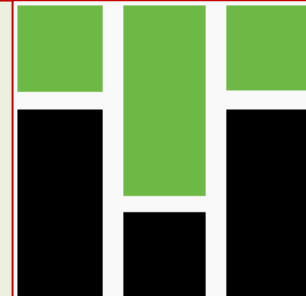




# **Военный учебный центр при Томском политехническом университете**



**Цикл  
№2**

**«Боевое применение подразделений,  
вооружённых зенитными артиллерийскими  
самоходными установками с радиоприборными  
комплексами»**



## **КУРС ЛЕКЦИЙ**

**Автор: преподаватель 2 цикла  
*подполковник запаса Гаврилов А. А.***



# Дисциплина: «Устройство и эксплуатация зенитной самоходной установки»

Контрольные вопросы: АВС-  ПРДС-



## ТЕМА №3 Устройство РПК-2М



## ЗАНЯТИЕ №5 Приемная система

# **Цели занятия:**

## **Изучить:**

- назначение, состав, характеристики ПРМС;**
- принцип работы основных узлов по функциональной схеме;**
- порядок проверки приёмной системы.**

**ВИД ЗАНЯТИЯ: – ГРУППОВОЕ.**

# **Актуальность занятия:**

## **Обусловлено:**

**- необходимостью иметь глубокие и твердые знания**

**назначения, состава и характеристик ПРМС;  
принципа работы основных узлов по функциональной схеме,  
конструктивного оформления ПРМС.**

# Вопросы занятия:

1. Назначение, состав и характеристики приемной системы.
2. Функциональная схема приемной системы.
3. Порядок проверки приёмной системы.

В.Д. Горев  
А.И. Целебровский  
А.А. Гаврилов



**УСТРОЙСТВО  
РЛС 1РЛЗЗМЗ**

## Литература:

1. Учебное пособие «Устройство РЛС» стр.23-36
2. Альбом рисунков «ЗСУ-23-4М. Часть 3. 1РЛЗЗМЗ»



**АЛЬБОМ РИС**

**ЗСУ-**

**Часть 3**



# Вопрос 1

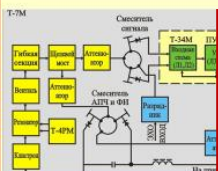
# Назначение, состав и характеристики ПРМС

## Приемная система

- для приема, преобразования и усиления отраженных от целей сигналов до амплитуды, необходимой для нормальной работы систем дальности, поиска, управления антенной

## Высокочастотный блок (блок Т-7М)

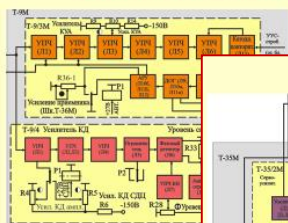
блок Т-7М высокочастотный блок КД и КУА  
 блок Т-9М основной блок  
 блок Т-8М когерентный блок  
 блок Т-35М блок автогенератора



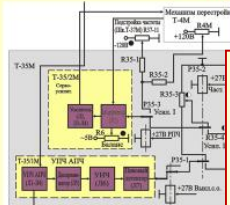
## Когерентный гетеродин (блок Т-8М)



## Основной усилитель (блок Т-9М)



## Блок АПЧ (Т-35М)



## Вспомогательные элементы



## Блок фильтров Т-4

- для уменьшения пульсаций питающих клистрон напряжений

## Общая часть и угловой

- для усиления и преобразования радиолуча РЛС до необходимой амплитуды

## Когерентный

- генерирует когерентный сигнал  
 - усиливает сигнал  
 - усиливает канал

## Основной

- осуществляет разделение каналов дальности и поиска  
 - усилитель канала дальности  
 - усилитель канала поиска

## Блок

- вырабатывает частоту для исполнительных элементов при отклонении промежуточной частоты

## Технические характеристики ПРМС

№	характеристики	
1	ПРМС выполнена по супергетеродинной схеме*	
2	Режимы работы: - амплитудный режим (АР); - селекция движущихся целей (СДЦ).	
3	Промежуточная частота, ГГц	60 МГц
4	Несущая частота, ГГц	15000 МГц
5	Частота клистронного гетеродина, ГГц	15060 МГц

# Приемная система

- для приема, преобразования и усиления отраженных от целей сигналов до амплитуды, необходимой для нормальной работы систем РЛС, а именно: систем дальности, поиска, управления антенной и ЧПК (СИД, СП, СУА, ЧПК).

## Состав

**блок Т-7М**

**высокочастотный блок  
(общая часть каналов КД и КУА)**

**блок Т-9М**

**основной усилитель (каналы КД и КУА)**

**блок Т-8М**

**когерентный гетеродин**

**блок Т-35М**

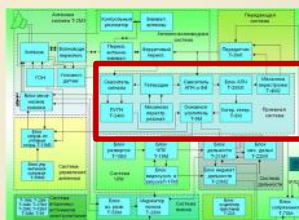
**блок автоподстройки частоты (АПЧ)**

### Радиолокационная станция 1РЛЗЗМЗ

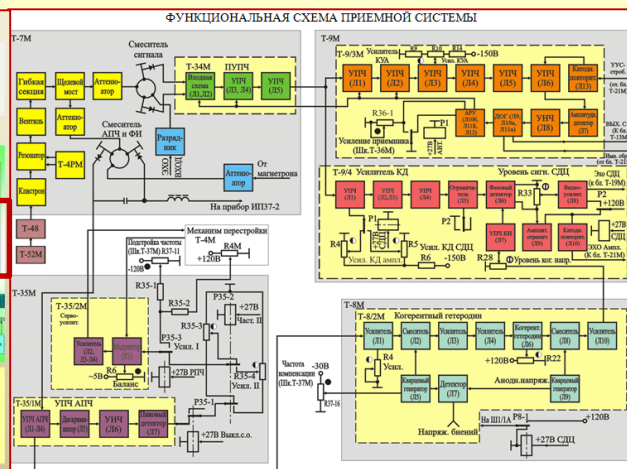
РЛС – служит для обнаружения скоростных низколетающих целей, определения координат выбранной цели и передачи данных в СРП.

#### Состав РЛС:

1. Передающая система (ПРС).
2. Антенно-волноводная система (АВС).
3. Приемная система (ПРС).
4. Система поиска (СП).
5. Система измерения дальности (СИД).
6. Система управления антенной (СУА).
7. Система селекции движущихся целей (СДЦ).
8. Система вторичных источников питания (ВИП).
9. Система управления и контроля РЛС.
10. Система вентиляции.
11. Блок blankирования радиостанции, Т-71.
12. Блок сопряжения, Т-70М.



Элементы систем РЛС размещаются в шкафах (7 шт.): Т-36М, Т-37М, Т-40М, Т-42М, Т-43М, Т-44М, Т-46М.

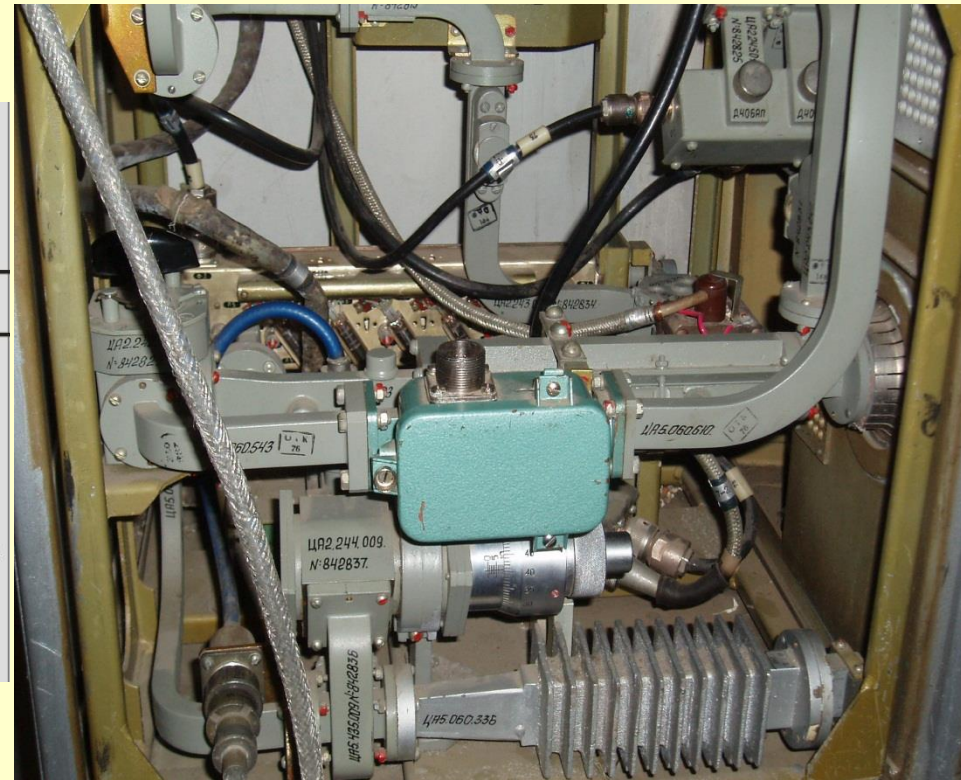
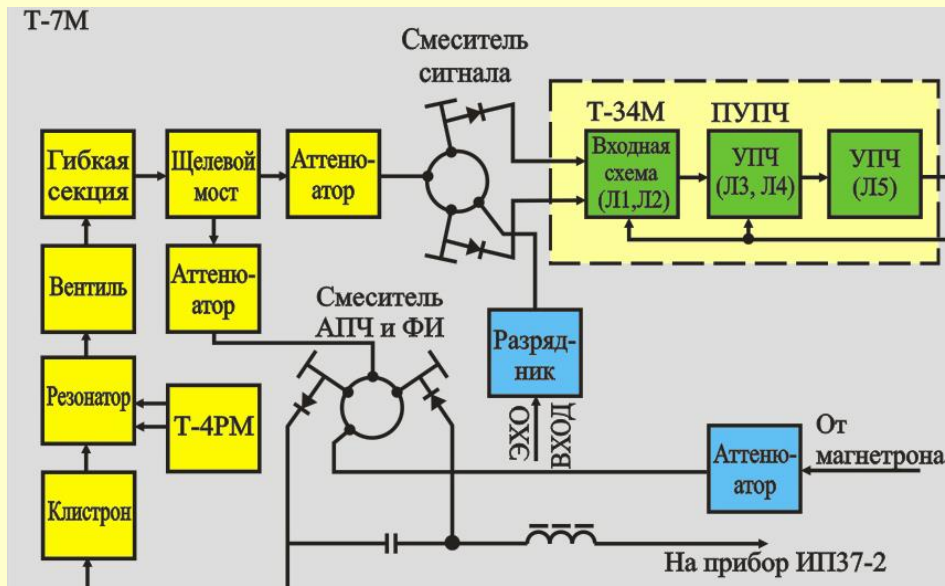


### ШКАФ Т-43М



Блок	Название	Назначение
Т-8М	когерентный гетеродин	Выработка когерентного напряжения
Т-9М	основной усилитель	Основное усиление и преобразование сигнала $f_{\text{пр}}$
Т-35М	Блок АПЧ	Автоподстройка частоты ПРС
Т-10М	Блок ВИП	Выработка питающих напряжений
Т-52М	Блок ВИП ПРС	Выработка накального и анодного напряжений клистрона
Т-29М	Блок ВИП ПРС	Выработка напряжения 4,5 кВт

# Высокочастотный блок (блок Т-7М)



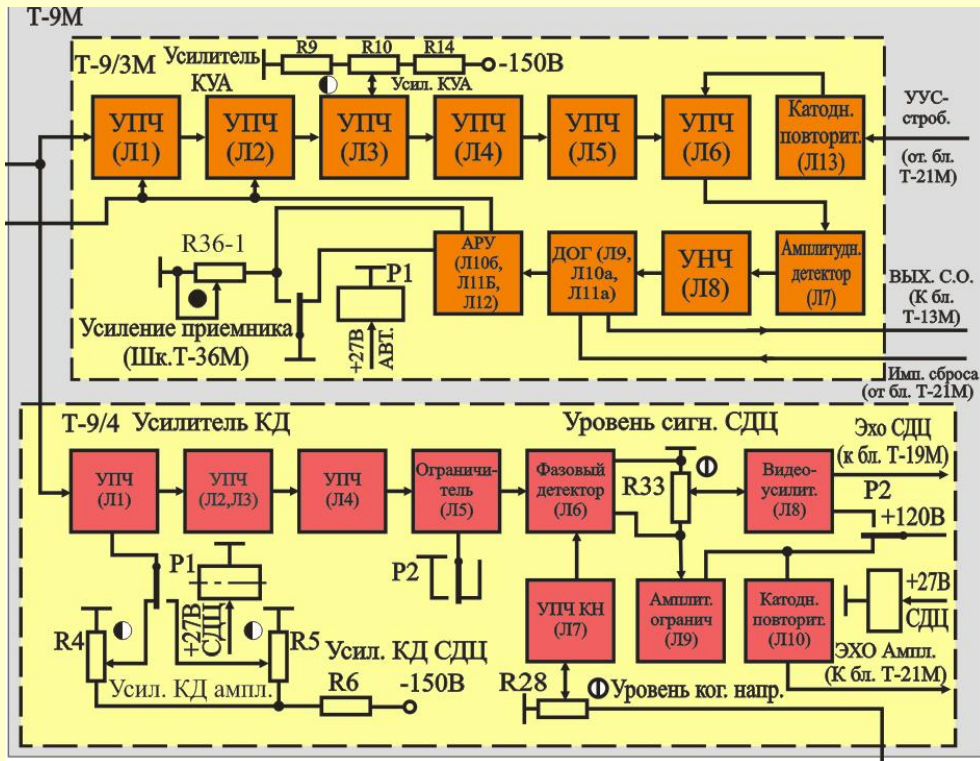
## Высокочастотный блок, Т-7М –

- служит для усиления и преобразования сигналов отраженных от целей в зоне радиолуча РЛС до величины, обеспечивающей нормальную работу КД и КУА.

**ВЧ блок** - является *общей частью* каналов дальности (КД) и угловой автоматики (КУА).



# Основной усилитель (блок Т-9М)



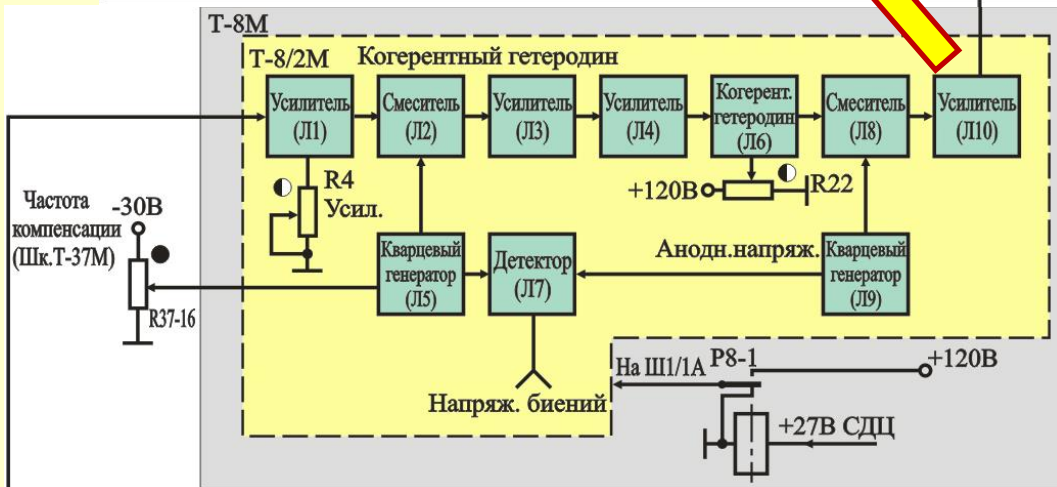
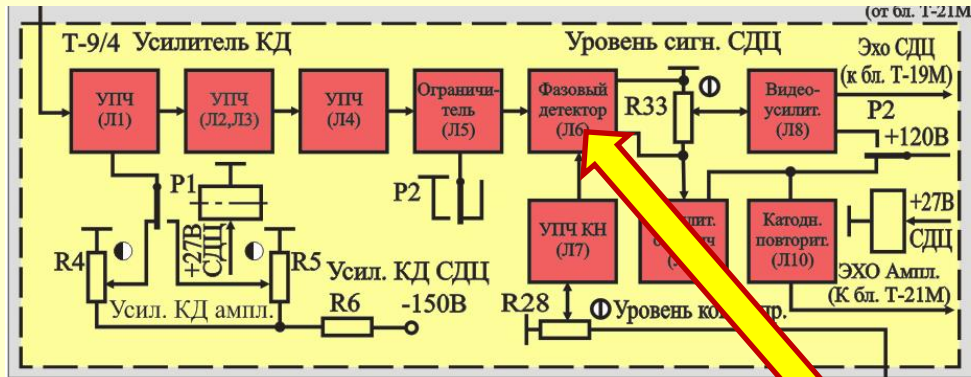
## Основной усилитель, Т-9М -

- служит для отдельного усиления отраженных сигналов по каналу дальности и каналу угловой автоматики.

### Состав бл. Т-9М:

- усилитель канала дальности (КД) Т-9/4;
- усилитель канала угловой автоматики (КУА) Т-9/3М.

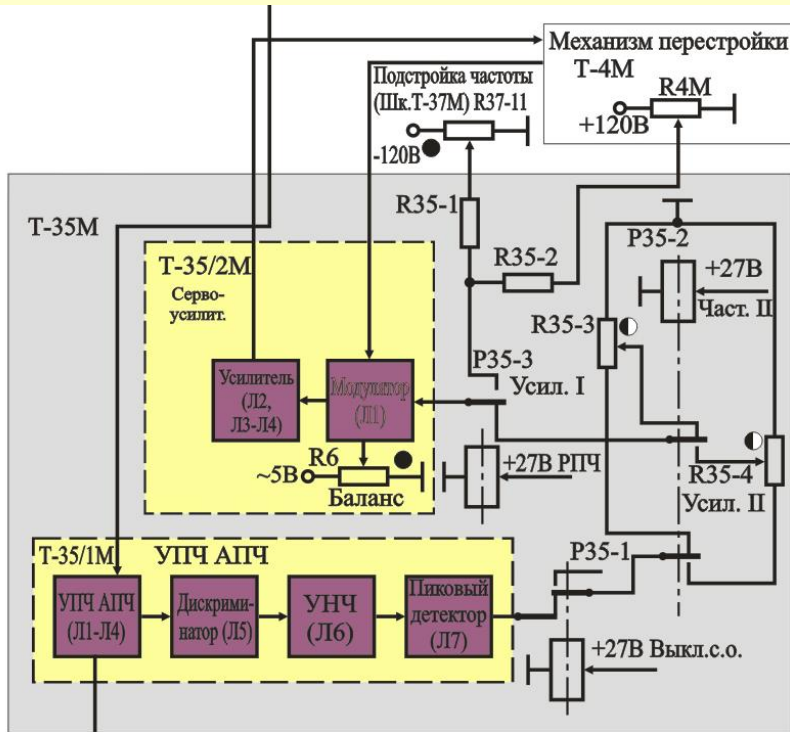
# Когерентный гетеродин (блок Т-8М)



## Когерентный гетеродин, Т-8М -

- служит для генерирования непрерывных колебаний  $f_{пч}$ , необходимых для работы *фазового детектора* усилителя КД (канала дальности) Т-9/4.

