

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.383-10
(02/2021)

**План размещения частот радиостволов
для систем фиксированной
беспроводной связи высокой пропускной
способности, действующих
в нижней части диапазона 6 ГГц
(5925–6425 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 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	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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, 2021 г.

© ITU 2021

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.383-10

План размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи высокой пропускной способности, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц (5925–6425 МГц)

(Вопрос МСЭ-R 247-1/5)

(1959-1963-1966-1982-1986-1990-1992-1999-2001-2007-2013-2021)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации приводятся планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной беспроводной связи (ФБС) высокой пропускной способности, действующих в полосе 5925–6425 МГц, которые также могут использоваться для систем малой и средней пропускной способности путем разбиения стволы высокой пропускной способности. В основном тексте и в Приложениях 1–3 к настоящей Рекомендации представлен ряд планов размещения частот в данной полосе с разносом частот между радиостволами 5; 10; 20; 28; 29,65; 40; 59,3 и 80 МГц.

Ключевые слова

Фиксированная служба, связь пункта с пунктом, ширина полосы радиоствола, план размещения частот радиостволов, 6 ГГц

Сокращения

FWS	Fixed wireless system	ФБС	Система фиксированной беспроводной связи
STM	Synchronous transfer mode		Режим синхронной передачи

Соответствующие Рекомендации и Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.746 – Планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной службы

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что на международных линиях желательно иметь возможность присоединения систем фиксированной беспроводной связи (ФБС) на радиочастотах (РЧ) в диапазоне 6 ГГц;
- b)* что многие мешающие воздействия могут быть значительно уменьшены путем тщательного планирования размещения радиочастот в системах ФБС, использующих несколько радиостволов;
- c)* что использование цифровой модуляции позволяет применять планы размещения частот радиостволов, первоначально определенные для систем емкостью 1800 телефонных каналов, для передачи цифровых каналов с битовой скоростью порядка битовых скоростей синхронной цифровой иерархии или эквивалентного либо более высокоскоростного трафика;
- d)* что в этих цифровых радиосистемах возможна дальнейшая экономия при подключении к одной антенне радиостволов прямого и обратного направлений;
- e)* что цифровые методы, например корректоры кроссполяризационной развязки (ХРПС), могут внести значительный вклад в коэффициент подавления кроссполяризационной помехи (ХИР, определен в Рекомендации МСЭ-R F.746), обеспечивая, таким образом, противодействие деполяризации, вызванной многолучевым распространением;
- f)* что в случаях когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, двойной модуль синхронной передачи первого уровня (STM-1) или эквивалентный либо более высокоскоростной трафик), дополнительная экономия может быть достигнута путем использования полос систем, ширина которых больше рекомендуемого разноса частот между радиостволами, связанного с высокоэффективными форматами модуляции;

g) что некоторым администрациям, возможно, необходимо разворачивать также системы с низкой и средней пропускной способностью,

рекомендует,

1 что предпочтительный план размещения частот радиостволов 29,65 МГц при их числе до восьми в прямом и до восьми в обратном направлениях, из которых каждый имеет пропускную способность порядка битовых скоростей синхронной цифровой иерархии или эквивалентного либо более высокоскоростного трафика, действующих на частотах в нижней части диапазона 6 ГГц (Примечание 5), показан на рисунках 1А, 1В или 1С, и должен определяться следующим образом:

пусть f_0 – частота центра занимаемой полосы частот (МГц) (см. п. 6 раздела *рекомендует*);

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

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

тогда частоты (МГц) каждого радиоствола определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 259,45 + 29,65 n \quad \text{МГц;}$$

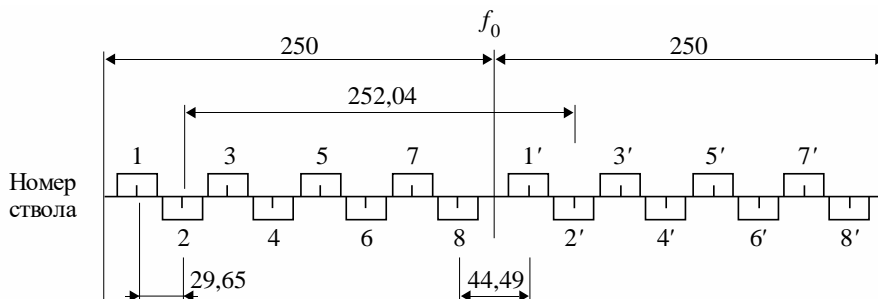
$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 7,41 + 29,65 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ или 8 .

