

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

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-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.384-11

Планы размещения частот радиостолов 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 радиостолов 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 радиостоловами составляют 40, 30, 20, 10 и 5 МГц; в Приложении 2 представлены также рекомендуемые планы размещения частот с разнесениями радиостолов 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 радиостолов для ФБС имеет значительные преимущества;
- d) что использование некоторых видов цифровой модуляции (см. Рекомендацию МСЭ-R F.1101) позволяет использовать план размещения частот радиостолов 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 радиостолов прямого и обратного направлений;
- f) что многие мешающие воздействия могут быть значительно уменьшены путем тщательно спланированного размещения радиочастот в ФБС, использующей несколько радиостолов;
- 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 (ХРПС), могут внести значительный вклад в коэффициент подавления кроссполяризационной помехи (ХИР, 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 радиостолов, 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);

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 отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

нижняя половина полосы частот: $f_n = f_0 - 350 + 40n$ МГц;

верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_0 - 10 + 40n$ 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. 1а (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 1б;

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 с более широкой полосой, при этом центральная частота лежит в центральной точке расстояния между этими двумя соседними радиостволами 40 МГц;

РИСУНОК 1а

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

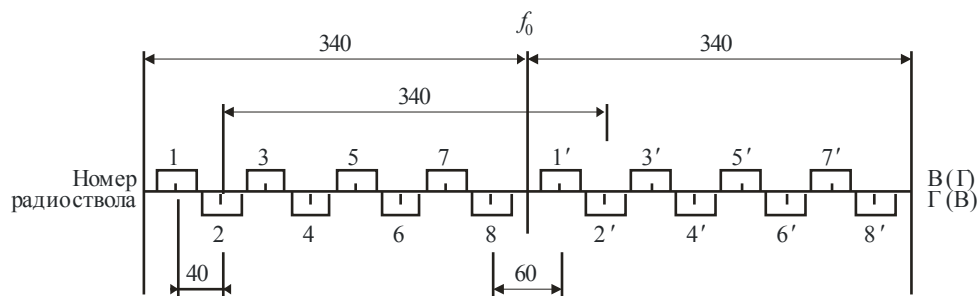
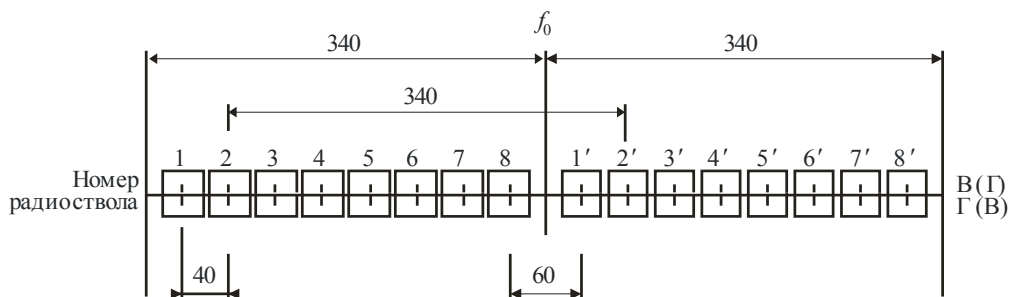


РИСУНОК 1б

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



F.0384-01b

2 что предпочтительный план размещения до 16 радиостволов прямого и 16 радиостволов обратного направлений, каждый из которых имеет скорость передачи цифровых плездохронных 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:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 350 + 20n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 - 10 + 20n \quad \text{МГц,}$$

где:

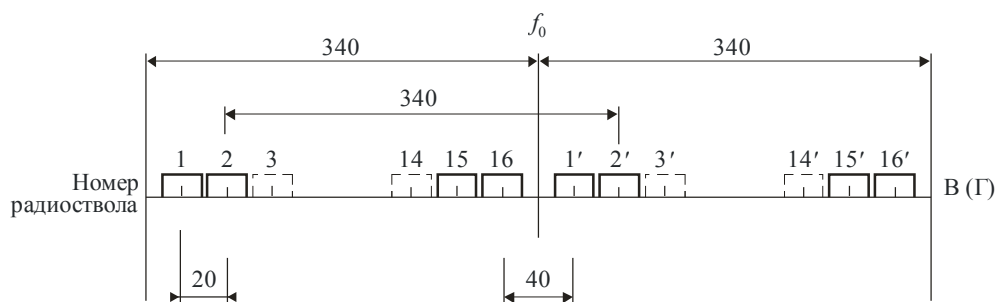
$$n = 1, 2, 3, \dots, 15, 16;$$

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)



