

# План распределения частот РРЛ

## Методические материалы

Под частотным планом системы РРЛ связи понимают распределение частот приема и передачи между стволами системы, а также распределение частот гетеродинов, т.е. распределение частот передачи и приема на одном стволе.

Так как особенностью построения аппаратуры РРЛ связи является то, что на ПС приемные и передающие антенны одного направления связи практически расположены рядом, то возникающие в этом случае взаимосвязи между антеннами не позволяют использовать одни и те же рабочие частоты при приеме и передачи сигналов в данном направлении. Поэтому на ПС возникает необходимость в изменении рабочих частот приема и передачи как при организации односторонней, так и двусторонней связи. Изменение частот производится на каждой станции в соответствии с принятой схемой построения аппаратуры.

Следовательно, ПС выполняет две функции: не только усиливает сигнал, но и преобразуют частоты СВЧ сигнала с целью устранения возможной связи между передатчиком и приемником данной станции.

Существуют два плана распределения частот в РРЛ прямой видимости, для ствола:

- двухчастотный план (рис. 1);
- четырехчастотный план (рис. 2);
- шестичастотный план (рис. 3).

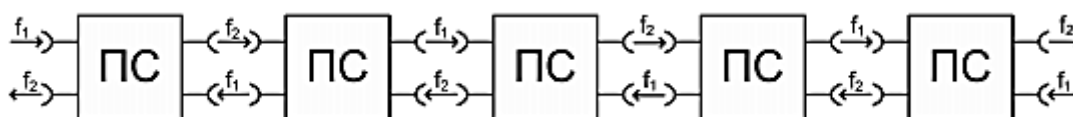


Рис. 1 – Схема двухчастотного плана



Рис. 2 – Схема четырехчастотного плана

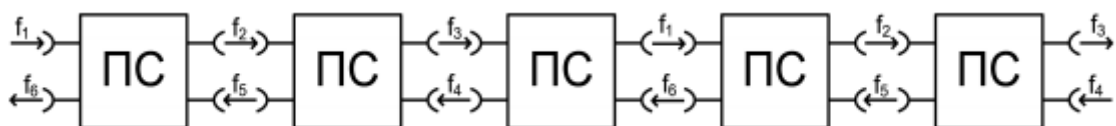


Рис. 3 – Схема шестичастотного плана

Двухчастотная система экономична с точки зрения использования диапазона частот, но требует высоких защитных свойств антенн от приема сигналов с обратного направления. При двухчастотной системе используются параболические или другие антенны, имеющие защиту от приема сигналов с обратного направления порядка  $60 \div 70$  дБ. Такая система применяется обычно на РРЛ большой и средней емкости.

Четырехчастотная система допускает использование более простых дешевых конструкций антенных систем, например перископических. Однако количество дуплексных радиостволов, которое может быть образовано в данной полосе частот при четырехчастотной системе в два раза меньше, чем при двухчастотной системе. Четырехчастотная система с более простыми антенными системами применяется на РРЛ средней и малой пропускной способности, предназначенных для внутризонавых и низовых связей.

Частоты приема и передачи в одном стволе РРЛ чередуются от станции к станции. Станции, на которых прием осуществляется на более низкой частоте ( $f_1$ ), а передача на более высокой ( $f_2$ ), обозначаются индексом «НВ», а станции, на которых прием производится на более высокой частоте ( $f_2$ ), передача на более низкой ( $f_1$ ) обозначается индексом «ВН».

*Планы распределения частот для многоствольных РРЛ разработаны таким образом, чтобы свести к минимуму интерференционные помехи, возникающие при одновременной работе нескольких приемников и передатчиков на общий антенно-фидерный тракт.*

*Во всех современных радиорелейных системах применяются планы радиочастот, в которых частоты приема размещаются в одной половине отведенной полосы частот, а частоты передачи – в другой половине.*

Для работы РРЛ выделены полосы частот:

- шириной 400 МГц в диапазоне 2 ГГц (1,7...2,1 ГГц);
- шириной 500 МГц в диапазонах 4 (3,4... 3,9), 6 (5,67 ...6,17) и 8 (7,9... 8,4) ГГц;
- шириной 1 ГГц в диапазонах 11 и 13 ГГц и более высокочастотных.

