

УДК 621.396.628 : 523.164

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОЧАСТОТНОГО ПРИЕМНИКА СИБИРСКОГО СОЛНЕЧНОГО РАДИОТЕЛЕСКОПА

*В. С. Дехтярев, Г. Т. Касьянов, В. В. Котович, А. Я. Смольков, А. В. Сторожко*

Для получения радиоизображения Солнца при проектировании Сибирского солнечного радиотелескопа намечено использовать много-частотное приемное устройство сантиметрового диапазона с дискретным изменением частотного интервала между каналами.

Приемное устройство осуществляет: разделение дважды модулиро-ванного по амплитуде широкополосного радиоизлучения от Солнца на 184 разнесенных по частоте канала, усиление, двойную демодуляцию принятого излучения и выдачу на регистрирующее устройство аналого-вых сигналов, содержащих информацию об интенсивности и поляризации солнечного радиоизлучения. Выполняется приемное устройство по супер-гетеродинной схеме с двойным преобразованием частоты. Упрощенная блок-схема приемного устройства показана на рис. 1.

Первое преобразование осуществляется в широкополосном СВЧ при-емнике, представляющем собой четыре высокочастотных ствола радио-

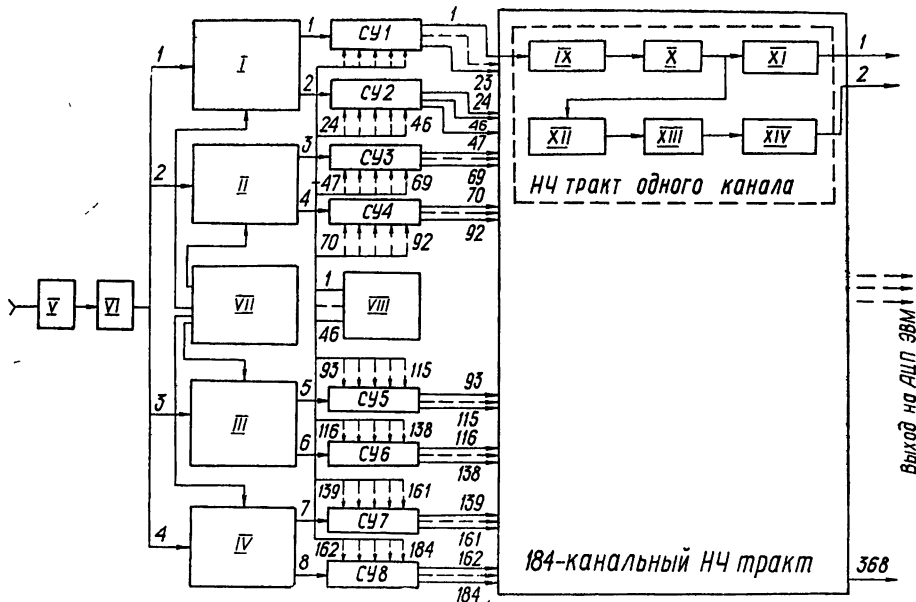


Рис. 1. Блок-схема приемного устройства:

I—IV—стволы радиорелейной станции «Дружба»; V—УВЧ на туннельном диоде; VI—делитель мощности 1:4; VII—блок гетеродинов ВЧ стволлов; VIII—блок перестраиваемых гетеродинов; IX—избирательный УНЧ  $F_1$ ; X—ФД  $F_1$ ; XI—ФНЧ канала общей интенсивности; XII—избирательный УНЧ  $F_2$ ; XIII—ФД  $F_2$ ; XIV—ФНЧ поляризационного канала; СУ1—СУ8—селективные распределительные устройства.

релейной станции «Дружба». Каждый ствол переносит соответствующий ему участок спектра входного сигнала в область частот  $f_0 \pm 14$  Мгц.

Второе преобразование и формирование разнесенных по частоте каналов осуществляется селективными распределительными устройствами совместно с блоком перестраиваемых гетеродинов.

Частотный разнос между каналами должен быть таким, чтобы в любой момент времени наблюдений диаграммы направленности соседних каналов пересекались в пространстве на уровне 0,5 по мощности. Однако обеспечить данное требование при работе каналов на фиксированных частотах невозможно, так как полоса приема приходящего сигнала  $\Delta f_{пр}$  зависит от времени наблюдения. Это видно из рис. 2, где по оси абсцисс отложен азимут  $A$  (вертикальными прямыми отмечены часы наблюдений). Вследствие этого, частотный разнос между каналами должен изменяться в течение рабочего времени, а следовательно, изменяется и количество работающих каналов. На рис. 3 показана зависимость средних частот каналов  $f_k$  от азимута  $A$ .