F.0384-02

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);

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 отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 30 n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 30 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \text{ и } 10;$$

$n = 11$ 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 с 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:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 10 n \quad \text{МГц;}$$

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

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 31, 32;$$

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:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 5 n \quad \text{МГц;}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 5 + 5 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots 63, 64;$$

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 радиостволем 1', либо как в плане размещения на рис. 1а, либо даже как в более проблематичном плане на рис. 1б, 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:

	<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'

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.

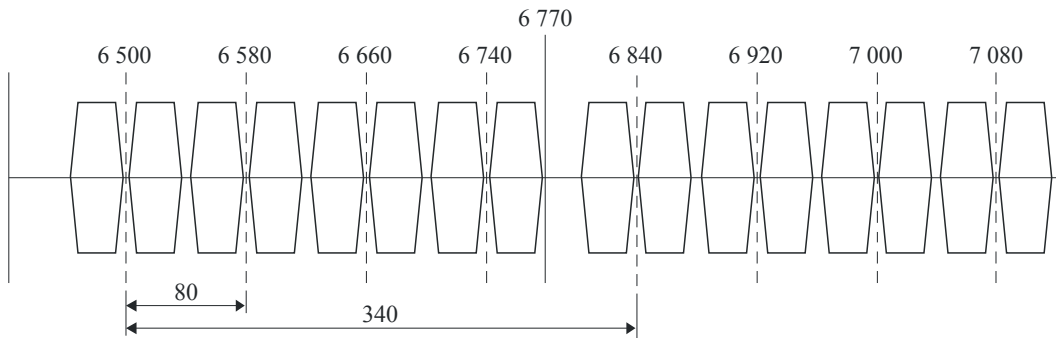
На рис. 3 показаны примеры планов размещения повторно используемых частот радиостволов с одинаковой поляризацией, использующих систему с двумя несущими 64-QAM. Каждая несущая модулируется со скоростью 155,52 Мбит/с (STM-1).

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 $\pm 17,5$ МГц от центральной частоты и использующих обе поляризации. Это являлось предпочтительным в условиях перехода от аналоговых технологий к цифровым технологиям.

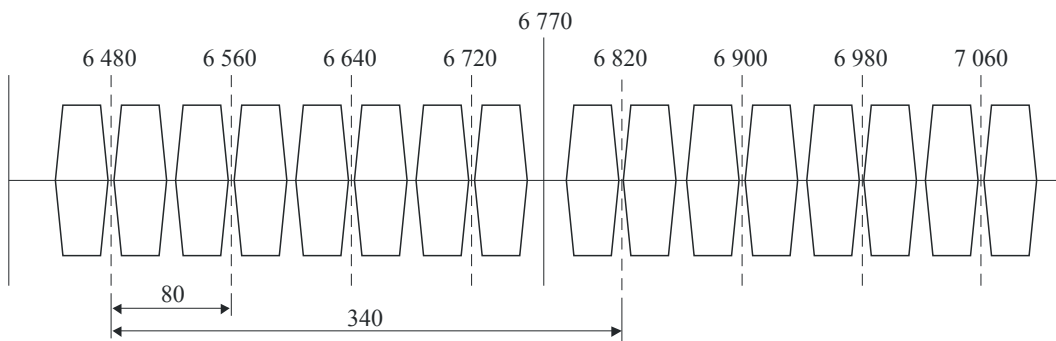
На рисунке 3б показан план размещения с перемежением частот радиостволов, в котором центральные частоты получены из п. 1.6 раздела *рекомендует* путем сочетания радиостволов $n = 1$ и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8. Этот план размещения частот является предпочтительным, так как он обеспечивает более симметричные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

РИСУНОК 3

Пример планов размещения частот радиостолов для фиксированной беспроводной системы $2 \times 2 \times 155,52$ Мбит/с ($4 \times \text{STM-1}$), работающей с частотным разнесением 80 МГц в верхней части диапазона 6 ГГц
(Все частоты в МГц)



