

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.1099-5
(02/2013)

**Планы размещения частот радиостволон
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-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, 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 раstra 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 раstra 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 раstra со следующими характеристиками.

Средние частоты f_p РЧ стволов в пределах базового раstra:

$$f_p = 5000 - 10p \quad \text{МГц,}$$

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_1S и Z_2S 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):

$$f_p = 4995 - 10p \quad \text{МГц.}$$

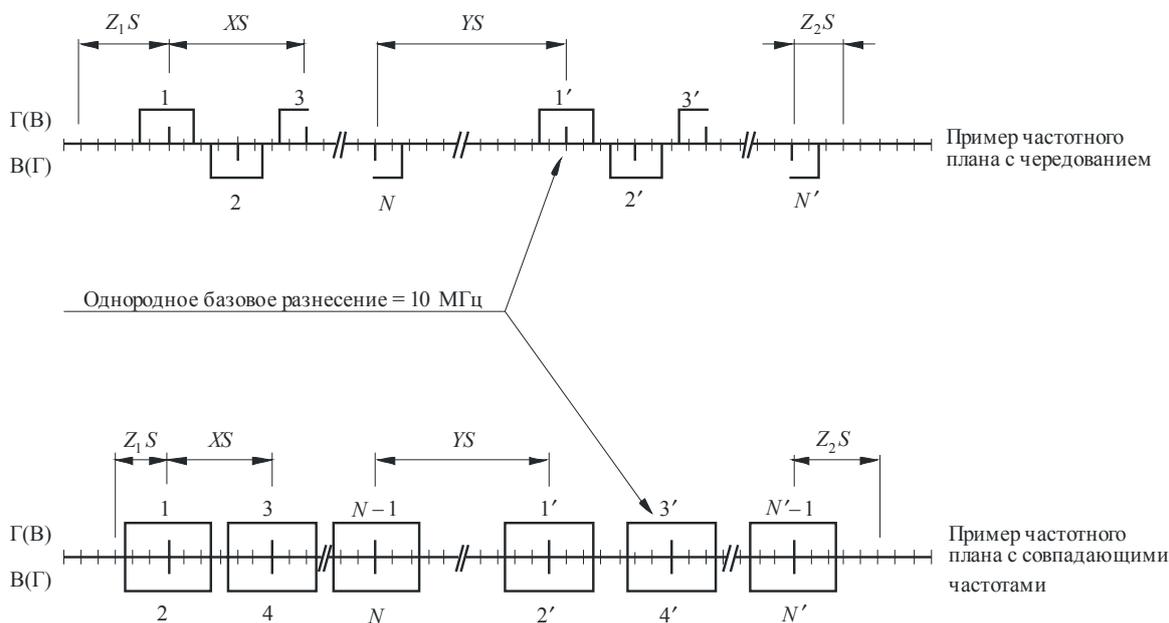
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Система с несколькими несущими – это система с n (где $n > 1$) одновременно передаваемыми (или принимаемыми) при помощи одного и того же РЧ оборудования несущими, модулированными цифровыми сигналами. Центральную частоту следует рассматривать как среднее арифметическое от n отдельных несущих 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 стволками 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, $f_0 = 4700$;
 f_n – 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:

$$\begin{aligned} \text{нижняя половина полосы частот:} \quad f_n &= f_0 - 310 + 40n && \text{МГц} \\ \text{верхняя половина полосы частот:} \quad f'_n &= f_0 - 10 + 40n && \text{МГц,} \end{aligned}$$

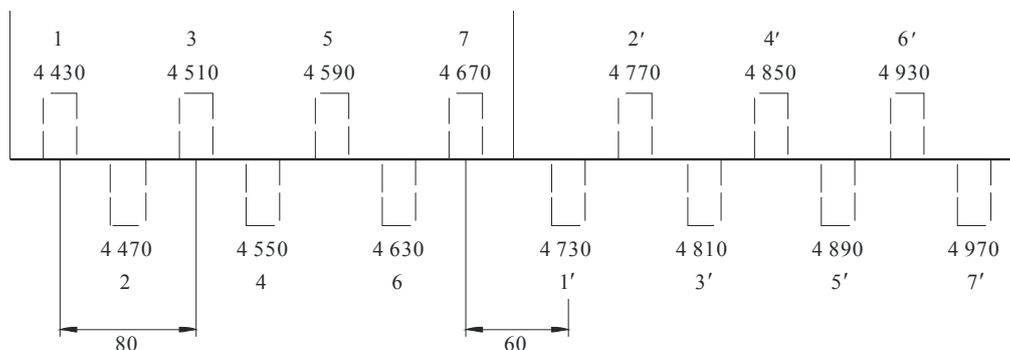
где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ или } 7.$$