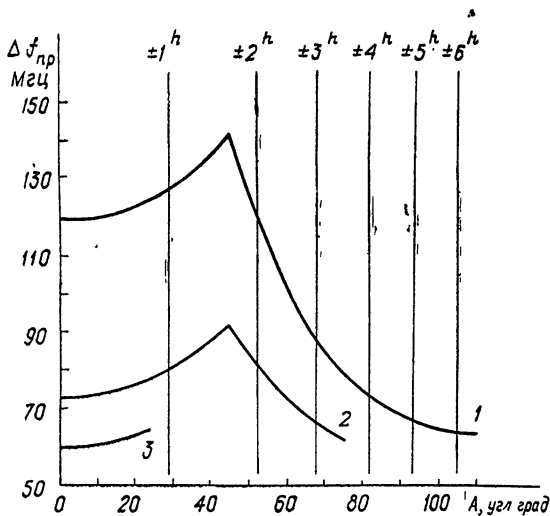


Рис. 2. 1—лето; 2—равноденствие; 3—зима.

Наиболее важными специфическими проблемами, возникшими при проектировании приемного устройства, явились:

- разделение исходного широкополосного сигнала на большое количество разнесенных по частоте каналов;
- формирование сетки гетеродинных частот для образования требуемого частотного распределения каналов.

Для решения первой задачи разработано селективное распределительное устройство (блок-схема его представлена на рис. 4). В состав селективного распределительного устройства входят линия задержки, на выходе которой находится согласованная нагрузка, 23 смесителя частоты и фильтра, нагрузкой которых является квадратичный детектор. Фильтры формируют полосу данного канала.

Линия задержки выполняется из отдельных ячеек фильтров нижних частот, образованных сосредоточенной индуктивностью и емкостью входного каскада транзисторного смесителя. Для уменьшения напряжения гетеродина на входе смесителей и получения эффективного преобразования смеситель выполняется по каскадной схеме. Кроме того, на входе смесителя предусмотрен развязывающий каскад в виде эмиттерного

повторителя. Это улучшает согласование линии задержки со смесителем и дополнительно развязывает выход гетеродина и входы смесителей. Фильтры промежуточной частоты выполняются по обычной схеме.

Формирование сетки гетеродинных частот для образования требуемого частотного распределения каналов осуществляется в блоке гетеродинов, блок-схема которого показана на рис. 5. При проектировании приемника принято дискретное изменение частотного разнеса от 0,6 до 1,3 МГц. Интервал устанавливается набором перестраиваемых автогенераторов, перестройка которых осуществляется дискретно по определенной программе с помощью специального программного устройства.

В состав блока гетеродинов входят: задающий генератор, два генератора опорных частот, два распределительных устройства на линии задержки и 46 перестраиваемых автогенераторов с системой фазовой автоподстройки. Принцип работы блока гетеродинов заключается в следующем.

Сигнал от кварцевого генератора частоты  $F$ , соответствующей требуемому частотному разнесу в данный момент времени, поступает на формирователь видеоимпульсов. Видеоимпульс содержит  $N$  гармоник частоты кварцевого генератора ( $N$  пропорционально числу каналов, работающих в данный момент времени). Импульс управляет работой

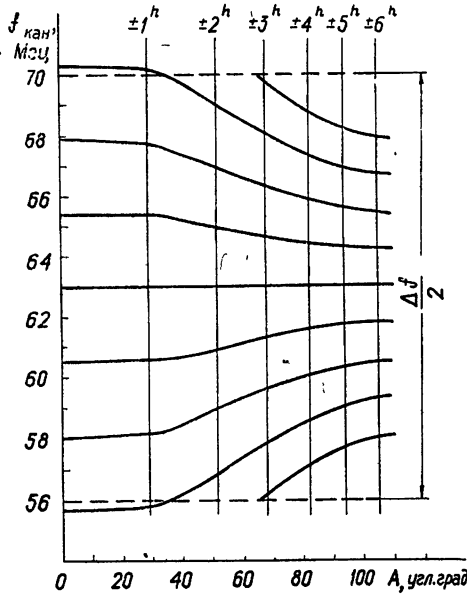


Рис. 3.

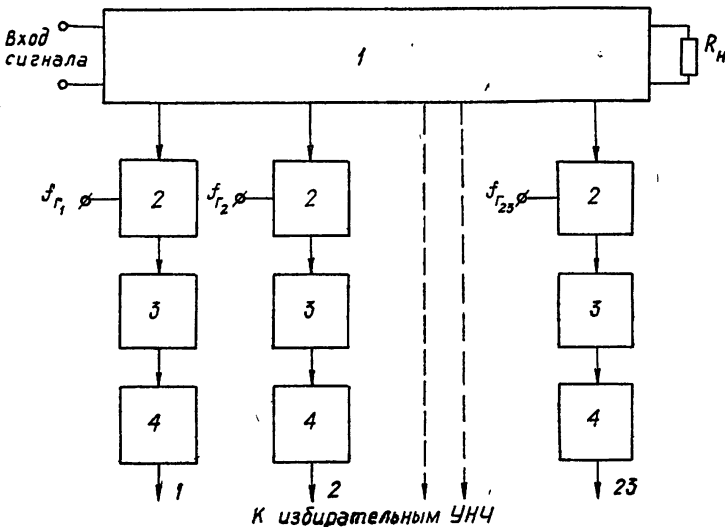


Рис. 4. 1—линия задержки; 2—смеситель; 3—фильтр; 4—квадратичный детектор.

