 15 МГц от краев полосы; поэтому может иметь место ограничение ширины полосы. Наряду с этим еще один 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 настоящей Рекомендации и использовался в прошлом для внедрения цифровых сетей средней пропускной способности в дополнение к существующим аналоговым сетям. Радиоствол 1 из данного плана с перемежением частот был расположен вне нижнего края полосы частот 10,7 ГГц и в соответствии с п. 5.340 Регламента радиосвязи (РР) его применение не допускается, однако в соответствии с п. 5.483 РР этот план может все еще использоваться в некоторых странах.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – 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 4. – 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 2.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Следует обратить внимание на тот факт, что в некоторых странах применяются другие планы размещения частот радиостволов на основе значений, кратных разнесению радиостволов 5 МГц, для цифровых систем средней и малой пропускной способности. Описание этих планов размещения частот радиостволов приведено в Приложении 3.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Следует обратить внимание на тот факт, что в некоторых странах применяются другие планы размещения частот радиостволов, основывающиеся на частотном разноразносе частот 28 МГц. Описание этих планов размещения частот радиостволов приведено в Приложении 4.

Приложение 1

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.

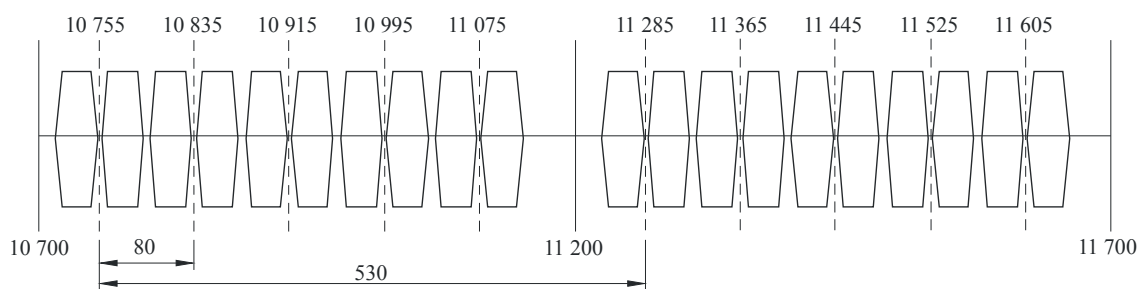
Для системы передачи большой пропускной способности с несколькими несущими частотами центральная частота радиоствола должна совпадать с одной из соответствующих частот основного плана размещения частот радиостволов, приведенного в п. 1.1 или п. 1.2, или п. 1.3 раздела *рекомендует*. Частотное разнесение может быть целым числом, кратным основным значениям, определенным в п. 1.1 или п. 1.2 раздела *рекомендует*. При выборе подходящего плана следует учитывать совместимость с существующими конфигурациями.

На рисунке 3 приведен пример плана размещения частот радиостволов с совпадающей поляризацией при повторном использовании частот для системы 64-QAM с двумя несущими частотами.

План размещения частот радиостволов, изображенный на рисунке 3, основывается на использовании системы с двумя несущими частотами, передающей сигнал со скоростью $2 \times 2 \times 155,52$ Мбит/с ($4 \times$ STM-1) при помощи двух пар несущих частот с использованием обеих поляризаций в плане размещения частот радиостволов с совпадающими частотами.

РИСУНОК 3

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



F.0387-03

Приложение 2

Описание плана размещения частот радиостволов с разнесом между стволами 60 МГц

План размещения частот радиостволов, упомянутый в Примечании 4 и обеспечивающий до 16 радиостволов прямого и обратного направлений, основанный на растре с совпадающими частотами, изображен на рисунке 4 и определяется следующим образом:

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

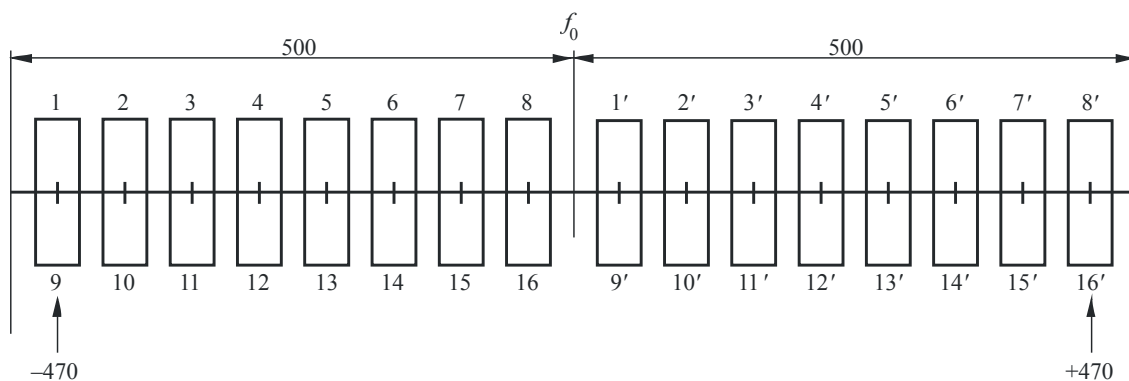
$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1) \quad \text{МГц,}$$

где:

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

РИСУНОК 4

План размещения частот радиостволов для ФБС большой пропускной способности, действующих в диапазоне частот 11 ГГц (Все частоты в МГц)



