

**Тема 6**

**РАДИОСТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ  
КОМАНДНО-ШТАБНЫЕ МАШИНЫ**

**Занятие 2**

**Переносные радиостанции УКВ диапазона**

- 1. Назначение, ТТД и состав комплекта радиостанций Р-159М и Р-168-5УН.**
- 2. Назначение основных элементов структурных схем радиостанций.**

## **Структура доклада ТТД радиостанций:**

**Тип**

**Назначение**

**Диапазон частот**

**Антенны**

**Дальность связи**

**Источник питания**

**Продолжительность работы**

**Мощность**

**Масса**

**Режимы работы**

**ТИП – по классификации радиостанций:**

- 1. По назначению:** тактического звена управления (взвод-бригада)  
оперативного звена управления (корпус-армия)  
стратегического звена управления (фронт- ГШ)
- 2. По диапазону частот:** коротковолновые, ультракоротковолновые...
- 3. По функции, выполняемой в линии радиосвязи:** передающие, приемные, приемо-передающие.
- 4. По виду сигналов:** телефонные, телеграфные, телефонно-телеграфные
- 5. По виду работы:** симплексные, дуплексные
- 6. По мобильности:** стационарные, подвижные  
(возимые, переносные, портативные).
- 7. По мощности:** малой мощности – до 100 Вт;  
средней мощности – до 1000 Вт;  
большой мощности – свыше 1000 Вт.

## 1.1. Назначение, технические данные и состав комплекта радиостанции Р-159М.

### *Тип и назначение.*

Радиостанция **ультракоротковолновая, приемопередающая, телефонно-телеграфная, симплексная, переносная.**

***Предназначается для обеспечения радиосвязи в подразделениях тактического звена управления («рота-батальон-бригада»).***

Радиостанция обеспечивает вхождение в связь без поиска корреспондента и ведение связи без подстройки на любой частоте диапазона с однотипными радиостанциями и с другими радиостанциями, имеющими общий участок диапазона частот и одинаковый вид модуляции.

Радиостанция выпускается в 2-х вариантах:

- радиостанция Р-159 (переносной вариант) - для ведения связи при переноске ее радистом;
- Р-159 с УНЧ (возимый вариант) – для ведения связи из кабины автомобилей УАЗ-469, ГАЗ-66, ЗИЛ-131.

**Диапазон рабочих частот** 30,0...75,999 МГц (10,0 ... 3,95 м)

Количество рабочих частот - 46000

Дискретность (шаг сетки частот, разнос рабочих частот) - 1 кГц.

Установка частоты радиостанции с помощью переключателей и автоматическая настройка передатчика на антенну обеспечивают входение в связь в течение 20...30 с.

## Антенны:

- а) **АШ-1,5** - *штыревая антенна высотой 1,5м* – при работе на месте и в движении;
- б) **АШ-2,7** - *комбинированная штыревая антенна высотой 2,7м*, (состоящая из АШ-1,5 и шести дополнительных секций по 20см) – при работе с места, из укрытий и для увеличения дальности связи;
- в) **АБВ** - *антенна бегущей волны* – (лучевая антенна направленного действия длиной 40м, подвешенная на опорах высотой 1м; вариант -  **$\lambda$  – образная** антенна: поднятая у радиостанции на высоту 5-6м, с постепенно снижающимся в сторону корреспондента противоположным концом) – при работе из укрытий и на повышенные дальности связи;
- д) **бортовая** – штыревая антенна, установленная на специальном кронштейне и соединенная с радиостанцией проводником 1м – при работе на ходу автомобиля.
- е) **аварийная** - гибкая антенна (провод) длиной 1,5м - при работе с места в случае повреждения штатных антенн

