|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R F.384-11**  **(03/2012)** |
| **Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и высокой пропускной способности, действующих  в диапазоне 6425–7125 МГц** |
| **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-Т/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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой 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.384-11

Планы размещения частот радиостволов для цифровых фиксированных беспроводных систем средней и высокой пропускной способности,   
действующих в диапазоне 6425–7125 МГц

(1963-1966-1974-1982-1986-1990-1995-1999-2003-2006-2007-2012)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводятся планы размещения частот радиостволов 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 разносы частот между радиостволами составляют 40, 30, 20, 10 и 5 МГц; в Приложении 2 представлены также рекомендуемые планы размещения частот с разнесениями радиостволов 14, 7 и 3,5 МГц в сочетании с планом размещения частот 30 МГц. В Приложении 1 рассматривается также использование передачи на многих несущих, основанной 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 радиостволов для ФБС имеет значительные преимущества;

d) что использование некоторых видов цифровой модуляции (см. Рекомендацию МСЭ‑R F.1101) позволяет использовать план размещения частот радиостволов 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 радиостволов прямого и обратного направлений;

f) что многие мешающие воздействия могут быть значительно уменьшены путем тщательно спланированного размещения радиочастот в ФБС, использующей несколько радиостволов;

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 кроссполяризационной развязки (XPIC), могут внести значительный вклад в коэффициент подавления кроссполяризационной помехи (XIF, определенный в Рекомендации МСЭ-R F.746) и тем самым противодействовать деполяризации вследствие многолучевого распространения;

j) что в случаях, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, удвоенный модуль синхронной передачи первого уровня (STM-1)), дополнительная экономия может быть достигнута путем использования более широких полос систем, чем рекомендуемое разнесение радиостволов, в сочетании с высокоэффективными форматами модуляции,

рекомендует,

**1** что предпочтительный план размещения частот до восьми радиостволов прямого и до восьми радиостволов 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);

*fn* –  центральная частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц);

 –  центральная частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

тогда частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы частот: *fn*    *f*0 – 350  40 *n* МГц;

верхняя половина полосы частот:     *f*0 – 10  40 *n* МГц,

где:

*n*  1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 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 одной и той же половине полосы можно попеременно использовать разную поляризацию;

**1.3** что радиостволы прямого и обратного направлений на данном участке должны по возможности использовать поляризации, показанные ниже и на рис. 1a (см. Примечание 2 и Примечание 3):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Прямое направление* | *Обратное направление* |
| Г(В) | 1 3 5 7 | 1′ 3′ 5′ 7′ |
| В(Г) | 2 4 6 8 | 2′ 4′ 6′ 8′ |

**1.4** что в целях повышения эффективности использования спектра для цифровых ФБС может также использоваться план размещения частот с повторным использованием полосы на совпадающих частотах, представленный на рисунке 1b;

**1.5** что в случаях, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, удвоенный модуль STM-1), и условия координации сетей это позволяют при согласии заинтересованных администраций, то возможно использование любых двух соседних радиостволов 40 МГц, определенных в пункте 1 раздела *рекомендует*, для систем c более широкой полосой, при этом центральная частота лежит в центральной точке расстояния между этими двумя соседними радиостволами 40 МГц;

РИСУНОК 1a

План размещения частот радиостволов с чередующейся поляризацией для фиксированных  
беспроводных систем с высокой пропускной способностью  
(Все частоты в МГц)



РИСУНОК 1b

План размещения частот радиостволов для фиксированных  
беспроводных систем с высокой пропускной способностью  
(Все частоты в МГц)



**2** что предпочтительный план размещения до 16 радиостволов прямого и 16 радиостволов обратного направлений, каждый из которых имеет скорость передачи цифровых плезиохронных или синхронных иерархий со средней пропускной способностью, показанный на рис. 2, должен быть получен путем перемежения дополнительных радиостволов с радиостволами основного плана пункта 1 раздела *рекомендует* и должен быть выражен следующими соотношениями:

нижняя половина полосы частот:  *fn*    *f*0 – 350  20 *n* МГц;

верхняя половина полосы частот:     *f*0 – 10  20 *n* МГц,

где:

*n*  1, 2, 3, . . . 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 одной и той же половине полосы можно попеременно использовать разную поляризацию; частота в совмещенном канале может при необходимости использоваться повторно;

рисунок 2

План размещения частот для фиксированных беспроводных систем   
со средней пропускной способностью  
(Все частоты в МГц)



**3** что в том случае, когда применяется передача со многими несущими (Примечание 4), общее число несущих, *n*, следует рассматривать как один радиоствол. Центральная частота этого радиоствола должна рассчитываться на основе пп. 1, 1.6 или 4.2 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 для числа радиостволов 30 МГц до десяти в прямом направлении и до десяти в обратном направлении, каждый из которых имеет скорость передачи порядка 155 Мбит/с или скорость передачи СЦИ (см. Примечание 1), следует определять следующим образом:

Пусть *f*0 –  частота центра занимаемой полосы частот (МГц);

*fn* –  центральная частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц);

 –  центральная частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

тогда частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы частот: *fn*  *f*0 – 340  30 *n* МГц;

верхняя половина полосы частот:     *f*0  30 *n* МГц,

где:

*n*1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10;

