

## A. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

### 2. НАЗНАЧЕНИЕ

Радиостанция широкодиапазонная, ранцевая, переносная, ультракоротковолновая, приемопередающая, симплексная, телефонная и телеграфная с частотной модуляцией, с узкополосным телеграфированием, с тональным вызовом, а также с возможностью дистанционного управления в телефонном режиме – предназначается для ведения связи в радиосетях с однотипными радиостанциями.

Установка частоты радиостанции с помощью переключателей и автоматическая настройка передатчика на антенну обеспечивает вхождение в связь в течение 20–30 с. Вхождение в радиосвязь производится без поиска, а ведение связи – без подстройки, на любой частоте диапазона, за исключением пораженных частот (см. таблицу 6).

Радиостанция сохраняет работоспособность: в интервале температур от 233 до 323 К; при повышенной влажности 95 ±2% и температуре 308 К; при вибрации до 80 Гц и ускорении до 6 г.

Радиостанция непроницаема для дождя и допускает авиатранспортирование и авиадесантирование парашютным способом в специальном контейнере типа ГК-30.

Радиостанция работоспособна в условиях тряски на ходу автомашины по разным дорогам со скоростью до 60 км/час, при переноске радистом, а также выдерживает без повреждения все виды транспортирования.

Радиостанция Р-159 предназначается для ведения связи на стоянке и при переноске ее радистом, а Р-159 с УНЧ – для ведения связи из кабины на ходу и стоянке автомобилей УАЗ-469, ГАЗ-66, ЗИЛ-131.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Радиостанция имеет диапазон частот от 30 до 75,999 МГц и позволяет устанавливать частоту через 1 МГц с помощью переключателей МГц и кГц.

3.2. Радиостанция обеспечивает прием и передачу частотно-модулированных сигналов в режимах:

Тлф – телефонном;

Тлф ПШ – телефонном с включенным подавителем шума;

Тлг – телеграфном (с подключенным телеграфным ключом к клеммам ЛИНИЯ);

ДУ – дистанционном управлении с телефонного аппарата, подключенного к клеммам ЛИНИЯ через двухпроводный полевой кабель длиной до 500 м.

3.3. Комплект питания радиостанции состоит из батареи аккумуляторной 10НКП-8 (10НКП-10) с напряжением 12 В и обеспечивает непрерывную работу радиостанции при соотношении времени приема и времени передачи 5:1 в

течение 9 (10,5) часов-

Ток, потребляемый радиостанцией от аккумуляторных батарей при номинальном напряжении 12 В, не должен превышать:

в режиме приема – 0,35 А; в режиме приема Тлф ПШ – 0,36 А;

в режиме передачи – 3,0 А.

В режиме передачи допускается увеличение тока потребления на отдельных частотах до 3,5 А.

Радиостанция с усилителем низкой частоты устанавливается в ка бине автомобиля УАЗ-469, ГАЗ-66, ЗИЛ-131 и питается от их аккумуляторных батарей, напряжением 12 В плюс 20, минус 10% через фильтр-ограничитель, расположенный в УНЧ.

Ток, потребляемый радиостанцией с УНЧ от аккумуляторных батарей автомобиля при номинальном напряжении 12 В и выходной мощности УНЧ, равной 1,5 Вт, не должен превышать:

в режиме приема – 1,2 А; в режиме передачи – 4,5 А.

Радиостанции обеспечивают работу на передачу в нормальных ус ловиях круглосуточно, а при температуре 323 К – 1 час.

3.4. Радиостанция обеспечивает надежную двустороннюю радио связь с однотипной радиостанцией на местности средней пересеченности и лесистости, в любое время суток и года, на любой частоте диапазона, свободной от помех, при напряжении аккумуляторных батарей 12 В ±10% на следующих расстояниях:

а) при работе приемопередатчика на штыревую антенну высотой 1,5 м на ходу радиста и на стоянке с земли с трехлучевым противовесом длиной 1,3 м:

– в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:

Тлф – до 12 км, Тлг с земли – до  
18 км;

– в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режимах:

Тлф – до 10 км, Тлг с земли – до  
15 км;

б) при работе приемопередатчика на штыревую антенну 2,7 м (штыревая антенна 1,5 м плюс 6 секций по 0,2 м) с трехлучевым противовесом длиной 1,3 м с земли:

– в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:

Тлф – до 18 км, Тлг – до  
25 км;

– в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режимах:

Тлф – до 12 км, Тлг – до  
20 км;

в) при работе приемопередатчика на АБВ длиной 40 м, поднятую на высоту 1 м над землей и направленную на корреспондента:

- в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режимах:  
Тлф – до 35км, Тлг – до  
50км;
- в диапазоне частот 50–75,999МГц в режимах:  
Тлф – до 30 км, Тлг – до  
40км;

г) при работе радиостанции на штыревую антенну высотой  
2,7 м с

вынесенного пункта через телефонный аппарат ТА-57,  
соединенный с

радиостанцией полевым кабелем длиной до 500м:

в диапазоне частот 30–49,999 МГц в режиме Тлф – до 18  
км, в диапазоне частот 50–75,999 МГц в режиме Тлф – до  
12 км;

д) при работе приемопередатчика Р-159 с УНЧ на  
штыревую антенну высотой 1,5м на ходу автомобиля,  
имеющего экранированную систему электрооборудования и  
движущегося по любой дороге со скоростью до 60 км/ч:

в диапазоне частот 30–49,999 МГц – до 10 км,

в диапазоне частот 50–75,999 МГц – до 8 км;

е) при работе на гибкую (скрытую) антенну длиной 1,5м:

в диапазоне частот 30–49,999 МГц – 3 км,

в диапазоне частот 50–75,999 МГц – 2,5 км.

3.5. Обеспечение связи на указанных расстояниях производится на частотах, свободных от внутренних и внешних помех. Частоты внутренних помех (пораженные частоты на приеме) по диапазону радиостанции определяются формулой:

$$30 \text{ МГц} + 2,5\pi \text{ МГц} \pm 20 \text{ кГц}, \text{ где}$$

$\pi$  – любое целое число от 0 до 18.

Частоты, кратные 11,5МГц (34,5; 46; 57,5; 69 МГц) с полосой  $\pm 100$  кГц, являются пораженными на передаче. Вести передачу на этих частотах не рекомендуется.

3.6. Скорость телеграфной работы составляет не менее 10 групп.

3.7. Погрешность установки частоты радиостанции в нормальных условиях – не более  $\pm 1$  кГц.

3.8. Масса рабочего комплекта не более:

радиостанции Р-159 – 14,5кг; радиостанции Р-159 с УНЧ –

19кг. . Масса комплекта поставки не более:

радиостанции Р-159 – 50,0кг; радиостанции Р-159 с УНЧ –  
55кг.

3.9. Габариты радиостанции с выступающими частями не более, мм:

для радиостанции Р-159 – 305Х180Х410;

для радиостанции Р-159 с УНЧ – 365Х230Х430.

Габариты укладочного ящика не более, мм:

для радиостанции Р-159 – 610Х510Х380;

для радиостанции Р-159 с УНЧ – 610Х510Х380.

### **3.10. Электрические характеристики приемника**

**3.10.1.** Чувствительность приемника при девиации частоты  $\pm 5$  кГц и модулирующей частоте 1000 Гц в режимах:

Тлф – не хуже 1,0 мкВ при отношении сигнал/шум 10: 1;

Тлг – не хуже 0,4 мкВ при отношении сигнал/шум 3:1-

**3.10.2.** Звуковое напряжение на телефонах ТА-56М при девиации частоты  $\pm 5$  кГц и модулирующей частоте 1000Гц в режимах:

Тлф – не менее 1 В при входном сигнале 1,0 мкВ;

Тлг – не менее 0,8 В при входном сигнале 0,4 мкВ.

**3.10.3.** Напряжение на выходе усилителя низкой частоты при входном сигнале приемника 1,0 мкВ и девиации частоты  $\pm 5$  кГц – не менее 2,5 В.

### **3.11. Электрические характеристики передатчика**

**3.11.1.** Выходная мощность передатчика на эквивалентном нагрузочном сопротивлении 750м  $\pm 2\%$ , напряжении питания 12 В в диапа-зоне частот 30–59,999МГц – не менее 5 Вт, а в диапазоне 60– 75,999 МГц – не менее 4,5 Вт.

**3.11.2.** Выходная мощность передатчика радиостанции с УНЧ на эквивалентном нагрузочном сопротивлении 750м  $\pm 2\%$ , напряжении питания 12 В в диапазоне частот 30–75,999 МГц – не менее 3 Вт.

**3.11.3.** Чувствительность модуляционного входа при девиации частоты  $\pm 5$  кГц, модулирующей частоте 1000 Гц:

с разъема микротелефонной гарнитуры – от 50 до 150 мВ;

с линейных клемм – от 300 до 900 мВ.

## **4. СОСТАВ РАДИОСТАНЦИИ 4.1.**

### **Комплект поставки Р-159**

**4.1.1.** В комплект поставки радиостанции входят:  
рабочий комплект радиостанции;  
вспомогательное имущество;  
одиночный комплект запасного имущества.

Комплект поставки радиостанции размещается в ящике укладочном (8) и приведен на рис. 1.

**4.1.2.** Рабочий комплект радиостанции состоит из приемопередатчика (1) с комплектом питания и амортизатором, гарнитуры микротелефонной (2), ключа телеграфного (3), антенны штыревой (4), противовеса (5), плечевых ремней (6).

При поставке гарнитура микротелефонная, ключ телеграфный, антenna штыревая и противовес размещаются в сумке радиста.

**4.1.3.** Вспомогательное имущество состоит из сумки радиста (7), кронштейна бортовой антенны (11), чехла парусинового (12), рамы (9) со стяжками (10).

В сумке радиста размещаются: антenna гибкая, лампа

переносная, отвертки малая и большая, секции штыревой антенны, лента ПВХ 15Х0,2.

В чехле парусиновом размещаются: антenna на раме, растяжка с уголком, стойки верхняя и нижняя.

4.1.4. Одиночный комплект ЗИП состоит из антенны штыревой;

гарнитуры микротелефонной; антены на раме (13); противовеса; секций штыревой антенны (14); батарей аккумуляторных 10НКП-8 (10НКП-10) (15); пакета с втулками, колпачками, лампой накаливания; комплекта ЗИП для батарей 10НКП-8 (10НКП-10).

Комплект поставки перечислен в формуляре на

радиостанцию. 4.2. Комплект поставки Р-159 с УНЧ

4.2.1. В комплект поставки радиостанции входят:

– рабочий комплект радиостанции;  
– вспомогательное имущество;  
– одиночный комплект запасного имущества. Комплект поставки радиостанции с УНЧ размещается в ящике укладочном (14) и приведен на рис. 2.

4.2.2. Рабочий комплект радиостанции с УНЧ состоит из приемопередатчика (1), усилителя низкой частоты (2), антены штыревой (3), гарнитуры микротелефонной (4), кабеля питания (5), кабеля низкой частоты (6), фидера (7), рамы (8) со стяжками (9), кронштейна бортовой антенны (10), кронштейна (11).

При поставке антenna штыревая и гарнитура микротелефонная размещаются в сумке радиста.

4.2.3. Вспомогательное имущество состоит из ключа телеграфного (13), трубки микротелефонной (12), сумки радиста (15), корпуса (16), батарей аккумуляторных 10НКП-8 (10НКП-10) (17).

В сумке радиста размещаются: ключ телеграфный, лампа переносная, отвертки малая и большая, лента ПВХ 15Х0,2.

4.2.4. Одиночный комплект ЗИП состоит из антенны штыревой;

гарнитуры микротелефонной; пакета с втулками, колпачками, лампой накаливания, вставками плавкими; комплекта ЗИП для батарей 10НКП-8 (10НКП-10).

Комплект поставки перечислен в формуляре на радиостанцию с УНЧ.

4.3. Сокращенный комплект поставки Р-159

4.3.1. По согласованию с предприятием-потребителем допускается поставлять Р-159 в сокращенной комплектности, перечисленной в фор\* муляре ИП 1.100.063-04 ФО.

5. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РАДИОСТАНЦИИ

Радиостанция состоит из приемопередатчика с аккумуляторным отсеком и аккумуляторными батареями, антенны, микротелефонной гарнитуры, противовеса и телеграфного ключа.

### 5.1. Приемопередатчик

5.1.1. Приемопередатчик предназначен для передачи и приема частотно-модулированных сигналов УКВ. Он состоит из передатчика, приемника, синтезатора, преобразователя напряжения, автоматического согласующего антенного устройства и коммутации приемопередатчика.

5.1.2. Приемник и передатчик по конструктивному решению выполнены отдельно. Общими узлами и блоками, работающими как на прием, так и на передачу, являются: автоматическое согласующее антеннное устройство, синтезатор, преобразователь напряжения и коммутация приемопередатчика. Общий вид радиостанции представлен на рис. 3, а электрическая схема – в приложении 3.

5.1.3. Установка частоты приемопередатчика осуществляется пятью ручками – 6, 7, 8, 9, 10 (см. рис. 3) переключателей частоты радиостанции, защищенными крышкой. Ручками 6 и 7 устанавливаются десятки и единицы мегагерц, а ручками 8, 9, 10 выставляются сотни, десятки и единицы килогерц.

5.1.4. Настройка приемопередатчика осуществляется в любом режиме работы.

5.1.5. Радиостанция Р-159 с НЧ отличается от радиостанции Р-159 наличием усилителя низкой частоты и системой питания. Питание должно производиться от аккумуляторных батарей автомобиля через фильтр-ограничитель.

5.1.6. Корпус аккумуляторного отсека предназначен для установки аккумуляторных батарей и подсоединения их к корпусу приемопередатчика.

5.1.7. Антenna предназначена для излучения и приема высокочастотных радиосигналов.

5.1.8. Микротелефонная гарнитура предназначена для преобразования акустических звуковых колебаний в электрические звуковые колебания и обратно и перевода приемопередатчика с приема на передачу и обратно.

5.1.9. Противовес предназначен для создания более устойчивой связи при работе радиостанции с земли на предельных расстояниях.

5.1.10. С помощью телеграфного ключа обеспечивается передача телеграфных сигналов.

### 5.2. Конструкция радиостанции

5.2.1. Особенностью конструкции является вертикальный монтаж элементов электрической схемы, позволяющий

получить большой коэффициент заполнения печатных плат, наименьшие габариты и монолитность конструкции радиостанции.

Радиостанция в целом представляет механическое и электрическое соединение технологически самостоятельных блоков и узлов, соединенных между собой разъемами и соединительными проводами, что дает возможность после механического и электрического соединения узлов и блоков проводить минимум регулировочных операций.

5.2.2. Корпус переносной радиостанции состоит из двух частей:

верхней – для приемопередатчика и нижней – для аккумуляторных батарей. На верхней части корпуса для защиты спины радиостата во время переноски радиостанции закреплен быстросъемный амортизатор. Верхняя и нижняя части корпуса соединяются специальными прижимами.

В радиостанции Р-159 с УНЧ применены два верхних корпуса; один – для приемопередатчика, второй, с вырезанными щелями, – для усилителя низкой частоты. Оба корпуса крепятся к раме 26.

Общий вид радиостанции Р-159 с УНЧ показан на рис. 4.

5.2.3. Предварительно отрегулированные и проверенные узлы и блоки механически и электрически соединяются с передней панелью с помощью межблочных разъемов и винтов.

