|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R F.1099-5**  **(02/2013)** |
| **Планы размещения частот радиостволов для цифровых систем фиксированной беспроводной связи высокой и  средней пропускной способности  в верхнем участке диапазона 4 ГГц  (4400–5000 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, 2014 г.

© ITU 2014

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.1099-5

Планы размещения частот радиостволов для цифровых систем фиксированной беспроводной связи высокой и средней пропускной способности в верхнем участке диапазона 4 ГГц (4400–5000 МГц)

(Вопрос МСЭ-R 247/5)

(1994-1995-1997-1999-2007-2013)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлены планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи (ФБС), работающих в верхнем участке диапазона 4 ГГц (4400−5000 МГц), который может использоваться для систем фиксированной связи высокой и средней пропускной способности, на основе общего растра 10 МГц. В Приложениях 1 и 2 представлены планы размещения радиостволов, в соответствии с положениями основного текста, с разносами 20, 40, 80 МГц. В Приложении 3 содержится вариант плана размещения с разносом между стволами 28 МГц. Приведены планы размещения с чередующимися и совпадающими частотами, а также информация о передаче на нескольких несущих, основанная на этих планах размещения.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

*a)* что для работы в полосах радиочастот (РЧ) диапазона 5 ГГц требуются цифровые системы фиксированной беспроводной связи (ФБС) большой пропускной способности, в которых скорости передачи сигналов плезиохронной или синхронной цифровой иерархии (ПЦИ или СЦИ) составляют 90 Мбит/с или выше;

*b)* что центральные промежутки в отдельных планах размещения частот радиостволов и защитный интервал на границах полосы могут быть установлены путем незаполнения соответствующего числа частотных позиций радиостволов в однородном базовом растре;

*c)* что единое разнесение частот в базовом растре не должно быть неоправданно малым или настолько большим, чтобы мешать эффективному использованию имеющегося спектра;

*d)* что абсолютные значения частот базового растра должны определяться единой опорной частотой;

*e)* что концепции цифровых ФБС как с одной, так и с несколькими несущими являются полезными в поиске наилучшего решения системы, как компромисса в достижении наилучших технических и экономических параметров,

рекомендует,

**1** что предпочтительный план размещения частот радиостволов цифровых ФБС большой пропускной способности, работающих в диапазоне 5 ГГц, в которых скорость передачи сигналов плезиохронной или синхронной цифровой иерархии (см. Примечание 1) равна 90 Мбит/с или выше, должен выбираться из однородного растра со следующими характеристиками.

Средние частоты *fp* РЧ стволов в пределах базового растра:

*fp*  5 000 – 10 *p*                МГц,

*p*: целые числа 1, 2, 3 ... (см. Примечание 2);

**2** что все радиостволы прямого направления должны находиться в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления должны находиться в другой половине полосы частот;

**3** что разнесение частот радиостволов *XS*, центральный промежуток *YS*, защитные интервалы *Z*1*S* и *Z*2*S* на границах полосы частот, а также поляризация антенны должны согласовываться между заинтересованными администрациями;

**4** что должен использоваться план размещения с чередующимися или совпадающими частотами, примеры которого приведены на рисунке 1;

**5** что планы размещения частот радиостволов, полученные на основе пункта 1 раздела *рекомендует* для диапазоне 5 ГГц, и приведенные в Приложениях 1 и 2, следует рассматривать как часть данной Рекомендации;

**6** что в тех случаях, когда используется передача с несколькими несущими (см. Примечание 3 и Приложение 1, п. 2), общее число несущих *n*, будет рассматриваться как один канал, центральная частота и разнесение частот радиостволов которого будут соответствовать тем, что показаны на рисунке 1, вне зависимости от действительных центральных частот отдельных несущих, которые могут изменяться по техническим причинам, в соответствии с практической реализацией.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Реальная общая скорость передачи данных, включая передачу вспомогательных данных, может на 5% и более отличаться от исходной скорости передачи.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Должное внимание следует уделять тому обстоятельству, что в некоторых странах, где имеется необходимость чередовать дополнительные радиостволы с радиостволами основных растров, значения средних частот таких радиостволов следует определять из следующего уравнения (см. Приложения 1 и 2):

*fp*  4 995 – 10 *p*               МГц.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Система с несколькими несущими − это система с *n* (где *n*  1) одновременно передаваемыми (или принимаемыми) при помощи одного и того же РЧ оборудования несущими, модулированными цифровыми сигналами. Центральную частоту следует рассматривать как среднее арифметическое от *n* отдельных несущих частот системы с несколькими несущими.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Должное внимание следует уделять тому обстоятельству, что в некоторых странах используется различный план размещения частот радиостволов на основе разноса между стволами 28 МГц (см. Приложение 3).