*n* = 11 также можно рассматривать, учитывая ограниченный центральный зазор (10 МГц) между радиостволами 11 и 1′ и перекрытие с радиостволом 1′ плана размещения частот радиостволов с разносом 20 МГц в пункте 2 раздела *рекомендует*. Вместе с тем его использование может обеспечить дополнительную гибкость при координации перегруженных участков сети;

**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 c более широкой полосой, при этом центральная полоса лежит в центральной точке расстояния между этими двумя соседними радиостволами 30 МГц;

**4.3** что план размещения частот радиостволов с разносом 14 МГц, 7 МГц и 3,5 МГц может быть получен путем надлежащего разбиения радиостволов с разносом 30 МГц, как показано в Приложении 2;

**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:

нижняя половина полосы частот: *fn*    *f*0 – 340  10 *n* МГц;

верхняя половина полосы частот:     *f*0  10 *n* МГц,

где:

*n*  1, 2, 3, . . . 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:

нижняя половина полосы частот: *fn*    *f*0 – 340  5 *n* МГц;

верхняя половина полосы частот:     *f*0  5 + 5 *n* МГц,

где:

*n*  1, 2, 3, . . . 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. – В тех случаях, когда используются общие приемо-передающие антенны, а радиоствол 8 используется совместно с радиостволом 1′, либо как в плане размещения на рис. 1a, либо даже как в более проблематичном плане на рис. 1b, может потребоваться особое размещение с разделением и фильтрацией, чтобы ограничить возникающее взаимное ухудшение и обеспечить возможность их совместной работы.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В предыдущих версиях этой Рекомендации альтернативный план размещения поляризации, представленный ниже, был рекомендован и использовался в прошлом при развертывании аналоговых систем емкостью до 2700 радиостволов. Такой план, возможно, сохранится при переходе к цифровым системам и по-прежнему будет использоваться по согласованию между заинтересованными администрациями:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Прямое направление* | *Обратное направление* |
| Г(В) | 1 3 5 7 | 2′ 4′ 6′ 8′ |
| В(Г) | 2 4 6 8 | 1′ 3′ 5′ 7′ |

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – 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, 1.6 и 4.2 раздела *рекомендует*. Частотное разнесение может быть кратной целым значениям, определенным в пп. 1, 2 и 4 раздела *рекомендует*. При выборе подходящего варианта требуется принимать в расчет совместимость с существующими конфигурациями.

На рис. 3 показаны примеры планов размещения повторно используемых частот радиостволов с одинаковой поляризацией, использующих систему с двумя несущими 64-КАМ. Каждая несущая модулируется со скоростью 155,52 Мбит/с (STM-1).

Центральные частоты плана размещения частот радиостволов, представленного на рис. 3а, получены 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 17,5 МГц от центральной частоты и использующих обе поляризации. Это являлось предпочтительным в условиях перехода от аналоговых технологий к цифровым технологиям.

На рисунке 3b показан план размещения с перемежением частот радиостволов, в котором центральные частоты получены из п. 1.6 раздела *рекомендует* путем сочетания радиостволов *n*  1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8. Этот план размещения частот является предпочтительным, так как он обеспечивает более симметричные защитные интервалы на краях полосы частот.

рисунок 3

Пример планов размещения частот радиостволов для фиксированной беспроводной системы  
2 × 2 × 155,52 Мбит/с (4 × STM-1), работающей с частотным разнесением 80 МГц   
в верхней части диапазона 6 ГГц  
(Все частоты в МГц)



Приложение 2  
  
Планы размещения частот 14 МГц, 7 МГц и 3,5 МГц, упомянутые   
в пункте 4.3 раздела *рекомендует*

Узкополосные радиостволы 14 МГц, 7 МГц и 3,5 МГц получены путем формального разбиения каждого из радиостволов 30 МГц, предусмотренного в пункте 4 раздела *рекомендует*, используя оставшиеся 2 МГц в качестве внутренних защитных полос частот между каждым интервалом 30 МГц, как показано на рис. 4.

Весь набор центральных частот радиостволов может быть получен с использованием следующих соотношений:

a) для систем с разносом несущих в 14 МГц:

нижняя половина полосы частот: *fn* = *f*0 − 340 + 9 + *n*\*14 + 2\*целое значение((*n*− 1)/2);

верхняя половина полосы частот:  = *f*0 + 9 + *n*\*14 + 2\*целое значение((*n*− 1)/2),

где:

*n* = 1, 2, 3, …, 21, 22;

b) для систем с разносом несущих в 7 МГц:

нижняя половина полосы частот: *fn*= *f*0 − 340 + 12,5 + *n*×7 + 2\*целое значение((*n*− 1)/4);

верхняя половина полосы частот:  = *f*0 + 12,5 + *n*\*7 + 2\*целое значение((*n*− 1)/4),

где:

*n* = 1, 2, 3, …, 43, 44;

c) для систем с разносом несущих в 3,5 МГц:

нижняя половина полосы частот: *fn* = *f*0 − 340 + 14,25 + *n*\*3,5 + 2\*целое значение((*n*− 1)/8);

верхняя половина полосы частот:  = *f*0 + 14,25 + *n*\*3,5 + 2\*целое значение((*n*− 1)/8),

где:

*n* = 1, 2, 3, ..., 87, 88.

РИСУНОК 4

Общая занятость спектра 30 МГц, 14 МГц, 7 МГц и 3,5 МГц



\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_