РИСУНОК 1А

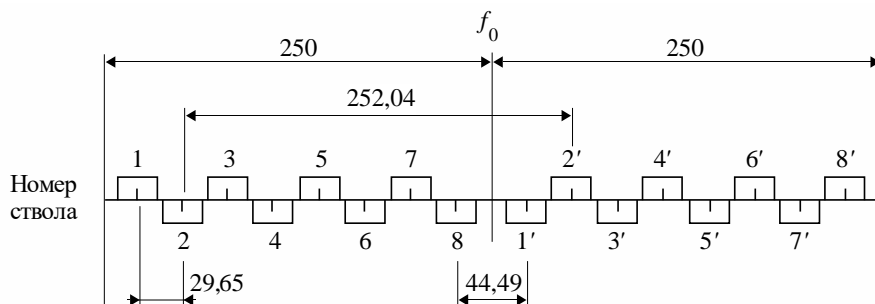
**План размещения частот радиостволов с чередованием для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц, которые предназначены для использования в международных соединениях
(Все частоты в МГц)**



F.0383-01 a

РИСУНОК 1В

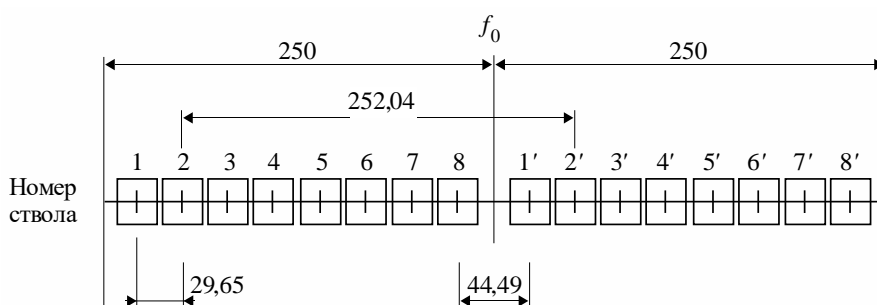
**План размещения частот радиостволов с чередованием для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц, которые предназначены для использования в международных соединениях
(Все частоты в МГц)**



F.0383-1b

РИСУНОК 1С

План размещения частот совмещенных радиостволов
для систем фиксированной беспроводной связи, действующих в диапазоне 6 ГГц,
которые предназначены для использования в международных соединениях
(Все частоты в МГц)



F0383-01c

2 что на участке, где осуществляется международное соединение, все частоты радиостволов прямого направления должны располагаться в одной половине полосы частот, а все частоты радиостволов обратного направления – в другой половине полосы частот;

3 что на данном участке радиостволы прямого и обратного направлений должны иметь предпочтительно поляризации, показанные ниже и на рисунке 1А (см. Примечание 1):

	<i>Прямое направление</i>	<i>Обратное направление</i>
Г(В)	1, 3, 5, 7	1', 3', 5', 7'
В(Г)	2, 4, 6, 8	2', 4', 6', 8'.

В прошлом при развертывании аналоговых систем емкостью до 1800 каналов использовались следующие планы размещения с чередующейся поляризацией, которые возможно сохранялись на начальном этапе перехода к цифровым системам; возможно они все еще применяются по согласованию между заинтересованными администрациями (см. Примечание 1):

	<i>Прямое направление</i>	<i>Обратное направление</i>
Г(В)	1, 3, 5, 7	2', 4', 6', 8'
В(Г)	2, 4, 6, 8	1', 3', 5', 7'.

4 что в случае, когда позволяют характеристики оборудования и сети, следует использовать план размещения частот совмещенных радиостволов с повторным использованием частоты, показанный на рисунке 1С, в целях повышения спектральной эффективности при условии явно сформулированного согласия заинтересованных администраций, если в этом отношении выражалась обеспокоенность;

5 что в случае, когда требуются линии с очень высокой пропускной способностью (например, двойной модуль STM-1 или эквивалентный либо более высокоскоростной трафик), следует использовать ширину канала 59,3 МГц следующим образом:

5.1 план размещения частот радиостволов с использованием радиостволов шириной 59,3 МГц при их числе до восьми в прямом и до восьми в обратном направлениях определяется следующим образом (см. рисунок 2):