# Блок АПЧ (Т-35М)



## Блок АПЧ, Т-35М1 –

- служит для формирования управляющих напряжений  $U_{упр}$  частотой 400Гц для исполнительного двигателя системы АПЧ при отклонении промежуточной частоты  $f_{пч}$  от номинального значения.

# Вспомогательные элементы



**Блок питания, Т-52М** - для выработки нестабилизированных напряжений  $+6,3\text{В}$  и  $-700\text{В}$ , питающих клистрон.



**Блок фильтров, Т-48** -

- для уменьшения пульсаций питающих клистрон напряжений. <sup>12</sup>

# Технические характеристики ПРМС

№	характеристики	
1	ПРМС выполнена по <u>супергетеродинной схеме*</u>	
2	Режимы работы: - амплитудный режим (АР); - селекция движущихся целей (СДЦ).	На панели управления: «ШТ» «СДЦ»
3	Промежуточная частота, $f_{пч}$	<b>60 МГц</b>
4	Несущая частота, $f_{нес.}$	<b>15000 МГц</b>
5	Частота клистронного гетеродина, $f_g$	<b>15060 МГц</b>

Амплитудный режим

Режим СДЦ



# Вопрос 2

# Функциональная схема приемной системы

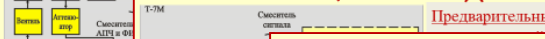


## 1. Общая часть КД и КУА



**Разрядник** - обеспечивает защиту входа приемной системы от молнии

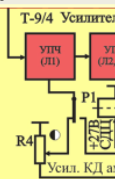
## 1. Общая часть КД и КУА



**Предварительный усилитель**

## 2. Канал дальности блока Т-9М

**Канал дальности** - предназначен для усиления и детектирования принятых сигналов, необходимых для работы систем СД, СП и ЧПК.

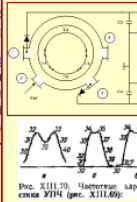


## 2. Канал дальности блока Т-9М

Уровень сигн. СДЦ Эхо СДЦ

**Клистронный генератор** - обеспечивает формирование необходимых для смесителя, а также в смесителе АПЧ и

**Клистронный генератор** - резонансный узел и жесткий резонатор служит для механизма перестройки гибкий волновод

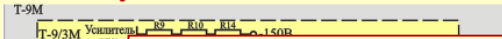


**Усилитель про** - для усиления по необходимой для и УПЧ собран на ла. Контуры 1-4 каска среднюю частоту п

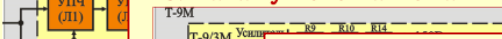
**УНЧ Ампли** выполняет фун

**УНЧ режим** для усиления от видеоимпульс д системы ЧПК.

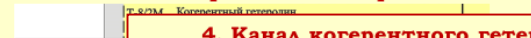
## 3. Канал угловой автоматики блока Т-9М



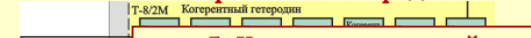
## 3. Канал угловой автоматики блока Т-9М



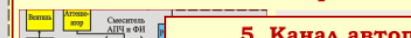
## 4. Канал когерентного гетеродина



## 4. Канал когерентного гетеродина



## 5. Канал автоподстройки частоты



## 5. Канал автоподстройки частоты



**Исполнительная схема** осуществляет ручную перестройку частоты магнетрона и клистрона, а также автоматическую и ручную подстройку частоты магнетрона.

**Состав схемы:**

- механизм перестройки частоты магнетрона Т-4М2;
- механизм перестройки резонатора клистрона Т-4 РМ

**Механизм подстройки и перестройки частоты магнетрона Т-4М2**

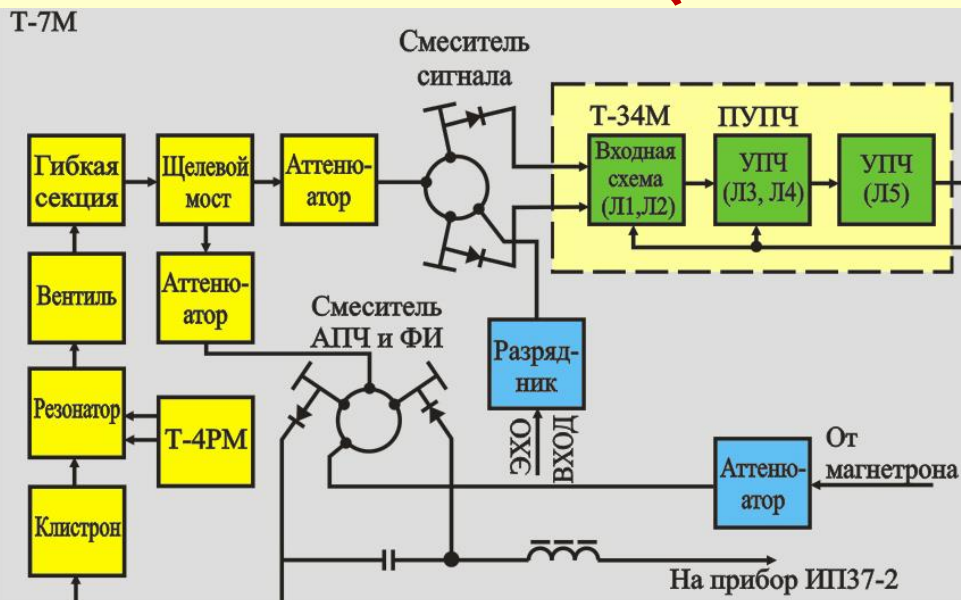
предназначен для ручной перестройки рабочей частоты магнетрона и для автоматической и ручной подстройки частоты.

**В механизм входят:**

- элементы, осуществляющие перестройку частоты магнетрона;
- исполнительный механизм системы АПЧ.

**Механизм перестройки резонатора клистрона Т-4 РМ** предназначен для ручной перестройки рабочей частоты клистрона.

# 1. Общая часть КД и КУА



**Разрядник** - обеспечивает защиту входа приемной системы от мощных импульсов передатчика.

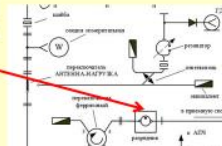
## Разрядник



СВЧ разрядник РР-187 используется в РЛС для защиты и ограничения перенапряжений в электрических цепях при больших мощностях и частотах СВЧ диапазона.



Разрядник защиты приемника РР-187 является входом приемной системы.



## Клистронный гетеродин с механизмом перестройки Т-4РМ

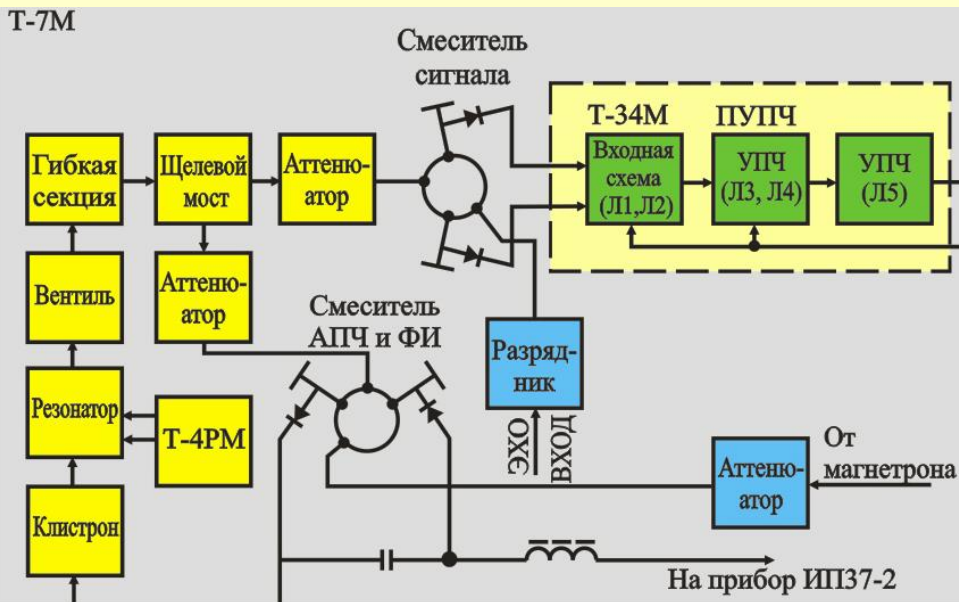
- обеспечивает формирование непрерывных колебаний, необходимых для преобразования частоты отраженного сигнала в балансном смесителе, а также преобразования частоты импульса передатчика в смесителе АПЧ и фазирующего импульса (АПЧ и ФИ).

**Клистронный гетеродин\*** (типа К-705Р) представляет собой амортизированный съемный узел и жестко крепится к высокочастотному резонатору.

**Резонатор** служит для перестройки и стабилизации частоты клистрона с помощью механизма перестройки Т-4РМ.

**Гибкий волновод (гибкая секция)** - соединяет **гетеродин** с волноводным трактом бл Т-7М

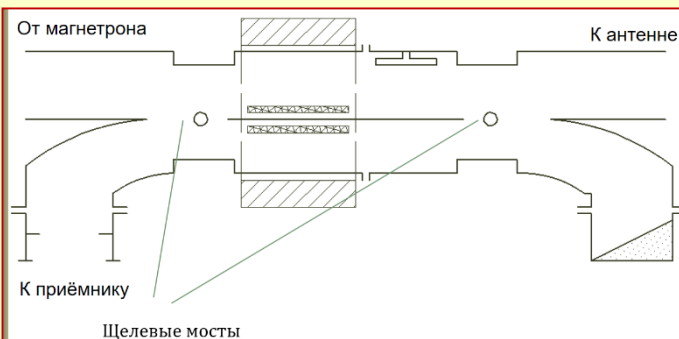
# 1.Общая часть КД и КУА



**Волноводный Тракт гетеродина** - служит для передачи колебаний гетеродина к смесителям и регулировки уровня их мощности.

## Элементы В.Тр:

Ферритовый вентиль (ВЧ детектор) - служит для устранения реакции волноводного тракта на клистрон.



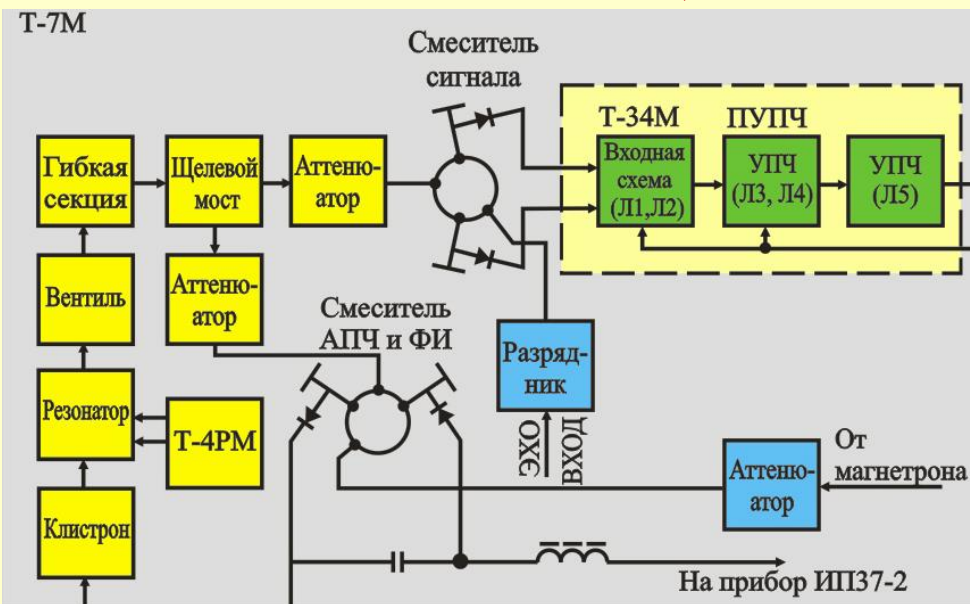
Щелевой мост - служит для деления мощности сигнала гетеродина пополам.

Аттенюатор (фр. *attenuer* — смягчить, ослабить) - это СВЧ прибор для внесения затухания (ослабления) электромагнитной энергии между источником сигнала (*клистроном*) и нагрузкой (*смесителем*).





# 1.Общая часть КД и КУА



**Смеситель сигнала (балансный)** - служит для преобразования СВЧ сигнала отраженного от цели в сигнал на промежуточной частоте.

$$f_{пч} = f_{кл} - f_c$$

**Балансный смеситель\*** состоит из балансного кольца с четырьмя выводами, двух детекторных секций с установленными в них диодами типа Д-406 А.

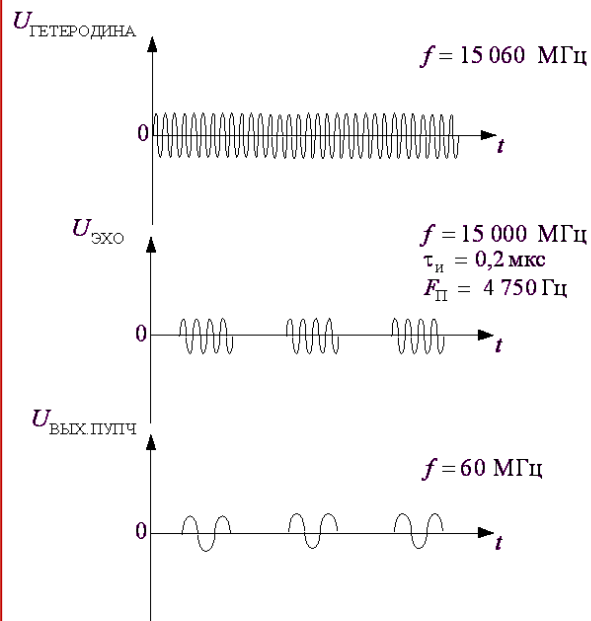
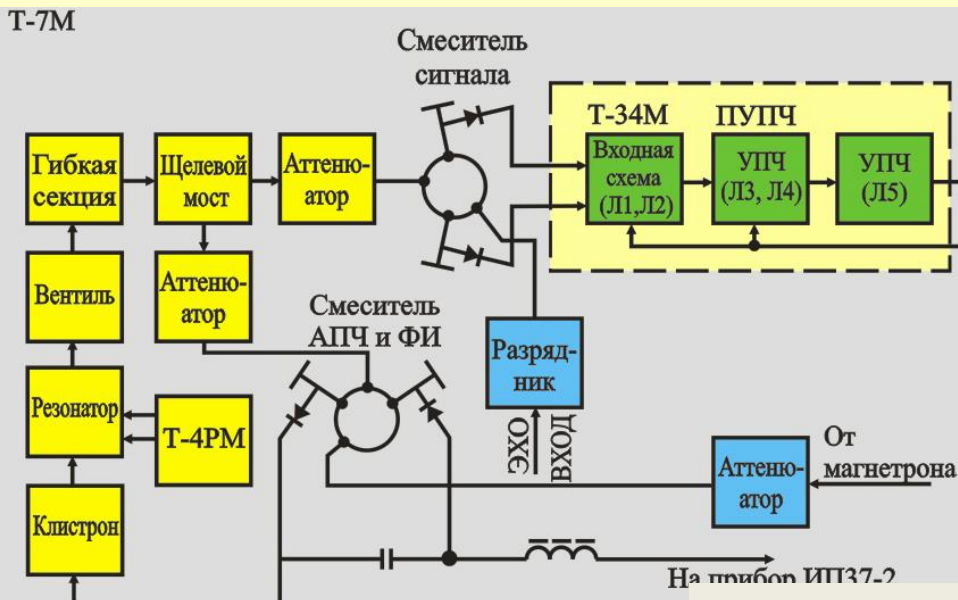


Рис. 3.11. Эпюры напряжений общей части КД и КУА

Применение *балансного смесителя* позволяет снизить уровень шумов, создаваемых гетеродином на входе УПЧ.

**Смеситель АПЧ и ФИ (балансный)** - для формирования радиоимпульсов на  $f_{пч}$ . и автоподстройки частоты. Конструкции смесителей аналогичны.

# 1.Общая часть КД и КУА



## Предварительный усилитель промежуточной частоты, Т-34М

- для усиления отраженных сигналов до уровня необходимого для нормальной работы основного усилителя.

Балансная входная схема предварительного УПЧ выполнена на двух ВЧ трансформаторах  $T_{p1}$  и  $T_{p2}$ , обмотки которых настроены на *f<sub>np</sub>*.

Для уменьшения коэффициента шума первые два каскада выполнены на малошумящих триодах Л1 и Л2.

Для расширения полосы пропускания ПУПЧ контуры 3,4 каскадов взаимно расстроены.

На управляющие сетки ламп Л1-Л4 из блока Т-9М подается отрицательное смещение регулировки усиления (АРУ и РРУ).

