

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R F.746-10  
(03/2012)

## Планы размещения частот радиостволов для систем фиксированной службы

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)   |
| <b>F</b> | <b>Фиксированная служба</b>   |
| 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, 2015 г.

© ITU 2015

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.746-10\*

**Планы размещения частот радиостолов для систем  
фиксированной службы**

(Вопрос МСЭ-R 247/5)

(1991-1994-1995-1997-1999-2001-2002-2003-2006-2007-2012)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации представлены общие руководящие указания для разработки планов размещения частот радиостолов для фиксированных беспроводных систем. Она также содержит обзор всех современных планов размещения частот радиостолов, содержащихся в различных Рекомендациях, а в ряде Приложений приведены конкретные планы размещения частот радиостолов, не охваченные в рамках других конкретных Рекомендаций.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что в соответствии со Статьей 5 Регламента радиосвязи некоторые полосы частот распределены фиксированной службе (ФС) на всемирной основе;
- b) что другие полосы частот распределены фиксированной службе на региональной основе;
- c) что некоторые системы уже используются и ожидается, что в будущем они получат более широкое применение;
- d) что в этих полосах частот может оказаться желательным выполнение соединений фиксированных беспроводных систем (ФБС) на международных цепях;
- e) что некоторые полосы частот не были исследованы до настоящего времени, и для них не существует соответствующих рекомендаций для определения конкретных планов размещения частот радиостолов, которые могли бы быть пригодны в качестве международных, как это уже сделано в других частях частотного спектра;
- f) что для МСЭ-R было бы полезным иметь перечень рекомендованных планов размещения частот радиостолов;
- g) что обе концепции цифровых ФБС – с одной несущей и с несколькими несущими – являются полезными для получения наилучших показателей при достижении компромисса между техническими и экономическими аспектами проектирования систем,

*рекомендует,*

**1** что в качестве основы для планов размещения частот радиостолов предпочтительно использовать однородные частотные растры;

**2** что предпочтительные планы размещения частот радиостолов следует разрабатывать исходя из однородного раstra в соответствии с планом размещения частот радиостолов на чередующихся частотах и с планами радиостолов при повторном использовании полосы частот на совпадающих и на сдвинутых частотах (см. Примечание 1), как показано на рисунках 1a), 1b) и 1c), соответственно.

Основными параметрами, влияющими на выбор планов размещения частот радиостолов, являются:

*X*S определяется как разнос частот между средними частотами соседних радиостолов с одинаковой поляризацией в одном и том же направлении передачи; Рекомендацией МСЭ-R F.1191 определено, что *X*S равен удвоенному *разносу частот* для плана

---

\* 5-я Исследовательская комиссия по радиосвязи в 2012 году приняла редакционные поправки к этой Рекомендации в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

размещения частот радиостволов на чередующихся частотах по рисунку 1а) и разносу частот для планов размещения частот радиостволов при повторном использовании полосы частот на совпадающих и на сдвинутых частотах согласно рисункам 1б) и 1с).

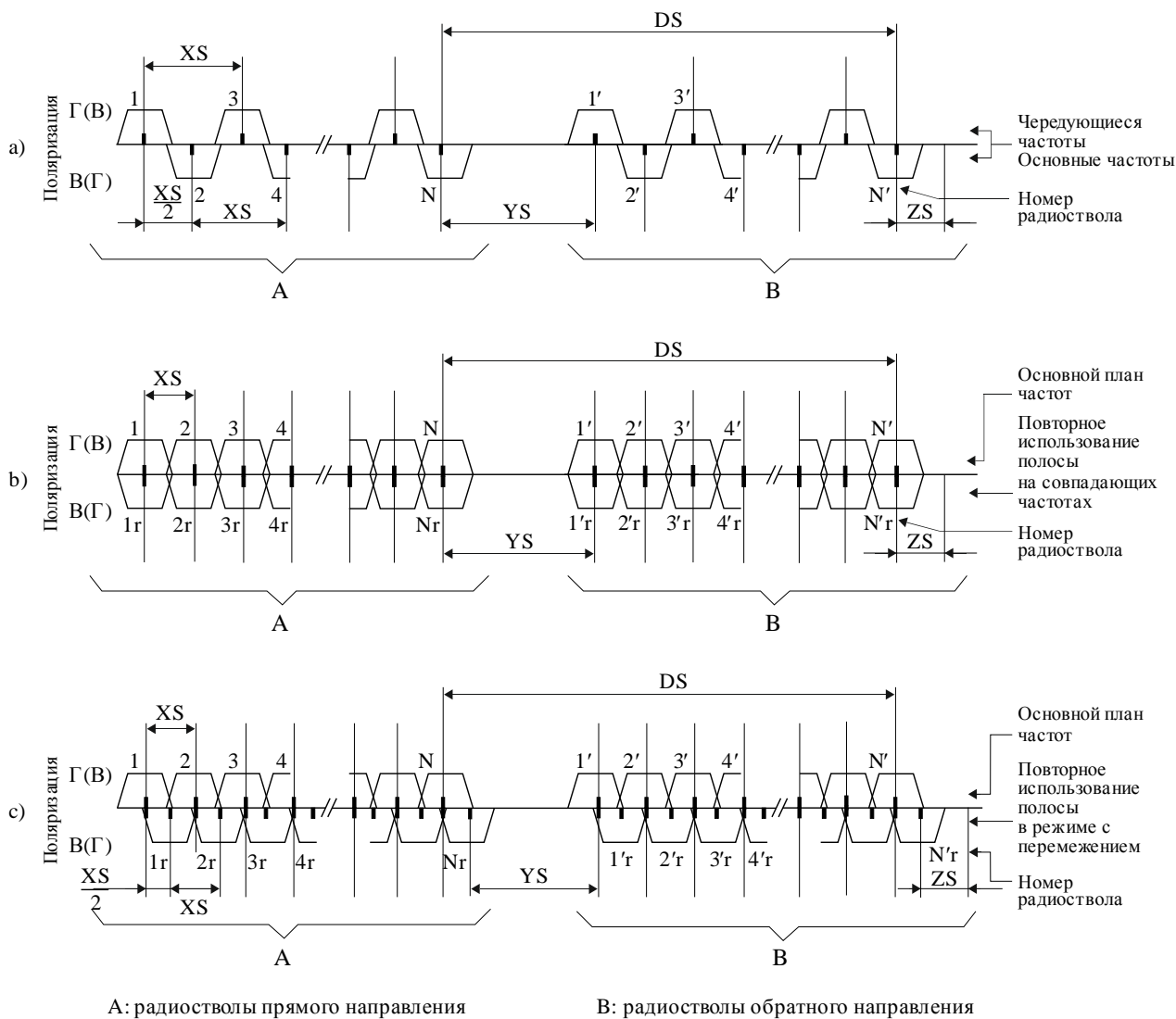
Разнос частот иногда идентифицируется с термином *частотное разнесение* радиостволов и также считается равным *ширине полосы частот радиоствола*.