двух генераторов гармоник. На выходе первого генератора получается спектр, содержащий частоты  $\left(f_0 - \frac{\Delta f}{4} \pm NF\right)$  МГц, а на выходе второго  $\left(f_0 + \frac{\Delta f}{4} \pm NF\right)$  МГц, где  $\Delta f$  — ширина спектра сигнала до деления на каналы ( $\Delta f \gg F$ ),  $f_0$  — средняя частота спектра. Синхронизирующие спектры выравниваются по амплитуде амплитудно-частотным корректором, а затем делятся по мощности соответствующим распределительным устройством на 23 выхода. С выхода распределительного устройства сигнал поступает на фазовый детектор, куда одновременно подается и сигнал соответствующего перестраиваемого автогенератора. Частота автогенератора  $f_i$  сравнивается с ближайшей частотой синхронизирующего спектра. При расхождении частот после фазового детектора появляется сигнал ошибки, который используется для подстройки перестраиваемого автогенератора.

Сигнал перестраиваемого автогенератора через усилитель мощности поступает на входы соответствующих ему четырех смесителей. Таким образом, 46 гетеродинами обеспечивается перестройка всех 184 каналов.

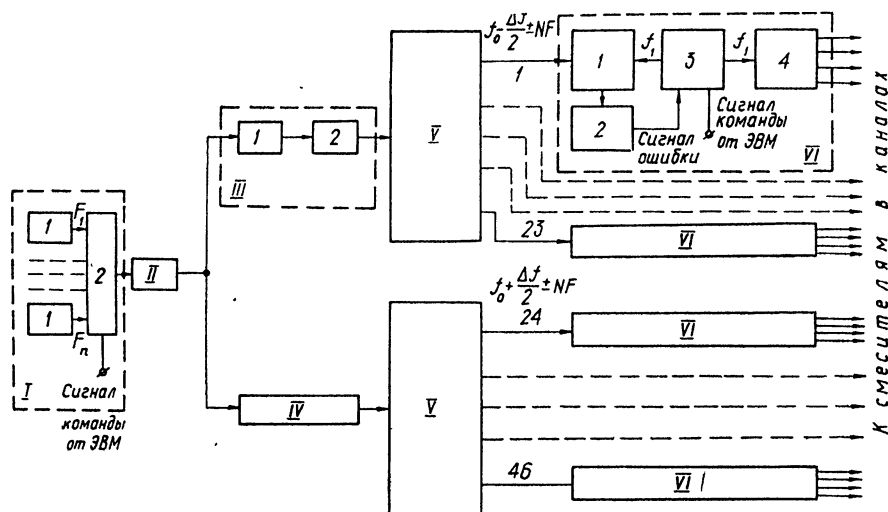


Рис. 5. I—задающий генератор,  $F = (0,6 + 1,3)$  МГц: 1—кварцевый генератор, 2—электронный переключатель; II—формирователь импульсов;

III—генератор опорных частот  $f_0 - \frac{\Delta f}{4} \pm NF$ : 1—генератор гармоник, 2—амплитудно-частотный корректор;

IV—генератор опорных частот  $f_0 + \frac{\Delta f}{4} \pm NF$ ;

V—распределительное устройство;

VI—синхронный автогенератор: 1—ФД, 2—ФНЧ, 3—перестраиваемый автогенератор, 4—УМ.

В заключение о низкочастотном тракте приемника. Из блок-схемы на рис. 1 видно, что низкочастотный тракт приемника представляет собой многоканальный детекторный модуляционный радиометр, причем каждый канал имеет два выхода:

- выход сигнала общей интенсивности;
- выход поляризованного сигнала.

Наличие двух выходов обусловлено тем, что в принятом сигнале содержится как неполяризованная компонента, так и разность двух циркулярно-поляризованных компонент, соответственно модулированных частотами  $F_1$  и  $F_2$ .

В состав каждого канала входят избирательные усилители частот модуляции, два фазовых детектора и два фильтра нижних частот. Указанные узлы выполняются по обычной схеме.

Сибирский институт земного магнетизма,  
ионосферы и распространения радиоволн  
СО АН СССР

Поступила в редакцию  
31 октября 1972 г.

---