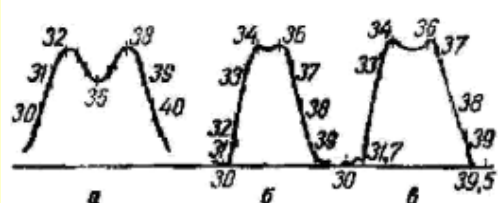
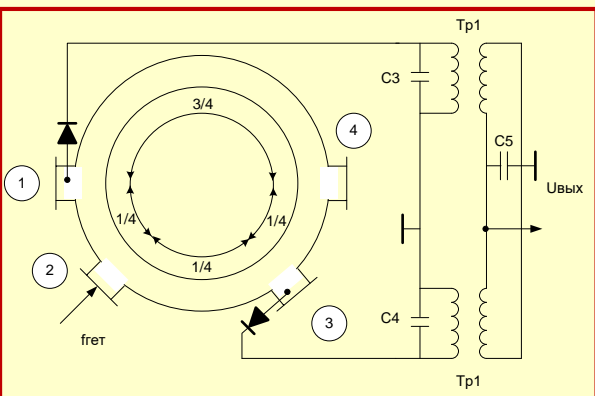
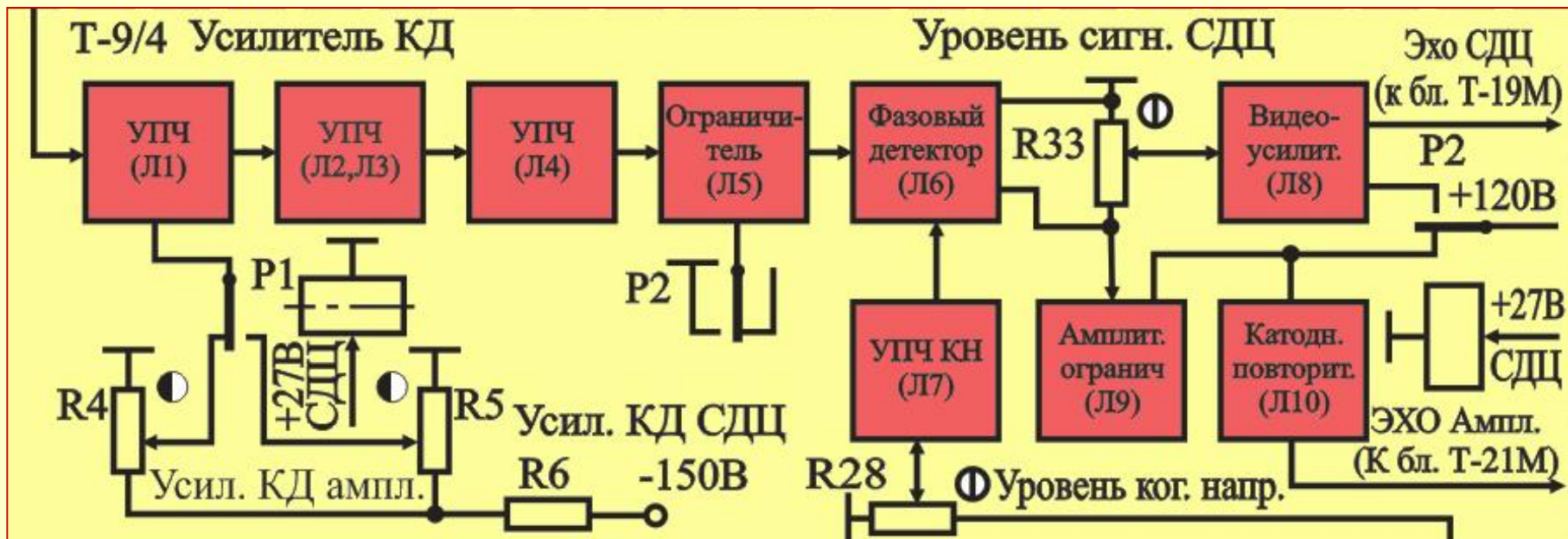


Рис. XIII.70. Частотные характеристики УПЧ (рис. XIII.69):



## 2. Канал дальности блока Т-9М

**Канал дальности** - предназначен для усиления и детектирования принятых сигналов, необходимых для работы систем СД, СП и ЧПК.



### Состав и назначение элементов:

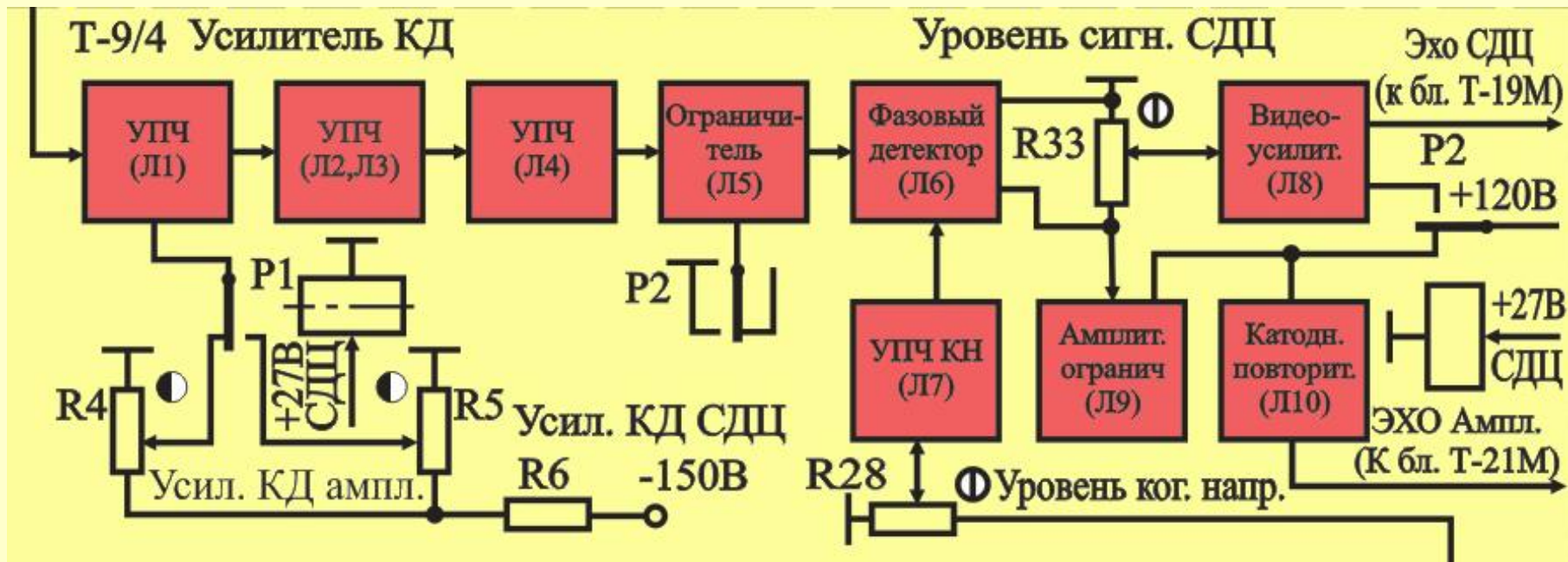
Усилитель промежуточной частоты\* (УПЧ) предназначен:

- для усиления по промежуточной частоте принятых сигналов до величины, необходимой для нормальной работы последующих каскадов.

УПЧ собран на лампах Л1-Л5, по схеме резонансных усилителей\*.

Контур 1-4 каскадов попарно расстроены, контур 5-го каскада настроен на среднюю частоту полосы пропускания.

## 2. Канал дальности блока Т-9М

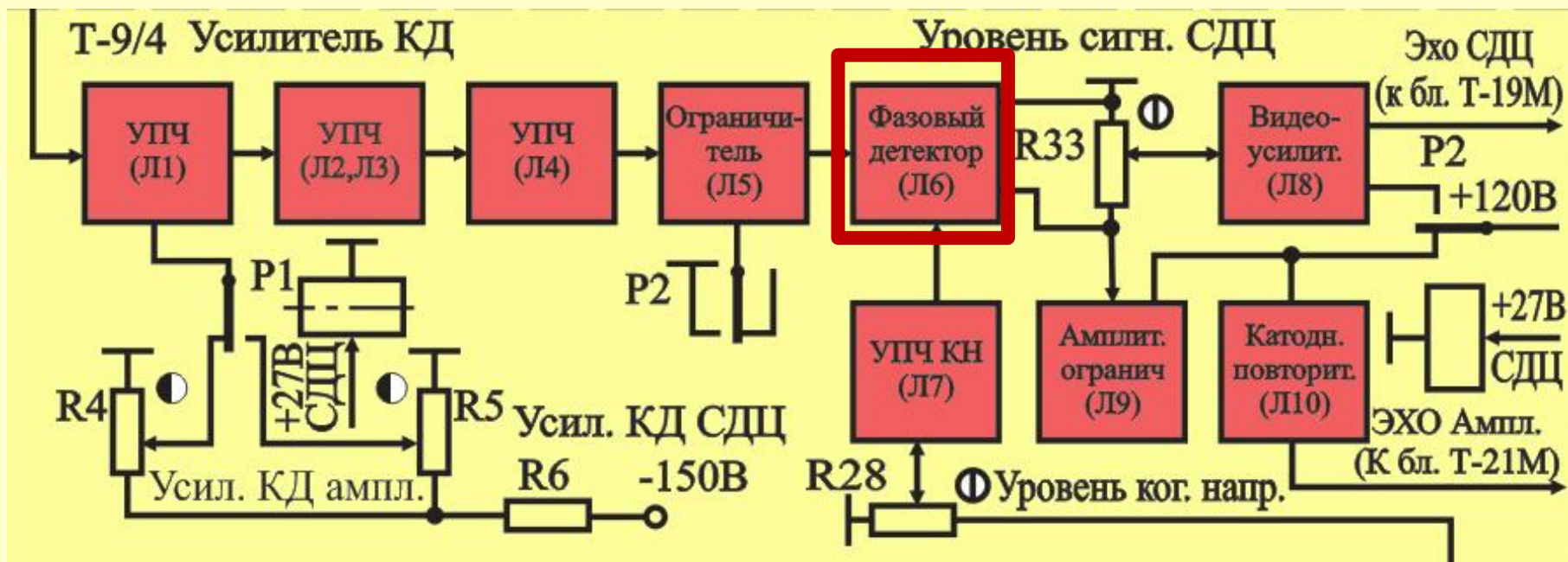


Для установки необходимого усиления УПЧ предусмотрена регулировка усиления 1-го каскада УПЧ потенциометрами R-4 (усил. КД АМПЛ) и R5 (усил. КД СДЦ).

Ограничение сигнала, необходимое для нормальной работы фазового детектора, осуществляется в последнем каскаде УПЧ за счет понижения анодного напряжения лампы Л5.

Понижение напряжения Л5 в режиме СДЦ осуществляется через срабатывание реле Р2.

## 2. Канал дальности блока Т-9М



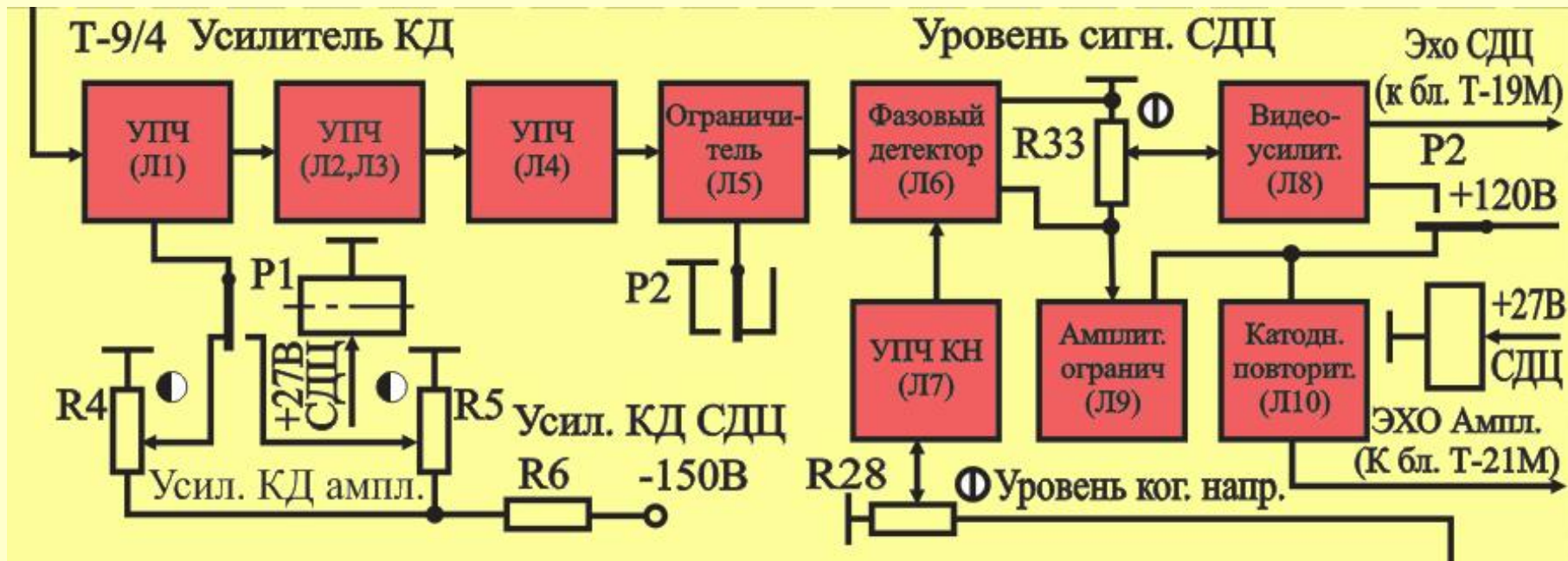
**Фазовый детектор** осуществляет детектирование сигналов, т.е. преобразования радиоимпульсов в видеоимпульсы.

В *амплитудном режиме* детектор работает как амплитудный.

**Усилитель когерентного напряжения (УПЧ КН)** предназначен для усиления когерентного напряжения до величины необходимой для нормальной работы фазового детектора.

Величина усиления когерентного напряжения на усилителе Л7 устанавливается потенциометром R28 (уровень ког. напр.)

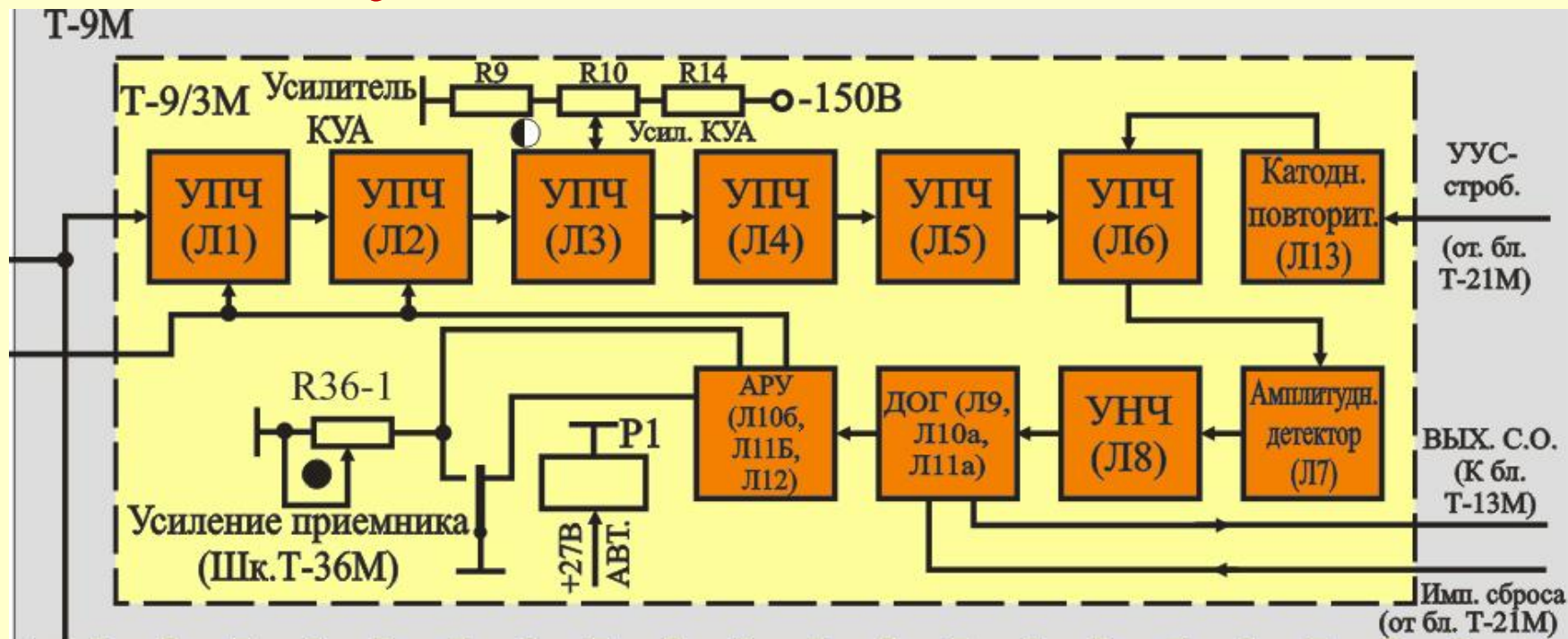
## 2. Канал дальности блока Т-9М



УНЧ Амплитудного режима (Л9) усиливает видеосигнал и выполняет функцию амплитудного ограничителя.