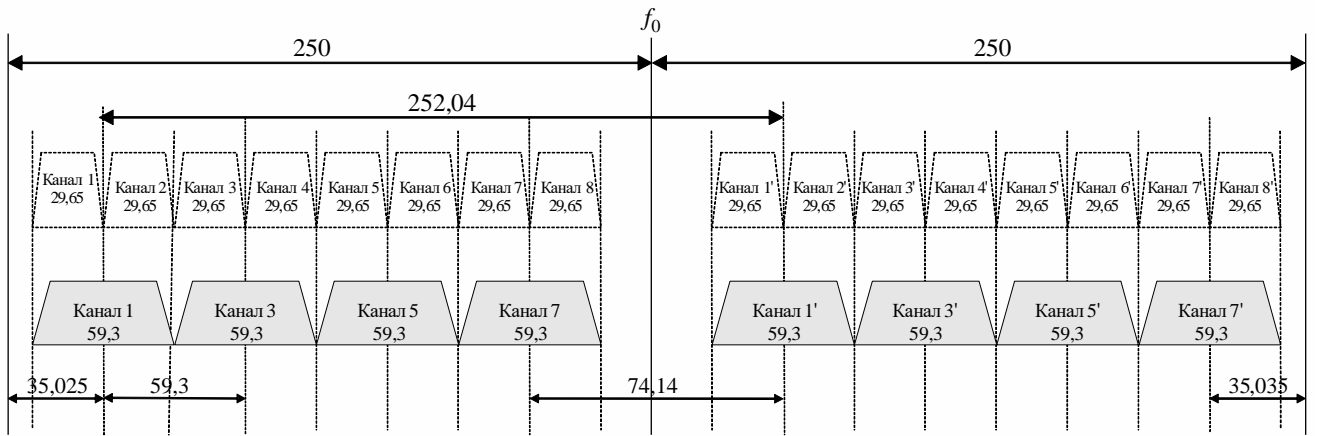
$$\begin{aligned} \text{нижняя половина полосы: } f_n &= f_0 - 274,275 + 59,3 n && \text{МГц;} \\ \text{верхняя половина полосы: } f'_n &= f_0 - 22,235 + 59,3 n && \text{МГц,} \end{aligned}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4.$$

РИСУНОК 2

План размещения частот радиостволов 59,3 МГц для радиорелейных систем, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц (Все частоты в МГц)



F.0383-02

5.2 администрации, желающие обеспечить возможность более гибкого использования каналов 59,3 МГц для упрощения планирования плотных сетей в сочетании с существующими линиями 29,65 МГц, могут рассмотреть использование плана размещения частот радиостволов с чередованием для радиостволов 59,3 МГц при их числе не более семи в прямом и не более семи в обратном направлениях, который определяется следующим образом (см. рисунок 3):

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 244,625 + 29,65 n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 + 7,415 + 29,65 n \quad \text{МГц,}$$

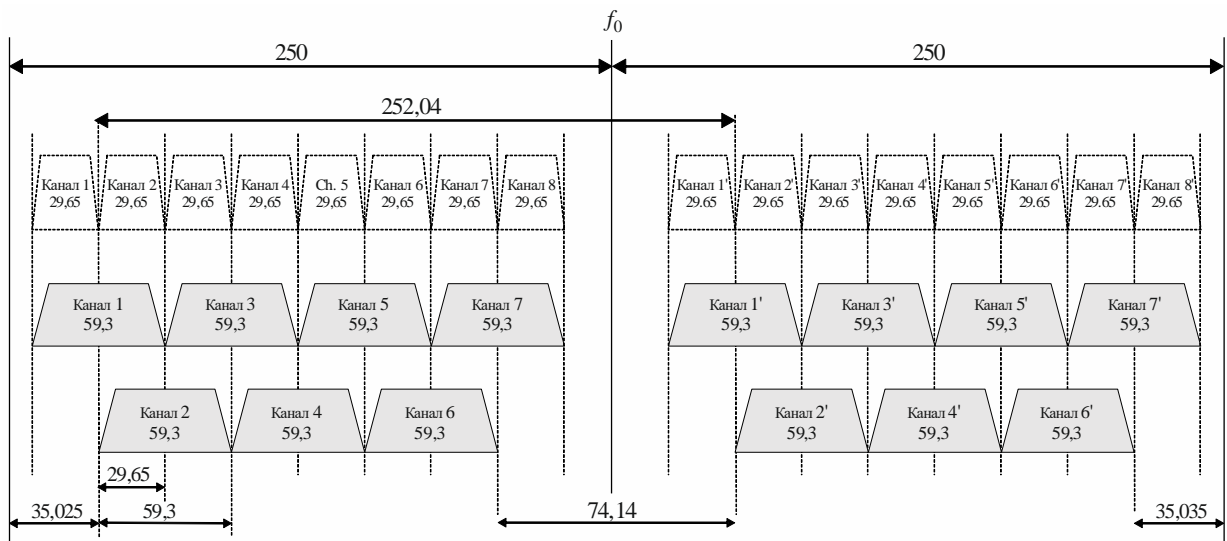
где:

$$n = 1, 2, \dots, 7.$$

Следует отметить, что каналы с нечетными номерами ($n = 1, 3, 5, 7$) являются такими же, как четыре канала, показанные в п. 5.1 раздела *рекомендует*, выше.

РИСУНОК 3

Планы размещения частот радиостволов с чередованием для стволов с разнесом 59,3 МГц (Все частоты в МГц)



F.0383-03

6 что предпочтительной центральной частотой является 6175,0 МГц; но наряду с этим по согласованию между заинтересованными администрациями могут использоваться другие значения центральной частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В случае, когда применяются общие приемо-передающие антенны и радиоствол 8 используется совместно с радиостволем 1', либо как в плане размещения на рисунке 1А, либо даже как в более проблематичных планах на рисунках 1В и 1С, может потребоваться особое размещение с разделением и фильтрацией, для того чтобы ограничить создаваемое взаимное ухудшение и допустить их совместную работу.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В ряде администраций в Районе 1 в полосе частот 5925–6425 МГц используется план размещения частот радиостволов, приведенный в Приложении 2 к настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Некоторые администрации используют другой план размещения частот радиостволов в полосе частот 5925–6425 МГц для цифровых ФБС высокой пропускной способности, соответствующей до $2 \times \text{STM-1}$ или эквивалентному либо более высокоскоростному трафику (см. Приложение 1).

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Некоторые администрации используют другие планы размещения частот радиостволов в полосе частот 5925–6425 МГц для цифровых ФБС различными пропускными способностями вплоть до STM-1 или эквивалентного либо более высокоскоростного трафика (см. Приложение 3).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Реальные скорости передачи, с учетом вспомогательных данных, могут превышать исходную скорость передачи на 5% или более.

Приложение 1

Планы размещения частот, полученные из однородного частотного раstra для диапазона 6 ГГц с разносами частот между радиостволами 40 МГц

Ниже описаны планы размещения частот радиостволов для диапазона 6 ГГц, полученные из Рекомендации МСЭ-R F.635.

1 План размещения частот радиостволов с разносом 40 МГц для нижней части диапазона 6 ГГц

Приведенный ниже план размещения частот радиостволов обеспечивает шесть радиостволов прямого и обратного направлений с пропускной способностью до 2×155 Мбит/с для систем с приемлемыми видами модуляции более высокого уровня и спектральной эффективностью до 7,75 бит/с/Гц. Этот план размещения частот радиостволов должен определяться следующим образом:

пусть f_0 – частота центра занимаемой полосы частот (МГц), $f_0 = 6175$;

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

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

тогда частоты (МГц) каждого радиоствола определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 260 + 40n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 20 + 40n \quad \text{МГц,}$$