РИСУНОК 2

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

(Все частоты в МГц)



F.1099-02

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 разномом между стволами 80 МГц

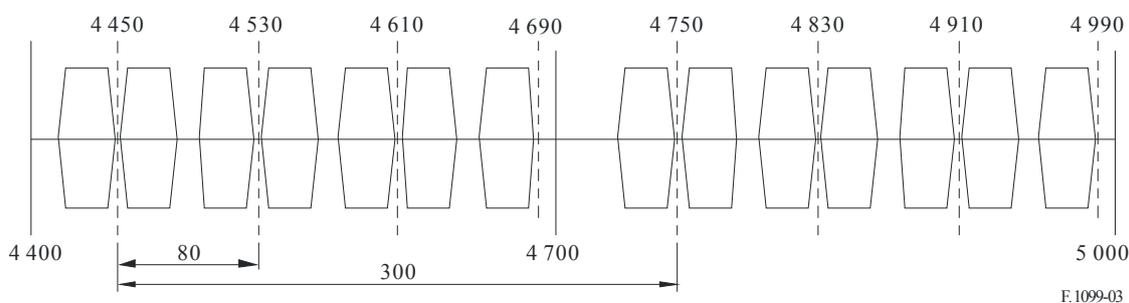
План размещения частот, показанный на рисунке 3, основывается на использовании системы с двумя несущими, передающей $2 \times 2 \times 155,52$ Мбит/с ($4 \times$ STM-1) при помощи двух пар несущих, используя обе поляризации при совпадении частот радиостволов.

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
 $2 \times 2 \times 155,52$ Мбит/с ($4 \times$ 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 разномом 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 $2 \times$ 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:

$$f_0 = 4720 \text{ МГц};$$

f_n – 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 радиостоволов выражаются следующим образом:

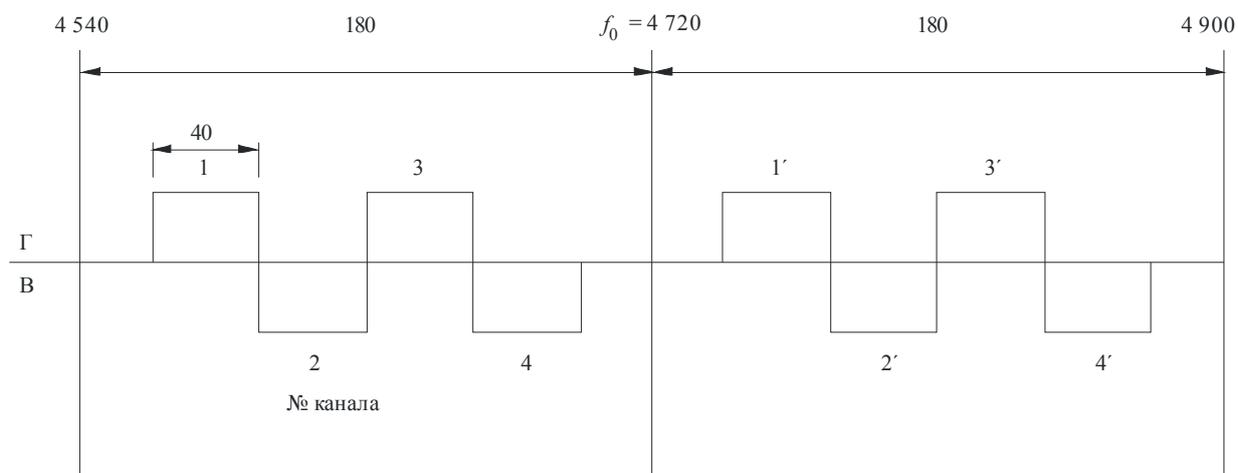
в нижней половине полосы частот: $f_n = f_0 - 195 + 40 n$ МГц

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 радиостоволов для полосы 5 ГГц
 (Все частоты в МГц)



F.1099-04

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

Центральные частоты отдельных радиостоволов выражаются следующим образом:

в нижней половине полосы: $f_n = f_0 - 185 + 20 n$ МГц

в верхней половине полосы: $f'_n = f_0 + 5 + 20 n$ МГц,

где:

$f_0 = 4720$ МГц;

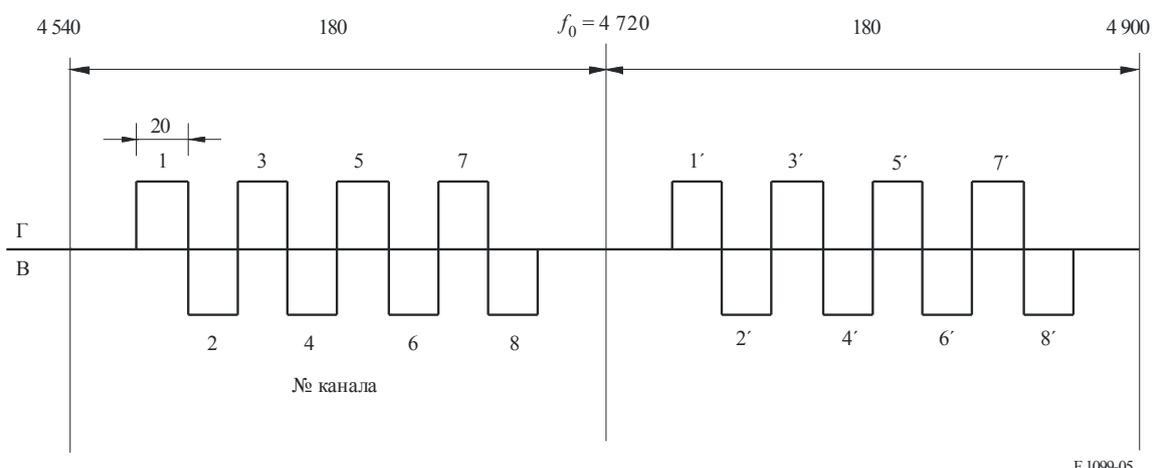
$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ или 8 .

3 Все радиостоволы прямого направления должны находиться в одной половине полосы частот, а все радиостоволы 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)



F.1099-05

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 $1 \times 139,368$ 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:

$$f_0 = 4700 \text{ МГц};$$

f_n – средняя частота полосы частот (МГц);

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

центральные частоты отдельных радиостволов выражаются с помощью следующих соотношений:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 310 + 28n$$

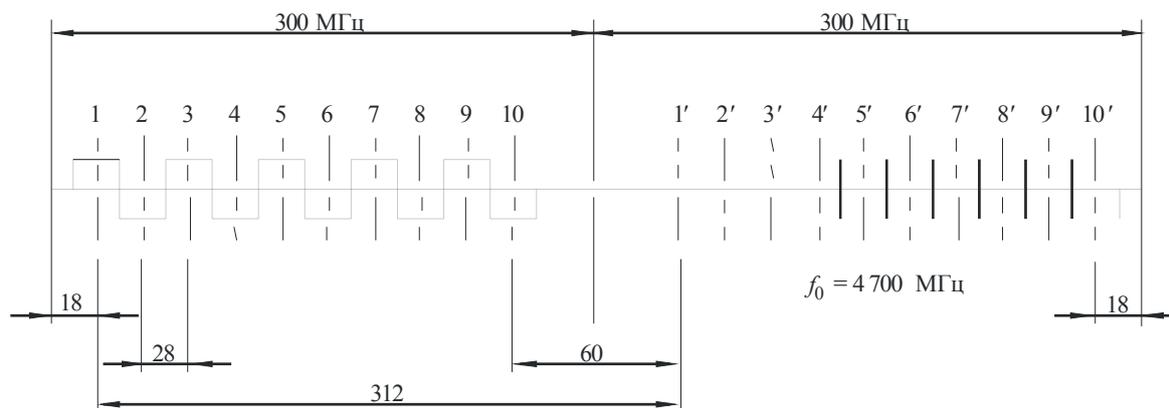
$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 2 + 28n,$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.$$

РИСУНОК 6

План размещения частот радиостолов в полосе 4400–5000 МГц при радиусе между стволами 28 МГц



F.1099-06

- 2 Все радиостолы прямого направления должны находиться в одной половине полосы, а все радиостолы обратного направления должны быть в другой половине полосы.
- 3 Этот план размещения частот радиостолов 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.