5.2.4. Панель с коммутацией приемопередатчика конструктивно и схемно является связующим звеном между узлами и блоками радиостанции. Внутри панели размещена схема коммутации приемопередатчика. Панель выполнена методом литья под давлением из алюминиевого сплава. На ней размещены:

- микроамперметр индикации проходящей мощности в антenne и напряжения первичного источника;
- переключатель режимов Тлф, Тлф ПШ, Тлг и ду;
- кнопка НАПР. и ВЫЗОВ для проверки напряжения аккумуляторных батарей и включения сигнала вызова частотой 1 кГц;
- ручка переключателя частоты десятков МГц;
- ручка переключателя частоты единиц МГц;
- ручка переключателя частоты сотен кГц;
- ручка переключателя частоты десятков кГц;
- ручка переключателя частоты единиц кГц;
- клеммы ЛИНИЯ и J- для подключения лампы переносной или телеграфного ключа, или двухпроводного кабеля;
- кнопка НАСТР. для включения автоматического согласующего антенного устройства;
- антеннное гнездо для подключения антенны;
- микротумблер ВКЛ. для включения радиостанции;

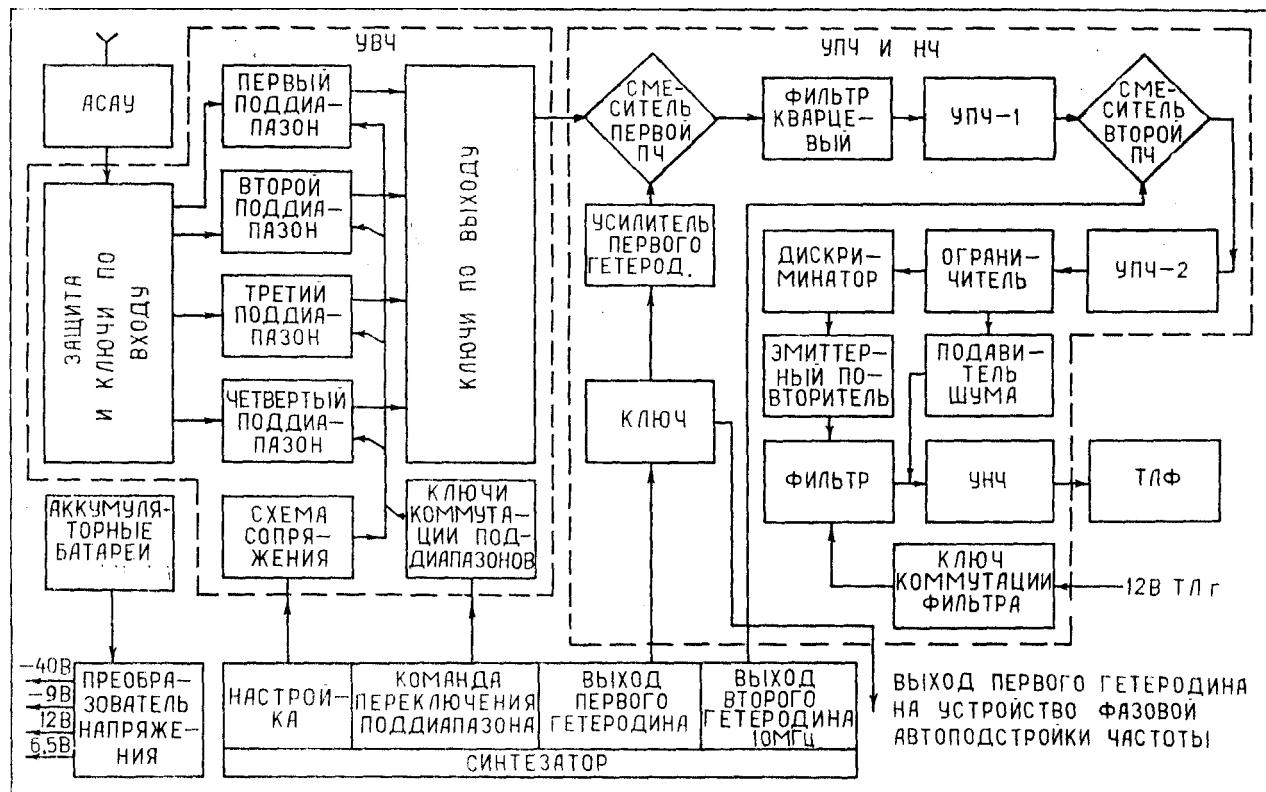


Рис. 5. Структурная схема работы радиостанции на прием.

### 5.3. Работа радиостанции на прием

**5.3.1.** Приемник радиостанции выполнен по схеме с двойным преобразованием частоты. Структурная схема приемника представлена на рис. 5.

**5.3.2.** Напряжение полезного сигнала поступает с антенны через автоматическое согласующее антеннное устройство, нормально замкнутые контакты антенного реле, защитное устройство приемника на усилитель высокой частоты одного из четырех поддиапазонов. Избирательность УВЧ обеспечивается контурами с электронной перестройкой. Усиленное напряжение высокой частоты поступает на базу транзистора первого смесителя через соответствующие выходные ключи. Сигнал первого гетеродина с синтезатора поступает через ключ и усилитель на эмиттер транзистора первого смесителя. Команда переключения поддиапазона с синтезатора поступает на ключи коммутации УВЧ. Настройка контуров УВЧ осуществляется схемой сопряжения. Схема сопряжения управляет напряжением, поступающим с синтезатора. Напряжение первой промежуточной частоты выделяется кварцевым фильтром, усиливается усилителем первой промежуточной частоты и поступает на второй смеситель. Напряжение второй промежуточной частоты усиливается усилителем второй промежуточной частоты. Тракт первой и второй ПЧ обеспечивает необходимое усиление напряжения входного сигнала. Избирательность приемника по соседнему каналу обеспечивается кварцевым фильтром.

5.3.3. Сигнал второй промежуточной частоты подается на ограничитель и затем – на частотный детектор (дискриминатор). В результате детектирования частотно-модулированного сигнала выделяется напряжение звуковых частот, которое через эмиттерный повторитель и фильтр поступает на УНЧ, усиливается и подается на телефоны микротелефонной гарнитуры.

5.3.4. В режим Тлф ПШ подключается устройство подавления шумов приемника, которое закрывает вход УНЧ при отсутствии сигнала и открывает его при появлении сигнала на входе приемника.

5.3.5. Работа приемника в режиме тонального телеграфирования по прохождению сигнала аналогична работе приемника в режиме Тлф.

Телеграфный режим приемника обеспечивается изменением полосы фильтра УНЧ с помощью ключа коммутации фильтра.

#### 5.4. Работа радиостанции на передачу

5.4.1. Структурная схема передатчика радиостанции приведена на рис. 6.

Передатчик радиостанции выполнен по схеме с фазовой автоподстройкой частоты сигнала генератора по частотам сигналов первого гетеродина синтезатора и генератора кварцевого модулированного.

5.4.2. Сигналы генератора и первого гетеродина синтезатора поступают на входы смесителя передатчика. Сигнал промежуточной частоты фильтруется и поступает на вход фазового детектора, на второй вход которого подается сигнал с генератора кварцевого модулированного.

5.4.3. В момент включения радиостанции на передачу генератор пилообразного напряжения изменяет частоту сигнала генератора до такого значения, которое при смешивании с частотой сигнала первого гетеродина синтезатора дает промежуточную частоту, равную частоте сигнала ГКМ с точностью до фазы. При этом на выходе фазового детектора образуется напряжение смещения, которое управляет через фильтр низких частот работой генератора пилообразного напряжения и частотой сигнала генератора передатчика. При достижении определенной величины напряжения смещения генератор пилообразного напряжения переходит в режим усилителя постоянного тока, и на реактивном элементе генератора поддерживается постоянное управляющее напряжение, соответствующее рабочей частоте сигнала генератора.

5.4.4. Частотная модуляция сигнала передатчика осуществляется изменением частоты ГКМ низкочастотным напряжением микрофонного усилителя. Перенос модуляции на генератор обеспечивается устройством фазовой автоподстройки частоты. Стабильность частоты сигнала

передатчика определяется стабильностью частот сигналов первого гетеродина синтезатора и ГКМ.

5.4.5. Для обеспечения режима самопрослушивания работы оператора сигнал с выхода фазового детектора усиливается усилителем низкой частоты и подается на микротелефонную гарнитуру.

5.4.6. Колебания, вырабатываемые генератором передатчика, по» ступают на вход четырехкаскадного усилителя мощности.

5.4.7. Для ограничения тока, потребляемого усилителем мощности передатчика, применено устройство автоматической регулировки потребляемого тока.

5.4.8. Гармонические составляющие сигнала передатчика ослабляются коммутируемым фильтром нижних частот. С выхода фильтра нижних частот сигнал поступает через согласующее антенное устройство в antennу и излучается.

#### 5.5. Работа радиостанции при настройке автоматического согласующего антенного устройства

Настройка АСАУ осуществляется для согласования выходного сопротивления усилителя мощности и входного сопротивления приемника с комплексным сопротивлением антенны в рабочем диапазоне радиостанции, с целью уменьшения потерь мощности при прохождении сигнала в обоих направлениях.

5.5.1. Настройка АСАУ производится в любом режиме – Тлф, Тлф ПШ, Тлг нажатием кнопки НАСТР.

При настройке работают блоки АСАУ, синтезатор, узлы передатчика, приемника (кроме УВЧ и первого смесителя), преобразователя напряжения.

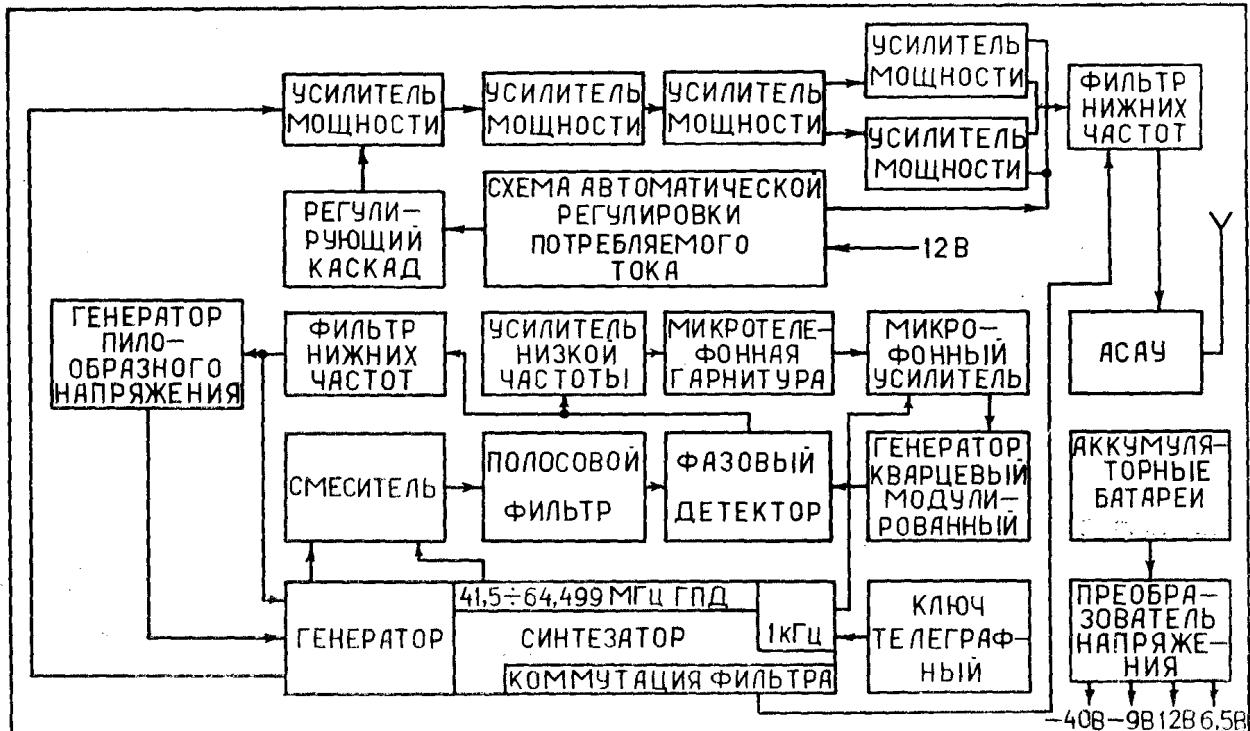


Рис. 6. Структурная схема работы радиостанции на передачу.

## 6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ РАДИОСТАНЦИИ

### 6.1. Приемник

Приемник радиостанции предназначен для приема высокочастотных сигналов, их усиления и преобразования в низкочастотные сигналы.

Приемник выполнен на двух платах и состоит из усилителя высокой частоты, усилителя промежуточной и низкой частоты.

Гетеродином приемника является синтезатор.

### 6.2. Усилитель высокой частоты (УВЧ)

6.2.1. УВЧ предназначен для усиления высокочастотных сигналов, создания избирательности в дальней зоне. Электрическая схема УВЧ приведена в приложении 7 и содержит: четыре поддиапазонных усилителя с одинаковыми схемами, схему сопряжения контуров, схему защиты и одинаковые схемы ключей коммутации поддиапазонов. Поясним работу одного из поддиапазонов, например, первого.

Команда включения любого поддиапазона дается синтезатором. Для включения первого поддиапазона с синтезатора на контакт 8 разъема X подается положительное напряжение, которое проводом 21 через резистор R124 поступает на базу транзистора с выводами 4, 5, 6 микросхемы А3. Транзистор с выводами 4, 5, 6 открывается, и начинает протекать ток по цепи: контакт 5 разъема X, провод 20, дроссель L23, резисторы R94, R104, открытый транзистор с выводами 4, 5, 6 микросхемы А3, резистор

R115, корпус. На резисторе R104 ток создает напряжение, открывающее транзистор с выводами 6, 7, 9 транзисторной матрицы A2. В результате напряжение питания подается по цепи:

контакт 5 разъема X, провод 20, дроссель L23, резистор R94, открытый транзистор с выводами 6, 7, 9 транзисторной матрицы A2, провод 9, дроссель L18, индуктивность L6 на транзисторы V37, V41, а с эмиттера транзистора V41 через резисторы R48, R4, диод VI, резистор R3, дроссель L1, провод 15, через открытый транзистор с выводами 12, 13, 14 микросхемы A1.1 – на корпус. Транзистор с выводами 12, 13, 14 микросхемы A1.1 открыт, так как напряжение 12В, подаваемое по цепи:

контакт 5 разъема X проводом 20, дроссель L23, проводом 7, резистор R1, закрывает диоды V2, V4, V6, V8 и далее по проводу 14, через резистор R95 подается на базу транзистора с выводами 12, 13, 14. Одновременно с коллектора транзистора с выводами 6, 7, 9 транзисторной матрицы A2 через диод VI 12 подается напряжение питания по проводу 25 на контакт 5 платы ВЧ и далее – на усилитель гетеродина.

Напряжение сигнала с антенны через согласующее антенное устройство, контакты антенного реле, конденсатор C2, диод VI подается на входной контур усилителя.

Входной контур с электронной перестройкой состоит из индуктивности L2 и варикапов V9, V10, V17, V18, V25, V26, V33, V34. Через резисторы R8 и R16 поступает управляющее напряжение на варикапы. Резисторами R9, R17 устанавливают управляющее напряжение, соответственно, внизу и вверху диапазона. Резисторы R24, R28, R32, R33, R40, R41, R48 задают режим транзисторов V37, V41, резистор R52 служит для устранения самовозбуждения усилителя. Конденсаторы C7, C19 – переходные, а СИ, C15, C23, C27 – развязывающие.

Нагрузкой усилителя является двухконтурный фильтр с электронной перестройкой. Первый контур состоит из индуктивности L10 и варикапов V45, V46, V53, V54, V61, V62, V69, V70, а второй – из индуктивности L14 и варикапов V73, V74, V81, V82, V89. V90, V97, V98. Через резистор R53, R64, R72, R80 поступает управляющее напряжение на варикапы, а резисторы R54, R65, R73, R81 задают управляющее напряжение, соответственно, внизу и вверху диапазона. Конденсаторы C35, C51 – переходные, а C31, C40, C47, C55 – развязывающие. Сигнал с контура через переходной конденсатор C51 и диод V101 подается на вход смесителя. Диод V101 открыт напряжением, которое подается через резисторы R88, R92. Аналогично работают остальные диапазонные усилители. Неработающие диапазонные усилители отключены по входу закрытыми диодами V3–V8, по

выходу – диодами V102–V104. Диод V18 дополнительно отключает выходы первого и второго диапазонных усилителей при работе третьего или четвертого диапазонных усилителей.

6.2.2. Схема сопряжения контуров УВЧ предназначена для получения трехточечной настройки контуров в каждом поддиапазоне УВЧ и их сопряженной настройки с частотами синтезаторов. Схема сопряжения представляет собой нелинейный масштабный усилитель постоянного тока. Схема содержит транзисторы V109–VI11, V117, микросхему A1.2. стабилитрон VI 16, диод VI 13, переменные резисторы R9, R11, R13, R15, R17, R19, R21, R23, R54, R57, R60, R63, R65, R67, R69, R71, R73, R75, R77, R79, R81, R83. R85, R87, R112, постоянные резисторы R93, R96, R97, R98, R99, R100, R101, R102, R103, R113, R114, R119, R120, R121, R122. R123 и блокировочные конденсаторы C67–C69, C73, C75–C77.

На эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VI 17, от синтезатора поступает управляющее напряжение отрицательной полярности. Эмиттерный повторитель предназначен для уменьшения шунтирующего влияния схемы сопряжения на выходные цепи сумматора синтезатора. Нагрузка эмиттерного повторителя состоит из схем усилителей с нелинейными характеристиками. Характеристики усилителей выбраны таким образом, что напряжение на варикапах может изменяться в пределах, показанных на рис. 7, причем напряжения, используемые для настройки контуров внизу поддиапазона, и напряжения, используемые для настройки контуров на верхних частотах каждого поддиапазона, не зависят друг от друга.

Выходное напряжение усилителя, используемое для перестройки частоты контуров всех четырех поддиапазонов на нижней частоте, снимается с переменных резисторов R9, R11, R13, R15, R65, R67, R69, R7E, R73, R75, R77, R79, соединенных параллельно и включенных в эмиттерную цепь транзисторов VI 17 и коллектор транзистора V109.

Выходное напряжение схемы сопряжения, используемое для перестройки частоты контуров первого и второго поддиапазонов на верхней частоте, снимается с переменных резисторов R17, R19, R54, R57, R81, R83, соединенных параллельно и включенных в коллекторную цепь транзистора VI11.

Выходное напряжение схемы сопряжения, используемое для перестройки частоты контуров третьего и четвертого поддиапазонов на верхней частоте, снимается с движков переменных резисторов R21, R23, R60, R63, R85, R87, подключенных в нагрузку эмиттерных повторителей, выполненных на микросхеме А 1.2 с выводами 1, 2, 3 и транзисторе VI 10.

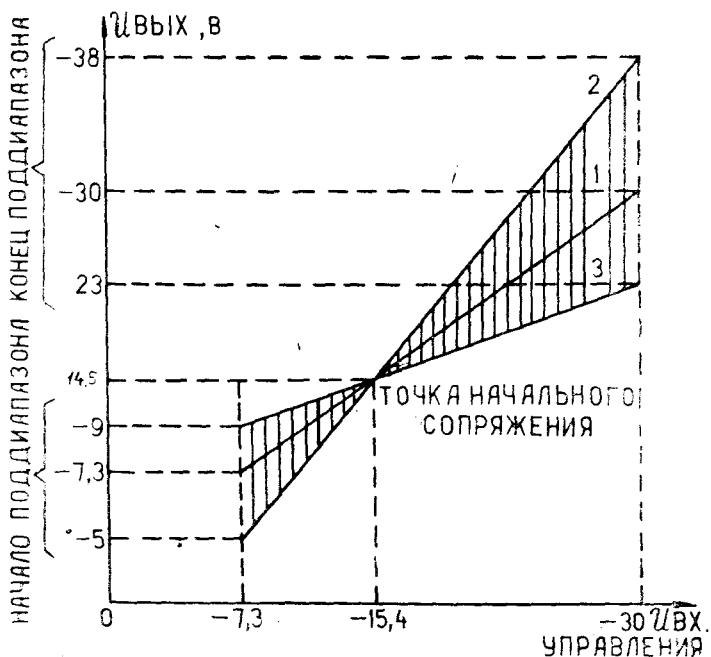


Рис. 7. Характеристика усилителей схемы сопряжения.

Линия I – закон изменения управляющего напряжения на входе схемы сопряжения;

Линии 2 и 3 – границы области изменения управляющего напряжения на выходе схемы сопряжения.

Выбор характеристики в пределах, указанных на рис. 7, осуществляется изменением сопротивления переменных резисторов. Напряжение на базу транзистора VI 10 снимается с резистора R112 через ограничительный стабилитрон VI 16 с напряжением стабилизации 8–9В. Сопротивление резистора R112 устанавливается так, чтобы при входном управляющем напряжении – 15,4 В напряжение, снимаемое с резистора R112, равнялось напряжению отпирания стабилитрона VI 16. Это необходимо для установки точки перегиба выходных характеристик схемы сопряжения.

6.2.3. Схема защиты входа приемника предназначена для ограничения уровня напряжения на входных цепях приемника при воздействии больших сигналов или помех. Схема включает микросхему A1.1, полупроводниковые диоды V2, V4, V6, V8, V107, VI 14, VI 15, резисторы R95, R 108 -R111, R128, конденсаторы C1, C3, C5, C70, C71.

Сигнал с антенно-фидерного устройства через АСАУ поступает на конденсатор C2 и затем на входные цепи приемника. Параллельно входу приемника включен двусторонний диодный ограничитель, собранный на диодах V107, VI 14. При малых уровнях сигнала диоды закрыты, следовательно, на выводе 11 микросхемы A1.1 отсутствует напряжение. Транзистор с выводами 10, 11, 12 закрыт, обеспечивая при этом прохождение сигнала от антенно-фидерного устройства на вход приемника с минимальными потерями.

При увеличении сигнала на входе приемника открывается двусторонний ограничитель, стабилитрон VI 15 и транзистор с выводами 10, 11, 12 микросхемы A1.1.

В результате диоды V1, V3, V5, V7 закрываются, а диоды V2, V4, V6, V8 открываются, и входной сигнал или помеха шунтируются через конденсаторы C1, C3 на корпус, обеспечивая эффективную защиту приемника.

### 6.3. Усилитель промежуточной и низкой частоты

Усилитель промежуточной частоты предназначен для получения необходимого коэффициента усиления и требуемой избирательности приемника по соседнему каналу.

Электрическая схема усилителя промежуточной и низкой частоты приведена в приложении 9.

Усилитель промежуточной и низкой частоты состоит из:  
усилителя напряжения гетеродина;  
первого смесителя;  
кварцевого фильтра;  
усилителя первой промежуточной частоты;  
второго смесителя;  
усилителя второй промежуточной частоты;  
ограничителя;  
дискриминатора;  
усилителя низкой частоты с коммутируемым фильтром:  
шумоподавителя.

6.3.1. Усилитель напряжения гетеродина предназначен для усиления сигналов первого гетеродина-синтезатора и представляет собой резонансный усилитель, выполненный на транзисторах V4, V5. Транзисторы включены по схеме с общим эмиттером и охвачены глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току. В коллектор транзистора V5 на первом поддиапазоне включен контур, образованный индуктивностью L3, подстроенным конденсатором C20, разделительным конденсатором C19 и вариакапами V7 и V8. На втором поддиапазоне в коллектор транзистора V5 включается контур, образованный индуктивностью L7, подстроенным конденсатором C27, разделительным конденсатором C26 и вариакапами V9 и V10. Резисторы R5, R8-R11, R14, R20, R21 обеспечивают заданный режим транзисторов V4 и V5. Резисторы R15 и R24 служат для устранения самовозбуждения усилителя. Резистор R25 необходим для протекания обратного тока диода V6 в случаях, когда диод V6 заперт. Аналогичную функцию выполняет резистор R37. Резистор R27 обеспечивает минимальную неравномерность амплитуды выходного напряжения между поддиапазонами усилителя напряжения гетеродина. Резисторы R33 и R35 устраниют шунтирующее действие источника управляющего напряжения на колебательные контуры. Индуктивность L6 и конденсатор C25 образуют фильтр,

препятствующий прохождению частоты 11,5МГц с синтезатора на первый смеситель. Конденсатор С5 – разделительный. Питается усилитель через фильтры, образованные дросселями L4, L8 и конденсаторами С 16, С 17, С28, С29. Резистор R34 и конденсатор С23 предназначены для фильтрации управляющего напряжения.

На входе усилителя напряжения гетеродина включена схема коммутации, образованная диодами VI, V2. и резисторами R1 и R2, предназначенная для запирания входа усилителя гетеродина при работе радиостанции на передачу. При передаче на диод VI от генератора передатчика подается положительное напряжение. Ток, протекающий через диод VI и резистор R1, создает на резисторе R1 напряжение, запирающее диод V2, в результате чего сигнал от генератора не поступает на вход усилителя гетеродина. При работе радиостанции на приеме через резистор R2 подводится положительное напряжение на диод V2, он открывается, и диод VI оказывается закрытым. Сигнал первого гетеродина приходит на вход усилителя напряжения гетеродина, усиливается, снимается с контура усилителя и через разделительный конденсатор С 15, согласующую индуктивность L2, конденсатор С 10 и резисторы R13, R7 подается в эмиттер транзистора V3.

6.3.2. Первый смеситель приемника предназначен для преобразования сигналов, приходящих с УВЧ, усилителя первого гетеродина, в сигнал промежуточной частоты и выполнен на транзисторе V3. Сигнал с выходного контура усилителя высокой частоты через разделительный конденсатор С2 подается на базу транзистора V3.

Резисторы R3, R4, R7, R13 обеспечивают необходимый режим работы транзистора. Конденсаторы С3, С4 – блокировочные, а С14 – разделительный. Нагрузкой первого смесителя является контур, образованный индуктивностью L1, конденсатором С6, резистором R22 и настроенный на первую промежуточную частоту 11,5МГц. Сигнал первой промежуточной частоты 11,5МГц, выделенный контуром смесителя, через конденсатор С 14, кварцевый фильтр и контур, состоящий из индуктивности L5, конденсатора С22, резистора R28, подается на вход усилителя первой промежуточной частоты. Вышеуказанные контура служат для настройки кварцевого фильтра и создания равномерного коэффициента передачи в полосе пропускания.

6.3.3. Усилитель первой промежуточной частоты выполнен на микросхеме А2. Резистор R36 служит для регулирования коэффициента усиления. Нагрузкой каскада является контур, состоящий из индуктивности L10, конденсатора С36. Микросхема питается напряжением 6 В через фильтр, состоящий из дросселя L9 и конденсаторов С30, С37. Усиленный сигнал первой промежуточной частоты снимается с

контура и через конденсатор С41 подается на второй смеситель.

6.3.4. Второй смеситель предназначен для преобразования сигналов, приходящих с первого усилителя промежуточной частоты и второго гетеродина-синтезатора, в сигнал второй промежуточной частоты и выполнен на микросхеме А3. Резистором R53 регулируется крутизна характеристики преобразования, а R54 – устанавливают ток, потребляемый микросхемой А3. Сигнал второго гетеродина частотой 10 МГц через разделительный конденсатор С43 подается на вход смесителя. Конденсаторы С44, С42 – блокировочные. Микросхема питается напряжением 6 В через фильтр, состоящий из дросселя L12 и конденсаторов С45, С52. Конденсатор С53 служит для настройки контура Е3. Выделенный сигнал второй промежуточной частоты на контуре Е3 частотой 1,5 МГц подается на вход усилителя второй промежуточной частоты.

6.3.5. Усилитель второй промежуточной частоты выполнен на микросхеме А6 и контуре Е4. Резистор R63 служит для регулирования коэффициента усиления, конденсатор С68 – для настройки контура Е4, а резистор R73 – шунтирующий. Микросхема А6 питается напряжением 6 В через фильтр, состоящий из дросселя L13 и конденсаторов С64, С60. Усиленный сигнал через разделительный конденсатор С78 подается на вход ограничителя.

6.3.6. Ограничитель предназначен для получения постоянной амплитуды выходного напряжения при изменении в определенных пределах амплитуды входного напряжения и ограничения паразитной амплитудной модуляции сигнала. Ограничитель собран на микросхеме А11, транзисторах с выводами 10, 11, 12, 13, 14. Резисторы R12, - $i_7$ , R18, R19, R26 определяют режим ограничителя. Нагрузкой ограничительного каскада является контур Е1. Резистор R23 – шунтирующий. Конденсатор С 13 служит для настройки контура Е1. Сигнал с контура Е1 через переходной конденсатор С21 подается на вход эмиттерного повторителя, собранного на микросхеме А1.1, выводы 7, 8, 9. Резисторы R29, R30, R32 определяют режим эмиттерного повторителя. Конденсаторы С7, С8, С9, С 18 – блокировочные. Резистор R31 и конденсатор С24 образуют фильтр в цепи питания эмиттерного повторителя.

Сигнал через конденсатор С31 подается на контур Е2 дискриминатора.

6.3.7. Дискриминатор предназначен для получения напряжения, повторяющего закон модуляции входного сигнала. Дискриминатор собран на диодах V13, V14. Резисторы R44, R45, конденсаторы С46, С47 – нагрузки дискриминатора. Конденсатор С39 – емкость связи. Резистор R48 и конденсатор С51 образуют фильтр низких частот.

Резистор R43 – шунтирующий. Конденсатор C40 служит для настройки контура E2. С выхода фильтра низких частот сигнал подается через конденсатор C55 на вход усилителя низкой частоты.

6.3.8. Усилитель низкой частоты собран на транзисторе микросхемы A1.2 (выводы 4, 5, 6), микросхеме A7 и транзисторах V24, V25. Резисторы R59, R60, R64, R69 определяют режим транзистора. В эмиттерной цепи транзистора стоит фильтр, определяющий полосу звуковых частот телефонного канала. Полосовой фильтр состоит из индуктивности L14, конденсаторов C67, C70, C76. Резистор R67 служит для согласования выходного сопротивления эмиттерного повторителя с входным сопротивлением фильтра. Сигнал с фильтра через резистор R81 и конденсаторы C71, C77 подается на вход микросхемы A7. В режиме Тлг транзистор с выводами 1, 2, 3 микросхемы A1.2 открывается. Диод V21 тоже открывается и подключает к фильтру конденсаторы C69, C73, C75, в результате чего фильтр оказывается настроенным на частоту 1000 Гц. Регулировка усиления в режиме Тлг осуществляется с помощью резистора R64. Резисторы R74 и R76 обеспечивают запирание транзистора с выводами 1, 2, 3 микросхемы A1.2 в режиме Тлф. Резисторы R66, R68, R77 обеспечивают режим транзистора с выводами 1, 2, 3 по постоянному току. Резистор R65 и конденсатор C64 – фильтр в цепи питания транзистора. Резисторы R78, R80 образуют делитель для подачи напряжения смещения на неинвертирующий вход микросхемы A7.

Резисторы R79, R82 и конденсатор C72 образуют цепь отрицательной обратной связи, определяющую коэффициент усиления.

Резистор R84 и диоды V22, V23 задают начальное смещение на базах транзисторов V24, V25. Конденсаторы C74, C79, C83 и резистор R85 – корректирующие.

6.3.9. Шумоподавитель предназначен для уменьшения напряжения шумов при работе радиостанции на приеме. Шумоподавитель собран на микросхемах A4, A5 и полевом транзисторе VI 5. Принцип работы шумоподавителя основан на изменении соотношения постоянной составляющей сигнала и огибающей шумов на выходе ограничителя при изменении уровня сигнала на входе приемника. Шумоподавитель состоит из: детектора, собранного на диоде V12; усилителя огибающей шумов, собранного на транзисторе VI 5, микросхеме A4; детектора огибающей, собранного на диодах V16, V17; схемы сравнения, выполненной на микросхеме A5, и диодных ключей V19, V20. Постоянная составляющая сигнала с детектора V12 через фильтр, состоящий из резисторов R39, R40, конденсаторов C33–C35, поступает на вход 2 схемы сравнения A5. Огибающая шумов, усиленная

транзистором V15 и микросхемой A4, детектируется диодами V16, V17. Постоянная составляющая огибающей шумов подается на вход 3 микросхемы A5 – схемы сравнения. При отсутствии сигнала на выходе приемника резистором R62 устанавливают такое соотношение постоянных составляющих, при котором диоды V19, V20 открываются и шунтируют низкочастотный сигнал, поступающий на вход 3 микросхемы A7. Резистор R75 ограничивает остаточные собственные шумы приемника.

При поступлении полезного сигнала напряжение на входе 2 микросхемы A5 остается неизменным, а на входе 3 – падает, выходное напряжение схемы сравнения изменяет знак, диоды V19, V20 закрываются, и сигнал с выхода фильтра поступает на вход 3 микросхемы A7.

#### 6.4. Передатчик

Передатчик радиостанции предназначен для создания высокочастотных сигналов и состоит из:

устройства фазовой автоподстройки частоты;  
генератора;  
усилителя мощности передатчика.

Генератор конструктивно расположен в синтезаторе, его описание дано в разделе 6.5 п. 6.5.7. Электрическая схема генератора приведена в приложении 29.

6.4.1. Устройство фазовой автоподстройки частоты предназначено для синхронизации генератора передатчика по сигналам первого гетеродина синтезатора и генератора кварцевого модулированного.

Электрическая схема устройства фазовой автоподстройки частоты приведена в приложении 11.

В состав устройства фазовой автоподстройки частоты входят: микрофонный усилитель, генератор кварцевый модулированный, смеситель, фазовый детектор, генератор поиска.

Микрофонный усилитель выполнен на микросхеме A5 и представляет собой неинвертирующий усилитель. Низкочастотное напряжение с выхода микротелефонной гарнитуры или с линейного входа через разделительный конденсатор C41 подается на неинвертирующий вход микросхемы.