Эти полосы распределяют между ВЧ стволами радиорелейной системы по определенному плану, называемому планом распределения частот. Планы частот составляют так, чтобы обеспечить минимальные взаимные помехи между стволами, работающими на общую антенну.

В полосе 400 МГц может быть организовано 6, в полосе 500 МГц - 8 и в полосе 1 ГГц-12 дуплексных ВЧ стволов.

В каждом диапазоне выделяются полосы частот для нескольких высокочастотных стволов. ВЧ ствол образует широкополосный канал связи для передачи информации. Количество организуемых стволов в диапазоне зависит от его (диапазона) ширины, т.к. полоса частот для одного ствола обычно постоянная и составляет 28 МГц.

В плане частот (рис. 4) обычно указывают среднюю частоту  $f_0$ . Частоты приема стволов располагают в одной половине выделенной полосы, а частоты передачи - в другой.

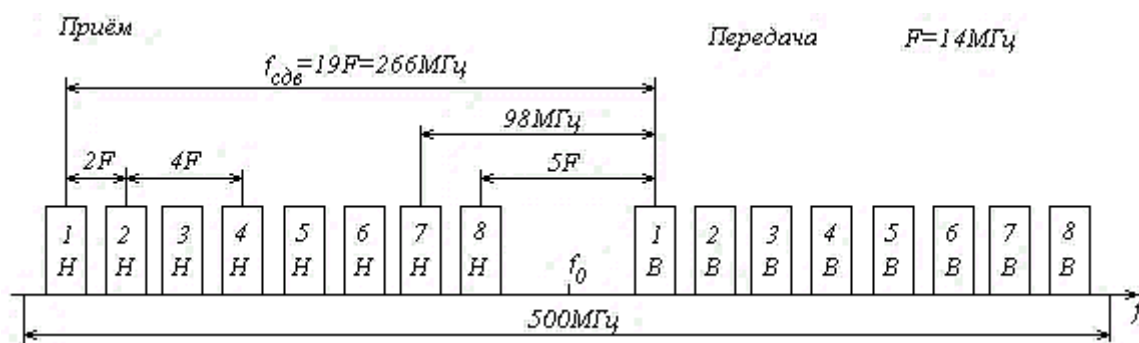


Рис. 4 – План распределения частот для радиорелейной системы КУРС для станции типа НВ в диапазонах 4ГГц ( $f_0=3,6536$ МГц), 6ГГц ( $f_0=5,92$ МГц) и 8ГГц ( $f_0=8,157$ МГц)

При таком делении получают достаточно большую частоту сдвига, чем обеспечивают достаточную развязку между сигналами приема и передачи. При этом можно использовать общую антенну для приема и передачи сигналов.

Несущие радиочастоты (МГц), в нижней (Н) и верхней (В) половинах диапазона рассчитывают по формулам:

$$f_{nn} = f_0 - 525 + 40n;$$

$$f_{nv} = f_0 + 5 + 40n,$$

где  $f_0$  – средняя частота частотного диапазона РРЛ;

$n$  – номер ствола, организованного в оборудовании,  $n = 1 \dots 12$ .

### Задание на практическую работу

В соответствии с заданием (см. табл.) определить номинальные значения частот приема и передачи стволов и представить план распределения частот с указанием значений промежуточной частоты и частоты сдвига.