РИСУНОК 1

Примеры частотных планов размещения радиостволов,   
основанных на пунктах 1 и 2 раздела *рекомендует*

(Определения *X*, *Y*, *Z* и *S* даны в Рекомендации МСЭ-R F.746)



Приложение 1  
  
План размещения частот радиостволов для полосы 4400−5000 МГц  
с разносом между стволами 40 или 80 МГц

# 1 План размещения частот радиостволов с разносом между стволами 40 МГц

**1.1** Следующий план размещения частот радиостволов обеспечивает работу семи радиостволов прямого направления и семи радиостволов обратного направления с пропускной способностью до 2  155 Мбит/с для радиорелейных систем с соответствующей модуляцией более высокого уровня и эффективностью использования спектра до 7,75 бит/с/Гц. Такой план размещения частот радиостволов представлен на рисунке 2 и определяется следующим образом:

пусть *f*0 − частота (МГц) центра занимаемой полосы частот, *f*0  4700;

*fn* − центральная частота (МГц) РЧ канала в нижней половине полосы;

*f'n* − центральная частота (МГц) РЧ канала в верхней половине полосы,

тогда частоты (МГц) отдельных радиостволов выражаются следующим образом:

нижняя половина полосы частот: *fn*  *f*0 – 310  40 *n* МГц

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

где:

*n*  1, 2, 3, 4, 5, 6 или 7.

РИСУНОК 2

План размещения частот радиостволов для радиорелейных  
систем, работающих в полосе 5 ГГц (см. Примечание 1)

(Все частоты в МГц)



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Там, где первоначально планируется (или требуется) меньшее число каналов (4 и менее), парные назначения прямого и обратного направления могут работать с одинаковой поляризацией. В этом случае используются только четные или только нечетные каналы.

**1.2** Все радиостволы прямого направления должны находиться в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления должны быть в другой половине полосы частот.

**1.3** Следует использовать различные поляризации для чередующихся частот радиостволов в одной и той же половине полосы частот либо, где это возможно, применять повторное использование полосы частот в режиме с совпадающими частотами.

# 2 План размещения частот радиостволов для режима с совпадающими частотами с различной поляризацией и разносом между стволами 80 МГц

План размещения частот, показанный на рисунке 3, основывается на использовании системы с двумя несущими, передающей 2  2  155,52 Мбит/с (4  STM-1) при помощи двух пар несущих, используя обе поляризации при совпадении частот радиостволов.

Кроме четырех несущих в половинах полосы прямой и обратной передачи, при необходимости для защиты канала может быть добавлено две отдельных несущих иной поляризации. Из-за того что каждая несущая, т. е. поток битов, может переключаться по отдельности, такая конфигурация (*n*  2) действует, по крайней мере, также эффективно, как и конфигурация (*n* /2  1) для случая частотно-разнесенного приема.

РИСУНОК 3

План размещения частот радиостволов для радиорелейной системы   
2 × 2 × 155,52 Мбит/с (4 × STM-1), работающей в полосе 5 ГГц (4400–5000 МГц)

(Все частоты в МГц)



Приложение 2  
  
План размещения частот радиостволов в полосе 4540−4900 МГц  
с разносом между стволами в 20 или 40 МГц

В данном Приложении описывается план размещения частот радиостволов цифровых радиорелейных систем, работающих в полосе частот  4540−4900 МГц. В плане предусматривается использование до четырех радиостволов прямого направления и четырех радиостволов обратного направления, каждый из которых имеет скорость передачи либо 4  45 Мбит/с, 6  45 Мбит/с, либо скорость синхронной цифровой иерархии 2  155 Мбит/с. Применение схемы модуляции 512‑QAM позволяет системе работать в режиме STM‑1 или 2  STM‑1. План размещения чередующихся частот радиостволов предусматривает до восьми радиостволов прямого направления и до восьми радиостволов обратного направления, причем каждый из них работает со скоростью передачи данных либо 2  45 Мбит/с, 3  45 Мбит/с, либо со скоростью 155 Мбит/с синхронной цифровой иерархии.