## Антенна бегущей волны и кронштейн бортовой антенны



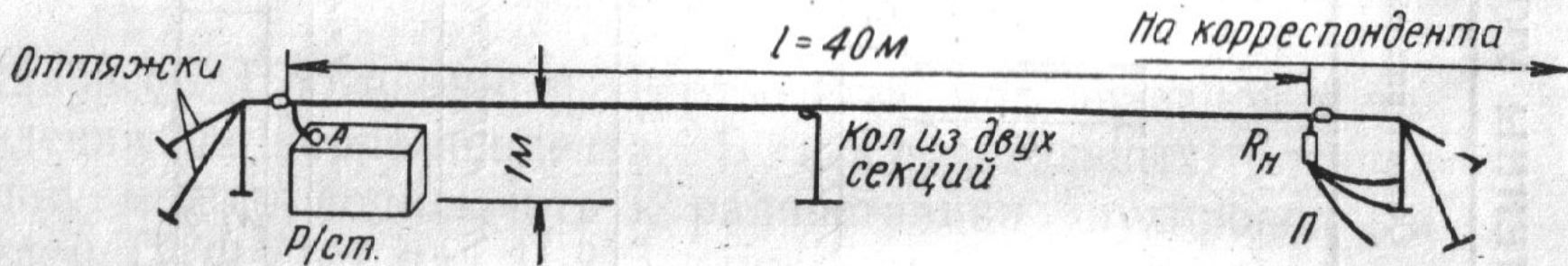


Рис. 3.6. Общий вид развернутой антенны бегущей волны

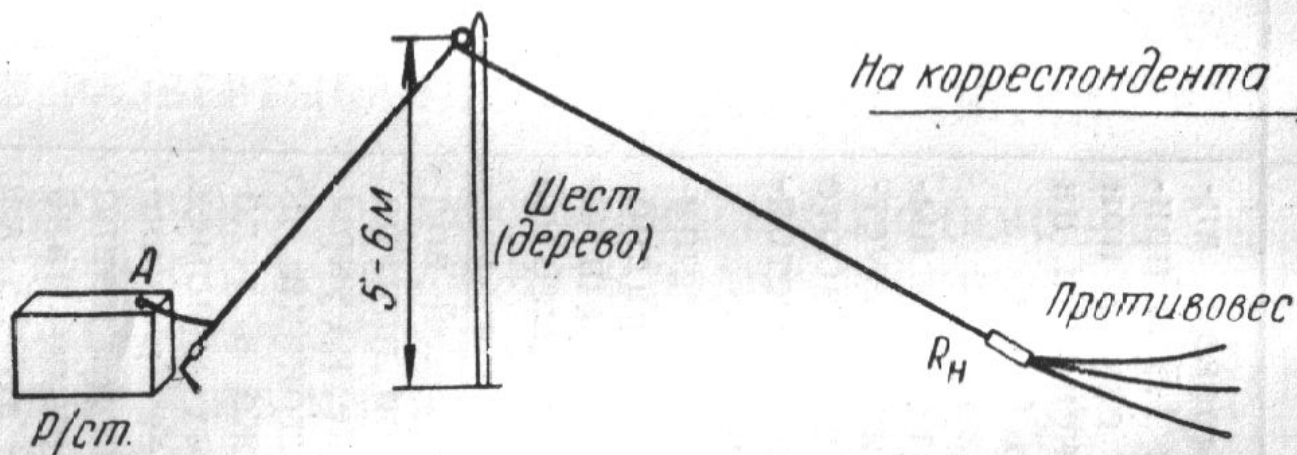


Рис. 3.7. Общий вид  $\lambda$ -образной антенны



### *Дальность связи:*

радиостанция обеспечивает надежную двустороннюю связь с однотипной радиостанцией на среднепересеченной местности, в любое время суток и года, на любой частоте диапазона, при номинальном напряжении батарей на расстояниях:

на антенну АШ-1,5 – до 12км

на антенну АШ-2,7 – до 18км

на антенну АБВ – до 35км

на  $\lambda$  – образную антенну - до 50км

на аварийную антенну - до 3км

**Источник питания:** аккумуляторная батарея типа **10НКП-10** напряжением 12В.

**Продолжительность непрерывной работы** - **10ч**  
при соотношении времени приема к времени передачи ПРМ:ПРД = 5:1.

**Мощность передатчика** на любой частоте диапазона при номинальном напряжении аккумуляторных батарей – не менее 5 Вт.

Потребляемый ток в режиме приема – 0,35А  
в режиме передачи – 3,0А

**Масса** рабочего комплекта радиостанции - не более 14,5 кг;  
промышленного комплекта - не более 55 кг.

Радиостанция обеспечивает прием и передачу частотно-модулированных сигналов, узкополосное телеграфирование, тональный вызов в следующих режимах:

### *Режимы работы*

- **ТЛФ** – телефонный – основной режим работы радиостанции;
- **ТЛФ ПШ** – телефонный с подавителем шумов - рекомендуется при работе на близкие (до 5-7 км) расстояния.  
*При работе на дальние расстояния, когда речь прерывается, подавитель шумов необходимо выключить;*
- **ТЛГ** – телеграфный - передача сообщений радиотелеграфным ключом, подключенным к клеммам «ЛИНИЯ»;
- **ДУ** – дистанционное управление с телефонного аппарата ТА-57, подключенного к клеммам «ЛИНИЯ» через двухпроводный кабель П-274м длиной до 500м.

## Состав комплекта.

В комплект поставки радиостанции Р-159 входят:

- рабочий комплект радиостанции;
- вспомогательное имущество;
- одиночный комплект запасного имущества.

Комплект поставки радиостанции размещается в укладочном ящике.

### *Рабочий комплект радиостанции*

- приемопередатчик с аккумуляторной батареей;
- микрофонно-телефонная гарнитура,
- штыревая антенна,
- заплечные ремни,
- противовес,
- телеграфный ключ.



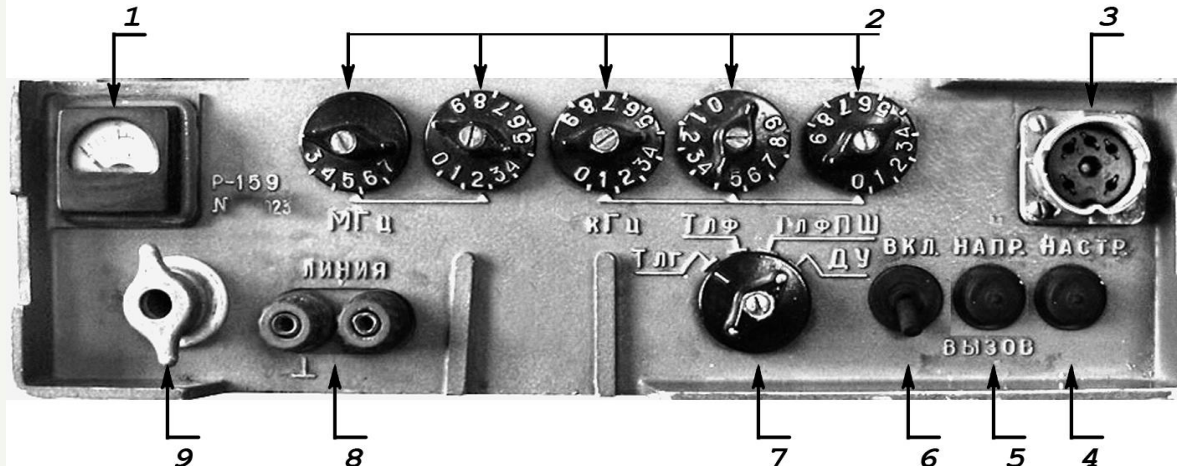
**Вспомогательное имущество** содержит:

- **сумку радиста**, в ней : микротелефонная гарнитура, штыревая антенна рабочего комплекта, секции штыревой антенны (6 шт) антенна гибкая (аварийная), лампа переносная, противовес, телеграфный ключ, отвертки.
- **чехол парусиновый**, в нем: антенна АБВ на раме, растяжки с колышками, опорные стойки.
- кронштейн бортовой антенны,
- техническую документацию.

**Одиночный комплект ЗИП** включает:

антенну штыревую, антенну на раме, секции штыревой антенны, противовес, микротелефонную гарнитуру, две аккумуляторные батареи 10НКП-8 и ЗИП к ним.

## Органы управления радиостанции.



- 1 - **микроамперметр** индикации мощности в антенне и напряжения АКБ;
- 2 - **ручки** переключателей частоты МГц, кГц;
- 3 - **разъем** подключения микротелефонной гарнитуры;
- 4 - **кнопка НАСТР.** для включения автоматического САУ;
- 5 - **кнопка НАПР.- ВЫЗОВ** для проверки напряжения АКБ или включения сигнала тонального вызова;
- 6 - **тумблер ВКЛ.** включения радиостанции;
- 7 - **переключатель** рода работы ТЛФ, ТЛФ ПШ, ТЛГ, ДУ;
- 8 - **клеммы ЛИНИЯ** для подключения двухпроводной линии или переносной лампы или телеграфного ключа;
- 9 - **антенное гнездо** для подключения антенны.