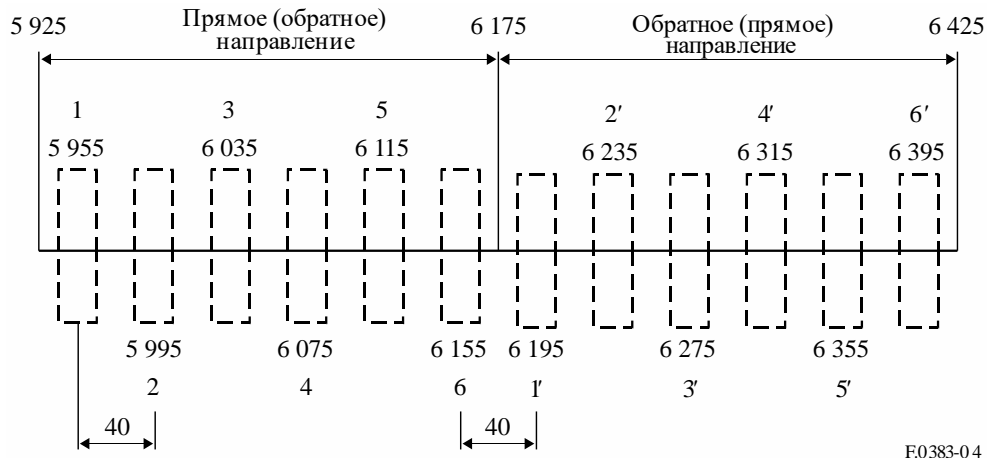
где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ или } 6.$$

В приведенном выше плане размещения может применяться "двойная поляризация на совпадающей частоте", как показано на рисунке 4.

РИСУНОК 4

План размещения частот радиостволов с разносом 40 МГц для радиорелейных систем, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц
(Все частоты в МГц)



Приложение 2

План размещения частот радиостволов с разносом частот между радиостволами 28 МГц для системы ФБС, действующей в диапазоне 6 ГГц

В настоящем Приложении приводится план размещения частот радиостволов, пригодный для цифровых систем ФБС с шириной полосы радиоствола 28 МГц. План размещения полос радиостволов изображен на рисунке 5 и определяется 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);

$f_0 = 6172$ МГц;

дуплексное разнесение = 266 МГц,

тогда частоты (МГц) каждого радиоствола определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы: $f_n = f_0 - 259 + 28n$ МГц;

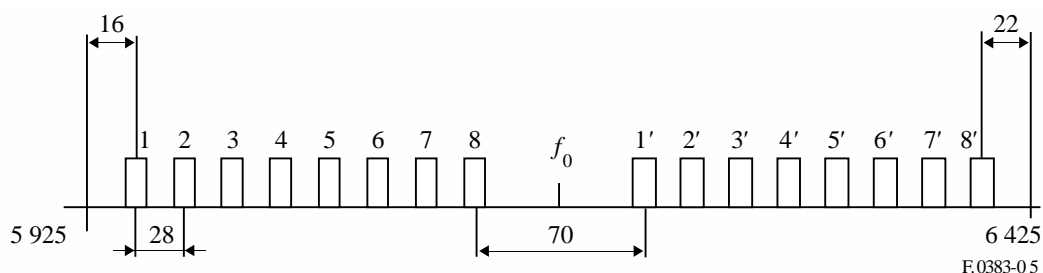
верхняя половина полосы: $f'_n = f_0 + 7 + 28n$ МГц,

где:

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

РИСУНОК 5

План размещения частот радиостволов с разносом между стволами 28 МГц для ФБС, действующих в диапазоне 6 ГГц
(Все частоты в МГц)



Приложение 3

Планы размещения полос частот радиостволов в нижней части диапазона 6 ГГц с использованием разноса частот между стволами 5, 10, 20 и 40 МГц

Некоторые администрации могут использовать полосу частот 5925–6425 МГц для передачи цифровых телевизионных сигналов и для организации магистральных сетей между удаленными районами по радиостволам с различной шириной полосы.

Базовый вариант плана размещения частот радиостволов с разносом 40 МГц должен определяться следующим образом:

пусть f_0 – частота центра занимаемой полосы частот (МГц), $f_0 = 6175$;

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

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

дуплексное разнесение = 260 МГц;

центральный разнос = 60 МГц,

тогда центральные частоты радиостволов с разносом 40 МГц определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы: } f_n = f_0 - 270 + 40n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы: } f'_n = f_0 - 10 + 40n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

Предпочтительное размещение частот для базового варианта с разносом 40 МГц показано на рисунке 6. Этот план размещения может использоваться также для двойной поляризации на совпадающей частоте, чтобы повысить общую пропускную способность, обеспеченную в этой полосе частот.

Планы размещения частот радиостволов с меньшими разносами, составляющими 5, 10 и 20 МГц, получаются путем разделения основных стволов с разносом 40 МГц.

РИСУНОК 6

План размещения частот радиостолов с разносом 40 МГц
для цифровых ФБС, действующих в нижней части диапазона 6 ГГц
(Все частоты в МГц)