Резисторы R43, R47, R50 и конденсатор C38 образуют цепь отрицательной обратной связи, определяющую коэффициент усиления микрофонного усилителя. Резисторы R46 и R49 образуют делитель для подачи смещения на неинвертирующий вход микросхемы A5. Конденсатор C35 и дроссель L6 образуют фильтр по цепи питания, конденсатор C29 – разделительный, конденсатор C37 – корректирующий.

Стабилилтроны V2, V3 ограничивают выходное напряжение

микрофонного усилителя, которое через фильтр нижних частот, собранный на резисторе R40, конденсаторе C23, подается на вход генератора кварцевого модулированного G.

6.4.2. Смеситель предназначен для смешивания сигнала генератора передатчика с сигналом первого гетеродина синтезатора и выделения сигнала промежуточной частоты 11,5МГц. Схема смесителя приведена в приложении 11. Смеситель выполнен на микросхеме A4. На вывод 11 микросхемы через делитель, собранный на резисторах R37, R38, и разделительный конденсатор C25 подается сигнал генератора. На вывод 10 микросхемы A4 через делитель, состоящий из конденсатора C22, резистора R39, и разделительный конденсатор C24 подается сигнал первого гетеродина синтезатора.

Конденсаторы C30, C31, C32, C33, C34 – блокировочные. Конденсаторы C26, C27 – разделительные. Дроссель L5, конденсатор 039 образуют фильтр, а резисторы R45, R48 – делитель по цепи питания, резисторы R42, R44 служат нагрузками микросхемы. Через резистор R41 при работе радиостанции на передачу подается напряжение 12 В для коммутации диодного ключа по входу усилителя сигнала первого гетеродина, расположенного в схеме УПЧ. Сигнал промежуточной частоты с выхода смесителя через двухконтурный фильтр, состоящий из индуктивностей L3, L4, конденсаторов C20, C21, C28, подается на вход фазового детектора.

6.4.3. Фазовый детектор предназначен для сравнения по фазе сигнала промежуточной частоты с сигналом генератора кварцевого модулированного и выделения управляемого напряжения, необходимого для управления частотой генератора передатчика через генератор поиска. Фазовый детектор выполнен на микросхемах A2, A3. На вывод 10 микросхемы A3 через разделительный конденсатор С 13 подается напряжение с выхода смесителя; на вывод 11 через делитель, состоящий из резисторов R35, R36, и разделительный конденсатор С 16 подается напряжение с выхода генератора кварцевого модулированного. Дроссель L2, конденсатор С 19 образуют фильтр, а резисторы R33, R34 – делитель по цепи питания микросхемы A3.

Конденсаторы C9, C10, СИ, C15, C17 – блокировочные. Конденсатор С 14 – разделительный, резисторы R28, R29 служат нагрузками микросхемы A3.

Сигналы с выводов 8, 9 микросхемы A3 через фильтры низких частот, образованные резисторами R19, R22, R23, R24, конденсаторами C6, C7, и делители, образованные резисторами R16, R17, R18, R23, R24, поступают на выводы 9, 10 микросхемы A2.

Дроссель L1, конденсатор С3 образуют фильтр, а резисторы R2, R3, R5, R6 – делители по цепям питания микросхемы A2.

Резисторы R8, R12, R13 образуют цепь отрицательной обратной связи. Конденсаторы C2, C4 – блокировочные.

С вывода 5 микросхемы A2 низкочастотное напряжение подается через гасящий резистор R32 и разделительный конденсатор С 18 на вход УНЧ приемника для самопрослушивания, а через пропорционально-интегрирующий фильтр, состоящий из резисторов R30, R31, конденсатора C12, – на реактивный элемент генератора и вход генератора поиска.

6.4.4. Генератор поиска, выполненный на транзисторной матрице A1, предназначен для управления частотой генератора и работает в режиме генератора пилообразного напряжения или усилителя постоянного тока. Генератор поиска включает в себя:

- эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе с выводами 2, 13, 14;
- генератор пилообразного напряжения, выполненный на транзисторе с выводами 6, 7, 9;
- мультивибратор, выполненный на транзисторах с выводами 3, 4, 12, 5, 10, '11.

Резисторы R20, R21, R25, R26, R27 определяют режим работы эмиттерного повторителя. Конденсатор С8 – блокировочный. Частоту пилообразных импульсов определяют резисторы R14, R21 и конденсатор С5. Диод VI предназначен для гашения положительных импульсов в момент разряда конденсатора С5.

Резисторы R1, R4, R7, R10 определяют режим работы транзисторов мультивибратора. Конденсатор С1 и резистор RI5 образуют цепь положительной обратной -связи мультивибратора. Управляющее напряжение с генератора поиска через резистор R11 поступает на реактивный элемент генератора.

Ключ, собранный на транзисторе V4 и резисторах R51, R52, запрещает работу генератора поиска в режиме ПРИЕМ.

6.4.5. Генератор кварцевый модулированный предназначен для генерации высокостабильных колебаний с частотой 11,5МГц, используемой в качестве опорной для работы устройства ФАПЧ и получения равномерной девиации частоты передатчика по диапазону. Электрическая схема ГКМ приведена в приложении 13.

ГКМ выполнен на основе каскадного усилителя ОЭ-ОБ на транзисторах V4 и V6.

Генератор выполнен на транзисторе V4 по схеме емкостной трехточки с включением кварцевого резонатора между базой и коллектором. Кварцевый резонатор В включен последовательно с управляющими элементами V2, V3, L2, С2 и работает вблизи частоты последовательного резонанса. Коррекция частоты генератора осуществляется с помощью индуктивности L2. Частотная модуляция в схеме генератора

осуществляется изменением реактивного сопротивления управляющих элементов (варикапы V2, V3). Напряжение смещения на варикапы подается с делителя напряжения R3, R4.

Для питания схемы генератора стабилизированным напряжением

имеется линейный стабилизатор напряжения на элементах VI, V5, R11. Модулирующее напряжение на управляющий элемент подается через R1, C1. Индуктивность L1 служит для уменьшения нелинейных искажений.

Резистор R2 предотвращает возникновение паразитных колебаний из-за статической емкости Сп кварцевого резонатора В и индуктивности L1. Резистор R5 является сопротивлением утечки для варикапа V3. Конденсаторы C4, C6 осуществляют положительную обратную связь в генераторе.

С целью повышения температурной стабильности генератора в схеме применена индивидуальная термокомпенсация частоты генератора с помощью конденсатора C2.

На транзисторе V6 собран усилитель. Нагрузкой усилителя служит резонансный контур L3, C7, C8. Резистором R9 регулируется величина напряжения питания генератора, а с помощью резистора R12 регулируется уровень выходного напряжения.

Резисторы R10, R6, R7, R8 определяют режим транзисторов V4, V6 по постоянному току. Конденсаторы C3, C5 – блокировочные.

6.4.6. Усилитель мощности предназначен для получения необходимой мощности передатчика. Электрическая схема усилителя мощности приведена в приложении 15. Транзисторы V2, V4, V5 первых трех каскадов включены по схеме с общим эмиттером и работают в линейном режиме класса А. Автотрансформаторная связь между каскадами выполнена на индуктивностях L1, L2, которые обеспечивают межкаскадное согласование во всем рабочем диапазоне частот.

Конденсаторы C2, C9, C 17, C23 – разделительные.

Резистор R1 шунтирует вход усилителя мощности.

Резисторы R2, R3, R4, R7, R8 и терморезистор R5 определяют режим транзистора V2 по постоянному току и обеспечивают температурную стабилизацию каскада.

Конденсаторы C3, C4, C6, СИ – блокировочные. Резисторы R11, R13, R14, R16, R18, терморезистор R15 определяют режим транзистора •V4 и обеспечивают температурную стабилизацию каскада.

Стабилитрон V3, резистор R20 образуют стабилизатор напряжения для питания базовых цепей транзисторов V2, V4.

Резисторы R23, R24, R25, R26, R30, R31, терморезистор R27 определяют режим транзистора V5 и обеспечивают

температурную стабилизацию каскада.

Резисторы R9, R19 шунтируют индуктивности L1, L2, обеспечивая устойчивость усиления.

Конденсатор C20, резистор R29 образуют цепь отрицательной обратной связи.

Дроссели ВЧ L5, L6, L7, L8, конденсаторы C7, C13, C22, C25, C26,

C27 образуют фильтры по питанию коллекторных цепей транзисторов VI, V2, V4, V5. четвертый (выходной) каскад выполнен на транзисторах V6, V7 по двухтактной схеме, обеспечивающей низкий уровень четных гармонических составляющих выходного сигнала.

Широкополосное согласование предвыходного и выходного каскадов обеспечивается согласующей индуктивностью L4 с ленточными обмотками, имеющими заданное волновое сопротивление. Резисторы R35, R36, R37 шунтируют обмотки индуктивности L4, обеспечивая устойчивость усиления.

Конденсаторы C31, C32 корректируют амплитудно-частотную характеристику каскада на верхних частотах диапазона,

Резисторы R38, R39, конденсаторы C28, C29 образуют цепи отрицательной обратной связи. Диоды V9, V10, стабилитроны V8, VII, резисторы R40, R41, конденсаторы C34, C35 образуют цепи защиты транзисторов V6, V7 от перенапряжения на коллекторах.

Напряжение питания на коллекторы транзисторов V6, V7 подается через индуктивности L10, L11, зашунтированные резисторами R42, R43. Дроссель L9, конденсаторы C30, C33, C36, C37 образуют фильтр по цепи питания выходного каскада.

Согласование низкого выходного импеданса транзисторов V6, V7 с 75-омной линией осуществляется широкополосной ленточной индуктивностью L12.

Для получения требуемого подавления гармонических составляющих выходного сигнала передатчика на выходе усилителя мощности применены коммутируемые фильтры нижних частот Кауэра 7-го порядка. В радиостанции имеются два таких фильтра, и коммутация фильтров осуществляется на частоте 50МГц с помощью реле KP1, KP2. Фильтр первого диапазона состоит из индуктивностей L13, L15, L17, конденсаторов C39, C41, C43, C45, C47, C48, C51, C53, C55, C56, C58. Фильтр второго диапазона состоит из индуктивностей L14, L16, L18, конденсаторов C40, C42, C44, C46, C49, C50, C52, C54, C57, C59. Для предотвращения перегрузки транзисторов выходного каскада усилителя мощности при избыточном сигнале на входе и для обеспечения минимальных изменений выходной мощности и тока, потребляемого усилителем, применена система автоматической регулировки потребляемого тока,

выполненная на микросхеме А, работающей в режиме усилителя постоянного тока. С вывода 5 микросхемы А постоянное напряжение подается на базу регулирующего транзистора VI через фильтр низких частот, образованный резистором R6, конденсаторами C1, C5. Резисторы R10, R12 составляют делитель по цепи питания микросхемы. Резистор R17, конденсатор C10 образуют цепь отрицательной обратной связи. Дроссель L3, конденсаторы C8, C15 образуют фильтры по цепям питания, конденсаторы C12, C14, C16, C18, C19, C21, C24 – блокировочные. Через резистор R28, служащий датчиком тока, подается напряжение питания на транзисторы усилителя мощности. На вывод 10 (неинвертирующей вход) микросхемы подается постоянное смещение с резисторов делителя R32, R33, R4, подключенных к питающему проводу до датчика тока (R28).

На вывод 9 (инвертирующий вход) подается смещение с резисторов делителя R22, R21. Начальная балансировка схемы производится резисторами R33, R32 при нормальном токе, потребляемом усилителем мощности. При увеличении потребляемого тока увеличивается падение напряжения на резисторе R28, уменьшается напряжение смещения на выводе 9 микросхемы, что вызывает увеличение выходного напряжения микросхемы. При этом ток регулирующего транзистора увеличивается, усиление первого каскада усилителя мощности уменьшается, и рост потребляемого тока ограничивается.

## 6.5. Синтезатор

**6.5.1.** Синтезатор предназначен для формирования высокочастотных сигналов, используемых в радиостанции в качестве сигналов первого перестраиваемого гетеродина, второго гетеродина с фиксированной частотой 10МГц и сигнала с частотой 1 кГц. Кроме этого в синтезаторе формируются сигналы для переключения поддиапазонов преселектора приемника, коммутации фильтров передатчика и сигнала генератора для усилителя мощности передатчика.

Электрическая схема синтезатора приведена в приложении 20.

В состав синтезатора входят:

- генератор плавного диапазона (ГПД);
- устройство кодовое (УК);
- делитель;
- генератор фиксированных частот (ГФЧ);
- генератор кварцевый опорный (ГКО);
- генератор задающий (ГЗд);
- генератор.

**6.5.2.** Принцип работы синтезатора поясняется структурной схемой, которая приведена на рис. 8.

С целью получения спектрально чистого выходного

сигнала и снижения потребляемой электрической энергии синтезатор построен по принципу кольца ЦФАПЧ с ДПКД в цепи обратной связи с применением экономичных микросхем.

Сигнал опорной частоты 10 МГц в ДФКД понижается до частоты 500 Гц и поступает на вход частотного дискриминатора (ЧДТ). На другой вход частотного дискриминатора поступают импульсы с выхода ДПКД частотой 100 Гц.

Частотный дискриминатор работает следующим образом:

- если  $5f_{ДПКД} < 500$  Гц, то  $U_{вых1} = \text{логич. 1}; U_{вых2} = \text{логич. 1};$
- если  $5f_{ДПКД} > 500$  Гц, то  $U_{вых1} = \text{логич. 0}; U_{вых2} = \text{логич 1};$
- если  $5f_{ДПКД} = 500$  Гц, то  $U_{вых1} = \text{логич. 0}; U_{вых2} = \text{импульсы отрицательной полярности частотой 100 Гц}.$

Выходные сигналы ЧДТ  $U_{вых1}$  (СИГНАЛ  $\pm 1$ ) и  $U_{вых2}$  (СИГНАЛ  $P_0$ ) подаются на вход схемы автопоиска, формирующей ступенчатое напряжение для дискретной перестройки частоты ГПД, состоящей

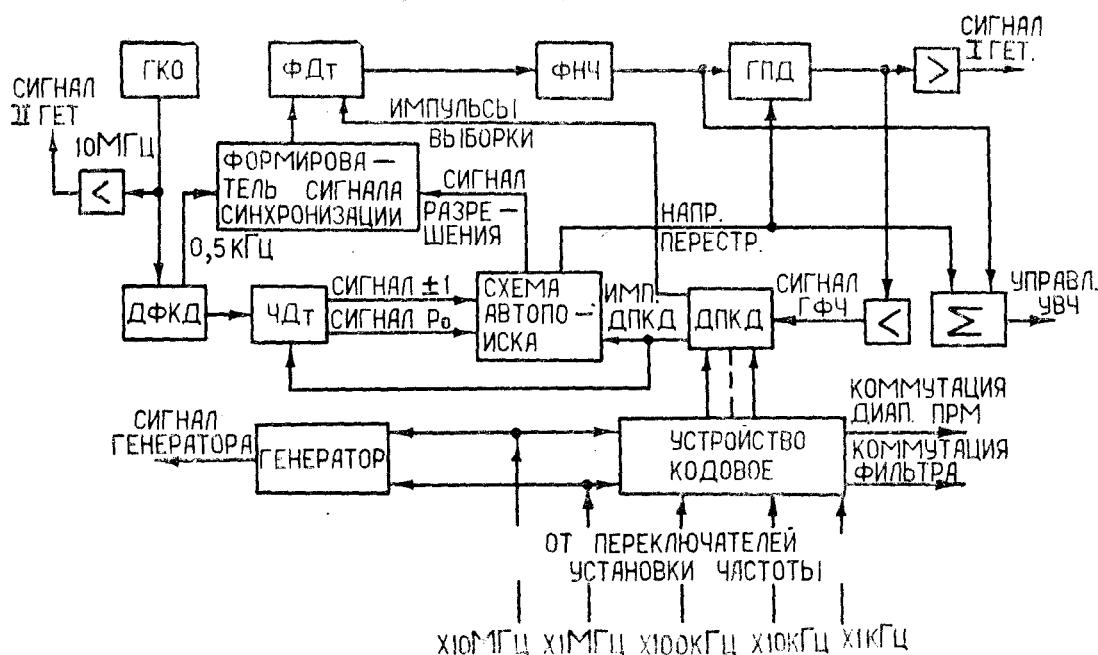


Рис. 8. Структурная схема синтезатора.