- a) Предпочтительный план размещения частот радиостолов для случая, когда требуется совместимость с аналоговыми радиорелейными системами



- b) Предпочтительный план размещения частот радиостолов для случая, когда не требуется совместимости с аналоговыми радиорелейными системами

F.0384-03

Приложение 2

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

Узкополосные радиостолы 14 МГц, 7 МГц и 3,5 МГц получены путем формального разбиения каждого из радиостолов 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 радиостолов может быть получен с использованием следующих соотношений:

- a) для систем с разносом несущих в 14 МГц:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 340 + 9 + n \cdot 14 + 2 \cdot \text{целое значение}((n-1)/2);$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 9 + n \cdot 14 + 2 \cdot \text{целое значение}((n-1)/2),$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 21, 22;$$

б) для систем с разномом несущих в 7 МГц:

нижняя половина полосы частот: $f_n = f_0 - 340 + 12,5 + n \times 7 + 2 \times \text{целое значение}((n-1)/4)$;

верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_0 + 12,5 + n \times 7 + 2 \times \text{целое значение}((n-1)/4)$,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots, 43, 44$;

с) для систем с разномом несущих в 3,5 МГц:

нижняя половина полосы частот: $f_n = f_0 - 340 + 14,25 + n \times 3,5 + 2 \times \text{целое значение}((n-1)/8)$;

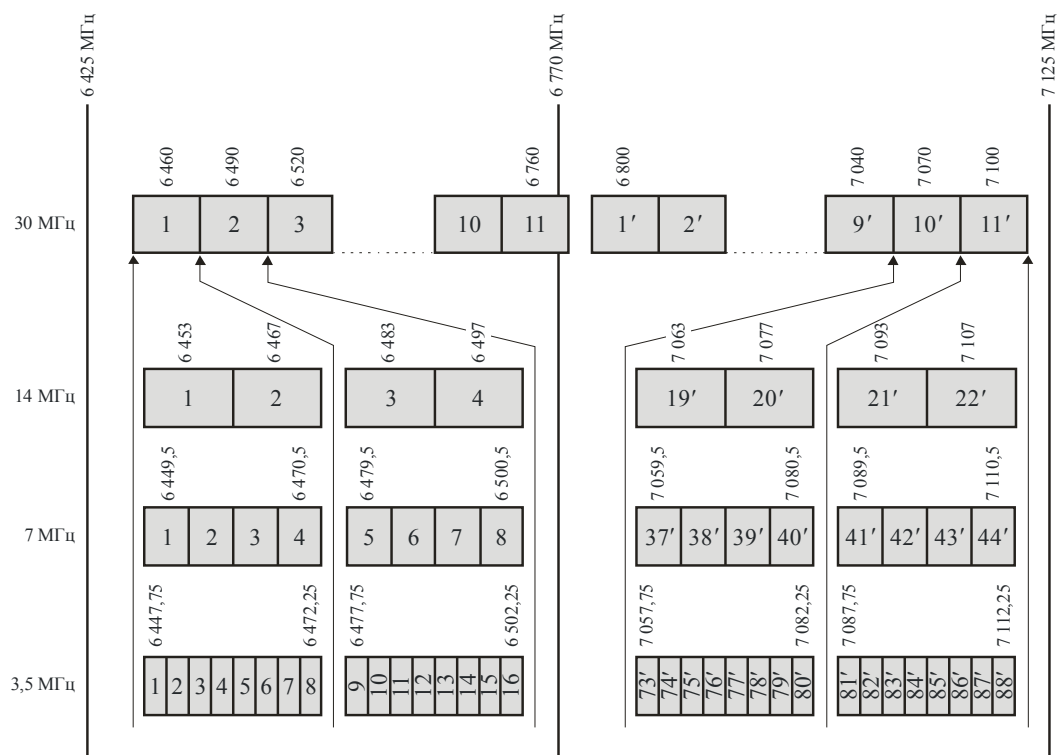
верхняя половина полосы частот: $f'_n = f_0 + 14,25 + n \times 3,5 + 2 \times \text{целое значение}((n-1)/8)$,

где:

$n = 1, 2, 3, \dots, 87, 88$.

РИСУНОК 4

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



F.0384-04