## 1.2. Назначение, технические данные и состав комплекта радиостанции Р-168-5УН.

***Радиостанция Р-168-5УН –  
ультракоротковолновая, приемопередающая, телефонная  
с частотной модуляцией, симплексная, переносная.  
Предназначена для обеспечения открытой и маскированной  
развед- и помехозащищенной радиосвязи  
в тактическом звене управления (рота-батальон-бригада).***

Радиостанция обеспечивает как ручной набор радиоданных с помощью органов, размещенных на передней панели, так и их автоматизированный ввод от специального устройства ввода радиоданных. Радиостанция может управляться по двухпроводной линии от вынесенного телефонного аппарата, а также от выносного пульта.

## Тактико-технические данные

<b>Диапазон рабочих частот</b>		<b>30 - 108 МГц</b>
<b>Шаг сетки частот</b>		<b>25 КГц</b>
<b>Количество ЗПЧ</b>		<b>8</b>
<b>Антенны и дальность связи:</b>	<b>АШ-1,5</b>	<b>не менее 8 км</b>
	<b>АБВ</b>	<b>не менее 25 км</b>
<b>Мощность</b>		<b>8 Вт</b>
<b>Источник питания:</b>	<b>аккумуляторная батарея 10НКГЦ-6 (U=12В)</b>	
<b>Продолжительность непрерывной работы</b>	<b>одним АКБ при</b>	
<b>соотношении времени</b>	<b>ПРМ:ПРД:ЭП =1:1:8</b>	<b>12 час</b>
<b>Масса рабочего комплекта</b>		<b>не более 9 кг</b>



## Функциональные возможности:

- симплекс
- двухчастотный симплекс;
- сканирующий прием от 4 до 8 заранее подготовленных частот;
- техническое маскирование речевой информации;
- программная перестройка рабочей частоты;
- адаптивная адресная связь;
- прием и передача цифровой информации;
- избирательная и циркулярная связь;
- экономичный прием.



## 2. Структурная схема радиостанции Р-159

**Приемопередатчик** выполнен по совместной (трансиверной) схеме и **предназначен** для передачи и приема ЧМ сигналов УКВ диапазона.

Приемопередатчик состоит из:

1. Передатчика.
2. Приемника.
3. Синтезатора частот.
4. Автоматического согласующего антенного устройства.
5. Преобразователя напряжения.
6. Элементов коммутации.

## Передатчик

Передатчик предназначен для формирования высокостабильных ВЧ сигналов, усиления их до необходимого уровня и включает в себя:

- Задающий генератор (ЗГ), расположенный в синтезаторе;
- Систему фазовой автоподстройки частоты (кольцо ФАПЧ);
- 4-каскадный усилитель мощности (УМ).

Задающий генератор, охваченный кольцом ФАПЧ, представляет собой возбудитель передатчика и формирует колебания в рабочем диапазоне частот радиостанции.


В состав передающего тракта, кроме того, входят: микрофонный усилитель (МУ) и АСАУ.

## Приемник

**Тракт приема** образуют АСАУ, приемник, синтезатор частот и элементы настройки и коммутации блоков приемника.

**Приемник радиостанции супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты**, предназначен для приема ВЧ сигналов, их усиления и детектирования. В состав приемника входят:

- усилитель высокой частоты (УВЧ) – четыре,
- тракт первой промежуточной частоты (СМ 1, УПЧ 1),
- тракт второй промежуточной частоты (СМ 2, УПЧ 2),
- частотный детектор (ЧД),
- усилитель низкой частоты (УНЧ),



Приемник и передатчик по конструктивному решению выполнены отдельно.

Общими узлами и блоками, работающими как на прием, так и на передачу, являются:

- синтезатор
- автоматическое САУ
- преобразователь напряжения
- элементы коммутации

**Синтезатор частот *предназначен для формирования высокостабильных ВЧ сигналов.*** При работе на передачу синтезатор является составным элементом возбуждителя.