- YS* определяется как разнос частот между средними частотами ближайших друг к другу радиостволов прямого и обратного направлений (также называемые внутренние крайние разнонаправленные радиостволы). Если субполосы частот для прямого и обратного направлений не являются соседними, т. е. в промежутке между ними имеется (имеются) полоса(ы) частот, распределенная(ые) другой(им) службе(ам), то *YS* следует рассматривать, включая разнос полос частот (*BS*), равный общей ширине полосы (полос) частот, распределенной этой(им) службе(ам).
- ZS* определяется как разнос частот между средними частотами крайних радиостволов и границами полосы частот (также определяемые как *защитные полосы частот* в Рекомендации МСЭ-R F.1191). В случае когда нижний и верхний разносы различаются по величине,  $Z_1S$  относится к нижнему разносу, а  $Z_2S$  – к верхнему разносу. Если субполосы частот для прямого и обратного направлений не являются соседними, т. е. в промежутке между ними имеется (имеются) полоса(ы) частот, распределенная(ые) другой(им) службе(ам), то  $ZS_i$  будет определяться для внутренних крайних частот обеих субполос и будет включен в *YS*.
- DS* *дуплексное разнесение* частот Tx/Rx (передатчик/приемник), определяемое как разнос частот между соответствующими радиостволами прямого и обратного направлений, постоянное для каждой пары  $i$ -й и  $i'$ -й частот в пределах данного плана размещения радиостволов.



РИСУНОК 1

Планы размещения частот радиостолов для трех возможных схем, рассматриваемых в тексте



F.0746-01

Выбор плана размещения частот радиостолов зависит от значений развязки по кроссполяризации ( $XPD$ ) и от общей избирательности фильтров ( $NFD$ ), причем эти параметры определяются как:

$$XPD_{\Gamma(B)} = \frac{\text{Мощность, принимаемая в поляризации } \Gamma(B), \text{ передаваемая в поляризации } \Gamma(B)}{\text{Мощность, принимаемая в противоположной поляризации } B(\Gamma), \text{ передаваемая в поляризации } B(\Gamma)} \quad (\text{см. Примечание 2})$$

$$NFD = \frac{\text{Мощность, принимаемая от соседнего радиостолов}}{\text{Мощность от соседнего радиостолов, принимаемая основным приемником после ВЧ, ПЧ фильтров и фильтров основной полосы частот (ВВ)}} \quad (\text{см. Примечание 3})$$

Параметры  $XPD$  и  $NFD$  (дБ) вносят вклад в величину отношения сигнала несущей частоты к помехе.

Если  $XPD_{min}$  является минимальным значением, достигаемым при требуемом проценте времени, то из этого значения и из значения  $NFD$  по соседнему радиостолу можно оценить общую величину мощности помехи, и эту величину следует сравнить с минимальным отношением несущая/помеха  $(C/I)_{min}$ , приемлемым для принятого метода модуляции (см. Примечание 4).

Можно использовать планы размещения частот радиостволов на чередующихся частотах (пренебрегая вкладом помехи от соседнего радиоствола на совпадающей поляризации), если:

$$XPD_{min} + (NFD - 3) \geq (C/I)_{min} \quad \text{дБ.}$$

Можно использовать планы размещения частот радиостволов на совпадающих частотах, если:

$$10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{XPD + XIF}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{NFD_a - 3}{10}}}} \geq (C/I)_{min} \quad \text{дБ.}$$

Можно использовать планы размещения частот радиостволов на сдвинутых частотах, если:

$$10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{XPD + (NFD_b - 3)}{10}}} + \frac{1}{10^{\frac{NFD_a - 3}{10}}}} \geq (C/I)_{min} \quad \text{дБ,}$$

где:

$NFD_a$ : общая избирательность фильтров, определяемая при разнесении частот  $X_S$ ;

$NFD_b$ : общая избирательность фильтров, определяемая при разнесении частот  $X_S/2$ ;

$XIF$ : выигрыш за счет  $XPD$ , обусловленный подавлением любых помех из-за кроссполяризации, если оно осуществляется в приемнике, испытывающем помехи;