УНЧ режима СДЦ (Л8) (видеоусилитель) усиливает видеоимпульс до величины, обеспечивающей нормальную работу системы ЧПК. ✘

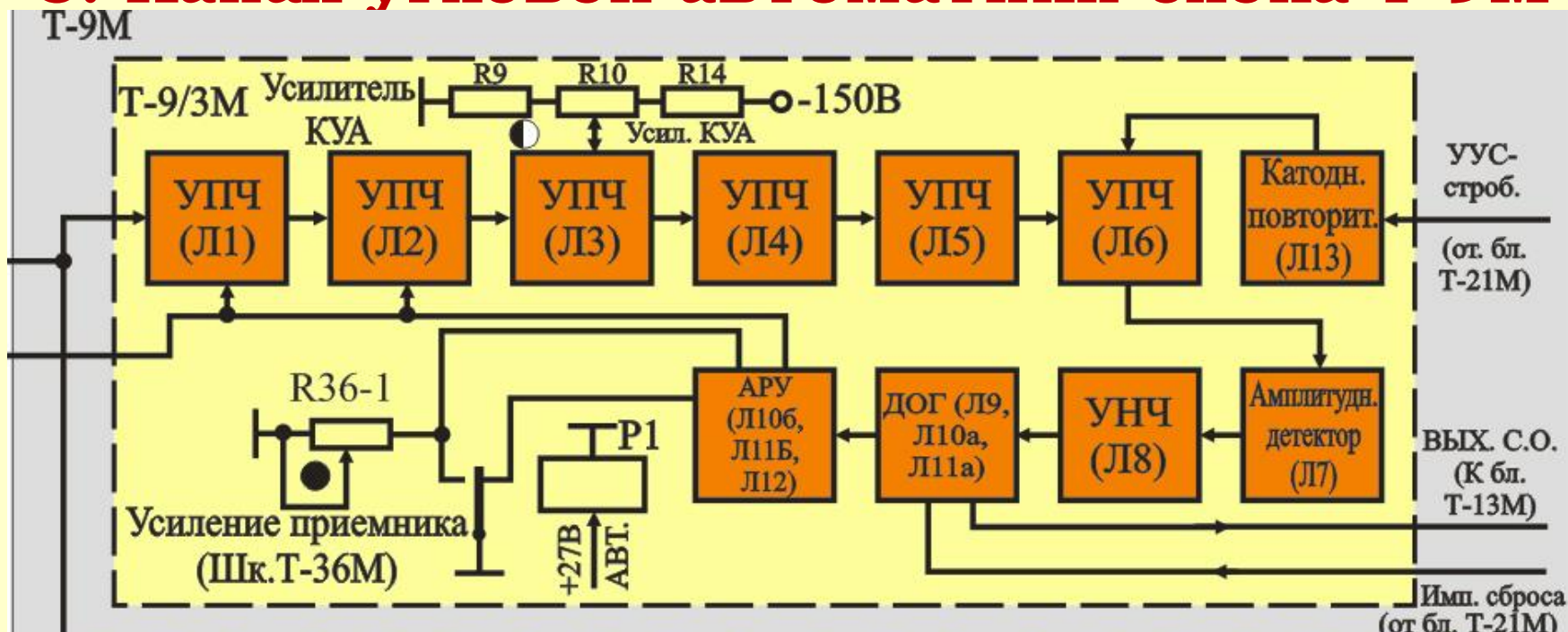
### 3. Канал угловой автоматки блока Т-9М



#### КУА предназначен:

- для усиления отраженного от выбранной цели сигнала в режиме автосопровождения,
- выделения огибающей этого сигнала и создания смещения для автоматической регулировки усиления.

### 3. Канал угловой автоматки блока Т-9М



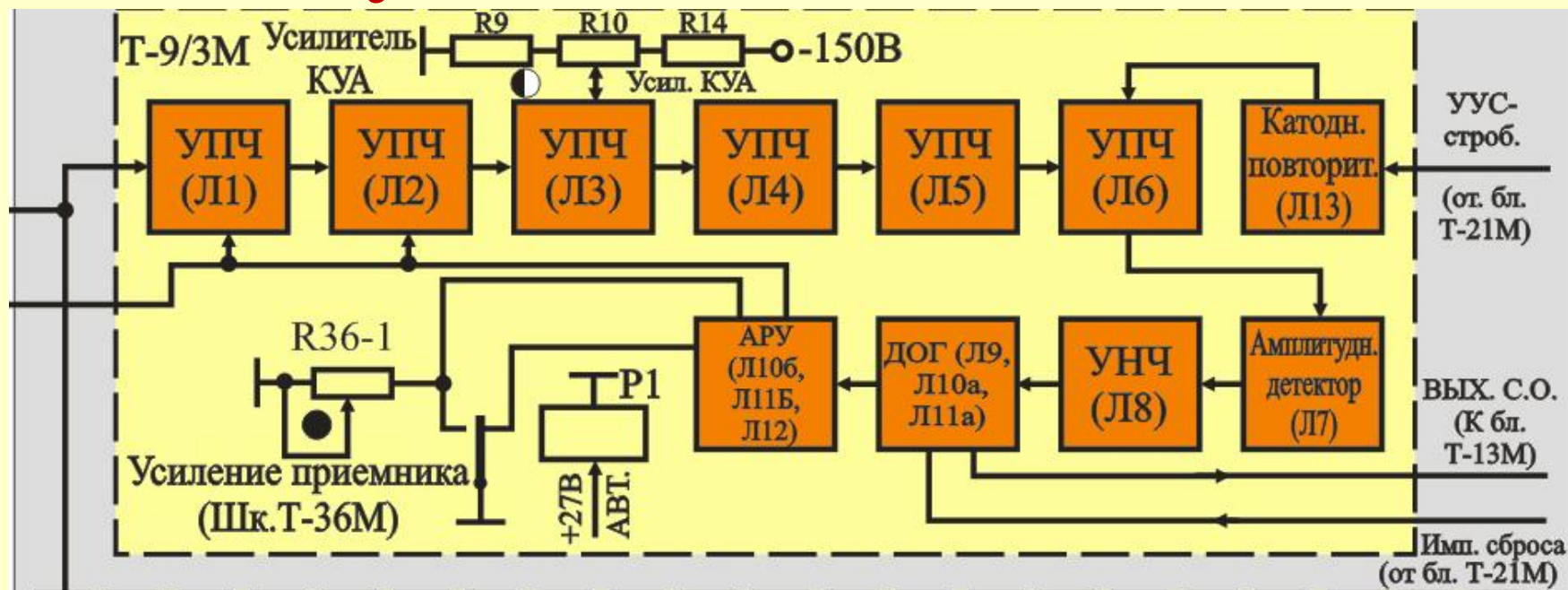
Шестикаскадный УПЧ собран на лампах Л1-Л6. Резонансные контуры 1-4х каскадов попарно расстроены. Входной контур и контуры двух последних каскадов настроены на среднюю частоту полосы пропускания.

Для выделения сигнала от выбранной цели 6-й каскад УПЧ КУА стробируется (открывается) положительным импульсом  $\tau = 39 \text{ мкс}$  (**строб II** - одиночная цель) или  $\tau = 0,25 \text{ мкс}$  (**УУС**-при групповой цели для автосопровождения головного самолета), поступающим через катодный повторитель (Л13) из системы дальности.

Для надежного запираания Л6 во время отсутствия строба на экранную сетку подается отрицательное напряжение около 10 В. На управляющие сетки ламп первого и второго каскадов УПЧ со схемы АРУ подается напряжение АРУ.



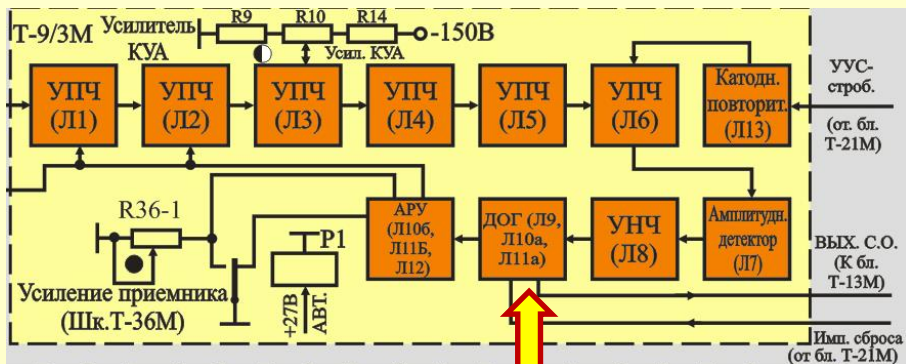
### 3. Канал угловой автоматки блока Т-9М



Амплитудный детектор (Л17) - преобразует сигнал (радиоимпульс) от взятой на **автосопровождение** цели в видеоимпульс положительной полярности.

Усилитель низкой частоты (УНЧ) (Л8) - усиливает видеоимпульс до величины обеспечивающий нормальную работу детектора огибающей, ДОГ.

### 3. Канал угловой автоматки блока Т-9М



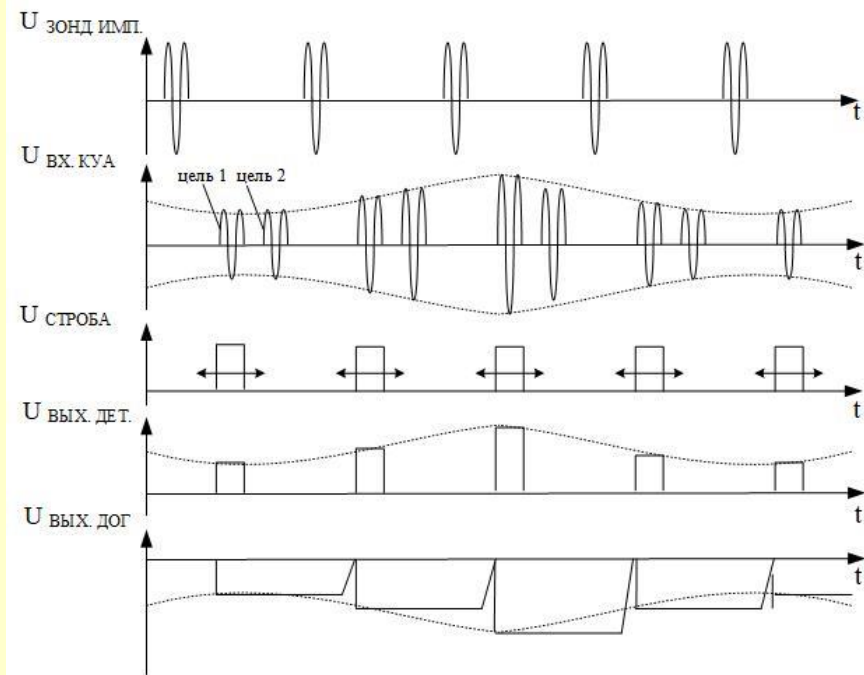
**Детектор огибающей, ДОГ (Л9-11а)** служит для формирования напряжения огибающей сигнала.

**ДОГ** растягивает видеоимпульсы по времени примерно на период повторения РЛС, до прихода импульсов сброса.

С приходом импульса сброса напряжение на выходе **ДОГ** уменьшается до нуля.

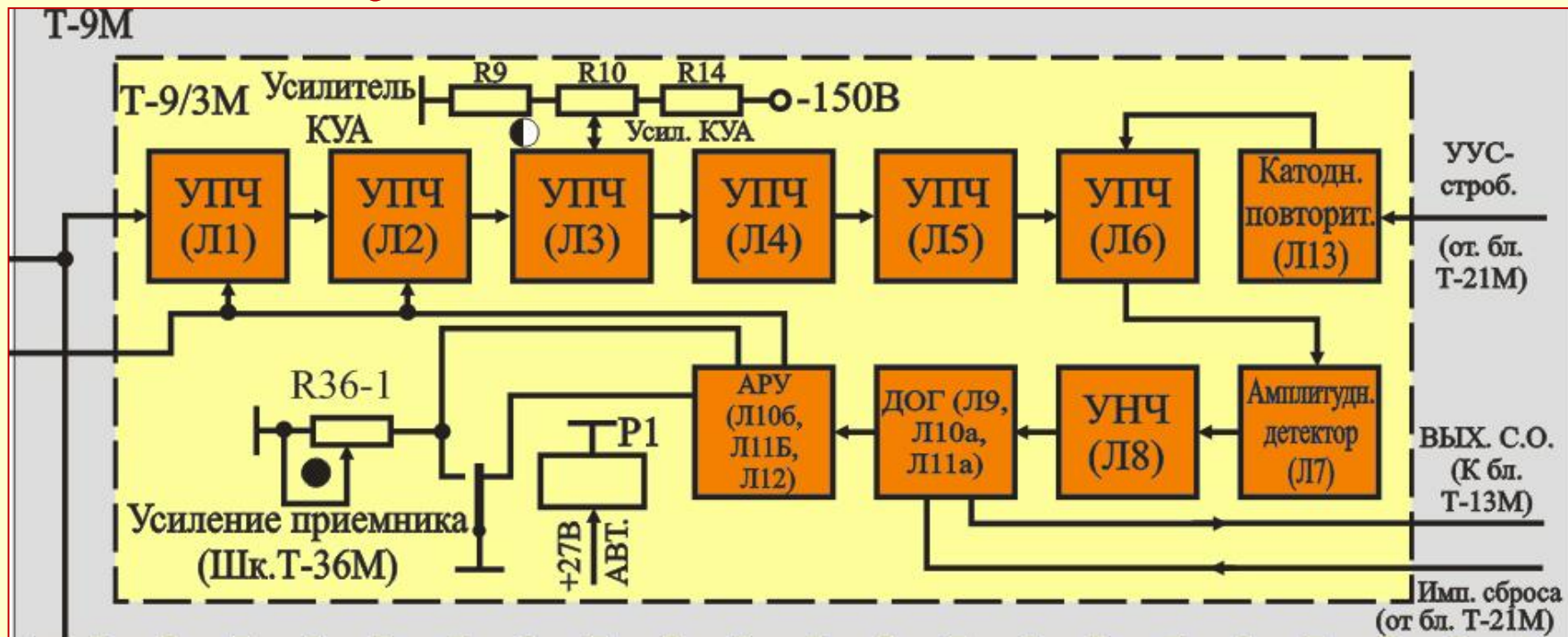
При поступлении следующего видеоимпульса ДОГ вновь растягивает его по времени и т.д.

Таким образом, на выходе **ДОГ** будет действовать **огибающая** эхо-сигналов сопровождаемой цели в виде отрицательного пульсирующего напряжения, которое подается в СУА (блок Т-13М2) и на схему АРУ.



Эпюры канала угловой автоматки, КУА

### 3. Канал угловой автоматки блока Т-9М



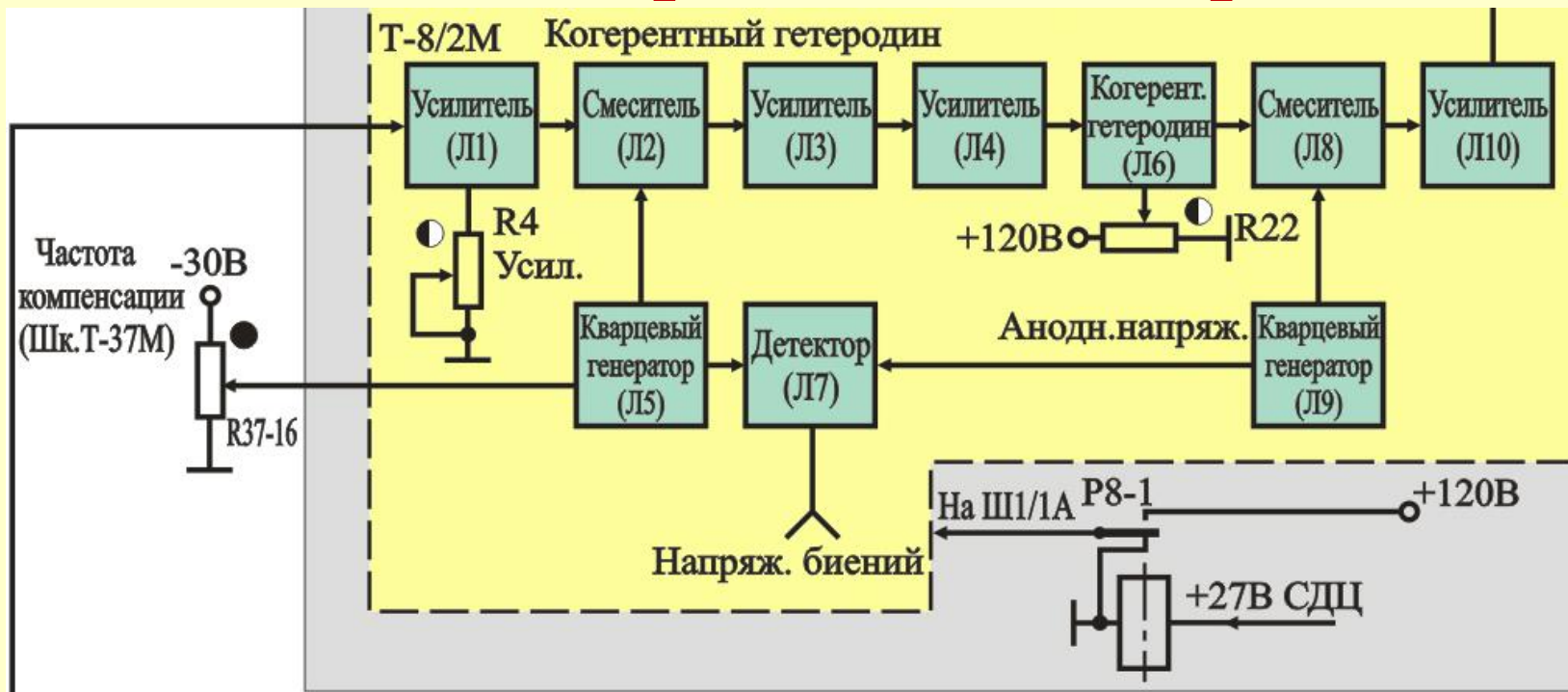
**Схема АРУ** вырабатывает постоянное отрицательное напряжение, которое подается на 1,3 и 4 каскады ПУПЧ и на 1,2 каскады УПЧ КУА.

Коэффициент усиления приемной системы в режиме автосопровождения изменяется таким образом, чтобы постоянная составляющая выходного пульсирующего напряжения **ДОГ** была равна 10–12 В.

В режиме «Поиска» цели предусмотрена ручная регулировка усиления (РРУ) с помощью потенциометра R36-1 (усиление приемника).