из счетчика и цифро-аналогового преобразователя. В зависимости от команд на входе схемы автопоиска напряжение на выходе, а следовательно, и частота ГПД уменьшается или увеличивается до тех пор, пока частота импульсов на выходе ЧДТ не станет удовлетворять соотношению  $5f_{ДПКД} = 500$  Гц.

В этом случае на вход фазового детектора (ФДТ) подаются импульсы выборки с выхода ДПКД и импульсы синхронизации.

Фазовый детектор преобразовывает разность фаз приходящих импульсов в постоянное напряжение, которое через фильтр нижних частот:

поступает на вход управления ГПД и подстраивает его частоту.

При изменении внешних условий (температура окружающей среды, изменение напряжения питания и пр.) начнет изменяться частота ГПД, эти изменения через ДПКД передаются на вход фазового детектора, который вырабатывает сигнал ошибки в виде изменения постоянного напряжения, подстраивающий частоту ГПД.

Управляющие напряжения, подаваемые на выводы 3 и 2 ГПД, суммируются по абсолютной величине сумматором. Выходное напряжение сумматора используется для перестройки преселектора приемника по цепи УПРАВЛЕНИЕ.

Изменение коэффициента деления ДПКД осуществляется с помощью устройства кодового (УК), которое управляется переключателями установки частоты S1...S5.

Кроме этого устройство кодовое обеспечивает сопряжение диапазонов преселектора приемника и синтезатора.

Диапазон радиостанции на приеме 30–75,999 МГц обеспечивается с помощью преобразования частот принимаемого сигнала и первого гетеродина синтезатора 41,5–64,499 МГц так, что в диапазоне принимаемого сигнала 30–52,999 МГц промежуточная частота получается по закону  $f_{\text{пч}} = f_{\text{сигнала}} - f_{\text{гет.}}$  (1), а в диапазоне 53–75,999 МГц –  $f_{\text{пч}} = f_{\text{сигнала}} + f_{\text{гет.}}$  (2).

Диапазон первого гетеродина синтезатора разбит на два поддиапазона, в каждом из которых работает соответствующий выходной управляемый генератор ГУ1 – 41,5–51,499 МГц, ГУ2 – 51,5–64,499 МГц.

Для сопряжения с гетеродином диапазон преселектора разбит на четыре поддиапазона согласно табл. 1.

Таблица 1

Поддиапазон преселектора №	Поддиапазон преселектора, МГц	Поддиапазоны синтезатора, МГц	Какие генераторы работают	Закон образования промежуточной частоты
1	30÷39,999	41,5÷51,499	ГУ1	$f_{\text{пч}} = f_{\text{гет.}} - f_{\text{сигнала}}$
2	40÷52,999	51,5÷64,499	ГУ2	$f_{\text{пч}} = f_{\text{сигнала}} - f_{\text{гет.}}$
3	53÷62,999	41,5÷51,499	ГУ1	$f_{\text{пч}} = f_{\text{сигнала}} + f_{\text{гет.}}$
4	63÷75,999	51,5÷64,499	ГУ2	$f_{\text{пч}} = f_{\text{сигнала}} + f_{\text{гет.}}$

В табл. 2 приведены значения частот выходного сигнала синтезатора соответствующие конкретным положениям переключателей S5 (Х10МГц) и S4 (Х1 МГц). Переключатели S1 (Х1 кГц); S2 (Х 10 кГц); S3 (Х 100 кГц) находятся в исходном положении (нулевом).]

Таблица 2

Положение переключателя S5 (Х 10 МГц)	Частота при положении переключателя S4 (ХI МГц), МГц									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46	47,5	48,5	49,5	50,5
4	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,5
5	61,5	62,5	63,5	41,5	42,5	43,5	44,5	45,5	46,5	47,5
6	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5
7	58,5	59,5	60,5	61,5	62,5	63,5				

**6.5.3.** Генератор плавного диапазона (ГПД) предназначен для генерирования синусоидальных колебаний с частотой, изменяющейся в рабочем диапазоне частот при изменении "управляющего напряжения".

Электрическая схема ГПД приведена в приложении 16.

ГПД устанавливается в генераторе фиксированных частот (ГФЧ). ГПД выполнен функционально заключенным блоком в экранированном корпусе, залитом пенополиуретаном.

ГПД состоит из двух генераторов, управляемых напряжением, – ГУ1 и ГУ2, собранных, соответственно, на транзисторах V4, V5. Генератор ГУ1 работает в первом диапазоне, генератор ГУ2 – во втором. Включение генераторов ГУ осуществляется соединением эмиттерной цепи соответствующего транзистора с корпусом.

Генераторы собраны по схеме индуктивной трехточки. В качестве перестраиваемых контурных емкостей используются емкости варикапов VI и V2.

Нагрузкой генераторов ГУ1 и ГУ2 служит усилительный каскад, собранный на транзисторе V3 по схеме с общей базой.

Управление частотой ГПД осуществляется изменением напряжения перестройки и напряжения смещения, подаваемыми на варикапы.

**6.5.4.** Устройство кодовое (УК) предназначено для формирования сигналов управления ДПКД, сигналов переключения поддиапазонов преселектора приемника и синтезатора.

Схема электрическая принципиальная УК приведена в приложении 19.

Входными сигналами устройства кодового являются

сигналы, поступающие с переключателей S1...S5 синтезатора, центральные контакты которых соединены с корпусом.

УК состоит из четырех шифраторов, построенных по принципу жесткой логики.

Шифратор I выполнен на микросхемах D1–D11; D12-1; D13. Он формирует сигналы управления делителем: IX10T, 2X10T, соответствующие десяткам МГц; 1X1000, 2X1000, 4X1000, 8X1000, соответствующие единицам МГц. Кроме этого он формирует сигналы переключения поддиапазонов ГПД: Вкл. 1 диап. ГПД, Вкл. 2 диап. ГПД; и поддиапазонов преселектора приемника: Коммут. 1 диап., Коммут. 2 диап., Коммут. 3 диап., Коммут. 4 диап.

Шифратор I управляетя переключателями S5 и S4.

В табл. 3 приведены сигналы управления делителем в десятичном и двоично-десятичном кодах при соответствующих положениях переключателей S4 и S5. Два старших разряда двоично-десятичного кода, соответствующего десяткам МГц, формируются в плате делителя (выводы 7 и 8 микросхемы D9). Два следующих разряда также соответствуют десяткам МГц и формируются на выходах УК 2X10T и ix10t. Четыре последние разряда кода формируются на выходах 8X1000' 4X1000, 2X1000 и 1X1000 УК и соответствуют единицам МГц.

Сигнал включения соответствующего поддиапазона ГПД и поддиапазона преселектора представляет собой сигнал логич. 1.

Шифратор II выполнен на микросхемах D12.2, D12.3, D14, D15 и формирует сигналы управления делителем: 1X100, 2X100, 4X100, 8X100, соответствующие сотням кГц. Шифратор II управляетя переключателем S3.

Таблица 3

Положение переключателя S5 ( $\times 10 \text{ МГц}$ )	Положение переключателя S4 ( $\times 1 \text{ МГц}$ )									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	41 01000001	42 01000010	43 01000011	44 01000100	45 01000101	46 01000110	47 01000111	48 01001000	49 01001001	50 01001010
4	51 01010001	52 01010010	53 01010011	54 01010100	55 01010101	56 01010110	57 01010111	58 01011000	59 01011001	60 01011010
5	61 01100001	62 01100010	63 01100011	41 01000001	42 01000010	43 01000011	44 01000100	45 01000101	46 01000110	47 01000111
6	48 01001000	49 01001001	50 01001010	51 01010001	52 01010010	53 01010011	54 01010100	55 01010101	56 01010110	57 01010111
7	58 01011000	59 01011001	60 01011010	61 01100001	62 01100010	63 01100011				

В табл. 4 приведены сигналы управления делителем в десятичном и двоичном кодах, соответствующие конкретным положениям переключателя S3.

Таблица 4

	Положения переключателя S3 ( $\times 100 \text{ кГц}$ )									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сигналы управления	5 0101	6 0110	7 0111	8 1000	9 1001	10 1010	11 1011	12 1100	13 1101	14 1110

Шифратор III выполнен на микросхемах D17.3; D17.4; D18.2; D19 и формирует сигналы управления делителем: 1Х10, 2Х10, 4Х10, 8Х10, соответствующие десяткам кГц. Шифратор III управляетя переключателем S2 (Х10кГц). Команды управления формируются в двоичном коде, который соответствует положениям переключателя S2 в десятичном представлении.

Шифратор IV выполнен на микросхемах D16, D17.1, D17.2, D18.1 и формирует сигналы управления делителем 1Х1, 1Х2, 1Х4, 1Х8, соответствующие единицам кГц. Шифратор IV управляетя переключателем S1 (Х1 кГц). Шифратор IV аналогичен по построению шифратору III.

Сигналы управления делителем в двоичном коде, соответствующие конкретным положениям переключателей S1 и S2, приведены в табл. 5.

Таблица 5

	Положения переключателей S1 ( $\times 1$ кГц) и S2 ( $\times 10$ кГц)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сигналы управления	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

6.5.5. Генератор задающий (ГЗд) предназначен для формирования сигнала второго гетеродина с частотой 10 МГц, сигнала тонального вызова с частотой 1 кГц, а также для формирования импульсов опорной частоты сравнения 500 Гц и сигналов управления схемой реверсивного автопоиска.

Схема электрическая принципиальная генератора задающего приведена в приложении 27.

Генератор задающий содержит следующие основные части:

- генератор кварцевый опорный (ГКО);
- делитель частоты с фиксированным коэффициентом деления (ДФКД);
- частотный дискриминатор (ЧДТ);
- стабилизаторы напряжения 5 В и 9 В;
- фильтры цепей питания синтезатора.

Генератор кварцевый опорный (ГКО) предназначен для формирования опорного сигнала в синтезаторе с частотой 10 МГц. Электрическая схема ГКО приведена в приложении 25.

ГКО выполнен на транзисторах VT1 и VT2.

На транзисторе VT2 выполнен генератор по схеме емкостной трехточки. Кварцевый резонатор работает вблизи частоты последовательного резонанса.

Коррекция частоты генератора осуществляется с помощью индуктивности L1. Конденсаторы C2, C3, C8 осуществляют положительную обратную связь.

С целью повышения температурной стабильности генератора в схеме применена термокомпенсация частоты с помощью конденсатора C9.

На транзисторе VT1 собран усилитель, который нагружен на контур L2. C4, C5. Резисторы R1, R4, R5, R6 определяют режим транзисторов VT1, VT2 по постоянному току. Конденсаторы C1, C6 – блокировочные.

С выхода ГКО сигнал с частотой 10 МГц поступает на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT1 и на вход формирователя импульсов для ДФКД на транзисторе VT3. На выходе эмиттерного повторителя формируется с определенным уровнем сигнал второго гетеродина с частотой 10МГц.

ДФКД предназначен для деления частоты 10МГц ГКО до частоты сравнения 500 Гц, выделения импульсов определенной длительности и формирования сигнала тонального вызова частотой 1 кГц. Делитель собран на микросхемах D5, D1, D2, D3. Входным сигналом делителя

является выходной сигнал формирователя импульсов на транзисторе VT3.

Коэффициент деления ДФКД:

$$K_d = \frac{f_{bx}}{f_{vых}} = \frac{10 \text{ МГц}}{500 \text{ Гц}} = 20000 \quad (3).$$

Весь ДФКД состоит из двух групп делителей: первая группа -- делитель на 4 на двух D-триггерах, включенных в режиме деления на 2 каждый (микросхема D5 с напряжением питания 5 В), вторая группа-- делитель на 5000 (микросхемы D1, D2 с напряжением питания 9В). Для согласования по уровню сигналов двух групп делителей с разным напряжением питания на входе микросхемы D1 включен формирователь импульсов на транзисторе VT2. С прямого выхода делителя частоты на 2 на микросхеме D2.1 сигнал с частотой 1 кГц формы меандр поступает на вход схемы И-НЕ (D3.2), второй вход которой через инвертор (D3.1) коммутируется внешним сигналом с уровнем логич. 0. В результате при поступлении внешнего сигнала с уровнем логич. 0 на выходе схемы И-НЕ (D3.2) с помощью фильтра низких частот, состоящего из резистора R10 и конденсатора C8, формируется сигнал тонального вызова с частотой 1 кГц по форме, близкой к треугольной.

С инверсного входа делителя частоты на 2 (D2.1) импульсы с частотой 1 кГц поступают на второй делитель на 2 (D2.2) и на один вход схемы И-НЕ (D3.3). На второй вход этой схемы поступают импульсы с частотой 500 Гц формы меандр с выхода второго делителя на 2 (D2.2). Отрицательные импульсы частотой 500Гц и длительностью 500 мкс с выхода схемы И-НЕ (D3.3) преобразуются инвертором (D3.4) в положительные и используются для работы фазового детектора, находящегося в ГФЧ.

Частотный дискриминатор (D4) предназначен для формирования сигналов управления схемой реверсивного автопоиска. На тактовый вход (С) дискриминатора поступают импульсы формы меандр с частотой 500 Гц с выхода ДФКД (D2.2), а на вход разрешения установки (V) – короткие импульсы с выхода ДПКД с частотой в режиме синхронизма в 5 раз меньше, т. е. 100 Гц. При этом на выходе переноса (Р) дискриминатора формируются импульсы отрицательной полярности частотой 100 Гц. Эти импульсы поступают на вход схемы автопоиска в плате делителя и запрещают ее работу.

В переходном режиме, при переключении с одной частоты на другую, когда частота импульсов с ДПКД больше 100 Гц, на выходе переноса (Р) дискриминатора формируется уровень логич. 1, разрешающий работу схемы автопоиска. В случае, если частота импульсов с ДПКД меньше 100 Гц, на выходе переноса (Р) дискриминатора проходят отрицательные

импульсы раньше, чем появляется тактовый импульс на С входе схемы управления (D1) на плате делителя. Поэтому для схемы автопоиска сохраняется уровень сигнала управления, разрешающий ее работу.

С выхода частотного дискриминатора (Q8) в переходном режиме на схему автопоиска поступает сигнал управления реверсом ( $\pm 1$ ) в виде уровня логич. 0 или логич. 1 – в зависимости от знака рассогласования выходной частоты ДПКД относительно опорной частоты.

Стабилизаторы напряжений предназначены для получения стабилизированных напряжений 5 В и 9 В из напряжений питания 6,5 В и 12 В соответственно. Стабилизатор напряжения 5 В выполнен на транзисторной матрице А, транзисторе VT4 и стабилитроне VD1.

Напряжение 9 В стабилизируется параметрическим стабилизатором на основе стабилитрона VD2, анод которого соединен с выходом стаби-

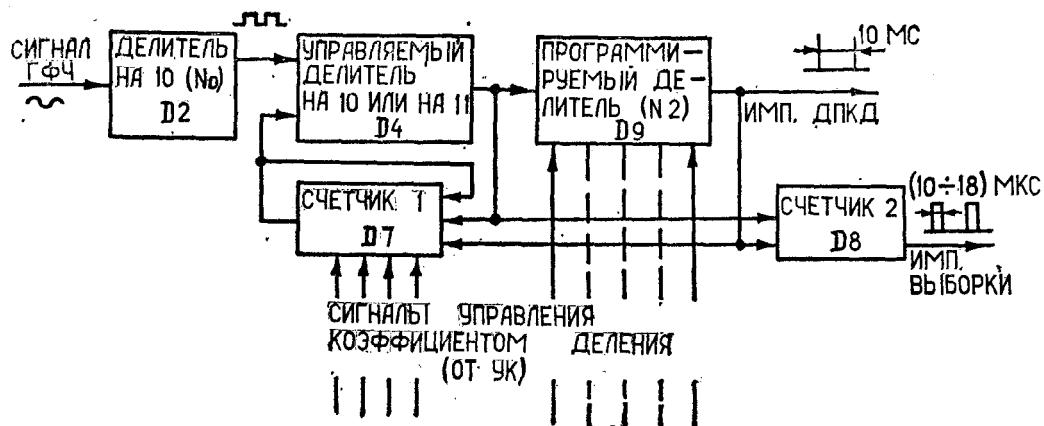


Рис. 9. Структурная схема ДПКД.

лизатора на 5 В, т. е. напряжение 9 В складывается из двух стабилизированных напряжений.

Фильтры в цепях питания синтезатора предназначены для развязки по низким и высоким частотам от остальной схемы радиостанция. В цепях питания минус 40 В, минус 9 В и 6 В применены Г-образные RC-фильтры,

#### 6.5.6. Делитель состоит из схемы делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД) и схемы реверсивного автопоиска.