**3** чтобы планы размещения частот радиостволов, показанные на рисунке 1, могли использоваться для цифровых ФБС как с передачей на одной несущей частоте, так и с передачей на нескольких несущих частотах (см. Примечание 5);

**4** чтобы при передаче на нескольких несущих частотах общее число несущих частот рассматривалось как один радиоствол, для которого центральная частота и частотное разнесение радиостволов определены на рисунке 1 независимо от действительной средней частоты несущих, которая может изменяться по техническим причинам в соответствии с практическими реализациями;

**5** что там, где это практически возможно (например, в новых и перераспределяемых полосах частот, имеющих сравнимую ширину), полезно иметь одинаковый дуплексный разнос радиостволов в различных соседних полосах частот;

**6** что в Рекомендациях МСЭ-R, касающихся цифровых фиксированных беспроводных систем, может применяться следующая классификация с точки зрения пропускной способности (см. также Приложение 1 к Рекомендации МСЭ-R F.1101):

- "фиксированные беспроводные системы с низкой пропускной способностью" для передачи цифровых сигналов с общей скоростью передачи до 10 Мбит/с включительно;
- "фиксированные беспроводные системы со средней пропускной способностью" для передачи цифровых сигналов с общей скоростью передачи от 10 Мбит/с до примерно 100 Мбит/с;
- "фиксированные беспроводные системы с высокой пропускной способностью" для передачи цифровых сигналов с общей скоростью передачи, превышающей 100 Мбит/с;

**7** чтобы в таблицах 1 и 2 содержался обзор планов размещения частот радиостволов, определенных МСЭ-R на сегодняшний день, с указанием соответствующей Рекомендации. Некоторые планы размещения частот радиостволов в полосах, для которых нет конкретной Рекомендации, и которые, тем не менее, используются рядом администраций, описаны в Приложениях 1–8.

ТАБЛИЦА 1

**План размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы  
в диапазонах частот ниже примерно 17 ГГц**

| Диапазон (ГГц) | Полоса частот (ГГц)   | Рекомендации МСЭ-R серии F   | Разнос радиостолов (МГц)  |
|----------------|---|--|---|
| 0,4            | 0,4061–0,430<br>0,41305–0,450   | 1567, Приложение 1<br>1567, Приложение 1   | 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,6;<br>0,25; 0,3; 0,5; 0,6; 0,75; 1;<br>1,75; 3,5  |
| 1,4            | 1,35–1,53   | 1242   | 0,25; 0,5; 1; 2; 3,5  |
| 2              | 1,427–2,69<br>1,7–2,1; 1,9–2,3<br>1,9–2,3<br>1,9–2,3<br>1,9–2,3<br>2,3–2,5<br>2,29–2,67 | 701<br>382<br>1098<br>1098, Приложения 1, 2<br>1098, Приложение 3<br>746, Приложение 1<br>1243 | 0,5 (растр)<br>29<br>3,5; 2,5 (растры)<br>14<br>10<br>1; 2; 4; 14; 28<br>0,25; 0,5; 1; 1,75;<br>2; 3,5; 7; 14;<br>2,5 (растр) |
| 3,6            | 3,4–3,8<br>3,4–3,8  | 1488, Приложение 1<br>1488, Приложение 2   | 25 <sup>(1)</sup><br>0,25 <sup>(2)</sup>  |
| 4              | 3,8–4,2<br>3,7–4,2<br>3,4–4,2<br>3,6–4,2<br>3,4–4,2                                     | 382<br>382, Приложение 1<br>635<br>635, Приложение 1<br>635, Приложение 1                      | 29<br>28<br>10 (растр)<br>40; 30<br>80  |
| U4             | 4,4–5,0<br>4,4–5,0<br>4,4–5,0<br>4,54–4,9   | 1099<br>1099, Приложение 1<br>1099, Приложение 3<br>1099, Приложение 2                         | 10 (растр)<br>40<br>28<br>40; 20  |
| L6             | 5,925–6,425<br>5,925–6,425<br>5,925–6,425<br>5,925–6,425                                | 383<br>383, Приложение 1<br>383, Приложение 2<br>383, Приложение 3                             | 29,65<br>40<br>28<br>40; 20; 10; 5  |
| U6             | 6,425–7,11<br>6,425–7,11<br>6,425–7,11  | 384<br>384, Приложение 1<br>384, Приложение 2  | 40; 30; 20; 10; 5<br>80<br>30; 14; 7; 3,5   |