Переключение РРУ на АРУ осуществляется с помощью реле Р1 при переходе на **автосопровождение** цели (кнопка «Автомат»). ❌

## 4. Канал когерентного гетеродина

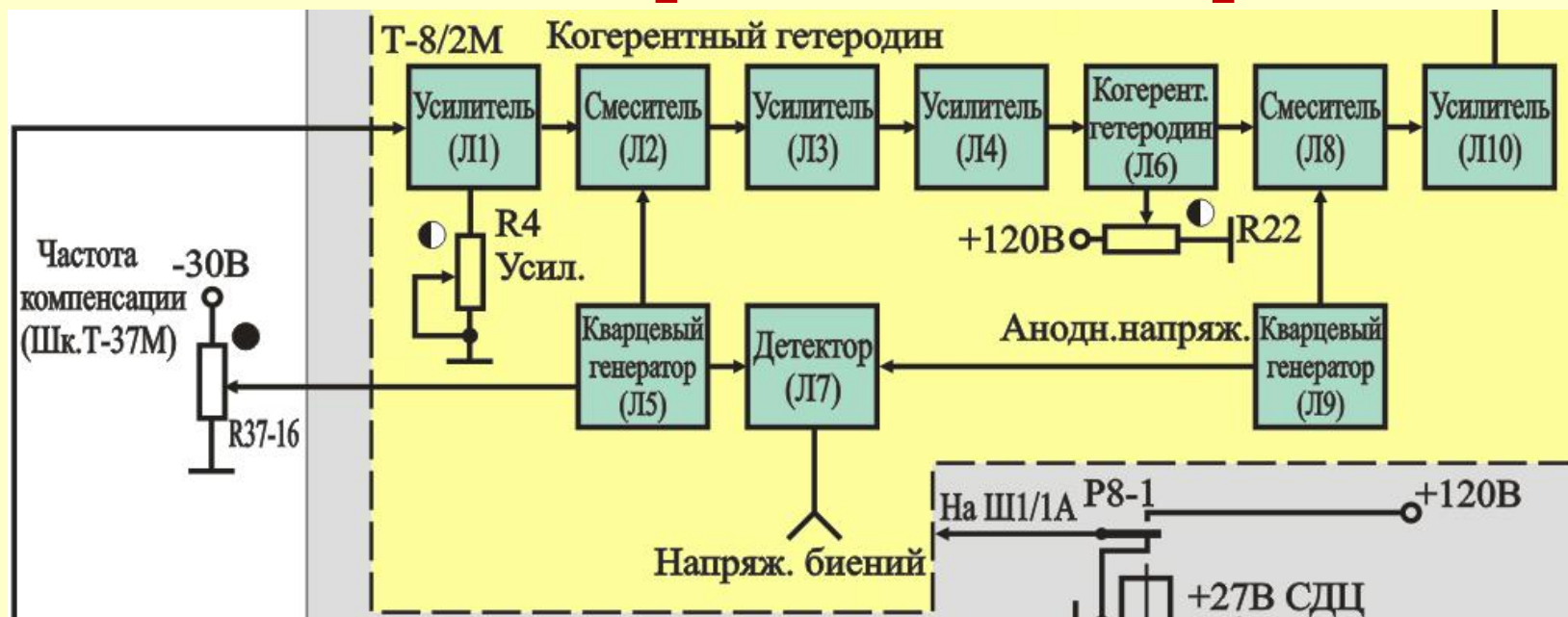


### Канал когерентного гетеродина:

- генерирует непрерывные колебания промежуточной частоты, связанные с фазой высокочастотных колебаний передатчика.

Это напряжение используется в качестве опорного в *фазовом детекторе* усилителя канала дальности Т-9/4.

## 4. Канал когерентного гетеродина



### Состав и назначение элементов:

**Преобразователь** частоты ФИ образован:

- кварцевым генератором (Л5) и смесителем (Л2). Двухконтурный полосовой фильтр преобразователя выделяет сигнал разностной частоты.

**Когерентный гетеродин (Л6)** вырабатывает непрерывные колебания на разностной частоте.

**Преобразователь** частоты когерентного напряжения включает:

- смеситель (Л8) и кварцевый генератор (Л9).

Двухконтурный полосовой фильтр данного преобразователя выделяет колебания суммарной частоты, равной промежуточной частоте.

## 4. Канал когерентного гетеродина

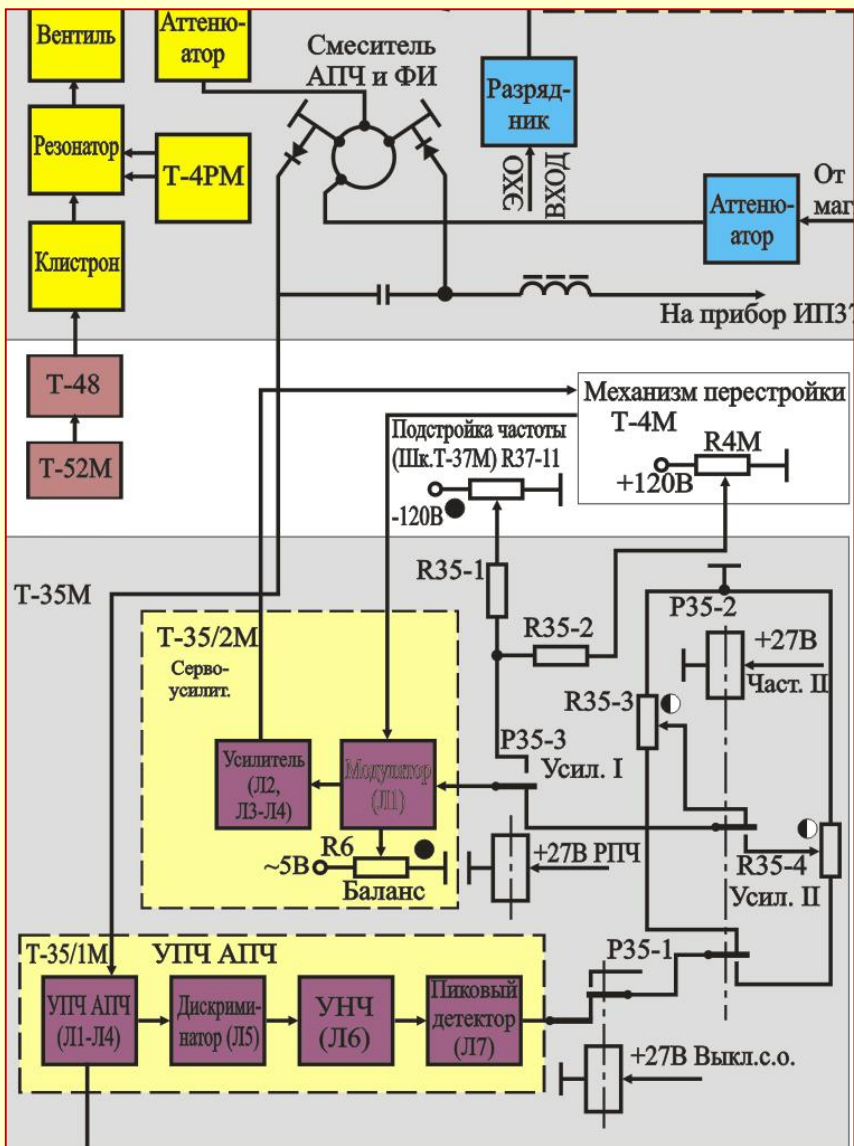


**Кварцевые генераторы (Л5 и Л9)** собраны по схеме двухконтурного триодного генератора. **КГ** используются для двойного преобразования частоты колебаний опорного напряжения с целью компенсации изменения фазы сигналов, отраженных от местных предметов при движении ЗСУ.

**Кварцевые генераторы** обеспечивают работу схемы компенсации, которая позволяет монотонно изменять фазу когерентного (опорного) напряжения относительно фазы импульса передатчика.

**Контрольный детектор (Л7)** обеспечивает контроль расстройки **КГ** и выделяет напряжение биений между частотами кварцевых генераторов. ❌

# 5. Канал автоподстройки частоты



**Канал АПЧ** - обеспечивает постоянство значения промежуточной частоты сигналов на выходе смесителя сигналов РЛС путем ручной и автоматической подстройки частоты магнетрона.

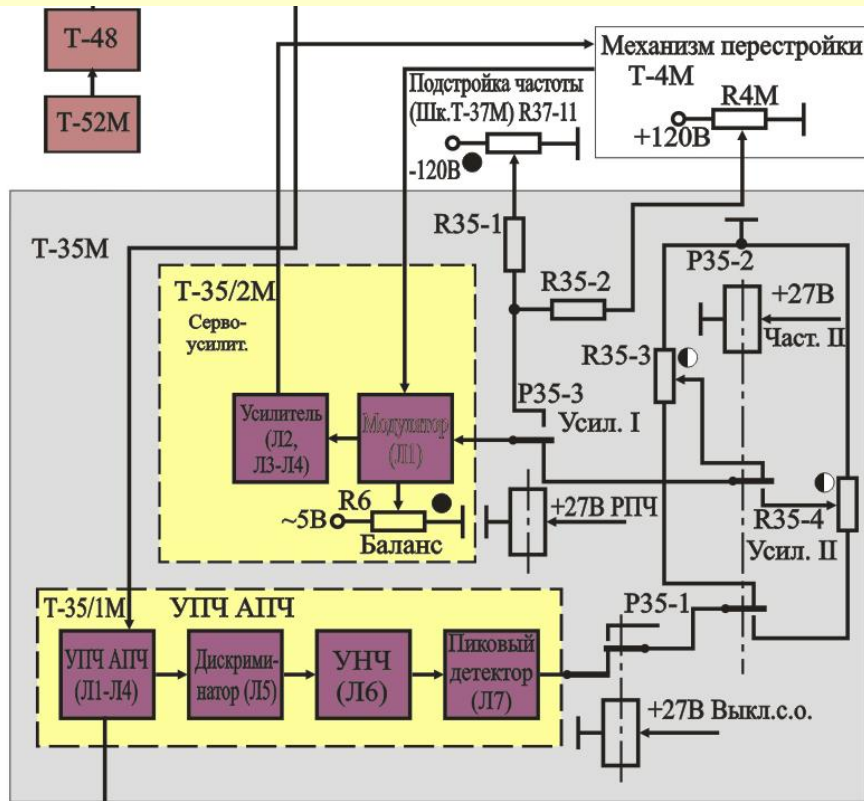
## Состав канала АПЧ :

- балансный смеситель АПЧ и фазирующего импульса;
- блок АПЧ (Т-35М);
- исполнительная схема;
- электрическая схема коммутации, обеспечивающая необходимую последовательность включения цепей.

## Состав блока АПЧ (Т-35М):

- усилитель промежуточной частоты УПЧ АПЧ Т-35/1М;
- сервоусилитель Т-35/2М.

# 5. Канал автоподстройки частоты



## Усилитель промежуточной частоты АПЧ Т-35/1М включает:

- усилитель промежуточной частоты (Л1-Л4);
- частотный дискриминатор\* (Л5);
- усилитель низкой частоты (Л6);
- двухполярный пиковый детектор (Л7).

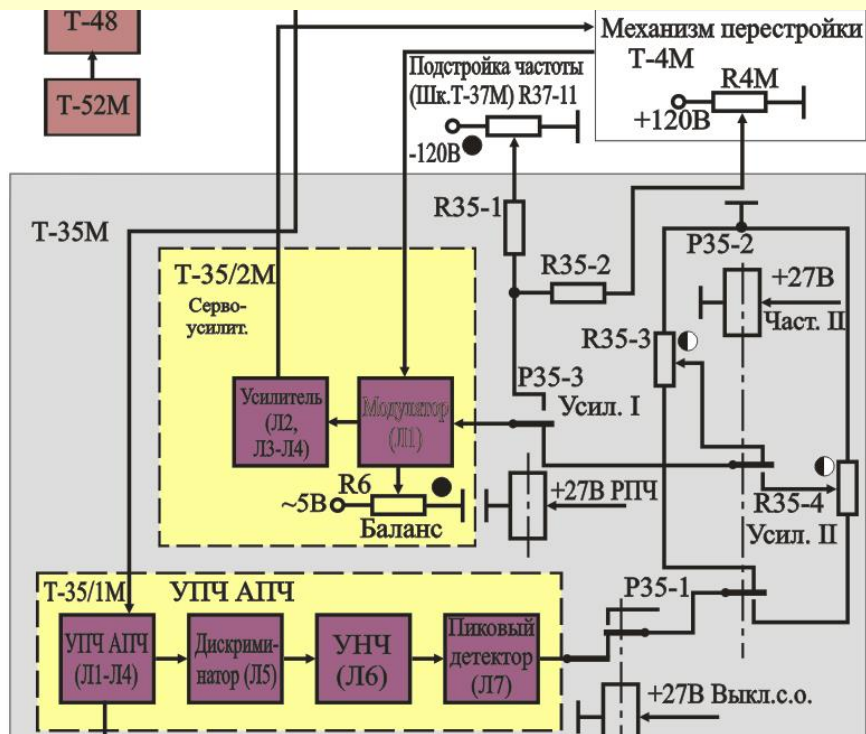
Сервоусилитель Т-35/2М осуществляет преобразование постоянного напряжения сигнала ошибки в сигнал частотой 400Гц, суммирование его с сигналом обратной связи и усиление результирующего сигнала.

### В состав узла входят:

- балансный модулятор (Л1) преобразующий постоянное напряжение ошибки в переменное;
- усилитель (Л2-Л4).



# 5. Канал автоподстройки частоты



Исполнительная схема осуществляет ручную перестройку частоты магнетрона и клистрона, а также автоматическую и ручную подстройку частоты магнетрона.

## Состав схемы:

- механизм перестройки частоты магнетрона T-4M2;
- механизм перестройки резонатора клистрона T-4 PM

## Механизм подстройки и перестройки частоты магнетрона T-4M2\*

предназначен для ручной перестройки рабочей частоты магнетрона и для автоматической и ручной подстройки частоты.

### В механизм входят:

- элементы, осуществляющие перестройку частоты магнетрона;
- исполнительный механизм системы АПЧ.

Механизм перестройки резонатора клистрона T-4PM\* предназначен для ручной перестройки рабочей частоты клистрона.



# Вопрос 3

## Порядок проверки приёмной системы

### Панель управления, контроля и регулировок



Тумблер «Накал»

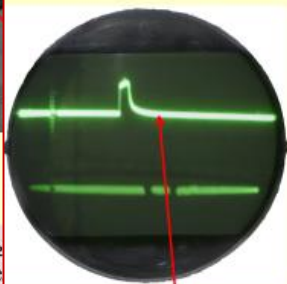
1. Включить аппаратуру тумблеров «ПИТА

### Панель управления, контроля и регулировок



переключатель Токов смесителей

2. Проверить - величины токов смесителей должны быть



3. Проверить КД: максимальная величина шумовой дорожки на индикаторе дальности должна быть в пределах  $3 \pm 1$  мм.



- устанавливается «усиление на панели опе

### Панель управления, контроля и регулировок



шкала «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»

- поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «РУЧНАЯ», повернуть ручку потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» вправо на два деления по шкале;  
- поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ», величина отметки от местного предмета должна - возрасти до прежнего значения;  
- аналогичные операции проделать при повороте ручки потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» влево на два деления по шкале, величина отметки от местного предмета должна возрасти до прежнего значения.

# Панель управления, контроля и регулировок

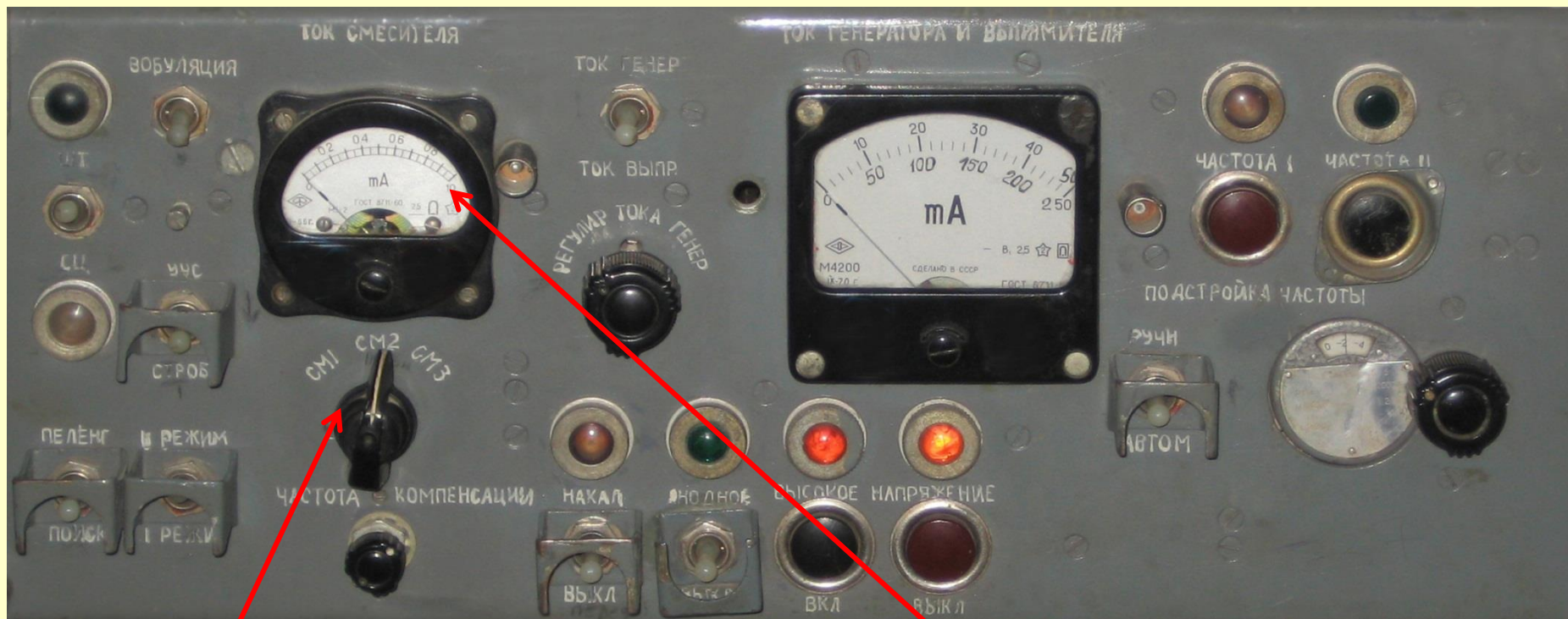


Тумблер «Накал»

Тумблер «Анодное»

1. Включить аппаратуру РЛС без включения:
  - высокого напряжения,
  - тумблеров «ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ» на блоке Т-2МЗ.Для этого включить тумблеры:
  - «НАКАЛ» и «АНОДНОЕ».