F.0387-04

Приложение 3

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

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,

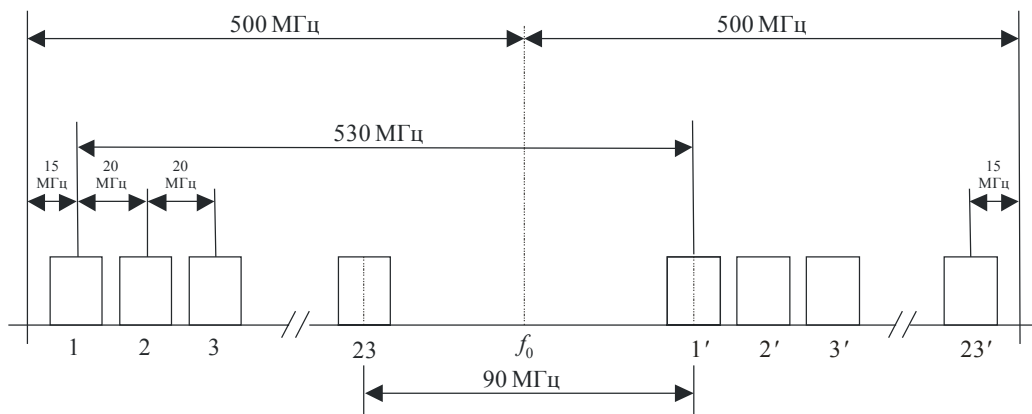
где:

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

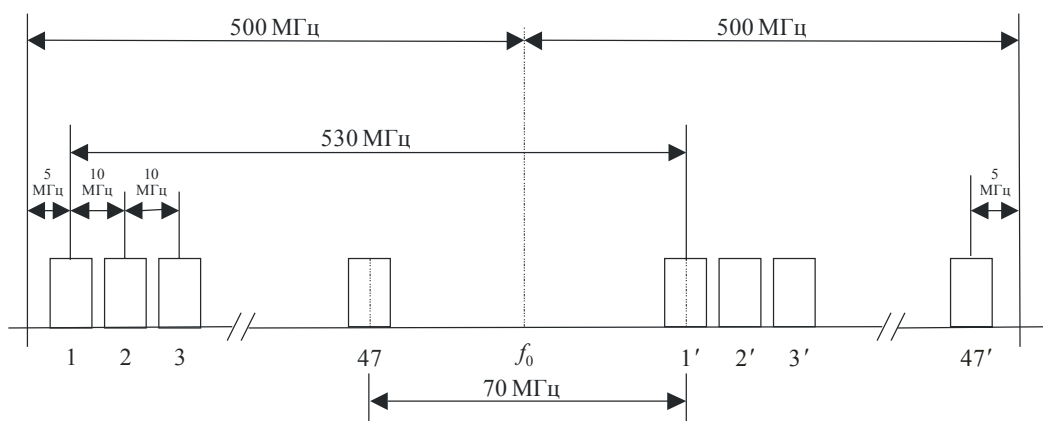
Центральная частота f_0 равна 11 200 МГц.

РИСУНОК 5

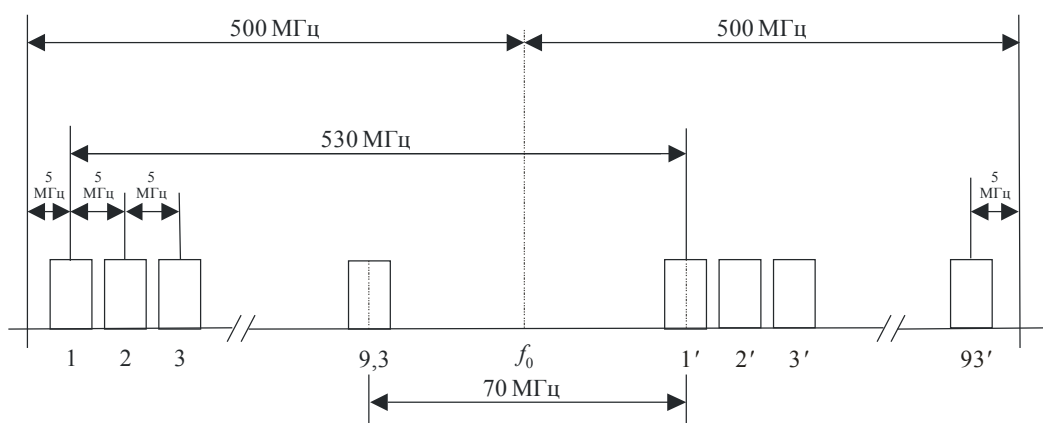
План размещения частот радиостолов для ФБС, действующих в полосе частот 10,7–11,7 ГГц с частотным разнесением 20 МГц, 10 МГц и 5 МГц



а) для систем с разнесением несущих 20 МГц



б) для систем с разнесением несущих 10 МГц



с) для систем с разнесением несущих 5 МГц

Приложение 4

Планы размещения частот радиостволов 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 радиостволов, о которых говорится в Примечании 6, с разнесением несущих 28 МГц, 14 МГц и 7 МГц показаны на рисунках 6 и 7 и определяются следующим образом:

Пусть f_0 – частота 11 200 МГц 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).

1 Планы размещения с дуплексным разнесением $X_S = 530$ МГц (рисунок 6)

а) для систем с разнесением несущих 28 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 505 + 28 n;$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 25 + 28 n,$$

где:

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

б) для систем с разнесением несущих 14 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 498 + 14 n;$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 32 + 14 n,$$

где:

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

с) для систем с разнесением несущих 7 МГц:

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

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

где:

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

2 Планы размещения с дуплексным разнесением $X_S = 490$ МГц (рисунок 7)

а) для систем с разнесением несущих 28 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 505 + 28 n;$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 15 + 28 n,$$

где:

$$n = 1, 2, \dots 17;$$

b) для систем с разнесением несущих 14 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 498 + 14 n;$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 8 + 14 n,$$

где:

$$n = 1, 2, \dots 34;$$

с) для систем с разнесением несущих 7 МГц:

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

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 4,5 + 7 n,$$

где:

$$n = 1, 2, \dots 68.$$

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