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

| Диапазон (ГГц) | Полоса частот (ГГц)   | Рекомендации МСЭ-R серии F  | Разнос радиостолбов (МГц)   |
|----------------|---|---|---|
| 7              | 7,25–7,55<br>7,425–7,725 (7,125–7,425) <sup>(3)</sup><br>(7,250–7,550) <sup>(3)</sup> (7,550–7,850) <sup>(3)</sup><br>7,125–7,425<br>7,425–7,725<br>7,435–7,75<br>7,11–7,75<br>7,425–7,90 | 385, Приложение 5<br>385<br><br>385, Приложение 1<br>385, Приложение 1<br>385, Приложение 2<br>385, Приложение 3<br>385, Приложение 4           | 3,5<br>7; 14; 28<br><br>1,75; 3,5; 7; 14; 28<br>1,75; 3,5; 7; 14; 28<br>5; 10; 20<br>28<br>28   |
| 8              | 7,725–8,275<br>7,725–8,275<br>8,275–8,5<br>7,9–8,4<br>7,725–8,275<br>8,025–8,5<br>7,725–8,275   | 386, Приложение 1<br>386, Приложение 2<br>386, Приложение 2<br>386, Приложение 3<br>386, Приложение 4<br>386, Приложение 5<br>386, Приложение 6 | 30; 20; 10; 5; 2,5; 1,25<br>28; 14; 7<br>28; 14; 7<br>28; 14; 7<br>40; 20; 10; 5<br>28; 14; 7<br>29,65  |
| 10             | 10,0–10,68<br>10,0–10,68<br>10,15–10,65<br>10,15–10,65<br>10,15–10,65<br>10,5–10,68<br>10,55–10,68  | 747<br>747, Приложение 4<br>747, Приложение 3<br>1568, Приложение 1<br>1568, Приложение 2<br>747, Приложение 1<br>747, Приложение 2             | 1,25 и 3,5 (растры)<br>3,5; 7; 14; 28 (растры)<br>3,5; 7; 14; 28 (растры)<br>28 <sup>(1)</sup><br>30 <sup>(1)</sup><br>7; 3,5 (растры)<br>5; 2,5; 1,25 (растры) |
| 11             | 10,7–11,7<br>10,7–11,7<br>10,7–11,7<br>10,7–11,7<br>10,7–11,7   | 387<br>387, Приложение 2<br>387, Приложение 1<br>387, Приложение 3<br>387, Приложение 4   | 40<br>60<br>80<br>5; 10; 20<br>7; 14; 28  |
| 12             | 11,7–12,5<br>12,2–12,7  | 746, Приложение 2, § 3<br>746, Приложение 2, § 2  | 19,18<br>20 (растр)   |
| 13             | 12,75–13,25<br>12,7–13,25   | 497<br>746, Приложение 2, § 1   | 28; 14; 7; 3,5<br>25; 12,5  |
| 14             | 14,25–14,5<br>14,25–14,5  | 746, Приложение 3<br>746, Приложение 4  | 28; 14; 7; 3,5<br>7; 14; 28   |
| 15             | 14,4–15,35<br>14,5–15,35<br>14,5–15,35  | 636<br>636, Приложение 1<br>636, Приложение 2<br>636, Приложение 3  | 56; 28; 14; 7; 3,5<br>2,5 (растр)<br>2,5<br>5; 10; 20; 30; 40; 50   |

(1) Ширина полосы частотного блока.

(2) Основной частотный интервал для группирования более широкой полосы частотного блока.

(3) В скобках представлены варианты полосы.



ТАБЛИЦА 2

**План размещения частот радиостолов для систем фиксированной службы  
в диапазонах частот выше примерно 17 ГГц**

| Диапазон (ГГц) | Полоса частот (ГГц)   | Рекомендации МСЭ-R серии F  | Разнос радиостолов (МГц)  |
|----------------|---|---|---|
| 18             | 17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>17,7–19,7<br>18,58–19,16 | 595<br>595, Приложение 1<br>595, Приложение 2<br>595, Приложение 3<br>595, Приложение 4<br>595, Приложение 5<br>595, Приложение 6<br>595, Приложение 7<br>595, Приложение 7 | 220; 110; 55; 27,5<br>60 (блок)<br>50; 40; 30; 20; 10; 5; 2,5<br>7; 3,5<br>27,5; 13,75; 7,5<br>7; 3,5; 1,75<br>55; 110<br>55; 27,5; 13,75<br>60                           |
| 23             | 21,2–23,6<br>21,2–23,6<br>22,0–23,6<br>21,2–23,6<br>21,2–23,6   | 637<br>637, Приложение 1<br>637, Приложение 2<br>637, Приложение 3<br>637, Приложение 4   | 3,5; 2,5 (растры)<br>от 112 до 3,5<br>от 112 до 3,5<br>2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 40; 50<br>от 112 до 3,5   |
| 27             | 24,25–25,25<br>24,25–25,25<br>25,25–27,5<br>25,27–26,98<br>24,5–26,5<br>27,5–29,5<br>27,5–29,5                      | 748<br>748, Приложение 3<br>748<br>748, Приложение 3<br>748, Приложение 1<br>748<br>748, Приложение 2   | 3,5; 2,5 (растры)<br>40 <sup>(1)</sup><br>3,5; 2,5 (растры)<br>60 <sup>(1)</sup><br>от 112 до 3,5<br>3,5; 2,5 (растры)<br>от 112 до 3,5                                   |
| 31             | 31,0–31,3<br>31,0–31,3  | 746, Приложение 5<br>746, Приложение 6  | 25; 50<br>28; 14; 7; 3,5  |
| 32             | 31,8–33,4<br>31,8–33,4  | 1520, Приложение 1<br>1520, Приложение 2  | 3,5; 7; 14; 28; 56; 112<br>56 <sup>(1)</sup>  |
| 38             | 36,0–40,5<br>36,0–37,0<br>37,0–39,5<br>38,6–39,48<br>38,6–40,0<br>39,5–40,5   | 749<br>749, Приложение 2<br>749, Приложение 1<br>749, Приложение 2<br>749, Приложение 2<br>749, Приложение 3  | 3,5; 2,5 (растры)<br>от 112 до 3,5<br>112; 56; 28; 14; 7; 3,5<br>60 <sup>(1)</sup><br>50 <sup>(1)</sup><br>от 112 до 3,5  |
| 42             | 40,5–43,5<br>40,5–43,5<br>40,5–43,5   | 2005, Приложение 1<br>2005, Приложение 2<br>2005, Приложение 3  | 112; 56; 28; 14; 7<br>Блоки с переменными размерами<br>Смешанный от 112 до 7 и блоки  |
| 52             | 51,4–52,6   | 1496, Приложение 1  | 56; 28; 14; 7; 3,5  |
| 62             | 55,78–57,0<br>57,0–64,0<br>64,0–66,0  | 1497, Приложение 1<br>1497, Приложение 2<br>1497, Приложение 3  | 56; 28; 14; 7; 3,5<br>50 × n (n = 1, ..., 50)<br>30 × n (n = 1, ..., 33 для FDD,<br>n = 1, ..., 66 для TDD)<br>50 × n (n = 1, ..., 19 для FDD,<br>n = 1, ..., 38 для TDD) |