# Панель управления, контроля и регулировок

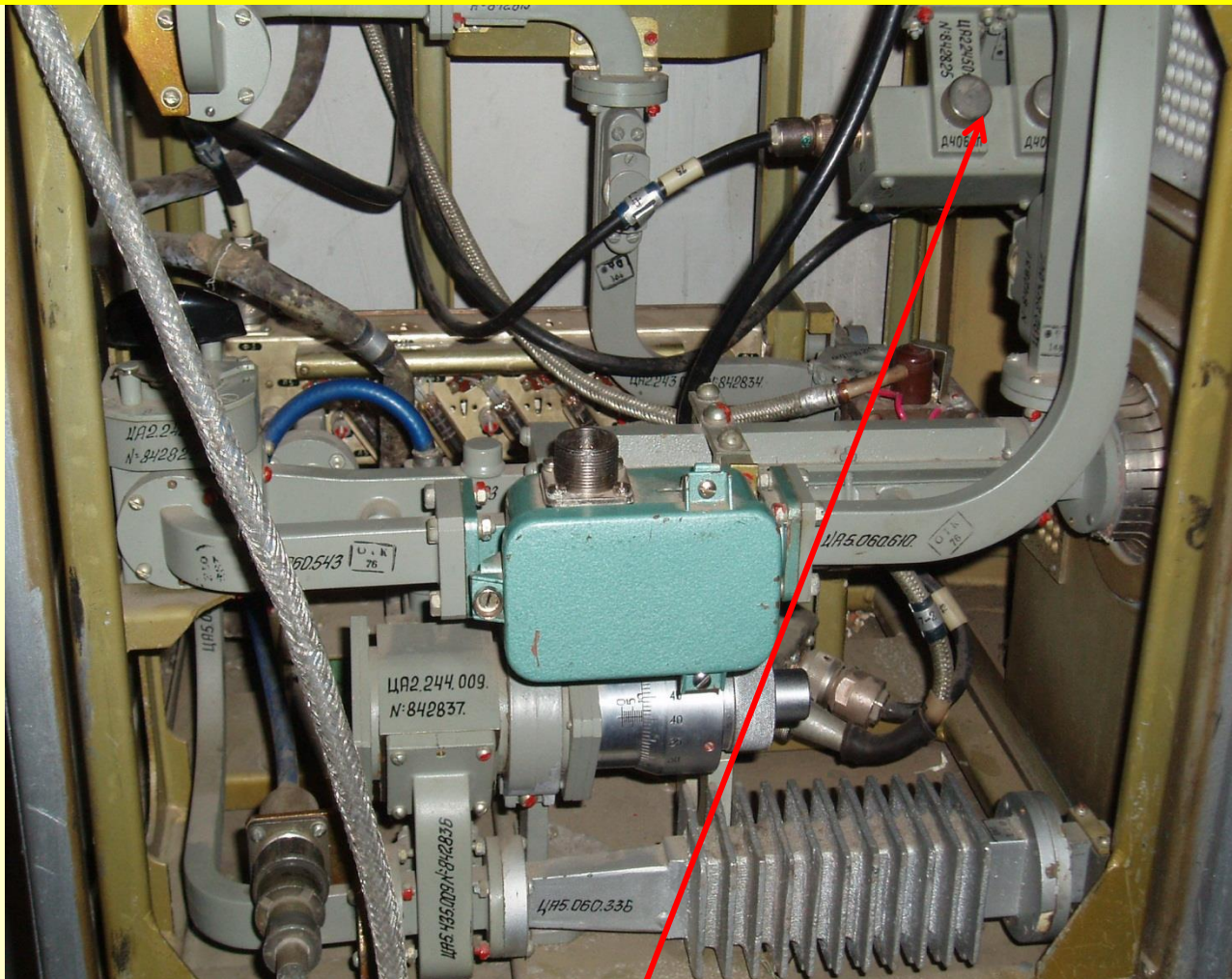


переключатель  
Токов смесителей

миллиамперметр  
«Ток смесителя»

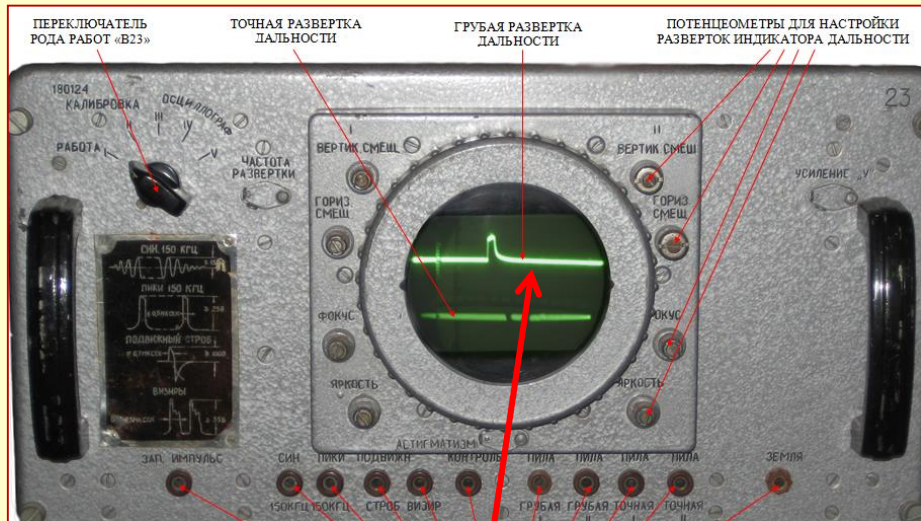
2. Проверить *общую часть КД и КУА*. Для этого проверить:  
- величины токов смесителей по прибору «ТОК СМЕСИТЕЛЯ». Показания должны быть в пределах 0,1-0,3 мА.

## Блок Т-7



При необходимости:  
- установить значения токов соответствующим  
аттенюатором блока Т-7МЗ.

## Блок Т-23



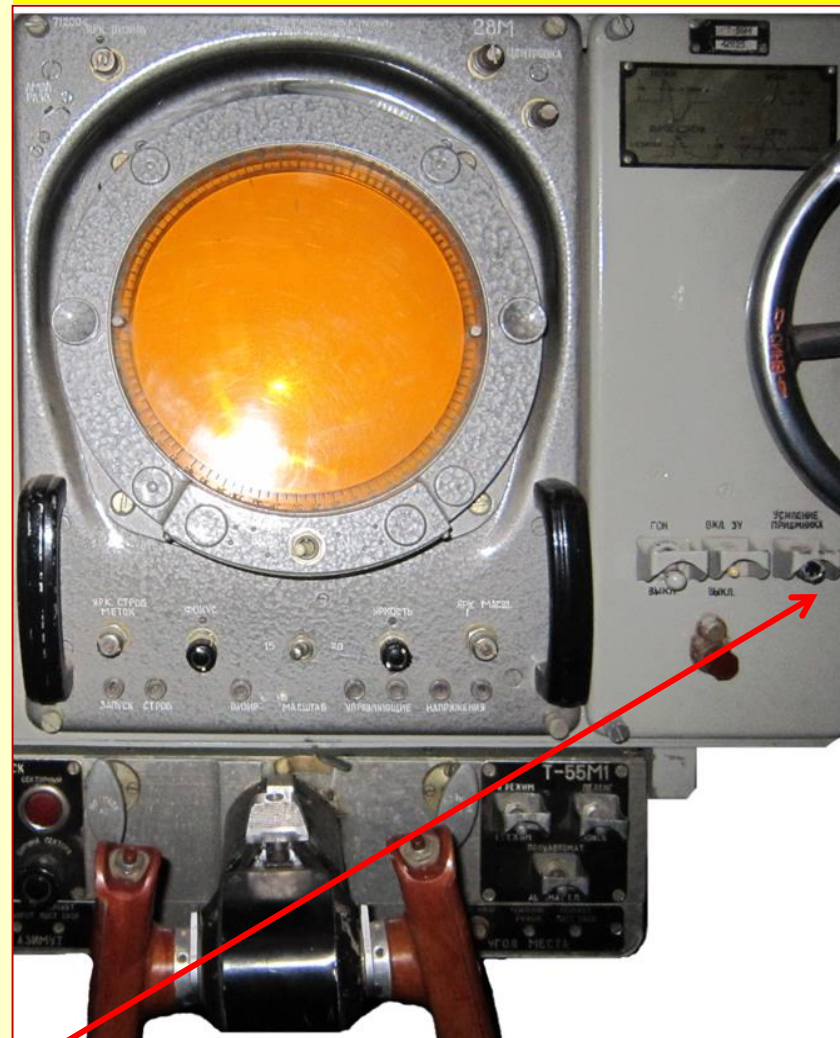
### 3. Проверить **КД**:

- максимальная величина шумовой дорожки на индикаторе дальности должна быть в пределах  $3 + 1$  мм.

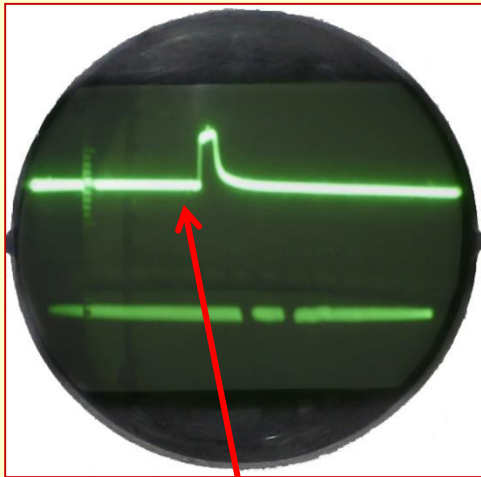
При необходимости:

- устанавливается потенциометром «усиление приемника» на панели оператора поиска.

## Шкаф Т-36

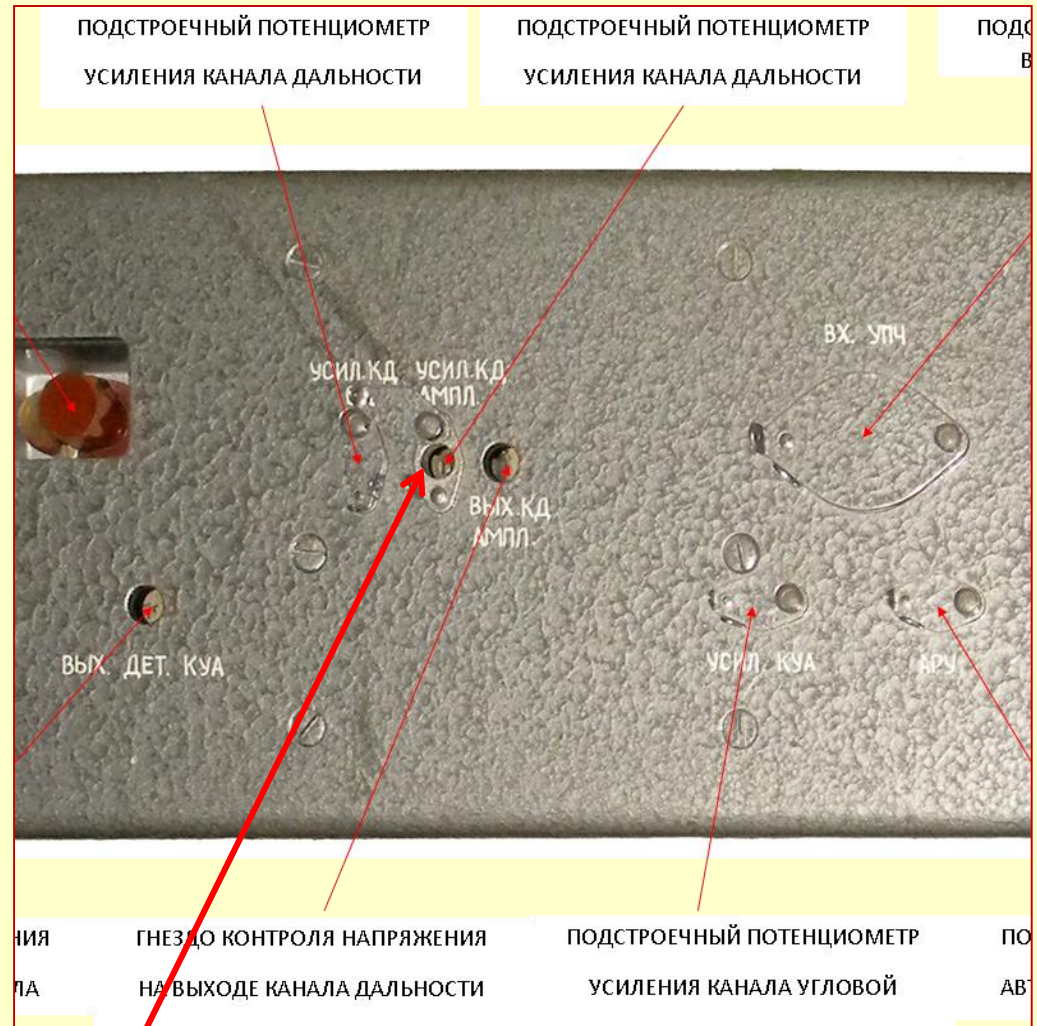


## Блок Т-23



Развертка на индикаторе дальности

## Блок Т-9



При необходимости:  
- **отрегулировать** величину шумовой дорожки потенциометром «УСИЛ.КД АМПЛ.» бл. Т-9М

## Блок Т-23



## Блок Т-9



**4. Проверить** регулировку *схемы АРУ*. Для этого необходимо:

- нажать кнопку «АВТОМАТ».

Уровень шумов на экране индикатора дальности не должен заметно измениться.

Если уровень заметно уменьшится, то необходимо проверить:

- «0 АРУ» и задержку АРУ.





потенциометр  
«усил. КУА»



прибор  
Ц4313



Гнездо  
«ВХОД авт.»

## 5. Проверить **КУА**:

- нажать кнопку «**АВТ.**» на рукоятке управления антенной;
- проверить прибором Ц4313 напряжение шумов на гнезде «**ВХОД. АВТ.**» блока Т-13М в пределах 0,3-5,0 В при обоих положениях переключателя «**УУС-СТРОБ**» на панели управления;
- отрегулировать при необходимости потенциометром «**УСИЛЕНИЕ КУА**» блока Т-9М.

# Панель управления, контроля и регулировок



Тумблер  
«ток генер.- ток выпр.»

Потенциометр  
«регул. тока генератора»

кнопка  
«высокое напряжение»

6. Проверить работу **канала АПЧ**. Для этого :

- включить высокое напряжение и установить требуемое значение тока генератора;
- включить тумблеры «**ПИТАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ**» на блоке Т-2МЗ;
- управляя антенной, добиться появления на индикаторах отметки от местного предмета;

# Панель управления, контроля и регулировок



тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»  
«РУЧН. – АВТОМ»

ручка «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»

- установить максимальную величину отметки от местного предмета по индикатору дальности с помощью ручки «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»;
- поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ», величина отметки от местного предмета при этом не должна уменьшиться;

# Панель управления, контроля и регулировок



шкала «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ»

- поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «РУЧНАЯ», повернуть ручку потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» вправо на два деления по шкале,
- поставить тумблер «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» в положение «АВТОМАТ», величина отметки от местного предмета должна - возрасти до прежнего значения;
- аналогичные операции проделать при повороте ручки потенциометра «ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ» влево на два деления по шкале, величина отметки от местного предмета должна возрасти до прежнего значения.



## Задание на самоподготовку:

Изучить материал занятия по конспекту и учебному пособию.

### Вопросы занятия:

1. Назначение, состав и характеристики приемной системы.
2. Функциональная схема приемной системы.
3. Порядок проверки приёмной системы.



- Литература:**
1. Учебное пособие «Устройство РЛС» стр.23-36
  2. Альбом рисунков «ЗСУ-23-4М. Часть 3. 1РЛЗЗМЗ»



**Конец занятия**

# ЗАНЯТИЕ №5.

## Приемная система (ПРМС).

**Дисциплина:** "Устройство и эксплуатация ЗСУ-23-4 МЗ"

**ТЕМА №3.**  
Устройство ПРМС-2М.

**Контрольные вопросы**  
ЗАНЯТИЕ №5  
Приемная система (ПРМС).

**Вопросы**

1. Назначение, характеристики и состав приемной системы.
2. Функциональная схема приемной системы.
3. Порядок проверки приемной системы.

**Литература:**

- 1 Учебное пособие "Устройство ПРМС" (ИЗДАНИЕ), стр.23-34
- 2 Альбом рисунков.

**Вопрос 1. Назначение, состав и характеристики ПРМС.**

**Приемная система**

для приема, преобразования и углового управления сигналами радиолокационной станции РЛС ЗСУ-23-4 МЗ.

**Состав:**

- Блок Т-01: радиолокационная станция (РЛС) (блок вычислителя КВ и КС)
- Блок Т-02: антенная решетка (антенны КУ и КС)
- Блок Т-03: антенный радиопередатчик (АР)
- Блок Т-04: блок автоматического управления (АУ)

**Высокочастотный блок (блок Т-03)**

**Общая часть канала дальности и угловой автоматикой**

для приема и преобразования сигнала радиолокационной станции РЛС ЗСУ-23-4 МЗ.

**Когерентный гетеродин (блок Т-04)**

**Демонстрационный стенд**

для демонстрации принципов работы когерентного гетеродина.

**Основной усилитель (блок Т-05)**

**Демонстрационный стенд**

для демонстрации принципов работы основного усилителя.

1 ☆

2 ☆

3 ☆

4 ☆

5 ☆

6 ☆

7 ☆

**Блок АПЧ (Т-23М)**

**Демонстрационный стенд**

для демонстрации принципов работы блока АПЧ.

**Вспомогательные элементы:**

- Демонстрационный стенд Т-23М** для демонстрации принципов работы блока АПЧ.
- Демонстрационный стенд Т-23М** для демонстрации принципов работы блока АПЧ.

**Технические характеристики ПРМС:**

№	Наименование	Единица измерения
1	Радиолокационная станция (РЛС)	МЗ
2	Антенная решетка (антенны КУ и КС)	МЗ
3	Антенный радиопередатчик (АР)	МЗ
4	Блок автоматического управления (АУ)	МЗ

**Вопрос 2. Функциональная схема приемной системы.**

**Общая часть канала дальности и угловой автоматикой**

**Общая часть канала дальности и угловой автоматикой**

**Общая часть канала дальности и угловой автоматикой**

8 ☆

9 ☆

10 ☆

11 ☆

12 ☆

13 ☆

14 ☆

**Общая часть канала дальности и угловой автоматикой**

**Канал дальности блока Т-01**

**Канал дальности блока Т-01**

**Канал дальности блока Т-01**

**Канал дальности блока Т-01**

**Канал угловой автоматикой блока Т-01**

**Канал угловой автоматикой блока Т-01**

15 ☆

16 ☆

17 ☆

18 ☆

19 ☆

20 ☆

21 ☆

**Канал угловой автоматикой блока Т-01**

**Канал угловой автоматикой блока Т-01**

**Канал угловой автоматикой блока Т-01**

**Канал когерентного гетеродина**

**Канал когерентного гетеродина**

**Канал когерентного гетеродина**

**Канал автоматической подстройки частоты**

22 ☆

23 ☆

24 ☆

25 ☆

26 ☆

27 ☆

28 ☆

**Канал автоматической подстройки частоты**

**Канал автоматической подстройки частоты**

**Вопрос 3. Порядок проверки приемной системы.**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

29 ☆

30 ☆

31 ☆

32 ☆

33 ☆

34 ☆

35 ☆

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

**Внешний вид приемной системы**

# ПРМС выполнена по супергетеродинной схеме\*

## Радиоприемное устройство

Радиоприемное устройство (РПУ) служит: - для преобразования принятых радиосигналов в сообщение с допустимой потерей информации.