ДПКД предназначен для понижения частоты ГПД до частоты сравнения (100 Гц), схема реверсивного автопоиска – для формирования управляющего напряжения для дискретной перестройки ГПД.

Электрическая схема делителя приведена в приложении 4, структурная схема ДПКД – на рис. 9. Структурная схема реверсивного автопоиска приведена на рис. 10.

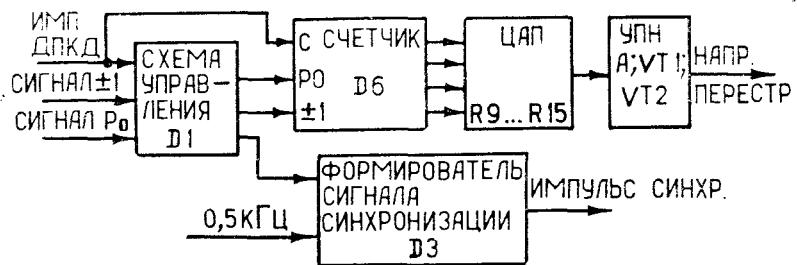


Рис. 10. Структурная схема реверсивного автопоиска.

Сигнал высокой частоты с выхода ГПД подается на вход предварительного делителя частоты (D2), понижающего входную частоту в 10 раз. Выходной сигнал делителя подается на вход управляемого делителя (D4), работающего в режиме деления на 10 или 11. При подаче со счетчика 1 (D7) низкого потенциала на вход управления коэффициентом деления схема работает в режиме деления на 11, при подаче высокого потенциала – в режиме деления на 10.

Время работы делителя в режиме деления на 11 в цикле счета определяется состоянием счетчика 1, выполненного на микросхеме D7, которое определяется кодом, поступающим на установочные входы счетчика. При изменении кода установки частоты, поступающего на вход счетчика 1, изменяется младший разряд коэффициента деления ДПКД.

**Коэффициент деления ДПКД в общем виде определяется выражением:**

$$N = N_0 (N_1 + 10N_2) \quad (4),$$

где  $N_0$  – коэффициент деления предварительного делителя, равный 10;

$N_1$  – число, записанное в счетчик 1;

$N_2$  – коэффициент деления программируемого делителя (микросхема D9).

Согласно выбранному алгоритму работы программируемого делителя:

$$N_2 = 10(100P_2 + 10P_3 + P_4) + P_5 \quad (5),$$

где  $P_2$ – $P_5$  – числа, устанавливаемые в двоично-десятичном коде на

входах управления микросхемы D9.

Учитывая, что управление коэффициентом деления ДПКД осуществляется прямым двоично-десятичным кодом 1–2–4–8, а также формулы (4) и (5), получаем выражение для коэффициента деления:

$$N = 10 \{ N_1 + 10[10(100P_2 + 10P_3 + P_4) + P_5] \} \quad (6)$$

Следует отметить, что коэффициент  $P_4$  должен принимать значения только от 5 до 14. Поэтому, если при расчете коэффициента получается число  $P_4$  меньше 5, то перед представлением его в двоичном коде необходимо осуществить заем 1 в старшем разряде, т. е. число  $P_3$  уменьшить на 1,

а к числу Р4 прибавить 10.

Для частот (50500–51499) кГц и (60500–61499) кГц коэффициент Р3 принимает значение 10, при этом коэффициент Р2 соответственно принимает значение 4 и 5.

**ПРИМЕР.** Определить сигналы управления на входах ДПКД для частоты синтезатора  $f = 53326$  кГц.

1. Определяем коэффициент деления ДПКД:

$$N = \frac{f}{F_{\text{ср.}}} = \frac{53326}{0,1} = 533260 \quad (7)$$

2. В соответствии с формулой (6):

$N_0 = 10$ ;  $N_1 = 6$ ;  $P_5 = 2$ ;  $P_4 = 3$ ;  $P_3 =$

$3$ ;  $P_2 = 5$   $P_4 < 5$ , поэтому  $P_3' = 3 - 1 = 2$

$P_4 < 5$ , поэтому  $P_3' = 3 - 1 = 2$

$$P_4' = 3 + 10 = 13$$

3. Представляем числа в двоичном коде:

$N_1 = 0110$ —сигналы управления, подаваемые на выводы 3, 13, 12,

4 микросхемы D7.  $P_5 = 0010$ —сигналы

управления, подаваемые на выводы 6, 5, 4, 3

микросхемы D9.  $P_4' = 1101$ —сигналы

управления, подаваемые на выводы 19, 20,

21, 22 микросхемы D9.  $P_3' = 0010$ —сигналы

управления, подаваемые на выводы 15, 16,

17, 18 микросхемы D9.  $P_2 = 0101$ —сигналы

управления, подаваемые на выводы 7, 8, 9,

10 микросхемы D9.

Счетчик 2 (D8) предназначен для расширения импульсного сигнала с выхода ДПКД до длительности 10–18 мкс, необходимой для работы фазового детектора.

В зависимости от уровня сигналов, поступающих на вход схемы управления, различаются два режима работы схемы автопоиска: переходной режим (СИГНАЛ  $P_0 = 1$ ) и режим синхронизации (СИГНАЛ  $P_0$  —импульсы отрицательной полярности частотой 100 Гц).

В случае, если на вход схемы управления (D1) по цепи СИГНАЛ  $\pm 1$  приходит низкий уровень напряжения (логич. 0), то с приходом тактового импульса (имп. ДПКД) это состояние переписывается на вход направления счета счетчика D6. В этом случае счетчик работает на вычитание и, следовательно, напряжение на выходе четырехразрядного цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) понижается, на выходе формирователя сигнала синхронизации уровень сигнала в это время соответствует логич. 1. Этот процесс продолжается до тех пор, пока на выводе 12 микросхемы D1 не появится сигнал логич. 1, что соответствует режиму синхронизации. В режиме синхронизации на выходе формирователя сигнала синхронизации (D3.1...D3.3) формируются импульсы синхронизации длительностью 500 мкс с частотой

500 Гц.

Если при смене частоты на вход схемы управления по цепи СИГНАЛ ±1 приходит сигнал с уровнем логич. 1, то с приходом тактового импульса этот уровень переписывается на вход направления счета счетчика D6. В этом случае счетчик при наличии разрешающего сигнала на входе микросхемы D6 (вывод 5) с уровнем логич. 0 работает на суммирование, и напряжение на выходе ЦАП увеличивается. На выходе формирователя сигнала синхронизации уровень сигнала соответствует логич. 0. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не наступит режим синхронизации.

С выхода ЦАП постоянное управляющее напряжение подается на вход усилителя постоянного напряжения (УПН), выполненного на микросхеме А и транзисторах VT1, VT2.

Коэффициент усиления по постоянному напряжению УПН равен отношению сопротивлений резисторов R17 и R16. Кроме того, УПН преобразует напряжение положительной полярности ЦАП в напряжение отрицательной полярности, необходимое для перестройки частоты ГИД. Элементы C9, R23, С 13 служат для снижения уровня помех, возникающих в тракте деления частоты.

6.5.6. Генератор фиксированных частот (ГФЧ) предназначен для формирования выходного сигнала первого гетеродина и получения управляющего напряжения для перестройки ВЧ контуров приемника радиостанции.

В состав ГФЧ входят следующие узлы:

- генератор плавного диапазона ГПД;
- фазовый детектор ФДТ;
- сумматор.

Электрическая схема приведена в приложении 23.

Принцип работы ГПД описан выше (см. п. 6.5.3). Напряжение перестройки подается с делителя на вывод 3 ГПД, а напряжение смещения с выхода фазового детектора подается па вывод 2. Включение диапазона ГПД осуществляется сигналами, поступающими из устройства кодового на контакты 9 и 10 ГФЧ. Соответствующий диапазон включается подачей лог. 1 на один из транзисторов микросхемы А4. Транзистор открывается и соединяет соответствующий вывод (1 или 5) ГПД с корпусом.

Выходной сигнал ГПД поступает на буферные усилители, собранные на микросхемах А2 и А5. Основное назначение буферных усилителей – ослабить влияние нагрузки на сигнал ГПД.

Фазовый детектор служит для формирования управляющего напряжения, предназначенного для дискретной перестройки ГПД через 1 кГц. Он состоит из генератора пилообразного напряжения, ключа управления и конденсатора памяти.

Генератор пилообразного напряжения выполнен на транзисторах VT4 и VT5 и конденсаторе С21. Заряд

конденсатора производится через транзистор VT4, разряд – через ключ, собранный на транзисторе VT5. Ключ управляет импульсами синхронизации, поступающими с платы делителя, длительностью 500 мкс и частотой 500 Гц. Конденсатор памяти С25 подключается к конденсатору С21 во время прихода импульса выборки. Импульс выборки открывает транзистор VT3, закрывает транзистор VT4 и открывает ключ на микросхеме А6. Напряжение, до которого в этот момент успел зарядиться конденсатор С21, передается на конденсатор памяти и затвор истокового повторителя. Истоковый повторитель, собранный на транзисторе VT6, имеющем высокое входное сопротивление и малые токи утечки, обеспечивает большое значение постоянной времени разряда конденсатора между импульсами выборки, что уменьшает пульсации на выходе ФДТ. Выходное напряжение фазового детектора снимается с конденсаторов С29 и С30 и подается на вывод 2 ГПД.

Гармонические составляющие частоты сравнения подавляются фильтром низких частот, собранным на конденсаторах С27, С30 и резисторах R34-R36.

Управляющее напряжение отрицательной полярности, предназначенное для перестройки ВЧ контуров приемника, формируется схемой сумматора, выполненной на микросхемах А1 и А3 и транзисторах VT1 и VT2.

**Схема сумматора реализует следующую математическую операцию:**

$$U_{\text{упр}} = - \left( /U_{\text{нп}} + /U_{\text{фдт}} \right) = \frac{U_{\text{нп}} + U_{\text{фдт}}}{N} \times (-N) \quad (8),$$

где  $U_{\text{нп}}$  – напряжение перестройки отрицательной полярности;

$N$  – постоянный коэффициент.

Первый каскад, собранный на микросхеме А1, осуществляет деление алгебраической разности приходящих на выводы 2 ( $U_{\text{нп}}$ ) и 5 ( $U_{\text{фдт}}$ ) сигналов на коэффициент  $N$ , равный отношению резисторов

$$N = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_5} \quad (9)$$

Второй каскад, собранный на микросхеме А3 и транзисторах VT1 и VT2, усиливает в  $N$  раз и инвертирует сигнал, поступающий на его вход с вывода 6 микросхемы А1. Точная установка коэффициента усиления производится резистором R9.

**6.5.7. Генератор** предназначен для получения сигнала раскачки усилителя мощности передатчика в диапазоне частот 30–75,999 МГц.

Электрическая схема генератора приведена в приложении 29.

Генератор с коммутируемой контурной системой и электронной перестройкой частоты состоит из

автогенератора и буферного усилителя. Частота генератора стабилизируется устройством ФАПЧ.

Автогенератор собран на двухзатворном полевом транзисторе VI, первый затвор которого соединяется с контурной системой автогенератора через конденсатор C5. Резисторы R1, R2, R4, R5, R6 определяют режим работы транзистора, резистор R3 шунтирует дроссель L2, с целью устранения паразитного самовозбуждения.

Дроссель L1, конденсатор C1 служат для фильтрации высокой частоты в цепи питания. Конденсаторы C2, C4 образуют емкостный делитель в цепи обратной связи автогенератора, конденсатор C3 – блокировочный. Контурная система автогенератора имеет пять поддиапазонов и состоит из индуктивностей L3–L7, коммутируемых переключателем синтезатора S5, конденсаторов C6, C8, C9, C10, СИ, C13, C14, C15, C16, C18, коммутируемых переключателем синтезатора S4; емкостей вариака-пов V4–V9. Управляющее напряжение на вариаки подается с генератора поиска устройства ФАПЧ по цепи НАПРЯЖЕНИЕ ГПк через резисторы R10, R11, а напряжение смещения – с выхода фазового детектора устройства ФАПЧ по цепи СИГНАЛ ФДТ через резистор R12. Конденсаторы C17, C19 – блокировочные, конденсатор C20 – разделительный.

Для выравнивания выходного напряжения автогенератора по диапазону резисторы R8, R9 шунтируют индуктивности L5, L6 контурной системы. Конденсатор C7, диоды V2, V3 и резистор R7 образуют ограничитель напряжения на контуре.

Буферный усилитель, выполненный на транзисторах V10, VII, служит для усиления сигнала автогенератора по мощности до необходимого уровня и уменьшения реакции усилителя мощности на автогенератор.

Резисторы R13–R16 определяют режим работы транзистора V10, а резисторы R16, R18 – транзистора VII.

Транзистор V10 включен по схеме с общим стоком, транзистор VII – по схеме с общим эмиттером. Конденсаторы C21, C22, C23 – блокировочные. С целью устранения возможного самовозбуждения усилителя, резистор R17 шунтирует индуктивность L8, которая является коллекторной нагрузкой транзистора VII.

Дроссель L9, конденсатор C24 служат для фильтрации высокой частоты в цепи питания. Через разделительный конденсатор C25 выходной сигнал генератора по цепи СИГНАЛ ГЕНЕРАТОРА подается на вход усилителя мощности передатчика и вход смесителя устройства ФАПЧ.

## 6.6. Автоматическое согласующее антенное устройство (ACAU)

ACAU предназначено для автоматического согласования выходного сопротивления передатчика с переменным в диапазоне частот входным комплексным сопротивлением

табельных антенн, с целью получения максимальной излучаемой мощности и для повышения избирательности приемника.

Структурная схема АСАУ изображена на рис. 11, а электрическая – в приложении 31.

6.6.1. АСАУ представляет собой параллельный контур, состоящий из конденсатора переменной емкости (КПЕ) СИ и индуктивности L1 с фиксированной связью со стороны передатчика и с переменной емкостной связью С10 со стороны антенны. Органы настройки – конденсаторы С10 и СИ – перестраиваются автоматикой, содержащей два канала управления, в каждом из которых имеются: датчик сигналов рассогласования, усилитель, логический фазовый детектор, генератор, триггер, электронный мост, моторно-редукторный узел, коммутатор, реактивный элемент и общее для обоих каналов управления демпфирующее устройство.

Органы настройки (конденсаторы переменной емкости С10 и С11) в АСАУ совершают круговое вращение при поиске экстремальной области. За один полный оборот ротора КПЕ получаются две точки настройки, соответствующие максимальному значению выходной мощности. На рис. 12 показан поиск экстремальной области КПЕ (С10 и СИ). На рис. 13 изображены два положения ротора КПЕ, соответствующие двум точкам настройки.

На рис. 14 показано распределение фазовой информации на выходе датчика относительно модулирующего сигнала, вводимого в контур через реактивный элемент за один полный оборот ротора КПЕ.

Из рис. 14 видно, что фазовая информация, относящаяся к резонансной точке 2, зеркально отражена относительно фазовой информации, относящейся к резонансной точке 1. Следовательно, если резонансная точка 1 будет рабочей, то орган настройки, находясь в окрестности этой точки (при наличии сигнала рассогласования с датчика), достигает точки 1 и получает нулевой управляющий сигнал. А из резонансной области, прилегающей к точке 2, орган настройки будет выталкиваться сигналами рассогласования, т. е. резонансная область, прилегающая к точке 2, получается нерабочей. С целью получения двух рабочих областей, а следовательно, и сокращения времени автоматической настройки с помощью коммутатора, в каждом кольце производится смена фазы модулирующего сигнала на противоположную через каждые  $180^\circ$ угла поворота ротора КПЕ. Кроме того, введение коммутатора в каждом кольце позволяет осуществить автоматическое согласование даже на несогласованную антенну. Это особенно важно, когда возникает необходимость работать на аварийную антенну (обледенение, обрыв и т. д.).

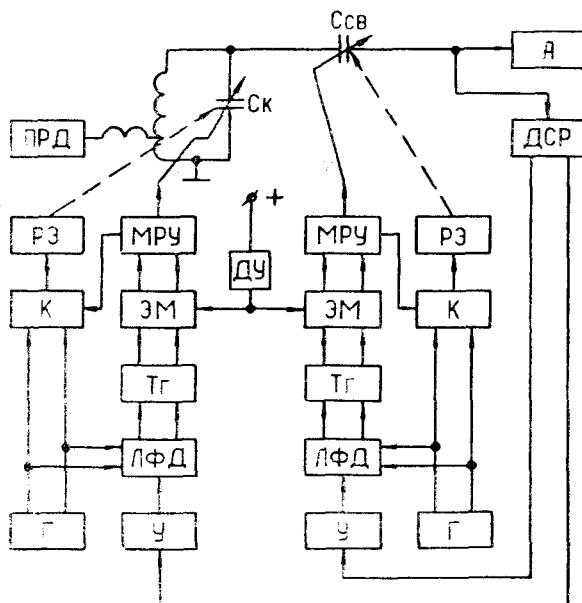


Рис. 11. Структурная схема АСАУ.