ТАБЛИЦА 2 (окончание)

| Диапазон (ГГц) | Полоса частот (ГГц)                                      | Рекомендации МСЭ-R серии F   | Разнос радиостволов (МГц)   |
|----------------|--|--|---|
| 70/80          | 71–76/81–86<br>71–76/81–86<br>71–76/81–86<br>74–76/84–86 | 2006<br>2006, Приложение 1<br>2006, Приложение 2<br>2006, Приложение 2 | 125 (растры)<br>$n \times 250$ (блоки)<br>( $n = 1, \dots, 20$ )<br>$n \times 250$ (каналы)<br>( $n = 1, \dots, 18$ )<br>$n \times 250$ (каналы)<br>( $n = 1, \dots, 7$ ) |
| 94             | 92,0–94/94,1–95  | 2004   | 50, 100, $N \times 100$   |

<sup>(1)</sup> Ширина полосы частотного блока.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данный план размещения частот радиостволов может рассматриваться либо как план с чередующимися частотами, либо как план со сдвинутыми частотами, в зависимости от скорости передачи символов в радиосистемах. Планы размещения частот радиостволов с чередующимися частотами, в принципе, в дальнейшем могут быть реализованы в режиме с повторным использованием полосы частот на совпадающих частотах.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Определение и использование XPD отличается от случая кроссполяризационного разделения (XPI), определенного в Рекомендации МСЭ-R P.310.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При определении *NFD* сделаны следующие допущения:

- развязка по соседнему радиостволу, XPD, если она имеется, не учитывается;
- учитывается мешающий радиоствол только с одной стороны от несущей; для двусторонних помех, подобных модулированным сигналам, значение *NFD* должно приниматься на 3 дБ ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Этот аргумент используется в методах прогнозирования отказов и условий распространения радиоволн, описываемых в Рекомендациях МСЭ-R F.1093 и МСЭ-R P.530.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Система с несколькими несущими частотами – это система, в которой одно и то же радиочастотное оборудование одновременно передает (или принимает)  $n$  (где  $n \geq 1$ ) сигналов несущих частот, модулированных цифровым сигналом, в пределах присвоенного радиоствола соответствующего плана размещения частот радиостволов или в пределах специально выделенного участка спектра. Центральную частоту следует рассматривать как среднее арифметическое от  $n$  отдельных несущих частот в системе с несколькими несущими частотами. При использовании системы с несколькими несущими частотами в рамках уже существующего плана размещения частот радиостволов может быть удобным сдвинуть центральную частоту системы с несколькими несущими частотами к середине двух соседних радиостволов (представляющих специально выделенный участок спектра) базового частотного плана.

## Приложение 1

### План размещения частот радиостволов для полосы частот 2300–2500 МГц

(Таблица 1)

**1** План размещения частот радиостволов для вышеупомянутых ФБС основан на разнесении в 1 МГц между соседними радиостволами и определяется следующим образом:

Пусть  $f_0$  опорная частота частотного раstra (МГц),  
 $f_n$  средняя частота одного радиоствола в нижней половине полосы частот (МГц),  
 $f'_n$  средняя частота одного радиоствола в верхней половине полосы частот (МГц),

тогда средние частоты отдельных радиостволов могут быть выражены следующими соотношениями:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_0 - 87 + n$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_0 + 7 + n,$$

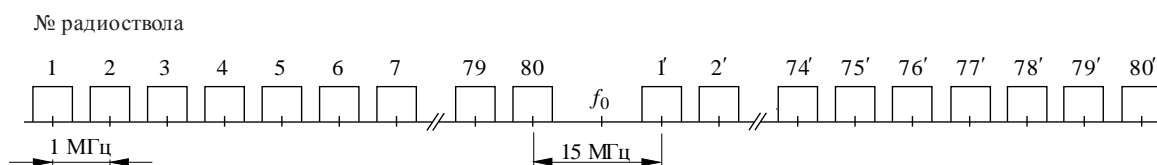
где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 80.$$

Это проиллюстрировано на рисунке 2.

РИСУНОК 2

План размещения частот радиостволов для ФБС до 300 телефонных каналов, действующих в полосе 2300–2500 МГц



F.0746-02

**2** Опорной частотой, предпочтительно, должна быть частота  $f_0 = 2394$  МГц.

**3** На участке, где выполняется международное соединение или соединение с линией сельской связи, а также на узловой станции сети, все радиостволы прямого направления должны быть расположены в одной половине полосы радиочастот, и все радиостволы обратного направления – в другой ее половине.