**Автоматическое САУ** - обеспечивает автоматическое согласование выходного сопротивления передатчика с комплексным сопротивлением антенны, с целью получения максимальной излучаемой мощности и для повышения избирательности приемника.

**Преобразователь напряжения** - предназначен для

питания радиостанции и состоит из:

1. Входного фильтра для подавления напряжений пульсации и радиопомех,
2. Стабилизатора напряжения,
3. Схемы защиты от короткого замыкания (КЗ).
4. Выходного фильтра.

**Элементы коммутации приемопередатчика** -

предназначены для включения и выключения питания, настройки АСАУ, переключения режимов работы радиостанции, контроля питающего напряжения и посылки тонального вызова .





2 вопрос подробно  
РАБОТА СХЕМЫ

## 2. Структурная схема радиостанции Р-159

**Приемопередатчик** выполнен по совместной (трансиверной) схеме и **предназначен** для передачи и приема ЧМ сигналов УКВ диапазона.

Приемопередатчик состоит из:

1. Передатчика.
2. Приемника.
3. Синтезатора частот.
4. Преобразователя напряжения.
5. Автоматического согласующего антенного устройства.
6. Элементов коммутации.

Приемник и передатчик по конструктивному решению выполнены отдельно. Общими узлами и блоками, работающими как на прием, так и на передачу, являются:

1. синтезатор
2. автоматическое САУ
3. преобразователь напряжения
4. элементы коммутации

**Синтезатор частот *предназначен для формирования высокостабильных ВЧ сигналов.***

При работе на передачу синтезатор является составным элементом возбуждителя. Он формирует колебания, которые используются в системе фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ) возбуждителя для переноса спектра первичного сигнала на рабочие частоты.

**Автоматическое САУ** - обеспечивает автоматическое согласование выходного сопротивления передатчика с комплексным сопротивлением антенны, с целью получения максимальной излучаемой мощности и для повышения избирательности приемника.

**Преобразователь напряжения** - предназначен для

питания радиостанции и состоит из:

1. Входного фильтра для подавления напряжений пульсации и радиопомех,
2. Стабилизатора напряжения,
3. Схемы защиты от короткого замыкания (КЗ).
4. Выходного фильтра.

**Элементы коммутации приемопередатчика** -

предназначены для включения и выключения питания, настройки АСАУ, переключения режимов работы радиостанции, контроля питающего напряжения и посылки тонального вызова .

## Передатчик

Передатчик предназначен для формирования высокостабильных ВЧ сигналов, усиления их до необходимого уровня и включает в себя:

1. Задающий генератор (ЗГ), расположенный в синтезаторе;
2. Систему фазовой автоподстройки частоты (кольцо ФАПЧ);
3. 4-каскадный усилитель мощности (УМ).
4. коммутируемые фильтры низких частот (ФНЧ).

В состав передающего тракта, кроме того, входят: микрофонный усилитель (МУ) и АСАУ.

Задающий генератор, охваченный кольцом ФАПЧ, представляет собой возбудитель передатчика и формирует колебания в рабочем диапазоне частот радиостанции. В состав системы ФАПЧ задающего генератора входят:

- генератор плавного диапазона выходной (в синтезаторе);
- смеситель ФАПЧ (СМ);
- полосовой фильтр (ПФ);
- фазовый детектор (ФД)
- реактивный элемент (РЭ).
- генератор кварцевый модулируемый (ГКМ) с РЭ;
- фильтр нижних частот (ФНЧ);
- генератор поиска (ГП).

## Работа радиостанции на передачу

Напряжение звуковых частот, создаваемое микрофоном микротелефонной гарнитуры, усиливается микрофонным усилителем (МУ) и подается на реактивный элемент ГКМ. При отсутствии внешнего воздействия ГКМ генерирует высокостабильные колебания на частоте 11,5 МГц.