**ПРД** – передатчик; **Ск** – конденсатор переменной емкости контура; **Ссв** – конденсатор переменной емкости связи с антенной; **А** – антenna; **ДСР** – датчик сигналов рассогласования; **РЭ** – реактивный элемент; **МРУ** – моторно-редукторный узел; **ДЧ** – демпфирующее устройство; **К** – коммутатор; **ЭМ** – электронный мост; **ТГ** – триггер; **ЛФД** – логический фазовый детектор; **Г** – генератор; **У** – усилитель.

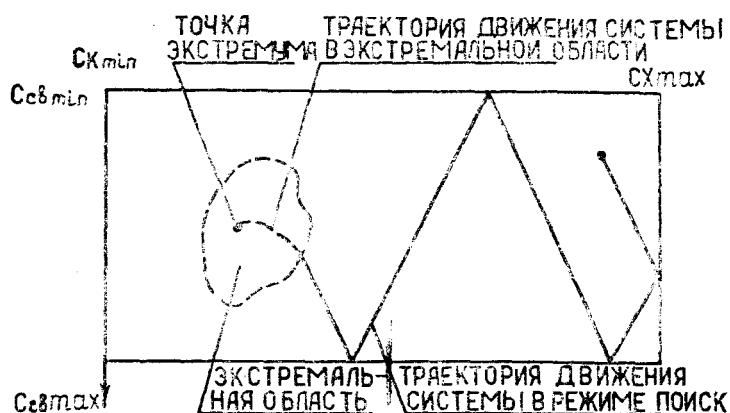
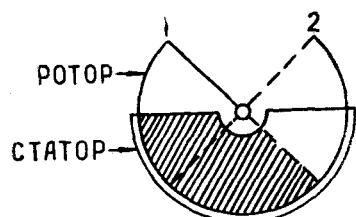


Рис. 12. Настройка КПЕ при поиске и согласовании.



13. Две точки настройки КПЕ.



Рис. 14. Распределение фазовой информации. 1, 2 – резонансные точки.

6.6.2. Датчик служит для выделения сигналов рассогласования и выполнен на трансформаторе тока Т, выходные концы которого нагружены на два амплитудных детектора, собранных на диоде VI, конденсаторе C1, резисторе R3 и диоде V2, конденсаторе C4, резисторе R4. При передаче диоды VI и V2 перемыкаются контактами реле K1, K2 с целью уменьшения уровня гармонических составляющих, излучаемых в эфир. Сигналы рассогласования поступают на входы усилителей через разделительные конденсаторы C6 и C7. Каждый усилитель собран на микросхеме (A1, A2) и представляет собой трехкаскадный усилитель с непосредственными связями между каскадами, с общей отрицательной обратной связью, выполненной на резисторах R21, R13, R17, конденсаторе C15, резисторах R23, R15, R19, конденсаторе C16. Резисторы R8, R9 и R10, R11 служат для выбора и стабилизации рабочих точек усилителей. Сигналы с выходов усилителей поступают через резисторы R34, R40 на базы (выводы 5) транзисторных ключей, собранных на транзисторных матрицах D8, D9.

6.6.3. Логические фазовые детекторы предназначены для формирования управляемых сигналов на их выходах, в зависимости от сигнала на входе.

Сигналы с коллекторных нагрузок ключей подаются на входы логических фазовых детекторов, собранных на микросхемах D4, D5 (выводы 1, 6). На два других спаренных входа (выводы 7, 8 и 2, 14) поступают противофазные сигналы прямоугольной формы с мультивибраторов, собранных на микросхемах D1, D2. С выходов логических фазовых детекторов (выводов 10, 12) сигналы поступают через интегрирующие цепочки, выполненные на резисторах и конденсаторах: R30, C27; R31, C28; R32, C29; R33, C30, на входы триггеров, собранных на микросхемах D6, D7 (выводы 14, 1, 2, 8, 7, 6). Выходы триггеров (выводы 10, 12) через резисторы R35, R36, R41, R42 соединены с базами (выводы 9, 12) транзисторов ключей, собранных на транзисторных матрицах D8, D9, которые управляют электронными мостами, собранными на транзисторах V10, V11, V12, V13, V15, V16, V18, V19. В диагонали мостов включены электродвигатели M1, M2, которые через редукторные узлы осуществляют

вращение роторов КПЕ С 10, СИ.

6.6.4. Генераторы прямоугольных импульсов предназначены для формирования опорных колебаний для логических фазовых детекторов и для подачи модулированных сигналов на реактивные элементы V3, V4 контура. Генераторы прямоугольных импульсов собраны на микросхемах D1, D2 и представляют собой мультивибраторы, частоты которых определяются времязадающими конденсаторами C19, C20 ( $f = 1$  кГц) и C21, C22 ( $\Gamma=20$  кГц). Выходы мультивибраторов (выводы 8, 14 микросхем D1, D2) соединены со входами логических фазовых детекторов, собранных на микросхемах D4, D5, и с базами транзисторов ключей, собранных на транзисторных матрицах D3, D8, D9. С коллекторных резисторов R27, R29, R54, R58 ключей противофазные сигналы поступают на контакты коммутаторов, выполненных на микропереключателях S1 и S2, предназначенных для изменения фазы модулирующих сигналов на противоположную через каждые  $180^\circ$  угла поворота ротора К.ПЕ. С выхода коммутатора S1 сигнал с частотой 1 кГц через резистор R6 поступает на реактивный элемент, выполненный на варика-пе V4. Емкость р-п перехода варикапа V4 изменяется синхронно напряжению с частотой 1 кГц, а следовательно, осуществляется параметрическая модуляция контура, собранного на индуктивности L1 и КПЕ СИ.

С выхода коммутатора S2 сигнал с частотой 20 кГц через резистор R2 поступает на варикап V3, который одним выходом соединен с контуром через контакты реле K3, а другим – через конденсатор C2, с антенным выходом. После окончания настройки АСАУ варикапы V3, V4 отключаются от контура контактами реле K3 и K4, а вместо них подключаются эквивалентные конденсаторы C5 и C9. Это сделано с целью уменьшения уровня гармонических составляющих, излучаемых в эфир.

6.6.5. Питание микросхем D1, D4, D6 стабилизировано стабилитроном V6, а D2, D5, D7 – стабилитроном V7.

Питание на электронные мосты, выполненные на транзисторах V10, V11, V12, V13, V15, V16, V18, V19, при настройке АСАУ подается через транзистор V17 демпфирующего устройства.

6.6.6. Демпфирующее устройство предназначено для уменьшения выбега электродвигателя и состоит из интегратора с запоминанием входного сигнала, собранного на транзисторной сборке D10, управляемого интегратором транзистора V17, выпрямителя на диодах V9, V14, с интегрирующей цепочкой, состоящей из резистора R52 и конденсатора C32.

Интегратор представляет собой разновидность триггера с одним устойчивым состоянием и выполнен на двух составных

транзисторах. При настройке АСАУ первый составной транзистор с выводами 2, 13, 14 и 4, 3, 12 закрыт, а второй составной транзистор с выводами 5, 11, 10 и 9, 7, 6 открыт, следовательно, открыт транзистор V17 и через него подается питание на электронные мосты.

В точке настройки электродвигатели совершают колебания с низкой частотой. Эти колебания снимаются с диагонали электронного моста V10, V11, V15, V16, в которую включен электродвигатель M1, и через разделительный конденсатор C37 подаются на выпрямитель, состоящий из диодов V14, V9. Выпрямленное напряжение прикладывается к базе (вывод 2) первого составного транзистора, и он открывается, а второй составной транзистор закрывается не мгновенно, а по экспоненте, крутизна которой определяется интегрирующей емкостью C33. Транзистор V17 закрывается также по экспоненте. Напряжение питания на двигателях уменьшается также по экспоненте, что существенно уменьшает ошибку выбега моторно-редукторных узлов и увеличивает точность настройки.

После прекращения колебаний моторно-редукторных узлов триггер остается в последнем состоянии за счет обратной связи коллектора второго составного транзистора с базой первого через диод V8.

6.6.7. При нажатии кнопки НАСТР. на блок АСАУ поступает напряжение питания 12 В и через дроссель L2 – высокочастотный сигнал с выхода передатчика. При появлении напряжения питания срабатывают реле K1, K2, K3, K4 и K5. Контакты реле K1 и K2 подключают диоды V1 и V2 датчика сигналов рассогласования, а контакты реле K3 и K4 подключают вариакапы V3, V4 к контурной системе. Контакты реле K5 подключают выход передатчика к контуру АСАУ.

С выходов генераторов, собранных на микросхемах D1, D2 (выводы 8, 14), два противофазных сигнала поступают на два входа логических фазовых детекторов, выполненных на микросхемах D4, D5 (выводы 8, 14), и на два входа коммутатора – S1, S2 через транзисторные ключи, собранные на транзисторных матрицах D3, D8, D9. С выходов коммутаторов S1 и S2 модулирующие сигналы с частотами 1 и 20 кГц поступают на вариакапы V3, V4. Фазы модулирующих сигналов изменяются на противоположные коммутаторами через каждые  $180^\circ$  угла поворота роторов КПЕ.

В области больших расстроек от экстремума, когда сигналы рассогласования с датчика отсутствуют, на выходах логических фазовых детекторов (выводы 10, 12 микросхем D4, D5) появятся сигналы – две логич. 1. Триггеры на микросхемах D6, D7 устанавливаются в произвольное состояние, и на их выходных выводах 10, 12 появятся логич. 0 и логич. 1. Соответственно на выходах ключей D8, D9, управляющих электронными мостами, появятся логич. 0 и

логич. 1. Через электронные мосты, состоящие из транзисторов V10, V11, V12, V13, V15, V16, V18, V19, в диагонали которых включены электродвигатели постоянного тока, проходит ток в одном из двух направлений, и электродвигатели осуществляют правое или левое вращение роторов КПЕ С10 и СИ. Скорость вращения ротора КПЕ С10 примерно в два раза больше скорости вращения ротора КПЕ СИ.

Отношением этих скоростей определяется шаг сканирования области согласования. Траектория движения КПЕ С10 и СИ вдали от экстремальной области и в экстремальной области показана на рис. 12. В экстремальной области появляются сигналы рассогласования с датчика, которые усиливаются усилителями A1, A2 и через ключи (транзисторные матрицы D8, D9, выводы 5, 10, 11) поступают на входы логического фазового детектора (микросхемы D4, D5, выводы 1, 6). На выходах ло-

гического фазового детектора появятся логич. 0 и логич. 1 (вместо двух логич. 1 без сигнала рассогласования). Под действием сигналов рассогласования роторы КПЕ С10 и СИ направляются в точку экстремума, но проходят ее. При переходе через экстремальную точку каждого КПЕ фазы сигналов рассогласования меняются на противоположные, и двигатели поменяют направление вращения. У экстремальной точки роторы КПЕ С10 и СИ будут совершать колебания с низкой частотой. Эти колебания снимаются с диагонали моста транзисторов V10, V11, V15, V16, выпрямляются и воздействуют на демпфирующее устройство. Питание на электронных мостах уменьшается по экспоненте, и, следовательно, колебания моторно-редукторных узлов затухают по экспоненте. На этом процесс автоматического согласования передатчика с антенной заканчивается.

## 6.7. Коммутация приемопередатчика

Коммутация приемопередатчика предназначена для включения и выключения питания, а также переключения режимов работы радиостанции. Электрическая схема коммутации приемопередатчика приведена в приложении 33.

6.7.1. На панель со схемой коммутации приемопередатчика выведены органы управления, соединительные элементы, имеющие следующие назначения:

колодка X4 – для подключения микротелефонной гарнитуры или микротелефонной трубки;

микроамперметр РА – для индикации напряжения первичного источника питания и наличия проходящей мощности в антenne;

кнопка S4 – для контроля питающего напряжения и включения сигнала вызова частотой 1 кГц;

• клеммы ЛИНИЯ (Х3), корпус (Х2) – для подключения линии или телеграфного ключа, или лампы переносной в режиме Тлф;

гнездо антенное – для подключения антенны;

кнопка S2 – для запуска АСАУ;

микротумблер S1 – для включения и выключения питания радиостанции;

ручка переключателя частоты МГц – для переключения десятков МГц;

с\'чка переключателя частоты МГц – для переключения единиц МГц;

ручка переключателя частоты кГц – для переключения сотен кГц;

ручка переключателя частоты кГц – для переключения десятков кГц:

ручка переключателя частоты кГц – для переключения единиц кГц.

6.7.2. Панель со схемой коммутации приемопередатчика обеспечивает межблочный монтаж, коммутацию цепей и прохождение сигнала в зависимости от режимов работы.

6.7.3. Индикация тока в антenne осуществляется следующим образом. Напряжение высокой частоты подается с антены на делитель, состоящий из резисторов R15, R16, и поступает на детектор амплитудный, собранный на диоде V8, резисторе R14 и конденсаторе C8. С выхода детектора постоянное напряжение поступает на амплитудный ограничитель, собранный на стабилитроне V7 и резисторе R14. С выхода ограничителя постоянное напряжение через резистор R13 поступает на микроамперметр РА. Резистор R13 служит для установки нужного отклонения стрелки микроамперметра.

6.7.4. Для обеспечения выходного (входного) сопротивления линии, близкого к 600 Ом, в режиме ДУ служат резисторы R1, R2.

Резисторы R3, R9, R11 образуют делитель входного напряжения микрофонного усилителя, конденсатор C4 – переходной. Конденсаторы C3, C5, C6, C7, дроссель L1, фильтры Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 служат для фильтрации цепей микротелефонной гарнитуры по высокой частоте. Резистор R10 является нагрузочным резистором усилителя напряжения, резистор R12 – гасящий для подачи напряжения смещения в базовую цепь транзистора усилителя напряжения. Диоды V4, V5, V6 и резистор R4 служат для защиты цепей коммутации от напряжения индукторного вызова с телефонного аппарата. Фильтр Z1, конденсаторы C2 и C9 фильтруют клемму ЛИНИЯ по высокой частоте. Дроссель L2 и конденсаторы C10, СИ образуют фильтр по цепи питания АСАУ. Резистор R8 уменьшает напряжение источника питания до номинального,

подаваемого на обмотку реле К2.

Микротумблер S1 служит для включения радиостанции, а клеммы X2, X3 – для подключения: телеграфного ключа при работе в режиме Тлг; линии при работе в режиме ду; лампы переносной при работе в режиме Тлф. Напряжение питания 12 В подается на усилитель мощности через контакты 5, 6 реле К1, а через контакты 2, 3 реле К2 осуществляется запуск передатчика.

Контактами 1, 2, 3 реле К1 осуществляется коммутация приемопередатчика с линии. Диод V2 служит для сглаживания отрицательных импульсов на обмотке реле в момент переключения с передачи на прием.

Резисторы R5, R6 служат для получения необходимого напряжения питания переносной лампы.

Стабилитроны V5, V4 служат для ограничения напряжения индукторного вызова с линии, а диод VI – для развязки цепей питания передатчика от цепей питания автоматического согласующего антенного устройства.

6.7.5. Работа радиостанции в режиме Тлф на приеме и передаче осуществляется при установке переключателя режимов в положение Тлф. При работе радиостанции на приеме тангента микротелефонной гарнитуры отжата. Напряжение аккумуляторных батарей через микротумблер S1 поступает на преобразователь напряжения, обмотку реле К.2, через резистор R7 на кнопку S4 контакт 2, на контакты 4, 5 реле К1, на контакт 3 реле К.2, а также кнопку НАСТР. S2 контакт 1. С преобразователя напряжения 12В поступает на синтезатор, коммутацию приемопередатчика, плату усилителя промежуточной и низкой частоты. Напряжение минус 9 В с преобразователя поступает на синтезатор, коммутацию приемопередатчика, устройство ФАПЧ, плату УПЧ-НЧ и плату УВЧ, напряжение минус 40 В – на синтезатор, УПЧ-НЧ, УВЧ и устройство ФАПЧ. Напряжение 6,5 В поступает с преобразователя напряжения на синтезатор и плату УПЧ-НЧ. Звуковой сигнал с выхода УНЧ через контакт 1 разъема XI, разъем X4 контакт 2 поступает на телефоны микротелефонной гарнитуры.