**4** Предпочтительные значения разноса частот соседних радиостволов с одинаковой поляризацией для радиостволов с различной пропускной способностью перечислены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3

| Пропускная способность радиоствола | Разнос частот радиостволов (МГц) | <i>n</i>           |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 12 ЧРК                             | 1                                | 1, 2, 3, 4, ...    |
| 24 ЧРК                             | 2                                | 1, 3, 5, 7, ...    |
| 60 ЧРК                             | 4                                | 1, 5, 9, 13, ...   |
| 120 ЧРК                            | 14                               | 1, 15, 29, 43, ... |
| 300 ЧРК                            | 28                               | 1, 29, 57          |
| 24 ИКМ                             | 2                                | 1, 3, 5, 7, ...    |
| 30 ИКМ                             | 2                                | 1, 3, 5, 7, ...    |
| 48 ИКМ                             | 4                                | 1, 5, 9, 13, ...   |
| 60 ИКМ                             | 4                                | 1, 5, 9, 13, ...   |
| 30 ИКМ <sup>(1)</sup>              | 1                                | 1, 2, 3, 4, ...    |
| 60 ИКМ <sup>(1)</sup>              | 2                                | 1, 3, 5, 7, ...    |

<sup>(1)</sup> Использование многопозиционной модуляции (например, 16-QAM).

**5** Когда, например, либо в узловом пункте, либо в рамках участка линии (при использовании кроссполяризационной развязки), для систем емкостью 24 или более телефонных каналов потребуются дополнительные радиостволы, то следует использовать следующие номера радиостволов:

24 телефонных канала:  $n = 2, 4, 6, 8, \dots$  ( $n \leq 80$ )

60 телефонных каналов:  $n = 3, 7, 11, 15, \dots$  ( $n \leq 79$ )

120 телефонных каналов:  $n = 8, 22, 36, 50, \dots$  ( $n \leq 78$ )

300 телефонных каналов:  $n = 15, 43, 71$ .

**6** Для системы емкостью 60 или более телефонных каналов дополнительные частоты с номерами радиостволов:

$n = 2, 4, 6, 8, \dots$  для 60 телефонных каналов

$n = 5, 12, 19, 26, \dots$  для 120 телефонных каналов

$n = 8, 22, 36, 50, \dots$  для 300 телефонных каналов

пригодны для использования как смещенные частоты. Использование этих частот может помочь уменьшить помехи, возникающие вдоль трассы из-за приема сигнала через несколько пролетов, или снизить требования к избирательности антенны сетевого узла.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Требуется дальнейшие исследования проблем интермодуляционных помех, возникающих между различными системами, действующими на одной и той же трассе.

## Приложение 2

### Использование полосы частот 11,7–13,25 ГГц

(Таблица 1)

В Рекомендации МСЭ-R F.497 приведены планы размещения частот радиостолов для цифровых и аналоговых систем в полосе частот 12,75–13,25 ГГц. Однако некоторые администрации используют также части полосы частот 11,7–13,25 ГГц, например:

#### 1 12,5/25 МГц план

В Соединенных Штатах Америки полоса частот 12,7–12,95 ГГц широко используется главным образом для подачи телевидения в кабельные распределительные системы (кабельное телевидение). Эти системы часто перекрывают расстояния в 100–500 км и обычно являются однонаправленными, поэтому применяется частотный растр без защитного интервала с использованием основного плана размещения частот радиостолов с разнесением 25 МГц и сдвинутого плана с частотами, расположенными в середине интервала разнесения радиостолов для целей координации (например, для ответвляющихся трасс).

Данная полоса частот пригодна также для систем передачи многопрограммного телевидения и в режиме с частично подавленной боковой полосой (ЧПБП)/ОБП, и при ЧМ с частично подавленной боковой полосой ЧПБП/ЧМ. Они обычно используются на коротких пролетах (5–15 км) и подают сигнал на многие приемные пункты. Остальная часть полосы частот (12,95–13,25 ГГц) используется для аналогичного размещения частот радиостолов, но в этом случае основное ее назначение – подача сигнала на вход телевизионных радиовещательных систем как с фиксированной, так и с мобильной структурой. В Японии вся полоса частот 12,7–13,25 ГГц используется для передающих линий между телевизионной камерой и студией с тем же разнесом частот между радиостоловами 25 МГц.

#### 2 20 МГц план

В Соединенных Штатах Америки и в Японии полоса частот 12,2–12,7 ГГц используется как для телевизионных передач, так и для передачи данных по линиям телефонной связи. Планы размещения частот радиостолов основаны на растре с шагом 20 МГц. Эти радиостолы используются для ЧРК телефонных систем (емкостью до 1200 каналов) или цифровых потоков со скоростью передачи до 45 Мбит/с. В число пользователей данной полосы входят коммунальные службы, учебные заведения, органы государственного управления и торговые предприятия.

#### 3 Полоса частот 11,7–12,5 ГГц

Разработка плана размещения частот радиостолов с разнесением частот 19,18 МГц (выбор радиостолов из плана размещения радиочастот с разнесением 19,18 МГц должен определяться по согласованию между заинтересованными администрациями) в полосе 11,7–12,5 ГГц приведет к необходимости учитывать требования радиовещательной спутниковой службы (РСС), которой, в соответствии с решениями Всемирной административной радиоконференции по планированию радиовещательной спутниковой службы (Женева, 1977 г.) (ВАРК РС-77), Всемирной административной радиоконференции (Женева, 1979 г.) (ВАРК-79) и первой сессии Всемирной административной радиоконференции по использованию геостационарной орбиты и планированию космических служб, использующих ее (Женева, 1985 г.) (ВАРК Орб-85), данная полоса или ее часть также распределена. Исследования в отношении Районов 1 и 3 показывают, что план размещения частот радиостолов должен иметь следующие основные характеристики для облегчения совместного использования частот обеими службами:

- частотное разнесение между соседними радиостволами должно быть равным или кратным разнесению, согласованному для РСС (19,18 МГц);
- частоты радиостволов должны совпадать или быть сдвинуты относительно частот РСС, т. е.:

$$f = 11\,708,3 + 19,18 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{или } f = 11\,717,89 + 19,18 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 40;$$

- частотное разнесение радиостволов прямого и обратного направлений должно быть совместимо с группированием частот для РСС.