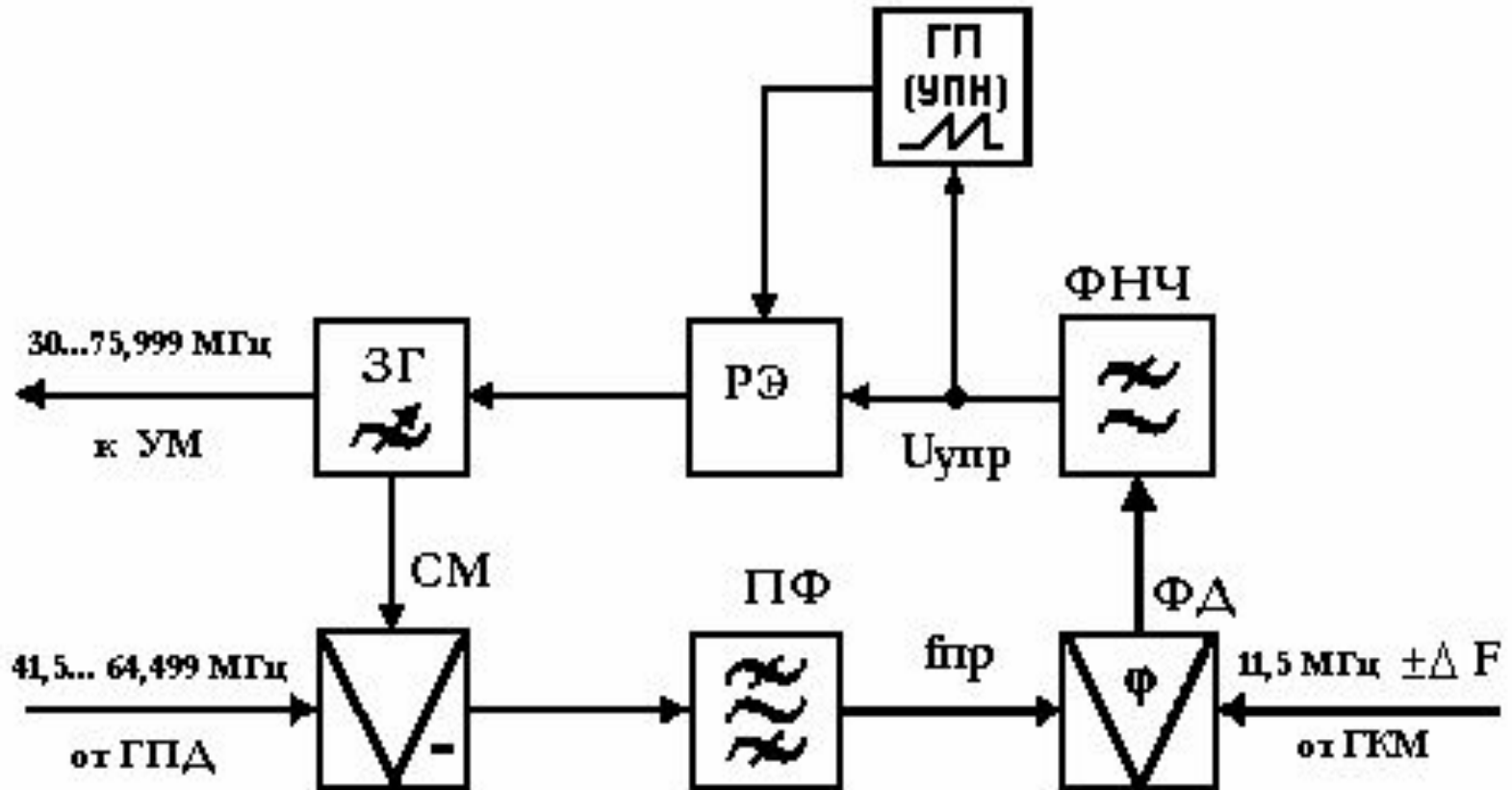
Таким образом, сигнал с частотной модуляцией формируется первоначально на средней частоте 11,5 МГц. Для переноса информационного сигнала на рабочую частоту, а также для получения требуемой стабильности частоты в передатчике используется система ФАПЧ задающего генератора.

**Принцип работы системы ФАПЧ** заключается в следующем. Колебания задающего генератора подаются на смеситель (СМ), на второй вход которого поступают колебания ГПД в диапазоне  $f_{гпд} = 41,5...64,499$  МГц и шагом сетки 1 кГц. Частота колебаний ГПД отличается от номинальной (установленной на переключателях) частоты на величину 11,5 МГц. На выходе СМ выделяются колебания разностной промежуточной частоты  $f_{гпд}$ , причем:

в диапазоне 30... 52,999 МГц промежуточная частота определяется выражением  $f_{пр} = f_{гпд} - f_{зг}$  (верхняя настройка гетеродина),


а в диапазоне 53... 75,999 МГц промежуточная частота определяется выражением  $f_{пр} = f_{зг} - f_{гпд}$  (нижняя настройка гетеродина).