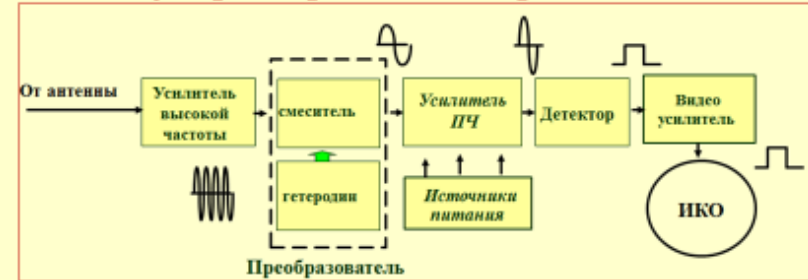
Эту задачу РПУ выполняет путем улавливания, преобразования и усиления радиосигналов и извлечения из них информации.

По особенностям схемы различают:

- приемники прямого усиления;
- супергетеродинные приемники.



## 2. Супергетеродинный приемник РАС



### 1. Приемник прямого усиления

Состав:

- входное устройство;
- усилитель высокой(радио) частоты (УВЧ);
- детектор(амплитудный);
- усилитель низкой(звуковой) частоты (УНЧ);
- выходное устройство.



### 2. Супергетеродинный приемник РАС



Состав:

- усилитель высокой частоты;
- преобразователь частоты;
- усилитель промежуточной частоты (УПЧ);
- детектор;
- видеоусилитель;
- индикатор кругового обзора (ИКО);
- источники питания.

Достоинства:

- высокая избирательность;
- малая степень частотных искажений;
- большая степень усиления.

### Состав:

- усилитель высокой частоты;
- преобразователь частоты;
- усилитель промежуточной частоты (УПЧ);
- детектор;
- видеоусилитель;
- индикатор кругового обзора (ИКО);
- источники питания.

### Достоинства:

- высокая избирательность;
- малая степень частотных искажений;
- большая степень усиления.

## 1. Усилитель высокой частоты (УВЧ)

- служит для выделения полезного сигнала из всех сигналов и помех, поступающих из антенны, и для начального усиления сигнала.

В качестве УВЧ применяются **резонансные усилители**, т.е. усилители с колебательными контурами, (обладают способностью выделять и усиливать полезные сигналы, на частоту которых настроены их контуры, и подавлять помехи, имеющие другие частоты).



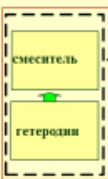
## 2. Преобразователь частоты

ПЧ преобразует напряжение частоты принимаемого сигнала в напряжение промежуточной частоты.

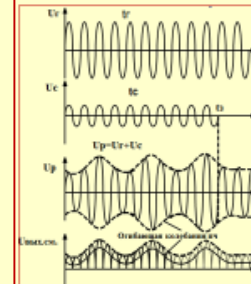
Он состоит: из смесителя и маломощного генератора высокой частоты (**гетеродина**).

Для преобразования частоты на вход смесителя подаются два переменных напряжения:

- напряжение с частотой сигнала;
- напряжение с частотой гетеродина, несколько отличающейся от частоты сигнала.



## Преобразование частоты



Преобразование частоты основано на явлении **биений** при сложении колебаний разных частот.

**Гетеродин** - непрерывно вырабатывает ВЧ колебания (с напряжением  $U_g$  и частотой  $F_g$ ).

Входной сигнал имеет: напряжение  $U_c$  и частоту  $F_c$ . В **смесителе** происходит сложение и вычитание этих колебаний, в результате чего формируется **резльтирующее напряжение**.

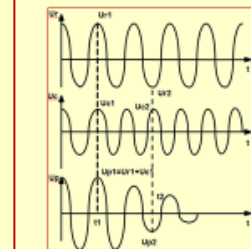
Так как напряжения имеют неодинаковые частоты, то сдвиг фаз между ними непрерывно меняется:

- в момент времени  $t_1$ : напряжения совпадают по фазе и результирующее напряжение равно их сумме;

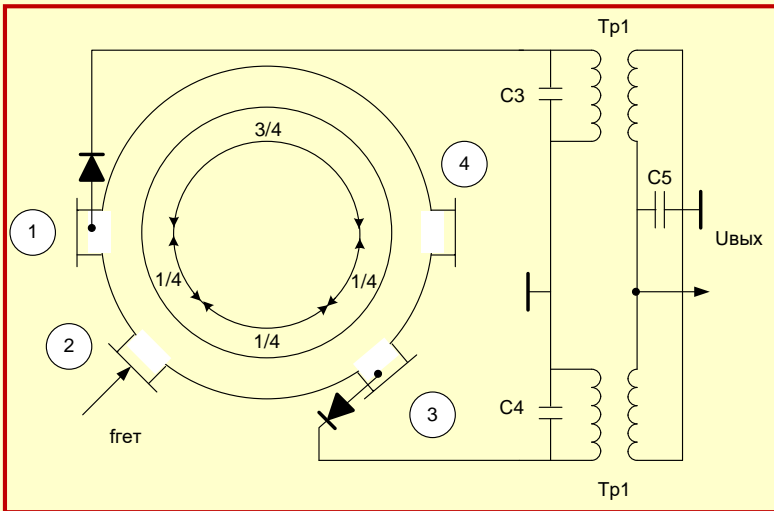
- в момент времени  $t_2$ : напряжения оказываются в противофазе и результирующее напряжение равно их разности и т.д.

Таким образом, амплитуда **резльтирующего напряжения** периодически изменяется.

Изменения амплитуд результирующего напряжения и называются **биениями**.



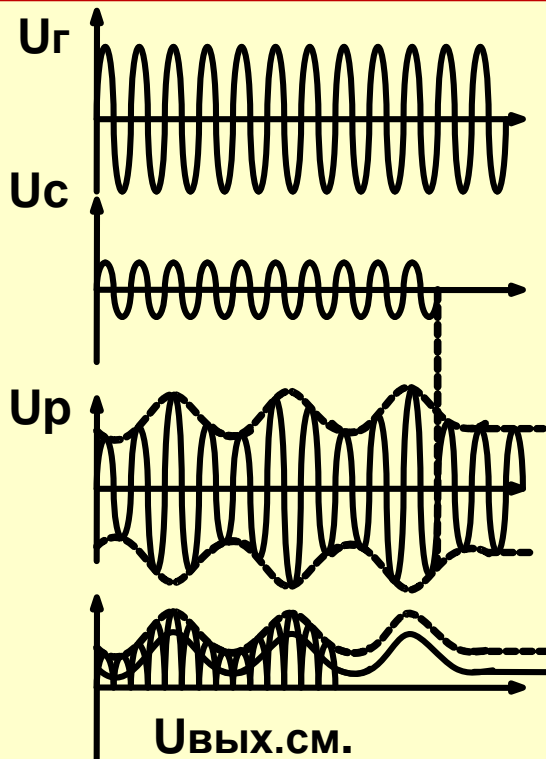
# Кольцевой балансный смеситель\*



Гетеродин непрерывно вырабатывает колебания высокой частоты с напряжением  $u_g$  и частотой  $f_g$ . Приходящий сигнал имеет напряжение  $u_c$  и частоту  $f_c$ .

В смесителе происходит сложение этих колебаний, в результате чего получается результирующее напряжение.

График результирующего напряжения получается путем графического сложения напряжений  $u_g$  и  $u_c$ .



**Кольцевой балансный смеситель** представляет собой прямоугольный волновод длиной в  $6/4\lambda$ , свернутый в плоскости вектора  $E$  электромагнитного поля в кольцо, от которого отходят 4  $E$  плеча и расположены на полуокружности кольца на расстоянии  $\lambda/4$  друг от друга.

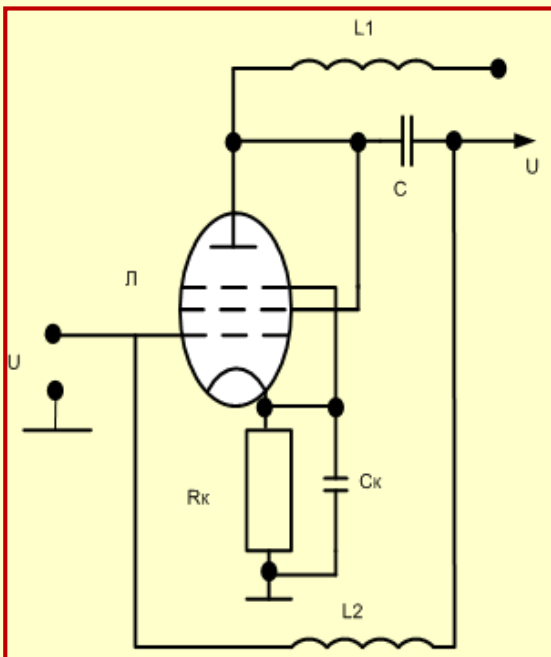




# Усилитель промежуточной частоты\*

**УПЧ** - осуществляет основное усиление сигнала.

Применение *постоянной* промежуточной частоты, которая **значительно ниже частоты принимаемого сигнала**, позволяет получить **большое неискаженной усиление сигнала** необходимой полосы частот при устойчивой работе усилителя. Число каскадов, входящих в усилитель, часто называемой *линейкой УПЧ*, может быть от 5 до 10.



## Состав:

- **усилительная лампа Л1;**
- **катодное смещение Rк** (для выбора рабочей точки на линейном участке анодно-сеточной характеристики лампы);
- **фильтр Cк;**
- **разделительный конденсатор C;**
- **индуктивность L1** (для обеспечения стабильности работы усилителя за счет нейтрализации проходной емкости лампы Л1, настраивается на промежуточную частоту с этой емкостью);
- **контур L2C0**, где C0 – суммарная емкость монтажа и межэлектродных емкостей лампы (этот контур также настраивается на промежуточную частоту).



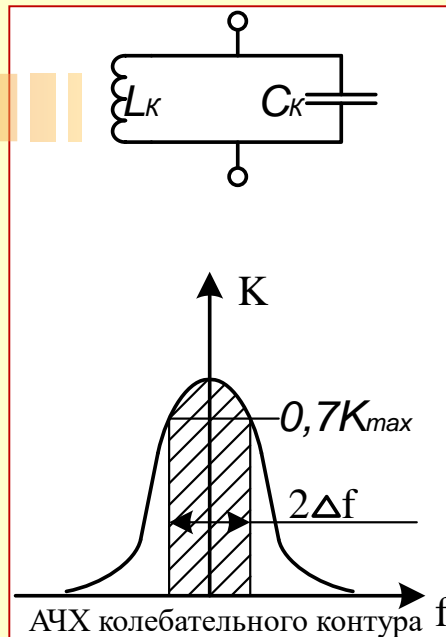
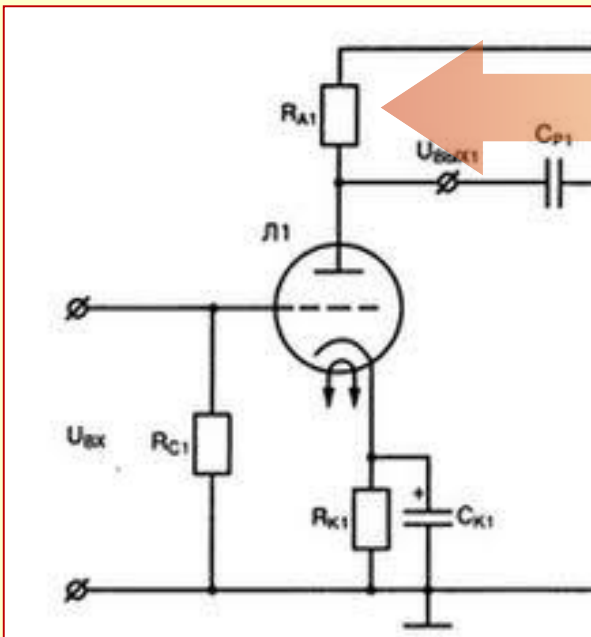
# Резонансный усилитель

**Резонансный усилитель** – усилитель, предназначенный для избирательного усиления сигналов радиочастоты (в узком диапазоне частот  $f_0 \pm \Delta f$ ).

В схеме **РУ** вместо сопротивления анодной нагрузки  $R_a$  используется **LC** параллельный колебательный контур.

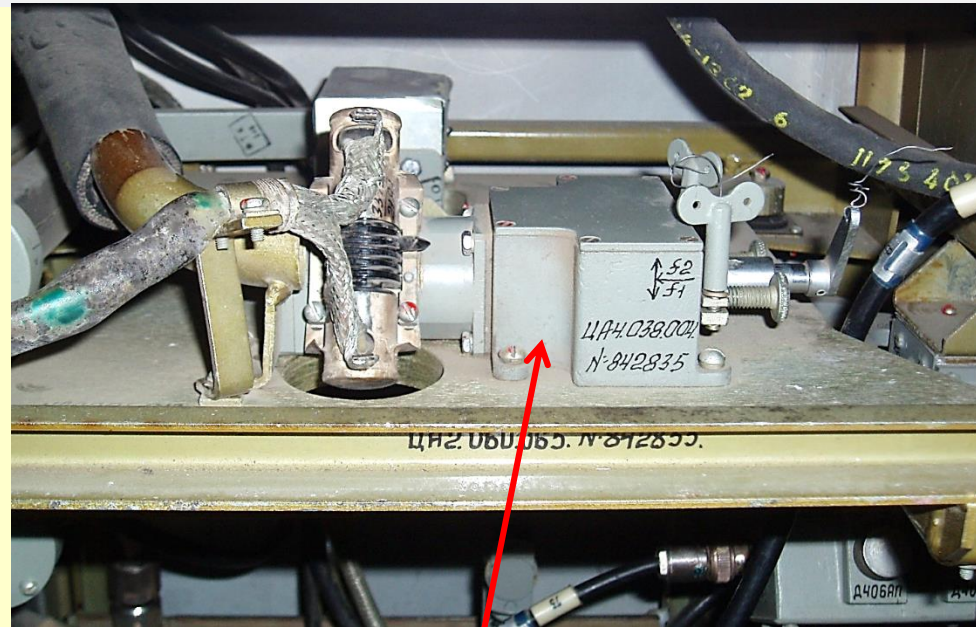
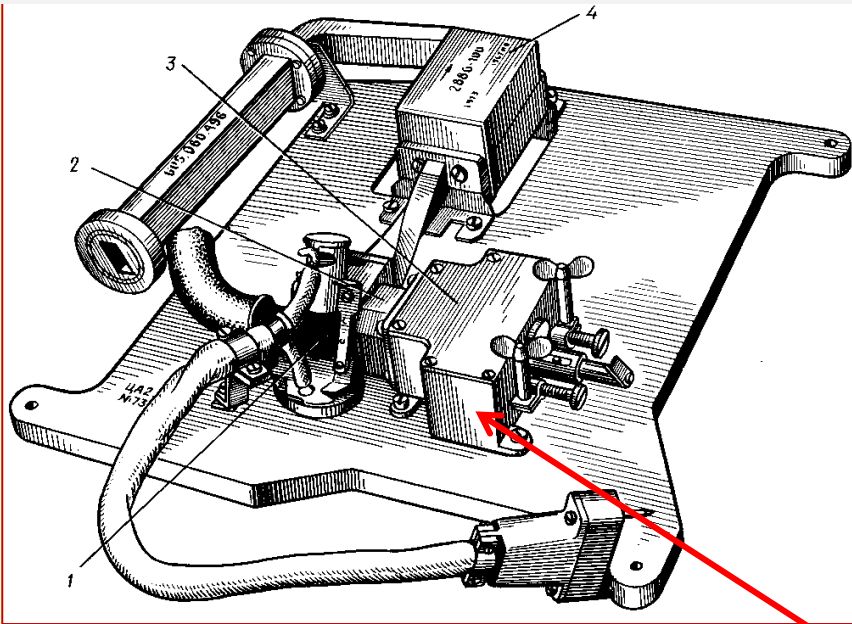
Его активное сопротивление на резонансной частоте  $f_0 = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$  максимально, а для других частот резко уменьшается.

Так как величина  $R_a$  влияет на коэффициент усиления усилителя **K**, то появляется полосовая зависимость **K** от **f** и, соответственно, *избирательность*. Считается, что усиливаемая полоса частот составляет  $2\Delta f$  (*полоса пропускания*)



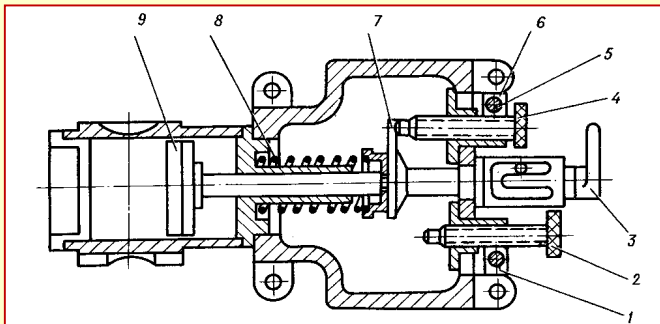
**Полоса пропускания**  $2 \Delta f$  – область частот, на границах которой коэффициент усиления **K** уменьшается до 0.707

# Клистронный гетеродин\*



## Узел гетеродина (в блоке Т-7М):

- 1 – клистрон;
- 2 – высокочастотный резонатор;
- 3 – механизм перестройки Т-4РМ;
- 4 – ферритовый вентиль.