Некоторые страны предлагают использовать в полосе частот 11,7–12,5 ГГц системы ФБС с ОБП модуляцией для одновременной передачи нескольких телевизионных и звуковых радиовещательных программ одним или несколькими передатчиками нескольким приемным станциям. Частоты, определяющие радиоствол, используемый для отдельного телевизионного сигнала совместно со звуковым сигналом, должны соответствовать центру полосы модуляции этого индивидуального сигнала.

### Приложение 3

#### План размещения частот радиостволов в полосе частот 14,25–14,5 ГГц при использовании частотного разнесения радиостволов 14/28 МГц

(Таблица 1)

В Соединенном Королевстве базовый частотный растр 14/28 МГц используется в полосе частот 14,25–14,5 ГГц как расширение диапазона частот 13 ГГц по Рекомендации МСЭ-R F.497 для организации аналоговых телевизионных или цифровых радиостволов средней и малой пропускной способности с частотным разнесением радиостволов 28, 14, 7 и 3,5 МГц.

В Рекомендации МСЭ-R F.636 приведены предпочтительные планы размещения частот радиостволов в полосе 14,4–15,35 ГГц с использованием базового частотного растра, который учитывает различные ограничения, налагаемые разными администрациями в середине полосы частот.

Базовый 28 МГц план размещения частот радиостволов имеет следующий вид:

$$\text{нижняя половина полосы частот} \quad f_n = f_r + 2534 + 28 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот:} \quad f_n' = f_r + 2674 + 28 n \quad \text{МГц,}$$

где:

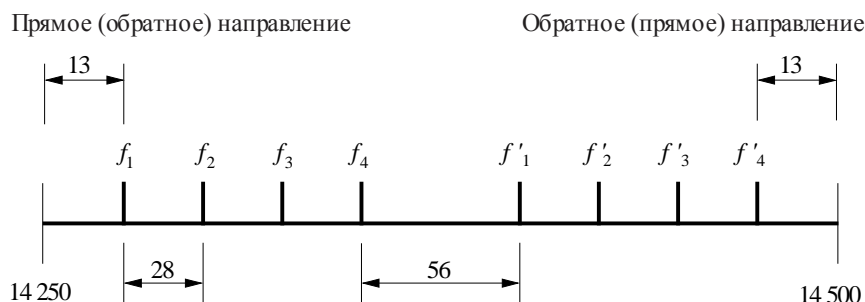
$f_r$ : опорная частота

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

План размещения частот радиостволов при  $f_r = 11\,701$  МГц показан на рисунке 3.



РИСУНОК 3  
**План размещения частот радиостолов в полосе 14,25–14,5 ГГц**  
 (Все частоты в МГц)



F.0746-0 3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Из-за узости защитных интервалов в центре полосы и по ее краям радиостолы 1 и 4 непригодны для использования при пропускной способности 34 Мбит/с с частотным разнесением радиостолов 28 МГц. Использование этих радиостолов, поэтому, ограничивается системами передачи сигналов 625-строчного аналогового телевидения или цифровыми системами малой пропускной способности с радиостоломи, разнесенными на 7 и 3,5 МГц, аналогично одобренному в Рекомендации МСЭ-R F.497, § 10, Варианты I и III.

## Приложение 4

### План размещения частот радиостолов в полосе частот 14,25–14,5 ГГц при использовании частотного разнесения радиостолов 7, 14 и 28 МГц

(Таблица 1)

В Италии полоса частот 14,25–14,5 ГГц используется с радиостоломи различной ширины для передачи сигналов цифрового телевидения с различными форматами кодирования.

Основной 28 МГц план размещения частот радиостолов может быть представлен следующим образом:

$$\text{нижняя половина полосы частот: } f_n = f_r + 2536 + 28 n \quad \text{МГц}$$

$$\text{верхняя половина полосы частот: } f'_n = f_r + 2672 + 28 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$f_r$ : опорная частота

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

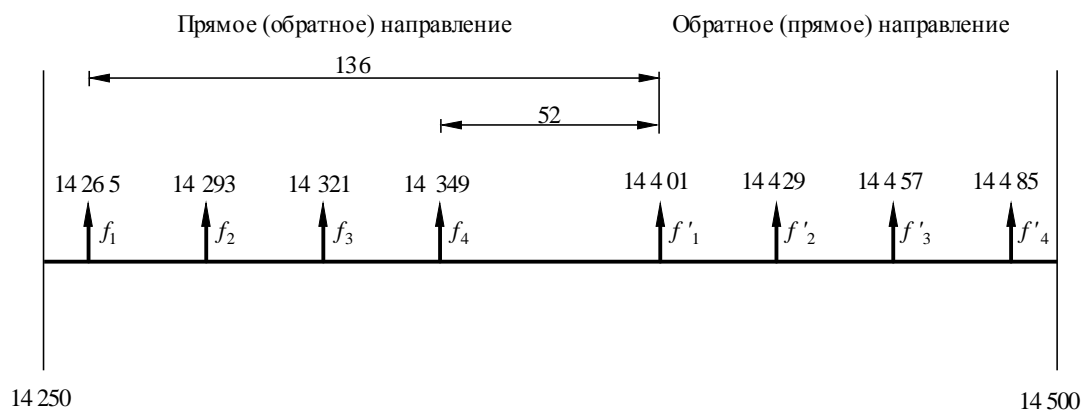
План размещения частот радиостолов при  $f_r = 11\,701$  МГц показан на рисунке 4.