**1** План размещения частот радиостволов представлен на рисунке 4 и составлен следующим образом:

пусть *f*0 − средняя частота полосы частот:

*f*0  4720 МГц;

*fn* − средняя частота одного радиоканала в нижней половине полосы частот (МГц);

*f'n* − средняя частота одного радиоканала в верхней половине полосы частот (МГц),

тогда средние частоты отдельных радиостволов выражаются следующим образом:

в нижней половине полосы *частот*: *fn*  *f*0 – 195  40 *n* МГц

в верхней половине полосы частот: *f'n*  *f*0 – 5  40 *n* МГц,

где:

*n*  1, 2, 3 или 4.

Рисунок 4

План размещения частот радиостволов для полосы 5 ГГц

(Все частоты в МГц)



**2** План размещения чередующихся частот показан на рисунке 5 и может быть выражен следующим образом.

Центральные частоты отдельных радиостволов выражаются следующим образом:

в нижней половине полосы: *fn*  *f*0 – 185  20 *n* МГц

в верхней половине полосы: *f'n*  *f*0  5  20 *n* МГц,

где:

*f*0  4720 МГц;

*n*  1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 или 8.

**3** Все радиостволы прямого направления должны находиться в одной половине полосы частот, а все радиостволы обратного направления должны быть в другой половине полосы частот.

РИСУНОК 5

План размещения чередующихся частот радиостволов для полосы частот 5 ГГц

(Все частоты в МГц)



Приложение 3  
  
План размещения частот радиостволов в полосе 4400−5000 МГц  
с разносом между стволами 28 МГц

В данном Приложении описывается план размещения частот радиостволов цифровых систем в полосе 4400−5000 МГц. В этом плане предусматривается использование до 10 радиостволов прямого направления и до 10 стволов обратного направления, каждый из которых имеет скорость передачи 4  34 Мбит/с или 1  139,368 Мбит/с или скорости передачи данных СЦИ.

Применение схемы модуляции 64-QAM или более сложной схемы позволяет системе работать на этих скоростях передачи данных.

**1** План размещения частот радиостволов показан на рисунке 6 и составлен следующим образом:

Пусть *f*0 − средняя частота полосы частот:

*f*0  4700 МГц;

*fn* − средняя частота полосы частот (МГц);

*f'n* − центральная частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

центральные частоты отдельных радиостволов выражаются с помощью следующих соотношений:

нижняя половина полосы: *fn*  *f*0 – 310  28 *n*

верхняя половина полосы: *f'n* = *f*0  2  28 *n*,

где:

*n*  1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

РИСУНОК 6

План размещения частот радиостволов в полосе 4400−5000 МГц   
при радиусе между стволами 28 МГц



**2** Все радиостволы прямого направления должны находиться в одной половине полосы, а все радиостволы обратного направления должны быть в другой половине полосы.

**3** Этот план размещения частот радиостволов позволяет также передавать сигналы СЦИ, STM‑1 со скоростью 155 520 кбит/с с использованием соответствующего метода модуляции.

**4** В тех случаях, когда позволяют характеристики оборудования и сети, при согласии заинтересованной администрации, в целях повышения эффективности использования спектра может применяться план размещения с повторным использованием на совпадающих частотах.

**5** В тех случаях, когда требуются линии высокой пропускной способности (например, с двойным режимом синхронной передачи-1 (STM-1)) и когда это позволяет координация сети, при согласии заинтересованной администрации, возможно использование двух соседних стволов с разносом 28 МГц, указанных в пункте 1 раздела *рекомендует*, для систем с более широкой полосой и центральной частотой, находящейся в средней точке между двумя соседними стволами с разносом 28 МГц.

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