Такое построение схемы позволяет вдвое сократить диапазон перестройки частоты ГПД синтезатора в сравнении с рабочим диапазоном передатчика.



Система ФАПЧ задающего генератора передатчика





Средняя частота настройки полосового фильтра, включенного на выходе смесителя, составляет 11,5 МГц. Выделенное ПФ напряжение промежуточной частоты подается на один из входов фазового детектора, на второй вход которого поступает высокостабильное колебание от ГКМ. В ФД происходит сравнение частот этих колебаний с точностью до фазы.

При точной настройке ЗГ промежуточная частота на выходе ПФ равна 11,5 МГц и, следовательно, на выходе ФД будет иметь место постоянное (не равное нулю) напряжение. Выделенное фильтром нижних частот, это напряжение поступает на реактивный элемент ЗГ, в качестве которого используется варикап, и определяет величину его емкости. Емкость варикапа в свою очередь определяет частоту генерируемых ЗГ колебаний. Поскольку в установившемся режиме напряжение на выходе ФД не изменяется, то частота колебаний ЗГ будет стабилизирована.

В момент включения передатчика (или при перестройке радиостанции) частота ЗГ, как правило, значительно отличается от значения, установленного на переключателях. Промежуточная частота также будет существенно отличаться от номинального значения, равного 11,5 МГц, и не попадет в полосу пропускания фильтра на выходе смесителя. В этом случае напряжение на выходе ФД равно нулю. В работу вступает генератор поиска (ГП), который формирует напряжение пилообразной формы частотой несколько герц. Это напряжение поступает на РЭ и принудительно изменяет величину его емкости таким образом, что частота ЗГ начинает приближаться к установленному значению. Промежуточная частота также приближается к номинальному значению (11,5 МГц) и, достигнув границы полосы пропускания ПФ, поступает на ФД. На выходе детектора появится напряжение, которое переводит ГП в режим усилителя постоянного тока (УПТ). Напряжение ГП, соответствующее моменту окончания режима поиска, запоминается и обеспечивает вместе с управляющим напряжением ФД точную настройку ЗГ на номинальную частоту.

**Таким образом,** с помощью системы ФАПЧ, изменяя с помощью органов управления частоту ГПД, можно установить любое значение частоты ЗГ в пределах 30...75,999 МГц с высокой точностью и стабильностью, определяемых точностью и стабильностью частот ГКМ и ГПД синтезатора.

Высокочастотные колебания ЗГ усиливаются 4-х каскадным усилителем мощности и через коммутируемые фильтры гармоник поступают на АСАУ. Фильтры гармоник представляют собой ФНЧ с частотами среза 50 и 80 МГц соответственно. Применение 2-х фильтров необходимо по той причине, что использование одного фильтра с частотой среза 80 МГц не обеспечивает подавление 2-й гармоники выходного колебания при работе передатчика на нижнем участке диапазона (от 30 до 40 МГц).

## Приемник

**Тракт приема** образуют АСАУ, приемник, синтезатор частот и элементы настройки и коммутации блоков приемника.

Приемник радиостанции супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты, предназначен для приема ВЧ сигналов, их усиления и детектирования. В состав приемника входят:


- усилитель высокой частоты (УВЧ) – четыре,
- тракт первой промежуточной частоты (СМ 1, кварцевый фильтр, УПЧ 1),
- тракт второй промежуточной частоты (СМ 2, УПЧ 2),
- ограничитель амплитуды (ОА),
- частотный детектор (ЧД),
- ФНЧ,
- усилитель низкой частоты (УНЧ),
- подавитель шумов (ПШ)
- телефоны МТГ.

Напряжение полезного сигнала поступает от антенны через АСАУ и нормально замкнутые контакты реле ПРИЕМ-ПЕРЕДАЧА на усилитель высокой частоты. УВЧ состоит из четырех идентичных усилительных каскадов, работающих в одном из поддиапазонов: 30...39,999 МГц, 40...52,999 МГц, 53...62,999 МГц и 63...75.999 МГц, и обеспечивает предварительное усиление сигнала и подавление помех по побочным каналам приема. Коммутация каналов УВЧ производится электронными ключами по команде от синтезатора.