План размещения частот радиостолов в нижней части полос 7 и 14 МГц получается путем деления базовых радиостолов 28 МГц.

РИСУНОК 4

**План размещения частот радиостолов систем ФБС, действующих в полосе 14 ГГц  
с частотным разнесением радиостолов 28 МГц**

(Все частоты в МГц)



F.0746-0 4

### Приложение 5

#### План размещения частот радиостолов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц

(Таблица 2)

В Соединенных Штатах Америки эта полоса частот предназначена для использования без предварительной координации и без защиты от вредных помех. Могут быть использованы радиостолы либо по 25, либо по 50 МГц.

План размещения частот для 25 МГц радиостолов может быть представлен следующим образом:

$$f_n = f_r + 25 n,$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$f_r \text{ (опорная частота)} = 30\,987,5 \text{ МГц.}$$

Соответствующий план размещения частот для 50 МГц радиостолов может быть представлен следующим образом:

$$f_n = f_r + 50 n,$$

где:

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

$$f_r \text{ (опорная частота)} = 30\,975 \text{ МГц.}$$

Для дуплексной работы при любом плане размещения частот радиостолов разнос частот между радиостолами прямого и обратного направления составляет 150 МГц.

## Приложение 6

### План размещения частот радиостволов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц

(Таблица 2)

Эта полоса частот используется в некоторых странах СЕПТ в соответствии с планами размещения частот радиостволов для ВРД или ЧРД систем ФБС.

#### 1 План размещения частот радиостволов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц для систем ВРД

Центральные частоты для значений частотного разнеса 3,5 МГц, 7 МГц, 14 МГц и 28 МГц, определяются следующим образом:

Пусть  $f_r$  опорная частота 31 000 МГц

$f_n$  центральная частота радиоствола в полосе частот 31,0–31,3 ГГц,

тогда центральные частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

а) для систем с частотным разнесом 28 МГц:

$$f_n = f_r + 3 + 28 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 9$$

б) для систем с частотным разнесом 14 МГц:

$$f_n = f_r + 10 + 14 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 18$$

с) для систем с частотным разнесом 7 МГц:

$$f_n = f_r + 13,5 + 7 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 36$$

д) для систем с частотным разнесом 3,5 МГц:

$$f_n = f_r + 15,25 + 3,5 n \quad \text{МГц,}$$

где:

$$n = 1, 2, 3, \dots, 72.$$

ТАБЛИЦА 4

| $X_S$<br>(МГц) | $n$     | $f_1$<br>(МГц) | $f_n$<br>(МГц) | $Z_1S$<br>(МГц) | $Z_2S$<br>(МГц) |
|----------------|---------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 28             | 1,...9  | 31 031         | 31 255         | 31              | 45              |
| 14             | 1,...18 | 31 024         | 31 262         | 24              | 38              |
| 7              | 1,...36 | 31 020,5       | 31 265,5       | 20,5            | 34,5            |
| 3,5            | 1,...72 | 31 018,75      | 31 267,25      | 18,75           | 32,75           |

## 2 План размещения частот радиостволов в полосе частот 31,0–31,3 ГГц для систем ВРД

Центральные частоты для значений частотного разноса 3,5 МГц, 7 МГц, 14 МГц и 28 МГц, определяются следующим образом:

Пусть  $f_r$  опорная частота 31 150 МГц,

$f_n$  центральная частота радиоствола (МГц) в нижней половине полосы частот,

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

Дуплексное разнесение = 140 МГц,

Центральный интервал = 28 МГц.

Тогда частоты отдельных радиостволов определяются следующими соотношениями:

а) для частотного разноса 28 МГц:

нижняя половина полосы частот:  $f_n = f_r - 147 + 28 n$

верхняя половина полосы частот:  $f'_n = f_r - 7 + 28 n$ ,

где:

$$n = 1, 2, \dots 4$$

б) для частотного разноса 14 МГц:

нижняя половина полосы частот:  $f_n = f_r - 140 + 14 n$

верхняя половина полосы частот:  $f'_n = f_r + 0 + 14 n$ ,

где:

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

с) для частотного разноса 7 МГц:

нижняя половина полосы частот:  $f_n = f_r - 136,5 + 7 n$

верхняя половина полосы частот:  $f'_n = f_r + 3,5 + 7 n$ ,

где:

$$n = 1, 2, \dots 16$$

d) для частотного разнеса 3,5 МГц:

нижняя половина полосы частот:  $f_n = f_r - 134,75 + 3,5 n$

верхняя половина полосы частот:  $f'_n = f_r + 5,25 + 3,5 n$ ,

где:

$n = 1, 2, \dots 32$ .

ТАБЛИЦА 5

| $X_S$<br>(МГц) | $n$    | $f_1$<br>(МГц) | $f_n$<br>(МГц) | $f'_1$<br>(МГц) | $f'_n$<br>(МГц) | $ZS_1$<br>(МГц) | $ZS_2$<br>(МГц) | $YS$<br>(МГц) | $DS$<br>(МГц) |
|----------------|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| 28             | 1...4  | 31 031         | 31 115         | 31 171          | 31 255          | 31              | 45              | 56            | 140           |
| 14             | 1...8  | 31 024         | 31 122         | 31 164          | 31 262          | 24              | 38              | 42            | 140           |
| 7              | 1...16 | 31 020,5       | 31 125,5       | 31 160,5        | 31 265,5        | 20,5            | 34,5            | 35            | 140           |
| 3,5            | 1...32 | 31 018,75      | 31 127,25      | 31 158,75       | 31 267,25       | 18,75           | 32,75           | 31,5          | 140           |