Переход радиостанции на передачу осуществляется нажатием тангента микротелефонной гарнитуры, в результате чего происходит срабатывание реле К.2 и К.1, замыкание контактов 2, 3 у реле К.2 и 6, 5 – у реле К1. Через контакты 5 и 6 реле К.1 осуществляется питание узлов передатчика и обмотки реле К, расположенного в преобразователе напряжения и коммутирующего цепь 12 В с узлов приемника на узлы передатчика, – усилитель мощности (микросхема А1), устройство ФАПЧ и генератор, расположенный в синтезаторе.

Диод V9 предназначен для исключения возможности

срабатывания ' реле К2 при подключении аккумуляторных батарей в обратной полярности.

Звуковой сигнал с выхода усилителя напряжения микротелефонной гарнитуры через разъем Х4 контакт 3 поступает на вход микрофонного усилителя, с выхода которого подается на ГКМ. Во время работы передатчика с датчика тока антенны постоянное напряжение подается на микроамперметр РА.

6.7.6. При дистанционном управлении переход с приема на передачу и обратно осуществляется по двухпроводной линии с вынесенного пункта телефонным аппаратом.

59

Режим дистанционного управления осуществляется при установке переключателя режимов S3 в положение ДУ. При нажатии тангента трубки телефонного аппарата подается корпус на реле К2, которое переключает приемопередатчик на передачу так же, как в режиме ТЛФ

6.7.7. При установке переключателя S3 в положение ТЛФ ПШ на шумоподавитель с преобразователя напряжения подается 12 В через переключатель S3 контакт 3 и разъем XI контакт 7, а напряжене минус 9 В подается с преобразователя через разъем XI контакт 10, переключатель S3 контакты 11, 7, разъем XI контакт 9.

6.7.8. Прием телеграфных сигналов осуществляется при установке переключателя режимов S3 в положение ТЛГ. В этом случае на телеграфный фильтр с преобразователя через разъем XI контакт 5, переключатель S3 и контакт 6 разъема XI подается напряжение 12В.

6.7.9. Передача телеграфных сигналов осуществляется при установке переключателя режимов в положение ТЛГ. Радиостанция нажатием тангента переводится в положение ПЕРЕДАЧА, и производится работа телеграфным ключом. Тангента держится нажатой до окончания передачи информации. При работе телеграфным ключом с синтезатора подается звуковое напряжение с частотой 1000 Гц на генератор кварцевый модулированный. Таким образом, частота передатчика модулируется частотой 1000 Гц.

## 6.8. Преобразователь напряжения

Электрическая схема преобразователя напряжения представлена в приложении 35.

6.8.1. Преобразователь напряжения предназначен для питания радиостанции и состоит из:

- входного фильтра;
- стабилизатора;
- схемы защиты от короткого замыкания;
- выходного фильтра.

**6.8.2.** Входной фильтр предназначен для подавления напряжений пульсаций и радиопомех, создаваемых при работе преобразователя напряжения, и состоит из конденсаторов С1, С2.

**6.8.3.** Стабилизатор служит для обеспечения заданного ряда выходных напряжений и собран по схеме параллельного включения регулирующего элемента.

В стабилизатор входят:

- накопительный трансформатор Т;
- регулирующий составной транзистор V3, V5;
- коммутирующий диод V7, включенный последовательно с защитными конденсаторами С7, С8;
- измерительно-управляющее устройство, представляющее собой мультивибратор на транзисторах V9, VII;
- балансный усилитель постоянного тока на транзисторах V8, V10.

Резисторы R1, R2, R4...R18 служат для выбора оптимального режима работы стабилизатора напряжения.

Резистор R3 служит для ускорения разряда защитных конденсаторов С7, С8.

Резистор R18 служит для установки оптимального тока через стабилитрон VI 2.

**5.8.4.** Стабилизатор работает следующим образом.

Регулирующий составной транзистор V3, V5 периодически открывается с частотой, определяемой измерительно-управляющим устройством. Когда составной транзистор открыт, ток в накопительном трансформаторе увеличивается от некоторого минимального значения в момент замыкания до максимального в момент размыкания. При открытом (замкнутом) составном транзисторе практически все напряжение гнта"ня" приложено к выводам 1 и 3 накопительного трансформатора.

Когда составной транзистор закрыт, ток в накопительном трансформаторе снижается. При этом запасенная в обмотках трансформатора энергия передается в нагрузку, заряжая конденсаторы С7, С8. В течение времени, когда составной транзистор открыт, напряжение на на-грузке поддерживается за счет разряда конденсатора С19. Коммутирующий диод V7 предотвращает разряд конденсатора С19 через открытый составной транзистор. Конденсаторы С7, С8 разряжаются через обмотку накопительного трансформатора Т (выводы 2, 3), открытый переход составного транзистора, дроссель L4 и вспомогательный диод V6.

**6.8.5.** Схема защиты преобразователя напряжения от короткого замыкания в цепи нагрузки состоит из конденсаторов С7, С8, диода V6 и дросселя L4.

**6.8.6.** Схема защиты работает следующим образом. В режиме перегрузки или короткого замыкания в цепи нагрузки напряжение на выходе резко уменьшается.

Управляющие колебания измерительно-управляющего устройства срываются, закрывается регулирующий составной транзистор, напряжение на выходе стабилизатора падает до нуля, так как постоянная составляющая тока через конденсаторы С7, С8 в нагрузку не поступает. Для нового включения преобразователя напряжения необходимо устранить неисправность и снова включить питающее напряжение.

Конденсатор С10 служит для улучшения условий запуска преобразователя напряжения. Напряжение 12В снимается с выходного конденсатора С19, фильтруется фильтром, состоящим из дросселя L5 и конденсаторов С20, С21, и подается на разъем Х.

Реле К коммутирует напряжение цепи «+12 В» в зависимости от режима работы радиостанции. Диод V13 служит для гашения импульса напряжения на обмотке реле в момент коммутации.

Диод V14 предназначен для защиты преобразователя напряжения при подключении аккумуляторных батарей в обратной полярности.

Напряжение 6,5 В снимается с обмотки трансформатора Т (выводы 4, 5) и выпрямляется однополупериодным выпрямителем (диод V4) и фильтруется двухзвенным П-образным фильтром, образованным конденсаторами С4, С9, С13, дросселем L3 и резистором R5.

Напряжение минус 40 В снимается с обмотки трансформатора Т (выводы 6, 8), выпрямляется однополупериодным выпрямителем (диод VI), фильтруется П-образным фильтром, состоящим из конденсаторов С6, С12, С14 и дросселя L2.

Напряжение минус 9 В снимается с обмотки трансформатора Т (выводы 7, 8), выпрямляется однополупериодным выпрямителем (диод V2) и фильтруется двухзвенным П-образным фильтром, образованным конденсаторами С3, С5, СИ, дросселем L1 и резистором R4.

Выходные напряжения 6,5 В, минус 40 В и минус 9 В снимаются непосредственно с выходных конденсаторов фильтров и подаются на разъем Х.

## 7. ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ. ВХОДЯЩИХ В КОМПЛЕКТ РАДИОСТАНЦИИ

### 7.1. Микротелефонная гарнитура

7.1.1. Микротелефонная гарнитура состоит из двух головных телефонов типа ТА-56М и металлического корпуса с тангентой – для переключения радиостанции с приема на передачу и обратно, микрофона типа ДЭМШ-1А и усилителя

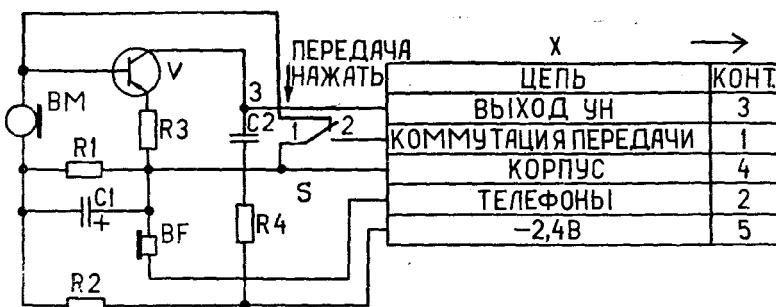
напряжения, собранного на транзисторе, Электрическая схема гарнитуры представлена на рис. 15.

Телефоны снабжены раздвижным оголовьем.

Шнур микротелефонной гарнитуры оканчивается колодкой со штырями, которая при развертывании радиостанции вставляется в ответную колодку на передней панели радиостанции.

При свертывании радиостанции микротелефонная гарнитура размещается в сумке радиостата.

а)



б)

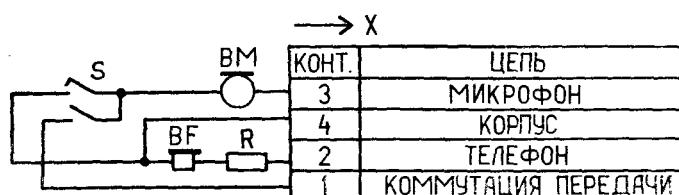


Рис. 15:

- а) микротелефонная гарнитура;
- б) микротелефонная трубка.

## 7.2. Микротелефонная трубка

Микротелефонная трубка состоит из микротелефона типа МТ-17, в котором находятся микрофон, телефон и переключатель (для переключения радиостанции с приема на передачу и обратно), и шнура с колодкой, которая при развертывании радиостанции Р-159 с УНЧ вставляется, при необходимости, в ответную колодку МТГ на передней панели УНЧ.

## 7.3. Усилитель низкой частоты (УНЧ)

**7.3.1. Усилитель низкой частоты** предназначен для обеспечения громкоговорящего приема при размещении радиостанции в кабине автомобиля и обеспечения режима питания радиостанции от аккумуляторных батарей автомобиля. Электрическая схема усилителя низкой частоты приведена в приложении 37.

УНЧ состоит из усилителя низкой частоты и фильтра-ограничителя.

**7.3.2. Усилитель низкой частоты** представляет собой усилитель постоянного тока, собранный на транзисторах V5, V6, V7, V8, V10, VII, V12 и V13. Предварительные каскады

усиления выполнены на транзисторах V5, V6, V7> V8 и обеспечивают усиление сигнала по напряжению. Усиление по мощности обеспечивается выходными транзисторами V12 и V13, Между предварительными и выходными каскадами включен фазоинверсный каскад, собранный на транзисторах V10 и VII. Фазо-инверсный каскад, не усиливая напряжения сигнала, служит для согласования выходного сопротивления предварительного каскада с малым входным сопротивлением выходного каскада.

Каскад, выполненный на транзисторе V4, обеспечивает стабилизацию постоянного напряжения в общей точке соединения транзисторов V12 и V13.

Отрицательная обратная связь заведена на все каскады УНЧ, а ее величина определяется резисторами R10 и R18. С помощью резистора R25, R26 и конденсатора C17 обеспечивается работоспособность схемы при большой величине сопротивления нагрузки. Для обеспечения симметрии выходного напряжения служит переменный резистор R14. Резистор R24 и конденсатор C9 – фильтр по цепи питания. Конденсаторы С 15, С 19 и С20 служат для устойчивой работы усилителя в области высоких частот. Эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе V3, служит для согласования входного сопротивления предварительного усилителя с выходным сопротивлением УНЧ приемопередатчика. Резисторы R5, R6 и R7 служат для выбора рабочей точки транзистора V3, а резисторы R8, R9 и R11 – для выбора рабочей точки транзистора V4. Резисторы R13, R15, R16, R17, R19, R20, R22, R23, R25, R26, R27, R29 и R30 служат для обеспечения режима работы каскадов усилителя по постоянному току.

Цепочка, состоящая из резистора R21 и конденсатора С 14, корректирует частотную характеристику усилителя в области высоких частот. Конденсаторы С7, СИ, С21 – переходные. Резистор R4 служит для регулирования громкости усилителя низкой частоты. Резисторы R2 и R3 необходимы для регулирования входного уровня, резистор R1 – для согласования выхода УНЧ приемопередатчика со входом УНЧ. Диод VI служит для защиты транзистора от отрицательных импульсов, возникающих при выключении реле К. Реле К необходимо для коммутации УНЧ в режиме самопрослушивания при работе радиостанции на передачу. Фильтры, состоящие из дросселей L1, L2, L3 и конденсаторов С1, С2, С3, С4, служат для фильтрации по высокой частоте. Головка В служит для воспроизведения звуковых частот мощностью до 1,5 Вт.

7.3.3. Фильтр-ограничитель предназначен для фильтрации напряжения пульсаций, создаваемых генератором автомобиля, а также для ограничения напряжения питания по верхнему пределу и состоит из сле-

дующих составных частей: низкочастотного фильтра, фильтра радиопомех, ограничителя напряжения, защиты от переполюсовки, защиты от короткого замыкания в цепи нагрузки и перенапряжения по входу.

Низкочастотный фильтр состоит из дросселя L4 и конденсаторов C8, C10.

Фильтр радиопомех состоит из конденсаторов С5, С 12. Ограничитель напряжения собран по схеме линейного стабилизатора с последовательным включением регулирующего транзистора и состоит из составного регулирующего транзистора (транзистор V9 и транзистор с выводами 5, 10, 11 транзисторной матрицы А); управляющего транзистора (выводы 6, 7, 9 транзисторной матрицы А); усилительного транзистора V15; измерительного элемента, который состоит из резисторов R35, R37, R38, R39 и стабилитрона VI 4. Резисторы R28, R31 и R33. R34 служат для выбора оптимального режима ограничителя.

Ограничитель напряжения работает следующим образом. При включении тумблера S1 подается напряжение с аккумуляторных батарей автомобиля через переход коллектор-эмиттер транзистора V9 на нагрузку. При напряжении аккумуляторных батарей менее 14 В регулирующий транзистор V9 открыт, и все напряжение подается на нагрузку. Если напряжение аккумуляторных батарей возросло, т. е. стало более 14 В, возрастет напряжение на выходе ограничителя, что приведет к отпиранию транзистора V15 и постепенному запиранию регулирующего транзистора V9. При правильно выбранных параметрах схемы падение напряжения на переходе коллектор-эмиттер регулирующего транзистора возрастет почти на столько, на сколько увеличилось напряжение аккумуляторных батарей автомобиля. При увеличении нагрузки схема работает аналогично. Защита от переполюсовки состоит из диода V2 и предохранителей F1 и F2.

7.3.4. Схема защиты от перенапряжения по входу и короткого замыкания в цепи нагрузки предназначена для защиты транзистора V9 от перегрузок и ограничения напряжения на нагрузке и состоит из транзистора с выводами 6, 7, 9 транзисторной матрицы А и резистора R32.

При коротком замыкании в нагрузке ток коллектора регулирующего транзистора начинает расти, одновременно увеличивается напряжение между коллектором и эмиттером и ток, протекающий по цепи плюс источника питания, резисторы R31, R32, нагрузка, минус источника питания.

При этом управляющий транзистор матрицы А (выводы 6, 7, 9) переходит в насыщение и шунтирует переходы база-эмиттер составного регулирующего транзистора. Вследствие этого регулирующий транзистор закрывается.

При увеличении напряжения питания (перегрузка по

входу) напряжение на выходе стабилизатора поддерживается постоянным, ток

через резисторы R31, R32 увеличивается, что вызывает насыщение управляющего транзистора. При этом регулирующий составной транзистор закрывается, и напряжение на выходе стабилизатора падает до нуля. Чтобы восстановить напряжение на выходе стабилизатора, необходимо отключить напряжение питания тумблером ВКЛ., установить напряжение питания в пределах (10,8–14,4) В и снова включить УНЧ.

## 8. МАРКИРОВАНИЕ, ПЛОМБИРОВАНИЕ, ТАРА И УПАКОВКА

8.1. На верхней крышке укладочного ящика производится маркировка: тип радиостанции, заводской номер, масса укладочного ящика. На больших боковых стенках ящика маркируются: условное обозначение положения ВЕРХ, ОСТОРОЖНО, ХРУПКОЕ, БОИТСЯ СЫРОСТИ, НЕ КАНТОВАТЬ. Укладочный ящик пломбируется пломбами на петлях укладочного ящика.

Приемопередатчик пломбируется на винтах, скрепляющих корпус с блоками, штампом, печатью ОТК.

8.2. Упаковка комплекта радиостанции и запасного имущества производится в укладочном ящике, изготовленном из высококачественной фанеры.

Укладочный ящик с внешней стороны имеет два замка, ручки для переноски и петли для пломбирования.