Таблица 1

| Исходные данные              |                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Число стволов, $n$           | 4                | 6  | 8  | 10 | 12 | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 |
| Средняя частота, $f_0$ , МГц | Номера вариантов |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4200                         | 00               | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 |
| 4800                         | 10               | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 6400                         | 20               | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 6800                         | 30               | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 |

Продолжение табл.

| Число стволов, $n$              | 4                | 6  | 8  | 10 | 12 | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 |
|---------------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Средняя частота, $f_0$ ,<br>МГц | Номера вариантов |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 8400                            | 40               | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
| 8800                            | 50               | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 |
| 10200                           | 60               | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 |
| 10800                           | 70               | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 |
| 11000                           | 80               | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
| 11500                           | 90               | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |

### Пример расчета плана распределения частот

Исходные данные:

-  $f_0 = 8000$  МГц;

-  $n = 1 \dots 12$ .

$$f_{n\text{ПД}} = f_0 - 525 + 40 \cdot n; \text{ где } f_0 = 8000 \text{ МГц.}$$

$$f_{n\text{ПМ}} = f_0 + 5 + 40 \cdot n; \text{ где } n = 1 \dots 12.$$

$$f_{1\text{ПД}} = f_0 - 525 + 40 \cdot 1 = 7515 \text{ МГц};$$

$$f_{2\text{ПД}} = f_0 - 525 + 40 \cdot 2 = 7555 \text{ МГц};$$

...

$$f_{12\text{ПД}} = f_0 - 525 + 40 \cdot 4 = 7955 \text{ МГц};$$

$$f_{1\text{ПМ}} = f_0 + 5 + 40 \cdot 1 = 8045 \text{ МГц};$$

$$f_{2\text{ПМ}} = f_0 + 5 + 40 \cdot 2 = 8085 \text{ МГц};$$

...

$$f_{12\text{ПМ}} = f_0 + 5 + 40 \cdot 4 = 8485 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{ПЧ}} = f_{1\text{ПМ}} - f_{12\text{ПД}} = 8045 - 7635 = 90 \text{ МГц};$$

$$f_{\text{СДВ}} = f_{1\text{ПМ}} - f_{1\text{ПД}} = 8045 - 7515 = 530 \text{ МГц}.$$

План распределения частот показан на рис. 5.

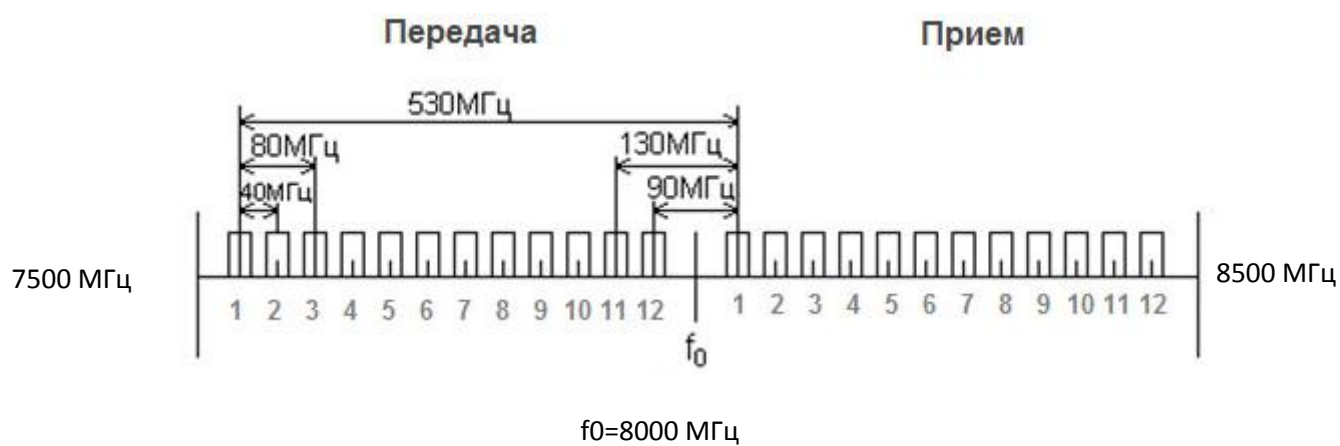


Рис. 5 – План распределения частот РРЛ