## Механизм перестройки резонатора клистрона Т-4РМ - для ручной перестройки рабочей частоты клистрона.

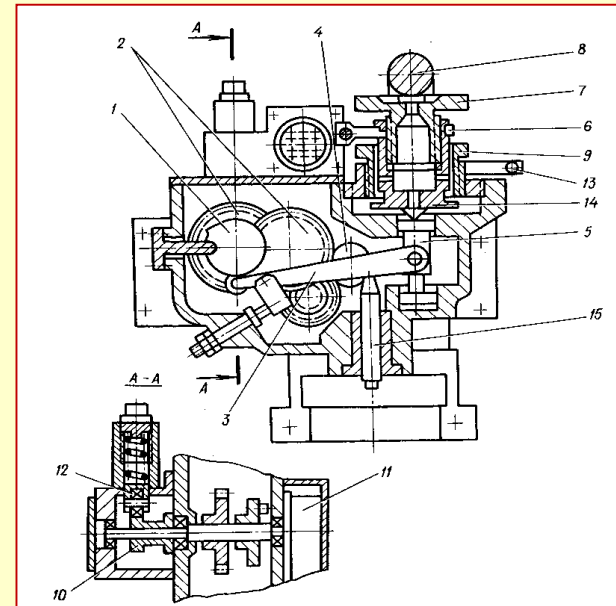
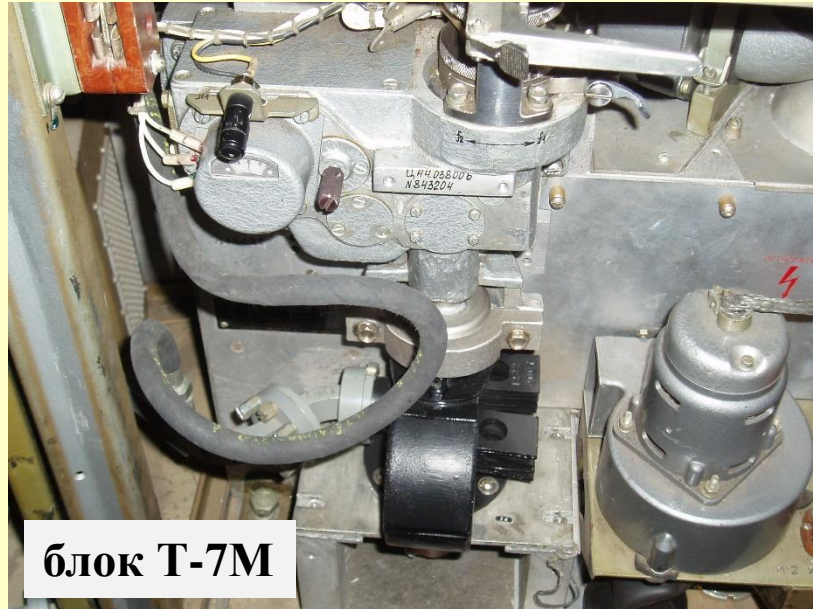
- 1 – зажим; 2 – винт; 3 – ручка;
- 4 – винт; 5 – винт; 6 – зажим;
- 7 – упор; 8 – пружина; 9 – поршень.



# Механизм подстройки и перестройки\* частоты магнетрона (блок Т-4М2)

Механизм подстройки и перестройки частоты магнетрона Т-4М2 - для ручной перестройки рабочей частоты магнетрона и для автоматической и ручной подстройки частоты. В механизм входят:

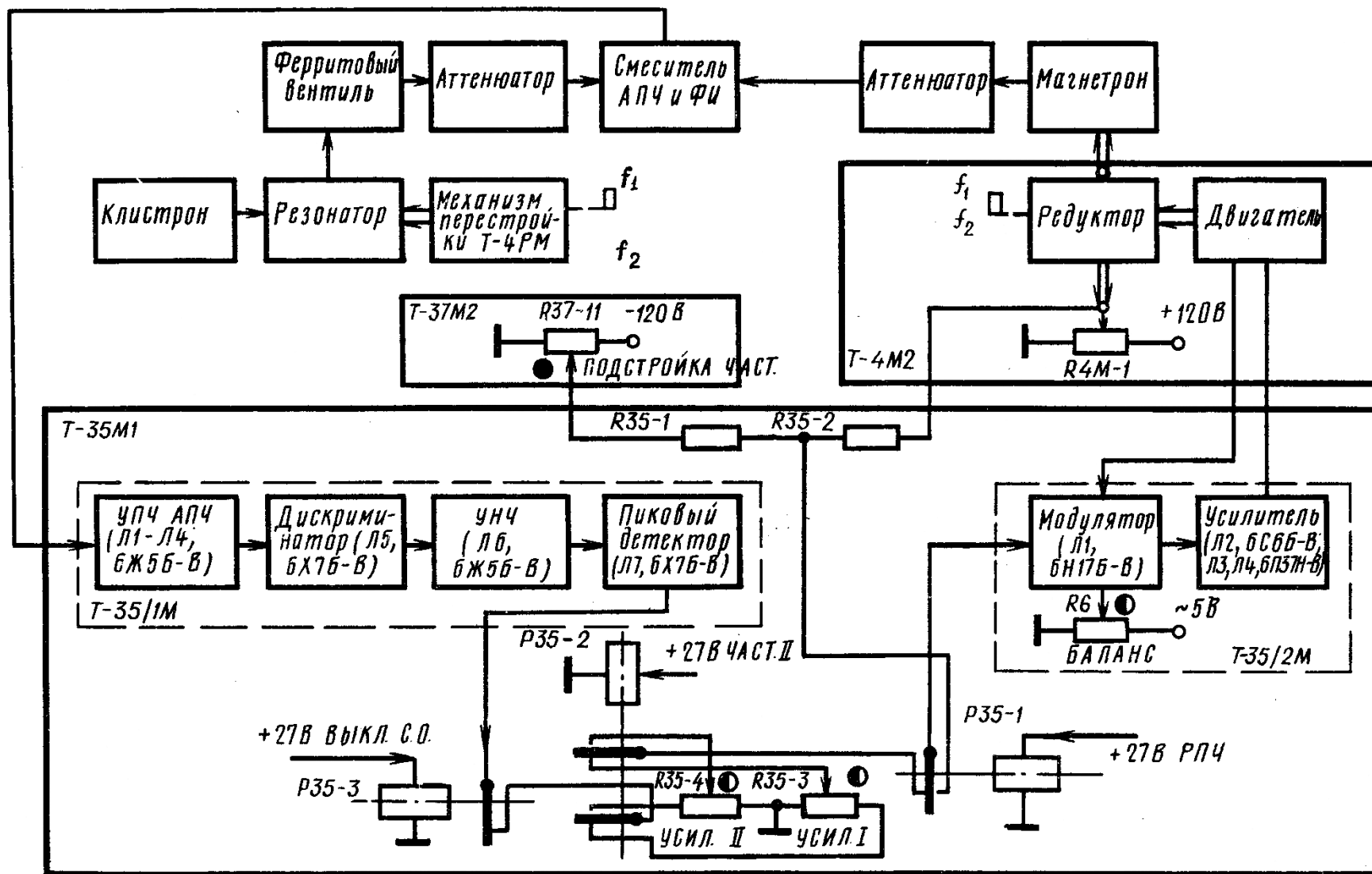
- элементы, осуществляющие перестройку частоты магнетрона;
- исполнительный механизм системы АПЧ.



**Механизм подстройки и перестройки частоты магнетрона (блок Т-4М2):**

- 1 – кулачок подстройки; 2 – колеса зубчатые; 3 – рычаг; 4 – электродвигатель;  
5 – поршень; 6 – хомут; 7 – втулка; 8 – ось; 9 – втулка; 10 – кулачок узла разгрузки;  
11 – потенциометр; 12 – шарикоподшипник узла разгрузки; 13 – ось; 14 – втулка; 15 – шток.

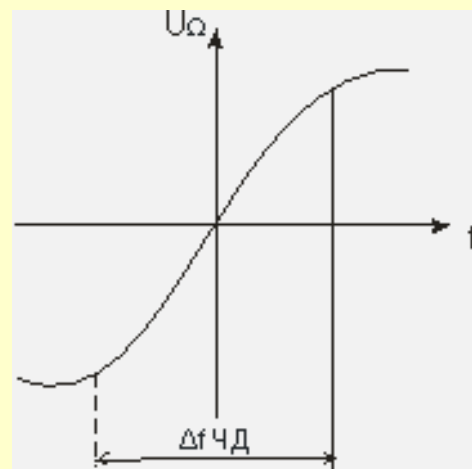
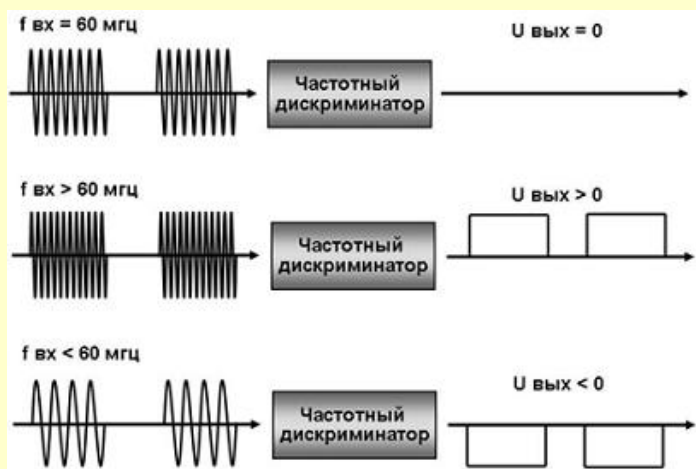
# Функциональная схема\* системы подстройки и перестройки частоты



# Частотный дискриминатор\*

**Дискриминаторы** предназначены для измерения сигнала рассогласования и преобразования его в постоянное или переменное напряжение. Различают частотные угловые и временные дискриминаторы.

**Частотные дискриминаторы** (ЧД) - это устройства, выходные напряжения которых зависят от отклонения частоты входных сигналов.

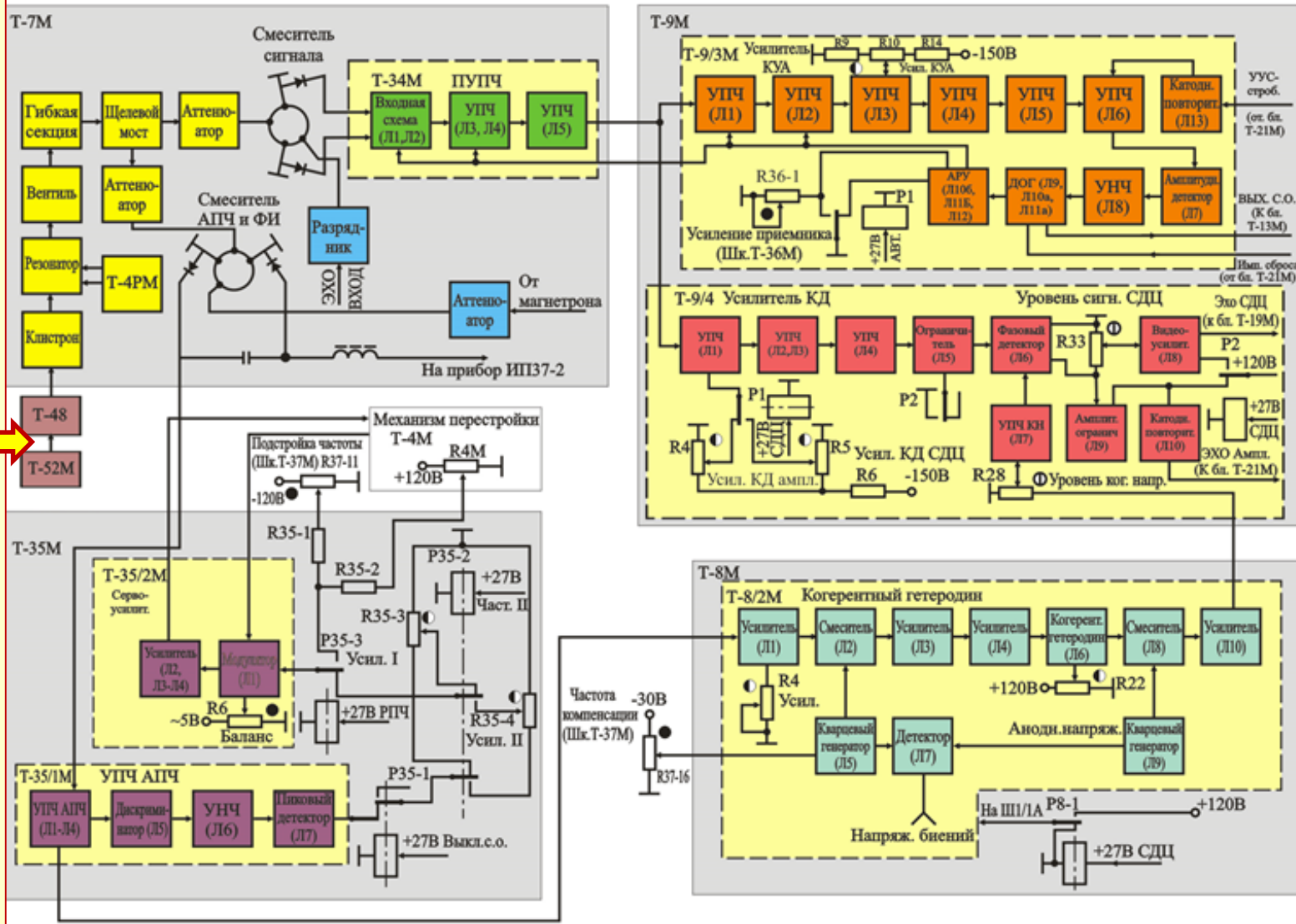


**Частотный дискриминатор** является основным узлом автоматической подстройки частоты гетеродинов (АПЧГ) радиоимпульсных приемо-передающих устройств миллиметрового диапазона длин волн с импульсными магнетронными передатчиками.

В таких устройствах *f<sub>нч</sub>* приемника находится, как правило, в пределах 1-3 ГГц, длительность импульсов — от десятков наносекунд до нескольких микросекунд, а суммарный уход частоты передатчика и гетеродина достигает величины нескольких сотен мегагерц. Для обеспечения устойчивой работы приемника необходимо наличие в составе устройства системы АПЧГ с широкой полосой захвата по частоте.

# Приемная система\*

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИЕМНОЙ СИСТЕМЫ



# Приемная система\*





# Контрольные вопросы:

1. Принцип работы АВС по функциональной схеме (режим «А» и «Н»).
2. Назначение, состав и принцип действия **антенны РЛС** (двухзеркальная система, облучатели).
3. Устройство и принцип действия **ферритового переключателя**.
4. Назначение элементов АВС по функциональной схеме.



**Тест № 1.**

Задание по теме «Передающая система РЛС».  
Укажите/приведите правильный вариант ответа.

№ пп	Вопрос	Варианты ответов
1	Несущая частота передатчика, $f_{\text{нес}}$	1. 63 кГц 2. 15 МГц 3. 15 ГГц
2	Частота повторения импульсов в штатном режиме	1. 3650 Гц 2. 3750 Гц 3. 4750 Гц
3	Частота повторения импульсов в режиме «Вобуляция»	1. 3750-3650 Гц 2. 4750-3650 Гц 3. 4750-3750 Гц
4	Длительность импульсов, $T_{\text{д}}$	1. 8 мкс 2. 2 мкс 3. 0.8 мкс 4. 0.2 мкс
5	Мощность передатчика	1. 25 кВт 2. 50-75 кВт 3. 90-120 кВт 4. 110-120 кВт
6	Укажите положение переключателя «Вобуляция» в штатном режиме	1. Вкл. 2. Выкл. 3. Откл.
7	Укажите положение переключателя «Ток генератора - ток выпрямителя» при определении тока на входе магнетрона	1. Ток генератора. 2. Ток выпрямителя. 3. Ток магнетрона.
8	Назовите термин, определяющий изменение частоты следования импульсов	1. Модуляция. 2. Деривация. 3. Вобуляция. 4. Демодуляция.
9	Назовите термин волноводного переключателя, разделяющего тракт передачи и приема	1. Волноводный. 2. Вращающийся. 3. Ферритовый. 4. Ферромагнитный. 5. Фторопластовый.
10	Величина тока на входе генератора	1. 30-45 мА 2. 50-75 мА 3. 25-33 мА



## Тест №2

Задание по теме «Передающая система РЛС».

Укажите/приведите правильный вариант ответа.

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Назначение передающей системы	1. Прием и передача импульсов. 2. Передача импульсов. 3. Формирование СВЧ импульсов. 4. Прием импульсов.
2	Состав передающей системы	1. Блоки Т-7, Т-8, Т-9. 2. Блоки Т-3, Т-4, Т-29. 3. Блоки Т-28, Т-53, Т-55.
3	Размещение передающей системы	1. Шкаф Т-36. 2. Шкаф Т-43, 44. 3. Шкаф Т-37, 41.
4	Алгоритм действий при включении ПРДС	1. Вкл. тумбл. "ПРД". 2. Вкл. тумбл. "Накал", "ПРД". 3. Вкл. тумбл. "Накал", "Высокое". 4. Вкл. тумбл. "Накал", "Анодное", "Высокое". 5. Вкл. тумбл. "Накал", "Анодное", кн. "Высокое".
5	Каким потенциометром выставляется ток на входе магнетрона	1. Усиление приемника. 2. Частота компенсации. 3. Регулировка тока генератора. 4. Регулировка яркости. 5. Регулировка мощности.
6	Порядок включения режима работы с постоянной частотой следования импульсов	1. Тумбл. "Шт-СЦ" в полож. "Шт". 2. Тумбл. "Вобуляция" в полож. "Выкл". 3. Тумбл. "Строб-УУС" в полож. "УУС". 4. Тумбл. "Вобуляция" в полож. "Вкл".
7	Порядок включения режима работы с переменной частотой следования импульсов	1. Тумбл. "Шт-СЦ" в полож. "СЦ". 2. Тумбл. "Вобуляция" в полож. "Выкл". 3. Тумбл. "Строб-УУС" в полож. "Строб". 4. Тумбл. "Вобуляция" в полож. "Вкл".
8	Алгоритм действий при выключении ПРДС	1. Выкл. тумбл. "ПРД". 2. Выкл. тумбл. "Накал", "ПРД". 3. Выкл. тумбл. "Накал", "Высокое". 4. Выкл. тумбл. "Накал", "Анодное", "Высокое". 5. Нажать кн. "Высокое Выкл". 6. Вкл. тумбл. "Накал", "Анодное", кн. "Высокое".
9	Разрешается включать ПРДС при неисправности вентиляции	1. Да. 2. Нет. 3. При острой необходимости.
10	Пребывание обслуживающего персонала в секторе + 45° от направления основного излучения антенны.	1. Не более 20 мин ежедневно. 2. Запрещается. 3. Разрешается на расстоянии >25 м не более 20 мин.