Выделенный и усиленный сигнал поступает на первый преобразователь частоты, состоящий из первого смесителя и первого гетеродина. Функции 1-го гетеродина выполняет выходной ГПД синтезатора. Кварцевый полосовой фильтр с полосой пропускания 18 кГц выделяет колебания разностной частоты (11,5 МГц):

$$f_{ПР} = f_{ГП} - f_{С} \text{ на I и II поддиапазонах;}$$

$$f_{ПР} = f_{С} - f_{ГП} \Rightarrow \text{на III и IV поддиапазонах.}$$




Сигнал 1-й промежуточной частоты усиливается в УПЧ1, и подается на второй преобразователь частоты. В качестве 2-го гетеродина используется опорный кварцевый генератор синтезатора с фиксированной частотой колебаний 10 МГц. Во втором преобразователе происходит дальнейшее понижение частоты сигнала до величины  $f_{ПР2} = f_{ПР1} - f_{Г2} = 1,5$  МГц.

Тракты первой и второй ПЧ обеспечивают необходимое усиление входного сигнала. Избирательность приемника по соседнему каналу обеспечивается кварцевым фильтром.

Усиленный сигнал 2-й ПЧ поступает на ограничитель амплитуды, который обеспечивает постоянный уровень сигнала на входе частотного детектора.

Ограничение сигнала по амплитуде необходимо для устранения возможной паразитной амплитудной модуляции сигнала, так как частотный детектор реагирует на изменение не только частоты, но и амплитуды сигнала. Кроме того, в режиме ограничения наблюдается подавление шумов приемника и помех, имеющих меньший уровень по сравнению с сигналом.



Частотный детектор предназначен для демодуляции частотно-модулированного сигнала 2-й промежуточной частоты с целью получения первичного модулирующего сигнала.

Нагрузкой частотного детектора является ФНЧ. При работе в телефонном режиме он пропускает все частоты до 3,4 кГц. При работе в телеграфном режиме частота среза ФНЧ снижается до 1 кГц с целью уменьшения напряжения шумов и улучшения чувствительности приемника.

В усилителе низкой частоты мощность звукового сигнала повышается до величины, обеспечивающей нормальную работу телефонов микротелефонной гарнитуры.

Для ослабления шумов приемника при отсутствии полезного сигнала в схеме применяется подавитель шумов, выход которого подключен ко входу УНЧ. Принцип работы ПШ основан на изменении уровня шума на выходе ограничителя при наличии или отсутствии полезного сигнала на входе приемника.

Напряжение шумов в ПШ выделяется, усиливается, детектируется и используется для полного (в режиме ТЛФ ПШ) или частичного запираания УНЧ. Для этих целей в состав схемы ПШ входят амплитудный детектор, усилитель и детектор огибающей шумов. При наличии ЧМ сигнала с уровнем, превосходящим порог ограничения, уровень шума на входе ПШ вследствие эффекта подавления значительно уменьшается и происходит отпирание УНЧ. Из принципа работы подавителя шумов следует, что при его включении пороговые свойства приемника проявляются более резко и прием слабых сигналов становится невозможным, что эквивалентно ухудшению чувствительности приемника.





Сигнал I гетеродина (41.5 - 64.499 МГц) с синтезатора поступает через коммутационный ключ на другой вход I смесителя. Напряжение I промежуточной частоты (I ПЧ) с частотой 11.5 МГц выделяется кварцевым фильтром, усиливается и поступает на вход II смесителя. Напряжение II гетеродина с синтезатора (частота 10 МГц) подается на другой вход II смесителя. Напряжение II ПЧ с частотой 1,5 МГц усиливается II УПЧ.

Тракты I и II ПЧ обеспечивают необходимое усиление входного сигнала.

Сигнал II ПЧ подается на амплитудный ограничитель (АО), затем на частотный детектор (ЧД). В результате детектирования ЧМ сигнала, выделяется напряжение звуковой частоты, которая через эмиттерный повторитель и фильтр НЧ поступает на УНЧ, усиливается и подается на головные телефоны микротелефонной гарнитуры.